



FB 01 25 - CONTROL DE ELABORACIÓN, REVISIÓN, VERIFICACIÓN, APROBACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE INFORMES

Nombre del documento:	COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO HIDROELECTRICO ITUANGO Resultados campaña 1 de 2016	
Código del documento:	D-PHI-MA-MON-CPCMB-C000-C4-2015	
Versión: V0	Fecha de la versión: 29 Abril 2016	

ELABORACIÓN, REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN			
Actividad	Fecha	Nombre del ejecutor	Firma
Elaboración		Frank E Álvarez	
Revisión		Jorge A Gil	
Verificación		Jorge A Gil	
Aprobación		Beatriz Hernández A.	

DISTRIBUCIÓN		
Persona a quien se envía	Cargo	Organización
Hernán Sánchez Cruz	Profesional Ambiental, Dirección Ambiental, Social y sostenibilidad proyecto Ituango	EPM

CONTROL DE VERSIONES		
Versión	Fecha	Naturaleza del cambio realizado con respecto a la versión anterior
1		
2		
3		
4		



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



**COMUNIDADES DE PECES LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL
RÍO CAUCA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO ITUANGO**

RESULTADOS CAMPAÑA 1 DE 2016.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	RESULTADOS.....	2
2.1	ASOCIACIÓN DE LA COMUNIDAD DE PECES	2
2.1.1	Análisis general de la composición de especies	6
2.1.2	Análisis de la Composición de especies por grupo de estaciones.....	23
2.1.3	Especies migratorias y/o con algún grado de vulnerabilidad	53
2.1.4	Rutas de migración (Marca - recaptura)	56
2.2	ANÁLISIS GENERAL PARA LA COMUNIDAD ÍCTICA ENTRE LOS AÑOS 2012 Y 2016.....	67
2.3	ASOCIACIÓN GENERAL DE LA COMUNIDAD FICOPERIFÍTICA.....	88
2.3.1	Densidad y riqueza de la comunidad ficoperifítica por grupo de estaciones 88	
2.3.2	Densidad y riqueza de la comunidad ficoperifítica por grupo de estaciones 93	
2.3.3	Estimadores de diversidad y Test de Tukey	95
2.4	ASOCIACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS	98
2.4.1	Composición de la comunidad de macroinvertebrados.....	98
2.5	ANÁLISIS DE TENDENCIA PARA LA COMUNIDAD PERIFÍCA Y MACROINVERTEBRADOS.....	107
2.5.1	Ficoperifiton	108
2.5.2	Macroinvertebrados acuáticos.....	113
3	BIBLIOGRAFÍA	118



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1	Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo y categorización según su ubicación respecto al proyecto.....	4
Tabla 2-2	Clasificación taxonómica de las especies reportadas para las estaciones de muestreo y aportes a la abundancia y biomasa relativa (%) para la primera campaña del año 2016	7
Tabla 2-3	Distribución de los aportes de abundancia, biomasa y riqueza para cada uno de los órdenes taxonómicos registrados durante el monitoreo.	9
Tabla 2-4	Categorización de las especies encontradas en las diferentes estaciones de muestreo de acuerdo a la prueba de Olmstead – Tukey	12
Tabla 2-5	Características principales de los métodos de colecta de peces	14
Tabla 2-6	Distribución de la riqueza taxonómica, abundancia y biomasa relativa registrada con cada uno de los aparejos de pesca empleados.	17
Tabla 2-7	Clasificación taxonómica y categoría trófica de las especies reportadas en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango	19
Tabla 2-10	Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones QAE durante la cuarta campaña del 2015.....	23
Tabla 2-11	Categorización de las especies para el grupo de estaciones (QAE) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la cuarta campaña del 2015. 26	26
Tabla 2-12	Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones QAE 27	27
Tabla 2-13	Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones RC_CM durante la primera campaña del 2016.	28
Tabla 2-14	Categorización de las especies en el tramo de la cuenca media (RC_CM) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la primera campaña del 2016.....	30
Tabla 2-15	Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones RC_CM 32	32
Tabla 2-16	Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones AFL_CM durante la primera campaña del 2016.....	33

Tabla 2-17	Categorización de las especies en el tramo de la cuenca media (AFL_CM) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la primera campaña del 2016.....	36
Tabla 2-18	Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones AFL_CM.....	37
Tabla 2-19	Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones RC_CB durante la primera campaña del 2016.	38
Tabla 2-20	Categorización de las especies en el tramo de la cuenca media (RC_CB) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la primera campaña del 2016.....	41
Tabla 2-21	Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones RC_CB	43
Tabla 2-22	Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones AFL_CB durante la primera campaña del 2016.....	43
Tabla 2-23	Categorización de las especies para el grupo de estaciones (AFL_CB) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la primera campaña del 2016.....	45
Tabla 2-24	Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones AFL_CB47	
Tabla 2-25	Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones CIE_CB durante la primera campaña del 2016.	48
Tabla 2-26	Categorización de las especies en el tramo de la cuenca media (CIE_CB) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la primera campaña del 2016.....	51
Tabla 2-27	Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones CIE_CB	53
Tabla 2-28	Clasificación taxonómica y categoría de amenaza de las especies reportadas en el área de influencia de la Hidroeléctrica Ituango capturadas en la cuarta campaña de 2015.....	55
Tabla 2-29	Cantidad de individuos por especie colectados y marcados durante la primera jornada de 2016.....	58

Tabla 2-30	Tiempo, distancia y movimiento descrito por las especies marcadas y recapturadas en el área de estudio	59
Tabla 2-31	Número de familias y especies reportadas para uno de los órdenes taxonómicos identificados en las estaciones de muestreo entre los años 2012 y 2016.....	67
Tabla 2-32	Distribución de los valores mínimos, máximos y cuartiles (Q1, Q2, Q3) para la abundancia y la riqueza específica entre los diferentes años de muestreo	68
Tabla 2-33	Distribución de los valores mínimos, máximos y cuartiles (Q1, Q2, Q3) para la abundancia y la riqueza específica entre los diferentes años de muestreo	70
Tabla 2-34	Distribución proporcional (%) de los individuos maduros (estadío C) por campaña de muestreo, de algunas de las especies migradoras reportadas en el área de estudio	79
Tabla 2-35	Clasificación taxonómica de las algas ficoperifíticas registradas en las estaciones de muestreo del área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango durante febrero de 2016.....	89
Tabla 2-36	Densidad en ind/cm ² de la comunidad ficoperifítica registrada en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango durante la campaña de muestreo realizada en febrero de 2016.	94
Tabla 2-37	Riqueza, densidad, y estimadores de diversidad de la comunidad ficoperifítica (diciembre de 2015)	95
Tabla 2-38	Macroinvertebrados registrados en las 49 estaciones de muestreo del área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango durante diciembre de 2015.	98
Tabla 2-39	Densidad, riqueza y estimadores de diversidad de la comunidad de macroinvertebrados registrada en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango durante febrero de 2016	106
Tabla 2-40	Índice de calidad BMWP/Col1 para el grupo de estaciones del área de influencia Proyecto Hidroeléctrico Ituango 2015.....	106

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2-1	Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).....	10
Figura 2-2	Esquema de los aparejos empleados sobre la zona de estudio para pesca	15
Figura 2-3	Distribución riqueza, abundancia, biomasa relativa y valores mínimos, máximos y promedio de las tallas (mm) registradas con cada uno de los aparejos de pesca empleados durante el muestreo de la 4ta campaña de 2015	18
Figura 2-5	Distribución de los aportes para la cuarta campaña del 2015 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones QAE	25
Figura 2-6	Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).....	26
Figura 2-7	Distribución de los aportes para la primera campaña del 2016 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones RC_CM	29
Figura 2-8	Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).....	31
Figura 2-9	Distribución de los aportes para la primera campaña del 2016 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones AFL_CM.....	35
Figura 2-10	Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).....	37
Figura 2-11	Distribución de los aportes para la cuarta campaña del 2015 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones RC_CB.....	40
Figura 2-12	Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).....	42
Figura 2-13	Distribución de los aportes para la primera campaña del 2016 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones AFL_CB	45

Figura 2-14	Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).....	47
Figura 2-15	Distribución de los aportes para la primera campaña del 2016 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones CIE_CB.....	50
Figura 2-16	Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).....	52
Figura 2-17	Curva teórica del comportamiento migratorio de las especies de la cuenca Magdalénica conforme a los periodos hidrológicos	57
Figura 2-18	Registro de niveles históricos vs niveles actuales en diferentes estaciones hidrométricas sobre el Magdalena.....	63
Figura 2-19	Diagrama de distribución de las estaciones de muestreo, y ubicación de los sectores definidos como potenciales áreas de reproducción .	66
Figura 2-20	Diagrama de caja y bigotes (box plot) para los valores de abundancia y riqueza específica entre los diferentes años de muestreo.....	69
Figura 2-21	Representación gráfica de los estimadores de diversidad alfa y abundancia específica en cada una de las estaciones de muestreo, para todas las campañas y años de monitoreo	72
Figura 2-22	Curva de acumulación de especies esperada aplicando el estimador de diversidad beta Jack-Knife para los diferentes grupos de estaciones evaluadas	73
Figura 2-23	Análisis de correspondencia para las especies dominantes entre los diferentes grupos de estaciones de muestreo.....	76
Figura 2-24	Representación gráfica de la distribución proporcional (%) de los individuos maduros (estadío C) y su relación con el periodo de muestreo.....	83
Figura 2-25	Relación talla-peso de algunas especies migradoras y talla promedio de sus individuos en estadío maduro (C)	87
Figura 2-26	Representación gráfica de la distribución de los taxones de ficoperifiton (test de Tukey), de acuerdo a su frecuencia de aparición y aportes a la densidad.....	96

Figura 2-27	Número de individuos y géneros de macroinvertebrados registrados en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango por grupo de estaciones en febrero de 2016	102
Figura 2-28	Representación gráfica de la distribución de las familias (test de Tukey), de acuerdo a su frecuencia de aparición y aportes a la abundancia..	104
Figura 2-29	Abundancia de la comunidad Ficoperifitica registrada durante las campañas de monitoreo a lo largo de los años	109
Figura 2-30	Riqueza diversidad y dominancia de los taxones registrados en las campañas de monitoreo a lo largo de los años	111
Figura 2-31	Análisis de ordenación de la comunidad ficoperifitica por campaña y años de monitoreo.....	113
Figura 2-32	Abundancia de la comunidad Bentónica registrada durante las campañas de monitoreo a lo largo de los años	114
Figura 2-33	Riqueza, diversidad y dominancia de los géneros registrados en las campañas de monitoreo a lo largo de los años.....	116
Figura 2-34	Análisis de ordenación de la comunidad Bentónica por campaña y años de monitoreo.....	117

LISTADO DE ANEXOS

Anexo_1_Matriz_Peces_C4_2016

Anexo_2_Ficoperifiton_C4_2016

Anexo_3_Macroinvertebrados_C4_2016

1 INTRODUCCIÓN

El río Cauca es el principal afluente del río Magdalena y uno de las más importantes de Colombia. Nace cerca de la laguna del Buey en el Macizo Colombiano, y aporta aproximadamente un 32% del caudal total del río Magdalena en su desembocadura, en Bocas de Ceniza. En general, la cuenca hidrográfica tiene un área aproximada de 63.300 km², y, junto con la cuenca del río Magdalena, alcanza un área total aproximada de 257.440 km² (POMCA Magdalena-Cauca, 2001).

El río ingresa al departamento de Antioquia en el municipio de La Pintada, cruzando después las poblaciones de Bolombolo, Santa Fe de Antioquia, Valdivia, Ituango, Caucasia y Nechí. En Bolívar recorre los municipios de San Jacinto del Cauca y Achí, para desembocar finalmente en el río Magdalena en el corregimiento Las Flores, del municipio de Magangué, en la eco-región de la Mojana. Además, representa el límite entre Antioquia y Sucre, en inmediaciones del municipio de Guaranda, el único municipio de este departamento que se encuentra a la orilla del río Cauca.

Para el caso del río Cauca el estudio de sus poblaciones ícticas es de especial interés porque su ictiofauna todavía no es suficientemente conocida, por lo cual se adelanta un estudio sobre las variaciones espaciales y temporales de la asociación de especies de las comunidades hidrobiológicas (ictiofauna, bentos y ficoperifiton), con especial énfasis en los fenómenos migratorios, tróficos y reproductivos de la ictiofauna de la cuenca media y baja del río Cauca, entre las poblaciones de Bolombolo (Antioquia) y Pinillos en el Sur de Bolívar.

Para evaluar las variaciones mencionadas, y dando continuidad al monitoreo íctico que se ha venido realizando durante cuatro periodos hidrológicos contrastantes (iniciado en 2010 en 39 estaciones, y ampliado en la actualidad a 56 puntos), en este informe se presentan los resultados obtenidos para los meses de enero-febrero, que corresponden a la primera campaña de 2016, periodo de aguas bajas.

2 RESULTADOS

2.1 ASOCIACIÓN DE LA COMUNIDAD DE PECES

En el siguiente apartado se presenta un análisis de los resultados obtenidos en la primera campaña del año 2016, realizada entre los días 01 y 28 de febrero, en un total de 56 sitios de muestreo ubicados entre las poblaciones de Bolombolo (Antioquia) y Pinillos (Bolívar), que corresponden al área de estudio del proyecto hidroeléctrico Ituango. Se realizó un análisis espacial de la asociación de especies que incluye aspectos relacionados con: abundancia, biomasa, distribución de las especies a lo largo de la cuenca y características de la comunidad. Para el análisis, las estaciones de muestreo se ordenaron por grupos, de acuerdo con la ubicación respecto al proyecto, asignándoles un código alfabético (código de Ubicación Respecto al Proyecto - URP) según el tipo de ambiente (río, quebrada o ciénaga) y sector de la cuenca (media o baja) donde compartieran características similares, tal como se presenta en la Tabla 2-1. Primero se presenta el análisis de la composición general de peces, posteriormente de los grupos de estaciones, de la asociación de la comunidad fítoplanctónica y, finalmente, de la asociación de la comunidad de macroinvertebrados.

Las quebradas afluentes al embalse (QAE) son un grupo de 17 estaciones ubicadas en las poblaciones de: Santa fe de Antioquia, Liborina, Buriticá, Sabanalarga, Peque, Toledo, Ituango y Briceño, las cuales tributan al río Cauca en la zona de influencia del futuro embalse.

En el río Cauca-Cuenca Media (RC_CM) se agrupan nueve estaciones desde la localidad de Bolombolo hasta Puerto Valdivia, en el departamento de Antioquia, representadas por los códigos E1 hasta E9, incluyendo la estación Liborina, codificada como E3.1. Este tramo presenta cambios importantes en el lecho del río pasando de planos aluviales amplios y poco profundos con corrientes moderadas, a valles estrechos, profundos con pendientes escarpadas, profundización del canal y fuertes corrientes en el llamado cañón del Cauca.

Afluentes Cuenca Media (AFL_CM), es un grupo de cinco estaciones ubicadas sobre los ríos San Andrés, Ituango y Espíritu Santo que se caracterizan por ser cuerpos de agua en zonas de relieves escarpados con altas pendientes y corrientes torrenciales, a este grupo pertenecen las estaciones E4, E20, E21, E23 y E24.



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



Por otra parte, el tramo río Cauca-Cuenca Baja (RC_CB) agrupa 10 estaciones (E10, E11, E12, E17, E18, E25, E31, E32, E35 y E38), ubicadas entre las poblaciones de El Doce y Punta Cartagena, y comprende los municipios de Tarazá, Cáceres, Caucasia, Nechí, San Jacinto del Cauca, Achí, Pinillos y Guaranda. Este grupo de estaciones se caracteriza por extensas llanuras de inundación, que corresponden a valles amplios con pendientes moderadas y formación de canales de inundación.

Afluentes Cuenca Baja (AFL_CB), está representado por dos cuerpos de agua que agrupan tres estaciones (Quebrada Valdivia E19-E22 y Río Man E13), donde el primero corresponde a una corriente de alto gradiente que desciende a través de relieves escarpados, mientras que la segunda corresponde a un sistema lótico de tercer orden que conecta el complejo cenagoso “Colombia” con el río Cauca, caracterizado por bajas pendientes y velocidades moderadas.

Finalmente, el grupo Ciénagas-Cuenca Baja (CIE_CB) comprende un total de 12 estaciones ubicadas en las planicies de inundación de la cuenca baja (E14, E15, E16, E26, E27, E28, E29, E30, E33, E34, E36 y E37), donde encontramos complejos cenagosos como el de La Raya, en el Río Caribona, y Boca de las Panelas, en el delta del río Cauca.

Tabla 2-1 Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo y categorización según su ubicación respecto al proyecto.

Código URP	Código estación	Estación de muestreo	Ambiente	Altitud (msnm)	Ubicación	
					Municipio	Departamento
QAE	QAE01	Quebrada La Chorquina	Quebrada	540	Santa fe de Antioquia	Antioquia
	QAE02	Quebrada La Barbuda	Quebrada	513	Liborina	Antioquia
	QAE03	Quebrada Juan García	Quebrada	488	Liborina	Antioquia
	QAE04	Quebrada La Aguada	Quebrada	446	Liborina	Antioquia
	QAE05	Quebrada La Sucia	Quebrada	435	Liborina	Antioquia
	QAE06	Quebrada La Honda	Quebrada	507	Buriticá	Antioquia
	QAE07	Quebrada Las Cuatro	Quebrada	390	Buriticá	Antioquia
	QAE08	Quebrada La Niquia	Quebrada	378	Sabanalarga	Antioquia
	QAE09	Quebrada La Jerigua	Quebrada	390	Peque	Antioquia
	QAE10	Quebrada Peque parte alta sector Los Micos	Quebrada	1.079	Peque	Antioquia
	QAE11	Quebrada Peque parte media boca del Renegado	Quebrada	868	Peque	Antioquia
	QAE12	Quebrada Peque parte baja sector La Mesa	Quebrada	607	Peque	Antioquia
	QAE13	Quebrada La Pená	Quebrada	545	Peque	Antioquia
	QAE14	Quebrada Santa María	Quebrada	500	Sabanalarga	Antioquia
	QAE15	Quebrada Sardinas	Quebrada	448	Ituango	Antioquia
	QAE16	Quebrada Chirí	Quebrada	542	Briceño	Antioquia
	QAE17	Quebrada Burundá	Quebrada	741	Ituango	Antioquia
RC_CM	E1	Bolombolo	Río	450	Bolombolo	Antioquia
	E2	Puente Real	Río	400	Santa Fe de Antioquia	Antioquia
	E3.1	Liborina	Río	378	Liborina	Antioquia
	E3	Sabanalarga	Río	250	Sabanalarga	Antioquia
	E5	Ituango cauce ppal.	Río	225	Ituango	Antioquia
	E6	Gurimán	Río	210	Briceño	Antioquia
	E7	Palestina	Río	200	Briceño	Antioquia
	E8	El Aro	Río	190	Ituango	Antioquia
	E9	La Guamera	Río	150	Valdivia	Antioquia
AFL_CM	E4	Río San Andrés	Río	250	Toledo	Antioquia
	E20	Río Ituango parte media	Río	470	Ituango	Antioquia
	E21	Río Ituango parte baja	Río	300	Ituango	Antioquia



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO
CAUCA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



Código URP	Código estación	Estación de muestreo	Ambiente	Altitud (msnm)	Ubicación	
					Municipio	Departamento
	E23	Río Espíritu Santo parte media	Río	510	Briceño	Antioquia
	E24	Río Espíritu Santo parte baja	Río	150	Valdivia	Antioquia
RC_CB	E10	El Doce	Río	100	Tarazá	Antioquia
	E11	Cáceres	Río	98	Cáceres	Antioquia
	E12	Jardín	Río	76	Cáceres	Antioquia
	E17	Margento	Río	37	Caucasia	Antioquia
	E18	Nechí	Río	28	Nechí	Antioquia
	E25	San Jacinto del Cauca	Río	27	San Jacinto del Cauca	Bolívar
	E31	Guaranda	Río	20	Guaranda	Sucre
	E32	Achí	Río	19	Achí	Bolívar
	E35	Tres Cruces	Río	19	Achí	Bolívar
	E38	Punta Cartagena	Río	15	Pinillos	Bolívar
AFL_CB	E13	Río Man	Río	70	Caucasia	Antioquia
	E19	Quebrada Valdivia parte media	Quebrada	120	Valdivia	Antioquia
	E22	Quebrada Valdivia parte baja	Quebrada	185	Valdivia	Antioquia
CIE_CB	E14	Barrio Chino	Ciénaga	49	Caucasia	Antioquia
	E15	La Ilusión	Ciénaga	47	Caucasia	Antioquia
	E16	Palomar	Ciénaga	45	Caucasia	Antioquia
	E26	Ciénaga las Culebras	Ciénaga	20	Montecristo	Bolívar
	E27	Ciénaga la Raya	Ciénaga	21	Montecristo	Bolívar
	E28	Ciénaga Ciritongo	Ciénaga	23	Montecristo	Bolívar
	E29	Ciénaga Grande	Ciénaga	20	Montecristo	Bolívar
	E30	Ciénaga la Caimanera	Ciénaga	19	Montecristo	Bolívar
	E33	Ciénaga Nueva	Ciénaga	11	Achí	Bolívar
	E34	Ciénaga el Floral	Ciénaga	10	Achí	Bolívar
	E36	Ciénaga la Panela	Ciénaga	14	Pinillos	Bolívar
E37	Ciénaga Piqué	Ciénaga	12	Pinillos	Bolívar	

QAE: Quebradas afluentes al embalse, **RC_CM:** Río Cauca cuenca media, **AFL_CM:** Afluentes cuenca media, **RC_CB:** Río Cauca cuenca baja, **AFL_CB:** Afluentes cuenca baja y **CIE_CB:** Ciénagas cuenca baja.
Fuente: integral S.A. 2016.



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



2.1.1 Análisis general de la composición de especies

En la zona de influencia del proyecto hidroeléctrico Ituango, durante el muestreo realizado entre los días 01 y 28 de febrero (aguas bajas), se registró un total de 5.860 individuos, representados por los órdenes: Myliobatiformes, Clupeiformes, Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, Cyprinodontiformes y Perciformes, los que agruparon 27 familias y 59 especies (véase Tabla 2-2 y Anexo_001_Matriz peces_C1_2016), resultado que de manera general muestra un incremento del 13,7% en el número de individuos respecto a la campaña anterior, y una leve disminución en el número de especies.

Tabla 2-2 Clasificación taxonómica de las especies reportadas para las estaciones de muestreo y aportes a la abundancia y biomasa relativa (%) para la primera campaña del año 2016

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia	Biomasa (g)
Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya	0,07	0,22
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa trinitatis</i>	Anchoa	0,02	0,00
Characiformes	Parodontidae	<i>Parodon magdalenensis</i>	Mazorco	0,07	0,04
	Curimatidae	<i>Curimata mivartii</i>	Vizcaina	0,17	0,21
		<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejito	25,10	36,34
	Prochilodontidae	<i>Ichthyocephalus longirostris</i>	Jetudo, pataló	0,02	0,37
		<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	1,47	7,24
	Anostomidae	<i>Leporellus vittatus</i>	Mazorco, rollizo, bonito, rayado	0,02	0,00
		<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelón, dentón, mohino	0,24	1,05
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Moncholo	0,05	0,38
	Ctenoluciidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Agujeto	0,55	0,78
	Acestrorhynchidae	<i>Gilbertolus alatus</i>	Changuito	0,39	0,22
	Characidae	<i>Argopleura magdalenensis</i>	Sardina	10,00	0,72
		<i>Astyanax caucanus</i>	Sardina	4,28	0,66
		<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina coliroja	7,32	1,35
		<i>Astyanax magdalenae</i>	Sardina	12,18	3,54
		<i>Creagrutus brevipinnis</i>	Sardina	1,84	0,20
		<i>Creagrutus magdalenae</i>	Sardina	0,80	0,09
		<i>Cynopotamus magdalenae</i>	Chango	0,41	1,32
		<i>Hyphessobrycon inconstans</i>	Sardina	0,02	0,00
		<i>Microgenys minuta</i>	Sardina	0,12	0,01
		<i>Roeboides dayi</i>	Changuito	5,65	1,68
Bryconidae		<i>Brycon henni</i>	Sabaleta	1,77	0,68
		<i>Brycon rubricauda</i>	Sardinata, paloma, sabaleta	0,26	1,54
Triporthidae		<i>Triporthus magdalenae</i>	Arenca	4,04	3,79
Siluriformes	Doradidae	<i>Centrochir crocodilli</i>	Matacaiman, carrache	1,01	1,68
	Auchenipteridae	<i>Ageneiosus pardalis</i>	Doncella	0,03	0,54
		<i>Trachelyopterus insignis</i>	Cachegua, tapaolla	1,25	2,31
	Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	Barbudo, nicuro	3,62	2,87

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia	Biomasa (g)
		<i>Pimelodus grosskopfii</i>	barbudo, capaz	0,84	3,14
		<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Blanquillo	0,03	0,13
	Pseudopimelodidae	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	Bagre sapo	0,03	0,08
	Heptapteridae	<i>Pimelodella chagresi</i>	Picalón, rengue	0,39	0,04
		<i>Pimelodella macrocephala</i>	Picalón, rengue	0,19	0,01
		<i>Rhamdia quelen</i>	Guabina, lisa	0,05	0,06
	Aspredinidae	<i>Bunocephalus colombianus</i>	Negrilo	0,02	0,00
	Callichthyidae	<i>Hoplosternum magdalenae</i>	Chipe	2,20	2,01
	Loricariidae	<i>Chaetostoma fisheri</i>	Corroncho	0,09	0,01
		<i>Chaetostoma leucomelas</i>	Corroncho	0,49	2,51
		<i>Chaetostoma milesi</i>	Corroncho	0,05	0,02
		<i>Chaetostoma thomsoni</i>	Corroncho	1,04	3,25
		<i>Crossoloricaria variegata</i>	Corroncho, guacuco, raspacanoa, sotapinga	0,29	0,17
		<i>Dasylicaria filamentosa</i>	Corroncho, guacuco, raspacanoa, sotapinga	0,92	1,60
		<i>Loricariichthys brunneus</i>	Corroncho, guacuco, raspacanoa, sotapinga	0,27	0,73
		<i>Squaliforma tenuicauda</i>	Coroncoro, gallina	0,51	1,70
	Astroblepidae	<i>Astroblepus guentheri</i>	Capitán	0,10	0,01
		<i>Astroblepus homodon</i>	Capitán	0,24	0,04
		<i>Astroblepus micrescens</i>	Capitán	0,19	0,01
<i>Astroblepus trifasciatus</i>		Capitán	0,53	0,04	
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	Mayupa	0,48	0,67
		<i>Sternopygus aequilabiatus</i>	Mayupa	0,17	0,92
	Apterontidae	<i>Apterontus mariae</i>	Perro, mayupa, guayupa, anguilla	0,07	0,04
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Guppy	0,60	0,01
Perciformes	Sciaenidae	<i>Plagioscion magdalenae</i>	Pacora	0,07	0,27
		<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra, mula	1,79	1,61
	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	4,37	8,89
		<i>Geophagus steindachneri</i>	Mula	0,03	0,10
		<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia, lora	0,03	0,06
		<i>Trichopodus pectoralis</i>	Gurami, trucha barbona	1,14	2,08
		Osphronemidae			

Fuente: Integral S.A. 2016

Dentro de este grupo, el mayor aporte se obtuvo para el orden Characiformes con el 76,8% de los individuos registrados (4.499) y el 62,2% de la biomasa (81.027 gramos), y donde las especies más importantes en aportes a la abundancia fueron: *Cyphocharax magdalenae* (viejito) con 1.471 individuos, *Astyanax magdalenae* (sardina) con 714, *Argopleura magdalenensis* (sardina) con 586 y *Astyanax fasciatus* (sardina coliroja) con 429, las que de manera conjunta representan cerca del 55% del total colectado (véase la Tabla 2-3). Entre tanto, con un aporte conjunto de 68.351,64 gramos (52,5%), las especies: *Cyphocharax magdalenae* (viejito), *Caquetaia kraussii* (mojarra amarilla) y *Prochilodus magdalenae* (bocachico), fueron las especies más importantes en lo que respecta a biomasa, y en orden descendente se encuentran: *Triportheus magdalenae* (arenca) y *Astyanax magdalenae* (sardina), para las que sus valores de biomasa oscilaron entre 4.937,97 y 4.608,10 gramos.

Respecto al orden Siluriformes, para este se registró un total de 24 especies, su aporte a la abundancia fue de 843 individuos (14,4%) y donde las especies: *Trachelyopterus insignis* (cachagua), *Pimelodus blochii* (nicuro), *Pimelodus grosskopfii* (barbudo), *Hoplosternum magdalenae* (chipe) y *Chaetostoma thomsoni* (corroncho) fueron algunas de las que realizaron mayor aporte a la abundancia y la biomasa del grupo (véase la Tabla 2-3).

Tabla 2-3 Distribución de los aportes de abundancia, biomasa y riqueza para cada uno de los órdenes taxonómicos registrados durante el monitoreo.

Orden	Número de familias	Número de especies	Número de individuos	Abundancia relativa (%)	Biomasa (g)	Biomasa relativa (%)
Myliobatiformes	1	1	4	0,07	281	0,22
Clupeiformes	1	1	1	0,02	2	0,00
Characiformes	10	23	4.499	76,77	81.027	62,20
Siluriformes	9	24	843	14,39	29.891	22,95
Gymnotiformes	2	3	42	0,72	2.119	1,63
Cyprinodontiformes	1	1	35	0,60	13	0,01
Perciformes	3	6	436	7,44	16.938	13,00

Fuente: Integral S.A. 2016

Teniendo en cuenta lo anterior, con los aportes de abundancia y la frecuencia de ocurrencia de las especies reportadas en el área de estudio, se construyó la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969) para el total de estaciones en el cuales hubo registro de especímenes durante el monitoreo (52 estaciones), y se categorizaron e identificaron las especies dominantes, comunes, ocasionales y raras dentro del ensamble (véase la Tabla 2-4 y Figura 2-1).

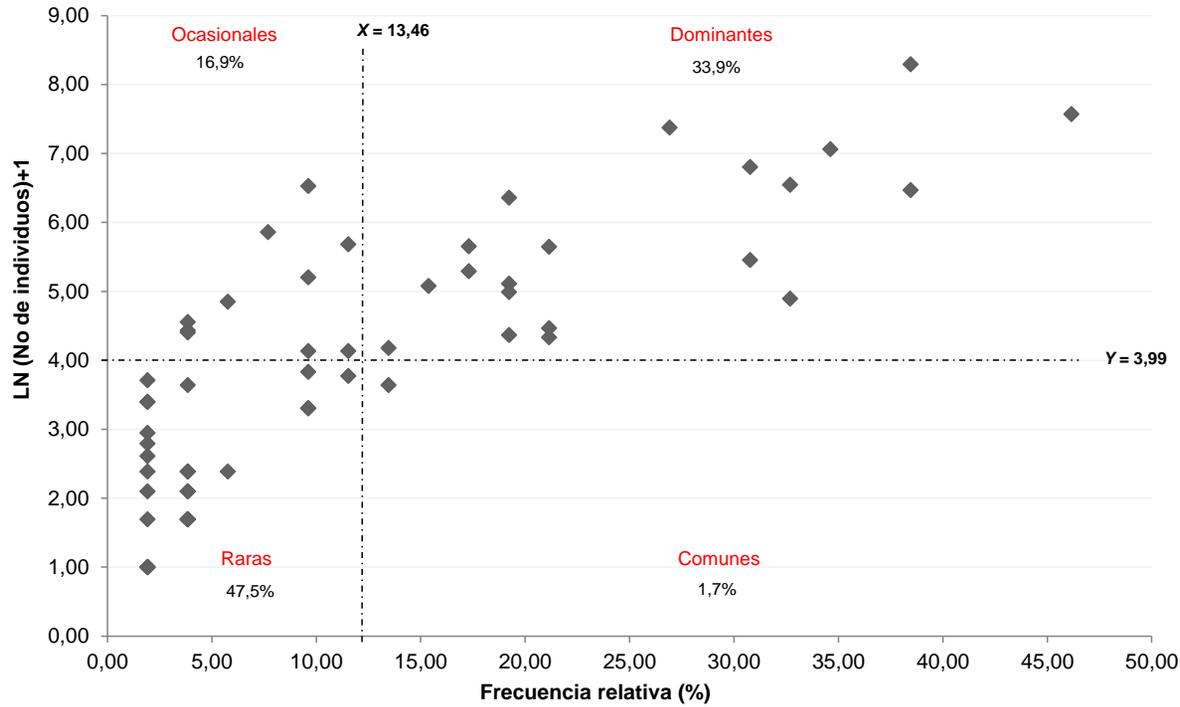


Figura 2-1 Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).

Fuente: Integral S.A. 2016

En primer lugar, el grupo de especies “dominantes” lo conforma un total de 20 taxones (33.9%), de los cuales 10 pertenecen al orden Characiformes, siete a los Siluriformes, dos a los Perciformes y uno a los Gymnotiformes, resultado que coincide con lo observado para la campaña pasada, donde las proporciones fueron similares (véase la Tabla 2-4). Para el orden Characiformes se encuentran especies como: *Cynopotamus magdalenae* (chango), *Prochilodus magdalenae* (bocachico), *Cyphocharax magdalenae* (viejito) y *Triportheus magdalenae* (arenca), especies migradoras de las que se registró un total de 1.818 individuos, y los microcaracidos: *Astyanax fasciatus* (sardina colirija), *Argopleura magdalenensis* (sardina), *Astyanax magdalenae* (sardina) y *Argopleura magdalenensis*, los que de manera general aportan 2.060 individuos, y que conjuntamente representan el 35,2% del total registrado para todas las estaciones de muestreo. Adicionalmente, fueron las especies de las que mejor distribución registró, encontrándose hasta en 24 de las 52 estaciones monitoreadas.

Por otra parte, para el orden de los siluriformes se encuentran las especies: *Trachelyopterus insignis* (cachagua), *Pimelodus grosskopfii* y *P. blochii* (capaz y nicuro), *Centrochir crocodili* (carrache), *Chaetostoma thomsoni* y *C. leucomelas* (corronchos) y *Dasylicaria filamentosa* (sotapinga), de las cuales se registró una abundancia total de 642 individuos (10,9%), donde *Pimelodus grosskopfii*, fue la de mayor aporte y mejor distribución (17 estaciones); mientras que para las especies pertenecientes a los órdenes Perciformes y Gymnotiformes se registraron 309 individuos, y su rango de distribución fue de ocho y 17 estaciones.

Entre tanto, el grupo de las “ocasionales” lo conforma un total de 10 especies, entre las que se encuentran algunos representantes de los órdenes Characiformes, Siluriformes y Cyprinodontiformes, para los que cuantificó una abundancia conjunta de 744 individuos, siendo *Astyanax caucanus* (sardina) y *Hoplosternum magdalenae* (chipe) los de mayor número de individuos con 251 y 129 respectivamente, y pese a que su abundancia fue mayor a la de algunas especies categorizadas como dominantes para esta campaña, su presencia fue reportada solo hasta en seis estaciones (frecuencia de ocurrencia); condición contraria a la registrada para el grupo de las “comunes”, el que para este caso, solo estuvo conformado por la especie *Leporinus muyscorum* (comelón) el cual presentó una distribución más amplia, pero su abundancia fue de solo 14 individuos (véase la Tabla 2-4)

Finalmente, el grupo de las “raras” lo conforma un total de 28 especies las que en su mayoría corresponden a los órdenes Characiformes y Siluriformes (véase la Tabla 2-4). Adicionalmente dentro de estas se identifican siete especies migradoras e importantes para la pesquerías de la cuenca, tales como: *Curimata mivartii* (vizcaina), *Brycon rubricauda* (paloma), *Ichthyoelephas longirostris* (jetudo), *Ageneiosus pardalis* (doncella), *Pseudopimelodus bufonius* (bague sapo) y *Sorubim cuspicaudus* (blanquillo),

además de especies como la pacora (*Plagioscion magdalenae*) y la anchoa (*Anchoa trinitatis*), las cuales se caracterizan por habitar ecosistemas eurialinos y poder adentrarse a aguas continentales.

Tabla 2-4 Categorización de las especies encontradas en las diferentes estaciones de muestreo de acuerdo a la prueba de Olmstead – Tukey

Categorización	Especie	FO%	LN(Ind)+1
Dominantes	<i>Cynopotamus magdalenae</i>	13,46	4,18
	<i>Centrochir crocodili</i>	15,38	5,08
	<i>Andinoacara latifrons</i>	17,31	5,65
	<i>Trachelyopterus insignis</i>	17,31	5,29
	<i>Pimelodus blochii</i>	19,23	6,36
	<i>Chaetostoma thomsoni</i>	19,23	5,11
	<i>Dasylicaria filamentosa</i>	19,23	4,99
	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	19,23	4,37
	<i>Brycon henni</i>	21,15	5,64
	<i>Ctenolucius hujeta</i>	21,15	4,47
	<i>Eigenmannia virescens</i>	21,15	4,33
	<i>Argopleura magdalenensis</i>	26,92	7,37
	<i>Roeboides dayi</i>	30,77	6,80
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	30,77	5,45
	<i>Caquetaia kraussii</i>	32,69	6,55
	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	32,69	4,89
	<i>Astyanax fasciatus</i>	34,62	7,06
	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	38,46	8,29
	<i>Triporthus magdalenae</i>	38,46	6,47
	<i>Astyanax magdalenae</i>	46,15	7,57
Ocasionales	<i>Poecilia caucana</i>	3,85	4,56
	<i>Astroblepus trifasciatus</i>	3,85	4,43
	<i>Squaliforma tenuicauda</i>	3,85	4,40
	<i>Creagrutus magdalenae</i>	5,77	4,85
	<i>Hoplosternum magdalenae</i>	7,69	5,86
	<i>Astyanax caucanus</i>	9,62	6,53
	<i>Trichopodus pectoralis</i>	9,62	5,20
	<i>Pimelodella chagresi</i>	9,62	4,14
	<i>Creagrutus brevipinnis</i>	11,54	5,68
	<i>Gilbertolus alatus</i>	11,54	4,14
	Comunes	<i>Leporinus muyscorum</i>	13,46
Raras	<i>Brycon rubricauda</i>	1,92	3,71
	<i>Astroblepus micrescens</i>	1,92	3,40
	<i>Pimelodella macrocephala</i>	1,92	3,40

Categorización	Especie	FO%	LN(Ind)+1
	<i>Microgenys minuta</i>	1,92	2,95
	<i>Astroblepus guentheri</i>	1,92	2,79
	<i>Chaetostoma fisheri</i>	1,92	2,61
	<i>Parodon magdalenensis</i>	1,92	2,39
	<i>Chaetostoma milesi</i>	1,92	2,10
	<i>Geophagus steindachneri</i>	1,92	1,69
	<i>Anchoa trinitatis</i>	1,92	1,00
	<i>Bunocephalus colombianus</i>	1,92	1,00
	<i>Hyphessobrycon inconstans</i>	1,92	1,00
	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	1,92	1,00
	<i>Leporellus vittatus</i>	1,92	1,00
	<i>Astroblepus homodon</i>	3,85	3,64
	<i>Apteronotus mariae</i>	3,85	2,39
	<i>Plagioscion magdalenae</i>	3,85	2,39
	<i>Hoplias malabaricus</i>	3,85	2,10
	<i>Rhamdia quelen</i>	3,85	2,10
	<i>Ageneiosus pardalis</i>	3,85	1,69
	<i>Oreochromis niloticus</i>	3,85	1,69
	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	3,85	1,69
	<i>Sorubim cuspicaudus</i>	3,85	1,69
	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	5,77	2,39
	<i>Crossoloricaria variegata</i>	9,62	3,83
	<i>Curimata mivartii</i>	9,62	3,30
	<i>Sternopygus aequilabiatus</i>	9,62	3,30
	<i>Loricariichthys brunneus</i>	11,54	3,77

Fuente: Integral S.A. 2016

2.1.1.1 Aparejos de pesca

Para el desarrollo del muestreo se utilizaron cuatro artes de pesca diferentes (electropesca, atarraya, chinchorro y trasmallo), donde dadas las diferentes físicas de los diferentes sitios de muestreo (p.e. ancho del cauce, profundidad, velocidad de la corriente, etc.), la atarraya fue el único método de pesca que se utilizó en todas las estaciones, pues este es el que mejor se ajusta a las características físicas de estas, y con el cual se estandarizó el esfuerzo de pesca a 30 lances por sitio. En la Tabla 2-1 se presenta las principales características de los aparejos de pesca empleados para el monitoreo.

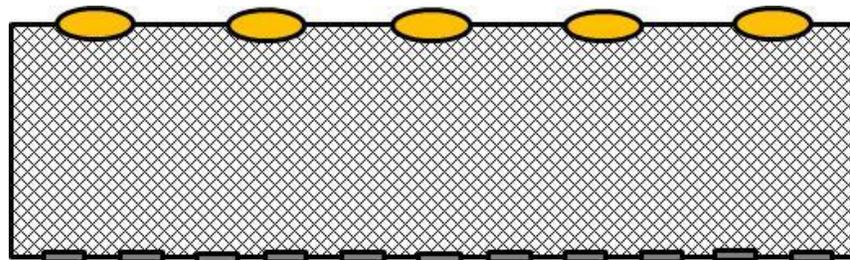
Tabla 2-5 Características principales de los métodos de colecta de peces

Aparejo	Ojo de malla (cm)	Dimensiones (m)			Área cubierta (m ²)	Unidad y esfuerzo de muestreo			Transecto de muestreo (m)	Total área (m ²)	Ambiente
		Ancho	Alto	diámetro		Unidad	Esfuerzo	Tiempo (horas)			
Atarraya	1,00	N/A	N/A	3	7,1	Lance	30	1	100	212,1	Lóticos y lénticos
Atarraya	4,00	N/A	N/A	4	12,6	Lance	30	1	100	377	Lóticos y lénticos
Atarraya	7,00	N/A	N/A	4,8	18,1	Lance	30	1	100	542,9	Lóticos y lénticos
Trasmallo	Entre 0,5 y 10,00	100	2	N/A	200	Red extendida	2	12	100	400	Lénticos
Chinchorro	1	14	2	N/A	28	Arrastre	3	1	100	84	Lóticos
Electropesca	0,5	N/A	N/A	N/A	100	Barrido	2	1	200	100	Lóticos

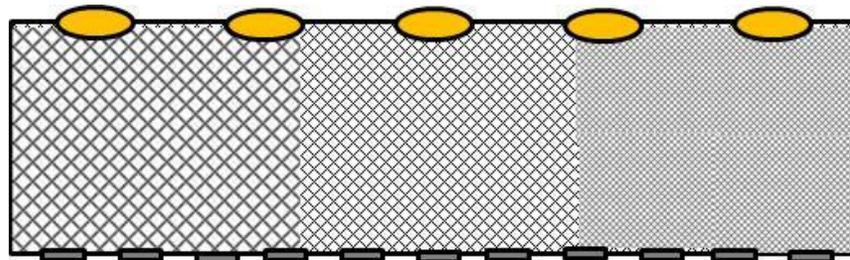
N/A: No aplica

Fuente: Integral S.A. 2016

El trasmallo es un método de captura pasivo, utilizado intensivamente para la pesca artesanal en sistemas inundables y/o de baja corriente (cuenca baja), el que para efectos del monitoreo fueron necesarias algunas modificaciones como la longitud (aproximadamente 100 m), y la distribución de diferentes ojos de malla (entre 1,00 y 10,00 cm) a lo largo del paño (véase la Figura 2-2); esto para permitir capturar individuos en un amplio rango de tallas, condición que también aplica las atarrayas las cuales presentaron diferentes ojos de malla (1,00, 4,00 y 7,00 cm aproximadamente) permitiendo coleccionar un amplio rango de tallas dentro de cada una de las poblaciones (véase la Fotografía 2.1).



A. Trasmallo con un solo ojo de malla (pesca comercial)



B. Trasmallo con diferentes ojos de malla (pesca experimental)

Figura 2-2 Esquema de los aparejos empleados sobre la zona de estudio para pesca Comercial (A) y pesca experimental (B).

Fuente: Integral S.A. 2016.



A. Atarraya 1



B. Atarraya 2



C. Atarraya 3

Fotografía 2.1 Atarrayas empleadas para el monitoreo de las comunidades ícticas
Fuente: Integral S.A. 2014

En la Tabla 2-6 y la Figura 2-3 se presentan los valores relativos de riqueza, abundancia y biomasa obtenidos con todos los aparejos de pesca, además de las proporciones de tallas logradas con cada uno. En general, de los 5.860 individuos registrados durante la campaña 1 de 2016, la atarraya 1 con 1.711 individuos (29,2%), y el trasmallo orilla con 1.348 (23,0%), fueron los aparejos con mayores aportes, siendo estos mismos para las que se cuantificó el mayor número de especies. Respecto a las especies de las que se logra mayor registro, se encuentran nuevamente algunas especies de la familia Characidae como las sardinias *Argopleura magdalenensis*, *Astyanax magdalenae*, *Astyanax fasciatus*, *Creagrutus brevipinnis* y el chango *Roeboides dayi*, además del viejito *Cyphocharax magdalenae* del que se cuantifica una abundancia total de 537 individuos con ambos aparejos, y el nicuro *Pimelodus blochii* con 184.

Respecto a los aportes de biomasa se encontró que con los aparejos: atarraya 3, trasmallo orilla y atarraya 2, aportan cerca del 70% del total registrado, aporte que se logra mediante gracias las capturas de especies como: *Brycon rubricauda* (paloma), *Caquetaia kraussii* (mojarra), *Prochilodus magdalenae* (bocachico), *Cynopotamus magdalenae* (chango), *Pimelodus grosskopfii* (barbudo), *Pimelodus blochii* (nicuro) *Pseudopimelodus bufonius* (bagre sapo) y *Sorubim cuspicaudus* (blanquillo), especies que en general pueden alcanzar tallas importantes que favorecen a los aportes de biomasa.

Para el caso de la electropesca se presenta una condición similar a vista durante la campaña pasada, pues este aparejo es empleado únicamente en 17 de las 56 las estaciones de muestreo, donde las condiciones de topografía, velocidad de la corriente, profundidad, ancho del canal, configuración del lecho, y entre otras características, restringen el uso de aparejos como chinchorro y trasmallos. Con este sistema se registró una abundancia relativa del 1,71%, una biomasa del 0,11%, y se capturaron únicamente seis especies, la mayoría de estas pertenecientes al género *Astroblepus*.

Por lo anterior, es posible sintetizar que de los métodos de pesca empleados durante el monitoreo, las atarrayas #1, #2 y #3, son fueron los más efectivos, que conjuntamente reportan 52 especies, y los valores de abundancia y biomasa relativa alcanzan el 53% y 58%, respectivamente. En orden descendente le siguen los trasmallos (empleado solo en ecosistemas cenagosos, y que pese a ello aportó del 37% a la abundancia, y del 41% a la biomasa), valores que de manera general se relacionan con los obtenidos durante la campaña pasada.

Tabla 2-6 Distribución de la riqueza taxonómica, abundancia y biomasa relativa registrada con cada uno de los aparejos de pesca empleados.

Aparejo sitio	Número de especies	Abundancia	Biomasa	Mín. de Ls (mm)	Promedio de Ls (mm)	Máx. de Ls (mm)
Atarraya 1	40	1.711,0	13.578,1	0,6	56,2	557,7
Atarraya 2	34	688,0	28.450,8	5,0	102,0	350,0
Atarraya 3	30	707,0	33.164,2	0,0	110,3	810,0
Chinchorro	19	474,0	2.053,2	0,2	44,7	662,9
Electropesca	6	100,0	137,2	0,1	25,5	71,5
Trasmallo centro	30	832,0	24.300,0	1,0	85,5	400,0
Trasmallo orilla	36	1.348,0	28.587,5	0,7	81,2	370,0

Ls (mm) = Longitud estandar en milímetros, * Captura accidental durante el muestreo de macroinvertebrados acuáticos
Fuente: Integral S.A. 2016

En cuanto a la distribución de tallas conforme al método empleado, en la Figura 2-3 se observa que con los diferentes aparejos la talla promedio osciló entre los 25,5 y 110,3 mm (longitud estandar), donde las especies de mayor porte fueron capturadas con la atarraya # 3 dado que esta es confeccionada con una altura superior a los 2,00 m (diámetro >4,00 m), y un ojo de malla que puede oscilar entre 8,00 y 9,00 cm, lo cual

garantiza la captura individuos de tallas comerciales únicamente, mientras que con aparejos como la atarraya # 1, es posible capturar individuos de muchas mas especies aunque dadas las dimensiones de la red (ojo de malla, altura y diámetro), la tallas de los individuos capturados es mucho más reducida.

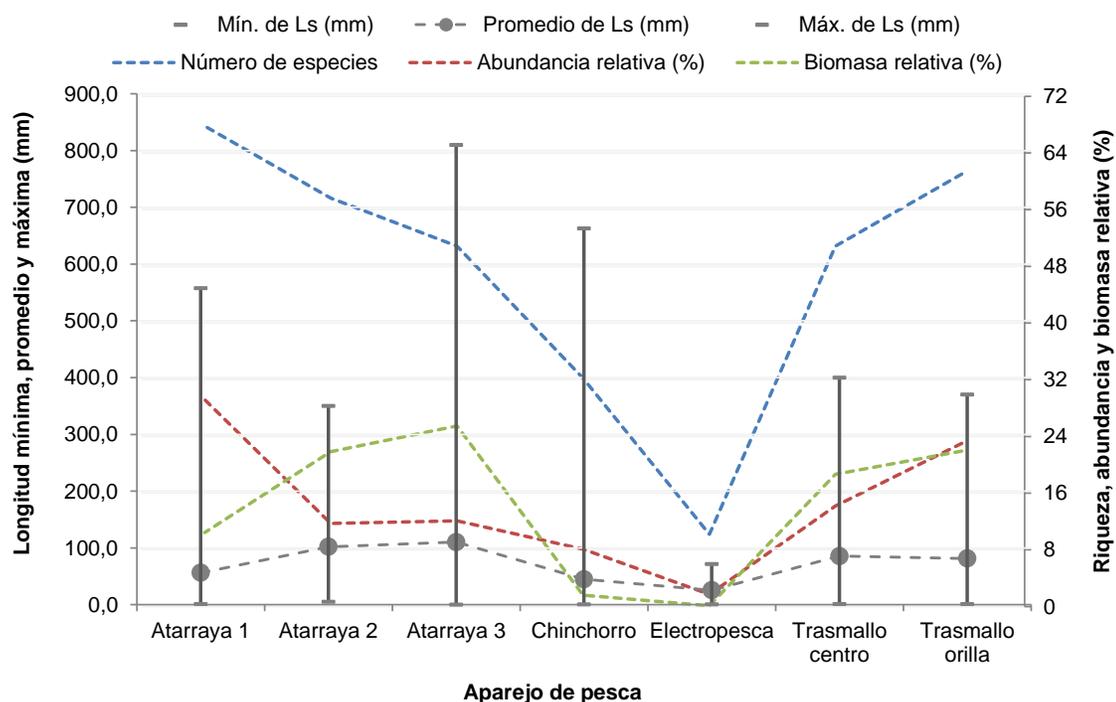


Figura 2-3 Distribución riqueza, abundancia, biomasa relativa y valores mínimos, máximos y promedio de las tallas (mm) registradas con cada uno de los aparejos de pesca empleados durante el muestreo de la 4ta campaña de 2015

Fuente: Integral S.A. 2016

Para el caso de los trasmallos, estos emplean un sistema de paños con diferentes ojo de malla, los cuales varían entre 1,00 y 10,00 cm a lo largo de 100 m, característica que le confiere la posibilidad de capturar individuos de tallas menores y comerciales. Por el contrario, el chinchorro posee un único ojo de malla, el cual no es mayor a 1,00 cm, con el que si bien se logra capturar una gran cantidad de individuos, estos por lo general son de tallas menores (entre <10,00 cm). Finalmente, las tallas de los individuos colectados con la electropesca oscilaron entre los 10,4 y 242,8 mm, con un promedio de 47,6 mm. Dicho aparejo, al igual que los demás empleados no es selectivo, sin embargo, con este es posible colectar individuos de tallas comerciales los que por lo general se refugian en medio de rocas y palizadas, y que difícilmente pueden capturarse con aparejos como las atarrayas.

2.1.1.2 Aspectos tróficos

El conocimiento de los aspectos biológicos relacionados con la alimentación contribuye a la comprensión de la estructura y funcionalidad de la comunidad íctica. Conocer los atributos que determinan la estructura y dinámica de una comunidad es relevante tanto para el entendimiento del comportamiento de la comunidad de peces como para la administración, manejo y conservación del recurso (Flores, S., *et al*, 2015); sin embargo, los recursos alimentarios utilizados por la comunidad de peces pueden ser muy variados y dependen de las particularidades de cada ambiente (Fugi, Hahn y Agostinho, 1996).

Dentro del grupo de peces entre las diferentes campañas de muestreo se identifican doce gremios tróficos: alguívoro (preferencia por las algas), detritívoros (con preferencia hacia el detritus), omnívoro (comedores de insectos, plantas, peces e ítems variados), omnívoro-herbívoro (dieta variada pero con tendencia al consumo de plantas), omnívoro-insectívoro (dieta variada pero con preferencia por los insectos y macroinvertebrados), omnívoro-carnívoro (dieta generalista con preferencia por los insectos, macroinvertebrados y peces), insectívoro (consumo de insectos y macroinvertebrados), insectívoro – detritívoro (consumidores de detritus e insectos asociados) carnívoro (consumidores de insectos, peces y macroinvertebrados), carnívoro-insectívoro (predominan el consumo de insectos en la dieta), carnívoro-zooplanctófago (preferencia de zooplancton en la dieta), piscívoro (consumo exclusivo de peces) (véase la Tabla 2-7).

Los resultados muestran que las categorías tróficas más frecuentes están representadas por detritívoros, omnívoros, carnívoros y piscívoros. Los omnívoros ocuparon el primer lugar en términos de número de especies (20 spp), en segundo lugar se encontraron los detritívoros (16 spp), seguido de los omnívoros (29 spp), en tanto que en los aportes de biomasa los detritívoros lideraron el grupo con 83.807,8 gramos, seguidos por el gremio de los carnívoros con 21.080 gramos.

Tabla 2-7 Clasificación taxonómica y categoría trófica de las especies reportadas en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría trófica
Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya	I-D
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa trinitatis</i>	Anchoa	C-Z
Characiformes	Parodontidae	<i>Parodon suborbitalis</i>	Mazorco	A
		<i>Parodon magdalenensis</i>	Mazorco	A
	Curimatidae	<i>Curimata mivartii</i>	Viscaína	D
		<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejito	D
	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Jetudo, Pataló	D
		<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	D

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría trófica
	Anostomidae	<i>Leporellus vittatus</i>	Mazorco, rollizo, bonito, rayado	O-H
		<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelón, dentón, mohino	O-H
		<i>Leporinus striatus</i>	Mazorco, rollizo, bonito, rayado	O-H
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Moncholo	P
	Ctenoluciidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Ajugeto	P
	Acestrorhynchidae	<i>Gilbertolus alatus</i>	Changuito	C-Z
	Serrasalminidae	<i>Piaractus branchiopus</i>	Cachama blanca	O
	Characidae	<i>Argopleura magdalenensis</i>	Sardina	I
		<i>Astyanax caucanus</i>	Sardina	O
		<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina coliroja	O
		<i>Astyanax magdalenae</i>	Sardina	O
		<i>Creagrutus affinis</i>	Sardina	O-I
		<i>Creagrutus caucanus</i>	Sardina	O-I
		<i>Creagrutus magdalenae</i>	Sardina	O-I
		<i>Cynopotamus magdalenae</i>	Chango	P
		<i>Hemibrycon dentatus</i>	Sardina	O
		<i>Hemibrycon boquie</i>	Sardina	O
		<i>Hyphessobrycon inconstans</i>	Sardina	O
		<i>Roeboides dayi</i>	Changuito	C-I
	Bryconidae	<i>Brycon henni</i>	Sabaleta	O
<i>Brycon moorei</i>		Dorada, mueluda	O	
<i>Brycon rubicauda</i>		Sardinata, paloma, sabaleta	O	
<i>Salminus affinis</i>		Picuda	P	
Triportheidae	<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca	C-Z	
Siluriformes	Doradidae	<i>Centrochir crocodili</i>	Matacaiman, carrache	C
	Auchenipteridae	<i>Ageneiosus pardalis</i>	Doncella	P
		<i>Trachelyopterus insignis</i>	Cachegua, tapaolla	C
	Pimelodidae	<i>Megalonema xanthum</i>	Capitanejo, barbudo tierra fría	O
		<i>Pimelodus blochii</i>	Barbudo, nicuro	O-I
		<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Barbudo, capaz	O-C
		<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Blanquillo	P
	Pseudopimelodidae	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	Bagre sapo	P
	Heptapteridae	<i>Cetopsorhamdia nasus</i>	Capitán, barbudo negro	D
		<i>Rhamdia quelen</i>	Guabina, lisa	O
		<i>Pimelodella chagresi</i>		
	Callichthyidae	<i>Hoplosternum magdalenae</i>	Chipe	C
	Loricariidae	<i>Chaetostoma fisheri</i>	Corroncho	D
		<i>Chaetostoma leucomelas</i>	Corroncho	D
<i>Chaetostoma thomson</i>		Corroncho	D	
<i>Crossoloricaria variegata</i>		Alcalde, raspacanoa, sotapinga	D	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría trófica
		<i>Dasylicaria filamentosa</i>	Alcalde, raspacanoa, sotapinga	D
		<i>Hemiancistrus wilsoni</i>	Coroncoro, gallina	D
		<i>Hypostomus hondae</i>	Cucha	D
		<i>Loricariichthys brunneus</i>	Alcalde, raspacanoa, sotapinga	D
		<i>Pterygoplichthys undecimalis</i>	Coroncoro	D
		<i>Rineloricaria magdalanae</i>	Alcalde, raspacanoa, sotapinga	D
		<i>Spatuloricaria gymnogaster</i>	Alcalde, raspacanoa, sotapinga	D
		<i>Squaliforma tenuicauda</i>	Coroncoro, gallina	D
		<i>Sturisoma panamense</i>	Palito, sotapinga	D
	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	Capitán	O
		<i>Astroblepus trifasciatus</i>	Capitán	O
		<i>Astroblepus chapmani</i>	Capitán	O
		<i>Astroblepus grixalvii</i>	Capitán	O
		<i>Astroblepus homodon</i>	Capitán	O
<i>Astroblepus lingifilis</i>		Capitán	O	
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	Mayupa	C-I
		<i>Sternopygus aequilabiatus</i>	Mayupa	O
	Apteronotidae	<i>Apteronotus eschmeyerii</i>	Perro, mayupa, guayupa, anguilla	O
		<i>Apteronotus mariae</i>	Perro, mayupa, guayupa, anguilla	O
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Guppy	I
Perciformes	Sciaenidae	<i>Plagioscion magdalanae</i>	Pacora	P
	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra azul, mula	O
		<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	O-C
		<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia, lora	O
		<i>Geophagus steindachneri</i>	Mula	D
Osphronemidae	<i>Trichopodus pectoralis</i>	Gurami, trucha barbona	C	

A (alguívoro), C (carnívoro), C-I (carnívoro-Insectívoro), C-Z (carnívoro-zooplanctofago), D (detritívoro), I (insectívoro), I-D (insectívoro-detritívoro), O (omnívoro), O (carnívoro-omnívoro), O-H (omnívoro-hervívoro), O-I (omnívoro-insectívoro) y P (piscívoro).

Fuente: Integral S.A. 2016

En la comparación por gremio trófico los omnívoros están presentes con 28 especies, que aportan el 41,7% de los gremios tróficos. Karr (1981) señala como especies omnívoras las que pueden consumir mayores cantidades de material vegetal, animal y detritus, ya que son capaces de adaptarse a los cambios ambientales y cambiar de dieta temporalmente de acuerdo a lo que les ofrece el medio. Estos individuos presentan una tendencia fuerte al régimen generalista y dentro de este, las especies no dependen de

la estabilidad del hábitat, lo que les permite mantener las poblaciones en equilibrio en el ecosistema de río que presenta variaciones temporales asociadas al régimen climático.

En cuanto a las especies detritívoras, son importantes como consumidores primarios para mantener el equilibrio y el reciclaje de nutrientes en los ecosistemas acuáticos. Durante esta campaña se observó un importante número de especies, de individuos y de biomasa en esta categoría trófica. La presencia de las especies *Ichthyoelephas longirostris* y *Prochilodus magdalenae* se destaca en los resultados debido a su importancia comercial y de consumo en las pesquerías de agua dulce, aportando el 2,9% del total de especies.

Por otro lado, los peces carnívoros tienen un estómago evolucionado que segrega ácidos para digerir rápidamente hueso, carne y escamas de las presas ingeridas, y posee un intestino mucho más corto que las especies herbívoras, por lo que la digestión es más rápida (Lagler KF, et al., 1984), y aunque la cantidad de alimento ingerida es poca, la calidad nutricional es mayor (Rotta M., 2003). Dentro de este grupo se clasificaron los peces que se alimentan de otros animales como gusanos, insectos, crustáceos y restos de peces, dejando por fuera a los piscívoros, que se alimentan exclusivamente de peces. Para este grupo se colectaron especies como *Centrochir crocodili* - matacaimán, *Hoplosternum magdalenae* - chipe, *Trachelyopterus insignis* - Cachegua, *Trichopodus pectoralis* - Gurami, *Roeboides dayi* - changuito, *Gilbertolus alatus*-changuito y *Triportheus magdalenae* - arenca. Estas especies todas son comunes para la cuenca baja de río Cauca sus ciénagas y afluentes, donde pueden encontrar disponibilidad de alimento en insectos como algunas familias de efemerópteros, odonatos y dípteros.

En lo que respecta a las especies piscívoras presentes en las comunidades de peces éstas indican un buen arreglo de niveles tróficos (Winemiller y Taphorn, 1989), lo que se traduce en una buena distribución de los recursos. En efecto, los resultados obtenidos muestran un aporte importante del gremio piscívoros con nueve especies, lo que coincide con los resultados obtenidos por Agostinho, Hahn, Gomes y Bini (1997) quienes evidenciaron una elevada participación de este gremio trófico en ambientes de río, siendo esta una característica de las comunidades de peces tropicales (Lowe-McConnell, 1987).

En general, la energía disponible y la resultante de la dinámica trófica de una comunidad acuática son parámetros que determinan la alteración de la estructura poblacional de los peces de cada comunidad (Karr et al, 1986). Aunque las adaptaciones fisiológicas y morfológicas de los peces definen en gran medida el comportamiento alimentario, la estacionalidad climática juega un papel importante en la disponibilidad de alimentos, la que aumenta durante el periodo de lluvias, ya sea por el material alóctono transportado, o por el aumento de organismos que se desarrollan en las zonas de inundación. Estas condiciones favorecen la selectividad, mientras que bajo condiciones de sequía

disminuye la disponibilidad de alimento y aumenta la competencia lo que conduce al generalismo aceptando variados componentes en sus dietas (Winemiller y Taphorn, 1989). En esta medida el estudio de la dieta de los peces y el cambio en las proporciones de individuos de las diferentes categorías tróficas pueden brindar información sobre la calidad del agua, cambios en la vegetación, sedimentación, entre otras (Karr *et al*, 1986). La distribución de los aportes por categorías tróficas durante la segunda campaña del 2015 no indica variaciones con respecto a los años anteriores, lo que permite inferir buena disponibilidad y distribución de los recursos en el tramo del río estudiado.

2.1.2 Análisis de la Composición de especies por grupo de estaciones

En los resultados para cada grupo de estaciones se presenta la composición general de especies, así como la distribución de los aportes de abundancia y biomasa por estación. También se presenta la categorización de especies de acuerdo a su frecuencia de ocurrencia en especies dominantes, comunes, ocasionales y raras de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey. Además, se presentan los estimadores ecológicos para los índice de diversidad de Shannon-Wiener (1949), de equidad (Pielou, 1969) y dominancia de Simpson (1949).

2.1.2.1 Quebradas afluentes al embalse (QAE)

En este grupo de estaciones se colectaron 202 individuos, entre los que se identificaron 12 especies pertenecientes a cinco familias y tres órdenes taxonómicos, donde las familias Astroblepidae, con sus cuatro especies de las que se cuantificó una abundancia total de 62 individuos (30,7%), y Bryconidae con 93 individuos (44,1%) de la especie *Brycon henni* (sabaleta), fueron las más importantes dentro del ensamble en lo que a abundancia y biomasa respecta (véase la Tabla 2-8).

Tabla 2-8 Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones QAE durante la cuarta campaña del 2015.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (%)
Characiformes	Characidae	<i>Argopleura magdalenensis</i>	Sardina	4,46
		<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina coliroja	0,99
		<i>Astyanax magdalenae</i>	Sardina	0,50
		<i>Creagrutus brevipinnis</i>	Sardina	1,98
	Bryconidae	<i>Brycon henni</i>	Sabaleta	45,15
Siluriformes	Loricariidae	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	Corroncho	0,50
		<i>Chaetostoma thomsoni</i>	Corroncho	0,50
	Astroblepidae	<i>Astroblepus guentheri</i>	Capitán	2,97

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (%)
		<i>Astroblepus homodon</i>	Capitán	6,93
		<i>Astroblepus micrescens</i>	Capitán	5,45
		<i>Astroblepus trifasciatus</i>	Capitán	15,35
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Guppy	16,34

Fuente: Integral S.A. 2016

En general, las especies del género *Astroblepus* se caracterizan por presentar una boca circular en forma de ventosa, similar a la de algunas especies de la familia Loricariidae (corrunchos), lo que les permite habitar sistemas de alto gradiente, donde la topografía del cauce es agreste, y la velocidad de la corriente es fuerte. Por su parte, la sabaleta es una de las especies más importantes de los pequeños ríos que se originan en la cordillera Central de Colombia y atraviesan las zonas cafeteras del país. Su distribución geográfica cubre los pequeños y grandes ríos que descienden hacia los valles del río Magdalena, por la margen derecha hacia el centro-oriente del territorio nacional, y del río Cauca, por la margen izquierda hacia el centro-occidente del país (Mojica 1999).

Por otra parte, se encuentran algunos representantes de la familia Characidae, los cuales se caracterizan por su amplia distribución y colonizar diferentes tipos de hábitat, tal y como ocurre con especies como *Argopleura magdalenensis*, y algunos de los géneros *Astyanax*, *Hemibrycon*, *Bryconamericus* y *Creagrutus*, de las que para el monitoreo se han encontrado representantes en todos los sistemas monitoreados (río, quebradas y ciénagas).

Entre tanto, para la familia Poeciliidae se identificó una sola especie (Guppy – *Poecilia caucana*), de la cual se cuantificó una abundancia total de 33 individuos (16,3%), y fue el tercer grupo taxonómico con mayor aporte a la abundancia; mientras que para la familia Loricariidae con dos especies (*Chaetostoma leucomelas* y *Chaetostoma thomsoni*), se registró una abundancia de dos individuos (0,9%), para las que su biomasa fue de 141,7 gramos, valor que representa el 15,0% del total registrado.

En cuanto a la distribución de la riqueza por categoría taxonómica (orden, familia y especie), y aportes a la abundancia y biomasa (%), se encontró que para este grupo, la estación QAE06 (Quebrada La Honda), con especies como *Brycon henni* (sabaleta), de la que se cuantificó un total de 73 individuos y 353,86 gramos de biomasa (véase la Figura 2-4). En orden descendente se encuentra la estación QAE04 (Quebrada La Aguada), en la que además de la sabaleta se encontró la especie *Poecilia caucana* (guppy), la cual se caracteriza por ser tolerante a diferentes grados de intervención y contaminación de las corrientes, además de su amplia distribución de la que se cuantificó una abundancia de 33 individuos, equivalentes al 16,4% del total, y una biomasa de solo el 1,1% del total registrado para todas las estaciones de dicho grupo. Finalmente, para las demás estaciones se registraron los valores de abundancia entre uno y 29 individuos, y no más de tres especies por sitio de muestreo (véase la Figura 2-4)

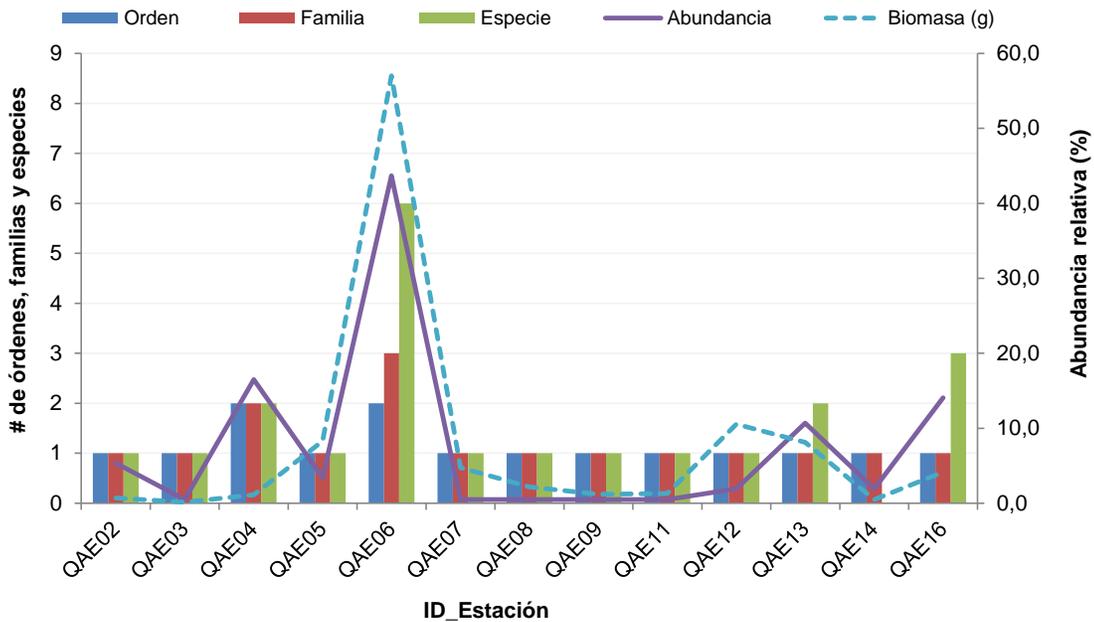


Figura 2-4 Distribución de los aportes para la cuarta campaña del 2015 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones QAE

Fuente: Integral S.A. 2016

De acuerdo con la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969), en la categoría “dominantes” se agrupa un total de tres taxones, entre las que se encuentra la sabaleta (*Brycon henni*), presente en ocho de las 12 estaciones de muestreo, y para la que su valor de abundancia (LN+1) estuvo por encima de la media aritmética (>14,58) (véase la Tabla 2-9 y la Figura 2-5). Así mismo, se encuentran las especies *Astroblepus homodon* y *Astroblepus trifasciatus*, presentes en dos y seis estaciones, respectivamente. Acá se integra la especie *Poecilia caucana*, la que si bien solo estuvo registrada en tres estaciones de muestreo, fue la que mayor abundancia aportó entre todas las especies colectadas en este grupo de estaciones.

Entre tanto, para el grupo de las “ocasionales” se encuentran las especies *Astroblepus microscens* y *Astroblepus longifilis*, de las cuales se reportan abundancias de entre 41 y 56 individuos, respectivamente, aunque su frecuencia de aparición (FR%) se dio en una y/o dos estaciones de muestreo; mientras que el grupo de especies “raras”, estuvo conformado por un total de siete taxones, de los cuales tres hacen parte de la familia Characidae, y los cuatro restantes a la familia Loricariidae, entre ellos *Squaliforma tenuicauda*.

Tabla 2-9 Categorización de las especies para el grupo de estaciones (QAE) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la cuarta campaña del 2015.

Categorización	Especie	FO%	LN(Ind)+1
Dominantes	<i>Brycon henni</i>	66,67	5,49
	<i>Astroblepus trifasciatus</i>	16,67	4,43
	<i>Astroblepus homodon</i>	16,67	3,64
Ocasionales	<i>Poecilia caucana</i>	8,33	4,50
	<i>Astroblepus micrescens</i>	8,33	3,40
	<i>Argopleura magdalenensis</i>	8,33	3,20
Raras	<i>Astroblepus guentheri</i>	8,33	2,79
	<i>Creagrutus brevipinnis</i>	8,33	2,39
	<i>Astyanax fasciatus</i>	8,33	1,69
	<i>Astyanax magdalenae</i>	8,33	1,00
	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	8,33	1,00
	<i>Chaetostoma thomsoni</i>	8,33	1,00

Fuente: Integral S.A. 2016

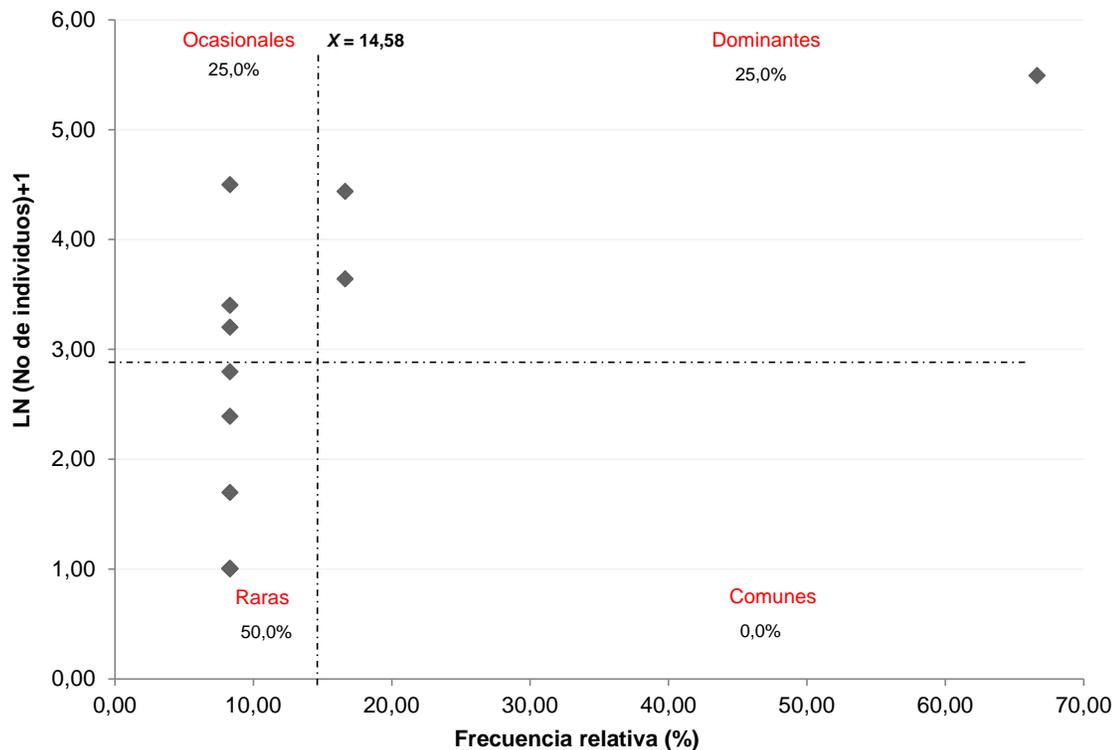


Figura 2-5 Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de

abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).

Fuente: Integral S.A. 2016

- Estimadores de diversidad

En lo que respecta a estimadores ecológicos, se encontró que los valores de diversidad obtenidos para el grupo de estaciones (QAE) en la campaña 1 de 2016, están dentro del rango bajo, dado que los valores obtenidos para el índice de diversidad oscilaron entre 1,05 y 0,00 (Véase la Tabla 2-10) siendo QAE16 (Quebrada Chirí) la estación que con una riqueza específica de tres taxones la que obtuvo el valor de diversidad más alto ($H'=1,05$), seguida por las estaciones QAE0, QAE13 y QAE04, las que cuyos estimadores estuvieron entre 0,13 y 0,72 ind/nat.

Entre tanto, para las demás estaciones de muestreo se observó que los valores obtenidos para el estimador de Shannon fueron iguales a 0,00, lo cual que se debe al reporte de una sola especie durante el momento de muestreo mas no a la ausencia de representantes de este grupo taxonómico, valores que a su vez se traducen en que la dominancia presente su valor máximo y el equidad el valor mínimo.

Tabla 2-10 Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones QAE

ID_Estación	Riqueza (S)	Número de individuos	Shannon_H	Dominancia_D	Equidad_J'
QAE02	1	11	0,00	1,00	0,00
QAE03	1	1	0,00	1,00	0,00
QAE04	2	34	0,13	0,94	0,19
QAE05	1	7	0,00	1,00	0,00
QAE06	6	90	0,72	0,67	0,40
QAE07	1	1	0,00	1,00	0,00
QAE08	1	1	0,00	1,00	0,00
QAE09	1	1	0,00	1,00	0,00
QAE11	1	1	0,00	1,00	0,00
QAE12	1	4	0,00	1,00	0,00
QAE13	2	22	0,47	0,70	0,68
QAE16	3	29	1,05	0,36	0,96

Fuente: Integral S.A. 2016

2.1.2.2 Río Cauca cuenca media (RC_CM)

De acuerdo con los resultados obtenidos en la primera campaña del 2016, para este grupo de estaciones se cuantificaron 551 individuos, de los que se registró una biomasa 11.670,83 gramos, valores que relacionados con la campaña anterior se incrementan en

un 58,1% y 31,8% respectivamente, aunque en términos de riqueza específica, el número de taxones disminuyó de 23 a 19 especies. En la Tabla 2-11 y la Figura 2-6 se presenta la distribución de los aportes de abundancia y riqueza específica conjunta de las estaciones pertenecientes al grupo Río Cauca Cuenca Media (RC_CM).

Tabla 2-11 Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones RC_CM durante la primera campaña del 2016.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (%)
Characiformes	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	1,09
	Anostomidae	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelón, dentón, mohino	0,18
	Characidae	<i>Argopleura magdalenensis</i>	Sardina	55,54
		<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina coliroja	3,45
		<i>Astyanax magdalenae</i>	Sardina	1,81
		<i>Creagrutus brevipinnis</i>	Sardina	11,62
		<i>Microgenys minuta</i>	Sardina	1,27
	Bryconidae	<i>Brycon henni</i>	Sabaleta	1,81
Triporthidae	<i>Triporthes magdalenae</i>	Arenca	0,18	
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	barbudo, capaz	1,45
	Loricariidae	<i>Chaetostoma fisheri</i>	Corroncho	0,91
		<i>Chaetostoma leucomelas</i>	Corroncho	2,72
		<i>Chaetostoma milesi</i>	Corroncho	0,54
		<i>Chaetostoma thomsoni</i>	Corroncho	10,16
		<i>Crossoloricaria variegata</i>	Raspacanoa, sotapinga	0,18
		<i>Loricariichthys brunneus</i>	Raspacanoa, sotapinga	0,36
		<i>Squaliforma tenuicauda</i>	Coroncoro, gallina	5,44
Gymnotiformes	Cichlidae	<i>Apteronotus mariae</i>	Perro, mayupa, guayupa, anguilla	0,54
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	0,73

Fuente: Integral S.A. 2016

Dentro de las especies reportadas, se encontró que *Argopleura magdalenensis* (sardina) sigue siendo la que realiza los mayores aportes a la abundancia general, de la cual para dicha campaña fueron cuantificados 306 individuos que representan cerca del 55,5% del total registrado, seguida por *Creagrutus brevipinnis* (sardina) con 64 individuos (12,6%) y el corroncho *Chaetostoma thomsoni* con 56 (10,2%). En contraste se encuentran aquellas especies de las que solo se registró entre uno y cinco individuos, donde la mayoría son aquellas pertenecientes a la familia Loricariidae, con aportes conjuntos del 2,00%.

Respecto a la distribución espacial de la riqueza, abundancia y biomasa, se observa que los valores más altos de riqueza se obtuvieron para las estaciones E1 (Bolombolo) y E2 (Puente Real – Santa fe de Antioquia) tal y como se presenta en la en la Figura 2-6. Para la estación E1 se identificaron ocho especies, agrupadas en tres familias y dos órdenes taxonómicos, fue la estación con la mayor abundancia (340 individuos), siendo

la especie *Argopleura magdalenensis* (sardina) la más importante con 299 individuos, es decir el 88% del total colectado para esta estación.

Por otra parte, para la estación E2 se identificó igual número de especies, aunque estas estuvieron agrupadas en cinco familias y dos órdenes taxonómicos, donde los corronchos (*Chaetostoma thomsoni* y *Squaliforma tenuicauda*), fueron las más importantes en cuanto a aportes a la abundancias, y estas junto a la mojarra *Caquetaia kraussii*, el corroncho *Chaetostoma leucomelas* y el bocachico *Prochilodus magdalenae*, aportan cerca del 95% de la biomasa total para la estación y el 36% para el grupo de estaciones evaluadas, resultado que resulta comparable con lo obtenido para la campaña pasada, donde esta estación obtuvo uno los valores de riqueza, abundancia y biomasa más altos.

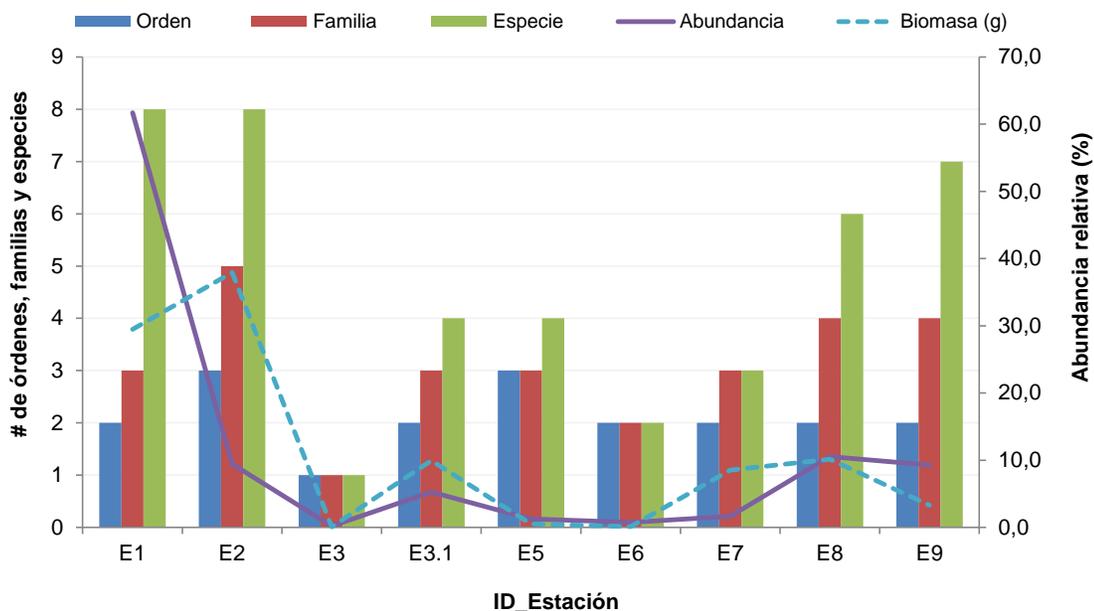


Figura 2-6 Distribución de los aportes para la primera campaña del 2016 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones RC_CM

Fuente: Integral S.A. 2016

En orden descendente se encuentran las estaciones E8 (El Aro) y E9 (La Guamera), la cual se considera la zona límite entre las cuencas media y baja del río Cauca, la cual se caracteriza por la aparición de rápidos o raudales, que de alguna forma limitan el paso migratorio de especies como el bagre rayado y (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*) y blanquillo (*Sorubim cuspicaudus*). Para estas estaciones el número de especies fue de seis y siete respectivamente, y en las que se alcanzó una abundancia conjunta del

19,8%, y una biomasa del 13,4%. Adicionalmente, es importante resaltar los aportes a la abundancia de la estación E3.1 (Liborina) y E5, donde a pesar del escaso número de especies (dos), se registró un total de 48 individuos que representan el 20,8% del total colectado. Finalmente, en lo que respecta a la distribución de los aportes de biomasa se observa que, exceptuando las estaciones E2, E3.1 y E9, no se presentó una diferencia importante entre estaciones de muestro (0,9% al 4,8%).

Teniendo en cuenta la frecuencia de ocurrencia y abundancia por especie, se pudo establecer que el grupo de especies “dominantes” se encuentra conformado por un total de seis taxones, siendo los corronchos *Chaetostoma thomsoni* y *Chaetostoma leucomelas*, las de mayor distribución (FR%) presentes en seis y cinco estaciones de muestreo (véase la Tabla 2-12 y la Figura 2-7). En orden descendente, se encuentran las especies: *Astyanax fasciatus* (sardina coli roja), *Creagrutus brevipinnis* (sardina) y *Pimelodus grosskopfii* (barbudo), para las que se registró presencia en cuatro de las nueve estaciones de muestreo, y sus valores de abundancia (LN+1) estuvieron entre 3,08 y 5,16 (Véase la Tabla 2-12).

Por otra parte, se encuentra el de las “ocasionales”, el cual se conforma por aquellas especies cuya abundancia estuvo por encima del valor promedio (>3,07), pero su distribución estuvo restringida a una o dos estaciones de muestreo (FR%=<2,22), y en el que se encuentran las especies: *Argopleura magdalenensis* (sardina), *Squaliforma tenuicauda* (Coroncoro o corroncho) y *Brycon henni* (sabaleta). Finalmente, las especies restantes conforma el grupo de las “raras” del que se cuantifica un total de 11 taxones, y en el que se encuentran aquellas que estuvieron presentes es una sola estación de muestreo, y su abundancia no fue superior a siete individuos, grupo en el que se encuentran algunas migradoras y bajo alguna categoría de amenaza, como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), el comelón (*Leporinus muyscorum*) y la arenca (*Triportheus magdalenae*), resultado que se asemeja al obtenido durante la campaña 4 de 2015.

Tabla 2-12 Categorización de las especies en el tramo de la cuenca media (RC_CM) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la primera campaña del 2016.

Categorización	Especie	FO%	LN(Ind)+1
Dominantes	<i>Creagrutus brevipinnis</i>	44,44	5,16
	<i>Chaetostoma thomsoni</i>	66,67	5,03
	<i>Astyanax fasciatus</i>	44,44	3,94
	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	55,56	3,71
	<i>Astyanax magdalenae</i>	33,33	3,30
	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	44,44	3,08
Ocasionales	<i>Argopleura magdalenensis</i>	22,22	6,72
	<i>Squaliforma tenuicauda</i>	22,22	4,40
	<i>Brycon henni</i>	11,11	3,30
Raras	<i>Microgenys minuta</i>	11,11	2,95
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	22,22	2,79

Categorización	Especie	FO%	LN(Ind)+1
	<i>Chaetostoma fisheri</i>	11,11	2,61
	<i>Caquetaia kraussii</i>	11,11	2,39
	<i>Apteronotus mariae</i>	11,11	2,10
	<i>Chaetostoma milesi</i>	11,11	2,10
	<i>Loricariichthys brunneus</i>	22,22	1,69
	<i>Crossoloricaria variegata</i>	11,11	1,00
	<i>Leporinus muyscorum</i>	11,11	1,00
	<i>Triporthus magdalenae</i>	11,11	1,00

Fuente: Integral S.A. 2016

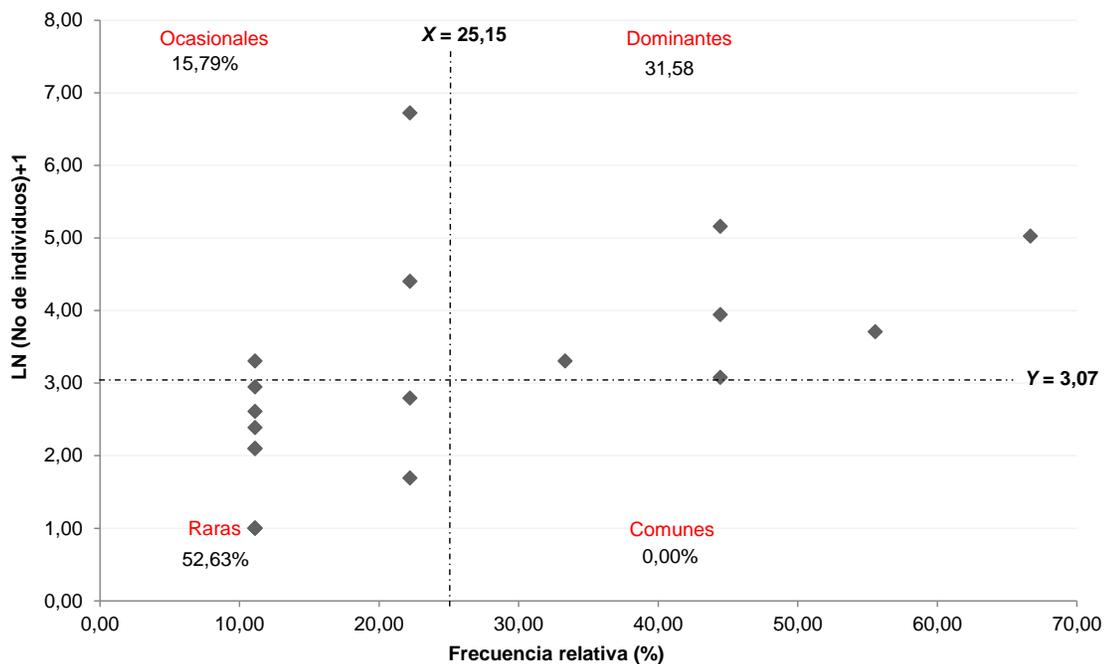


Figura 2-7 Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).

Fuente: Integral S.A. 2016

- Estimadores de diversidad

De acuerdo con los estimadores ecológicos (H' , D , J), se observa que para el grupo de estaciones evaluadas (río Cauca Cuenca media – RC_CM), los valores de diversidad de

Shannon-Wiener oscilaron entre 0,00 y 1,61 Ind/nat, observándose una reducción en el valor promedio del índice de acuerdo con lo obtenido para la campaña anterior, y que conforme a lo descrito en la literatura, estos pueden ser considerados entre bajos. Adicionalmente, es importante precisar que estos valores relacionan estrechamente con el número y abundancia de especies encontradas en cada estación, donde un número de importante de individuos de una sola especie, puede reducir los valores de diversidad de Shannon y equidad de Pielou, y aumentar en el de dominancia tal y como se observa para la estación (E1 – Bolombolo), en la pese a que fue una de las que registró mayor número de especies, el valor del estimador de Shannon fue de $H'=0,57$, y la dominancia de $D=0,78$ (Véase la Tabla 2-13), resultado que se debe básicamente a que de los 340 individuos cuantificados para esta estación, 299 pertenecen a la especie *Argopleura magdalenensis* (sardina); condición similar a la ocurrida para la estación E9 – La Guamera, donde de las siete especies identificadas la sardina *Creagrutus brevipinnis*, fue dominante con cerca del 77% de la abundancia total para la estación.

Tabla 2-13 Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones RC_CM

ID_Estación	Riqueza (S)	Número de individuos	Shannon_H	Dominancia_D	Equidad_J'
E1	8	340	0,57	0,78	0,27
E2	8	52	1,53	0,28	0,73
E3	1	1	0	1	0
E3.1	4	29	1,18	0,34	0,85
E5	4	7	1,28	0,31	0,92
E6	2	4	0,56	0,63	0,81
E7	3	9	1,06	0,36	0,97
E8	6	58	1,61	0,22	0,9
E9	7	51	0,91	0,6	0,47

Fuente: Integral S.A. 2016

2.1.2.3 Afluentes cuenca media (AFL_CM)

En el grupo de estaciones de afluentes de la cuenca media, se registraron 128 individuos, dentro de los que fueron identificadas 14 especies agrupadas en siete familias y tres órdenes taxonómicos, donde el grupo de los Characiformes aporta cerca del 71% de las especies reportadas dentro del ensamble y el 92,2% de la abundancia (Véase la Tabla 2-14). Por su parte, el grupo de los Siluriformes estuvo representando por tres especies de las familia Pimelodidae y Loricariidae, las que a su vez realizaron un aporte conjunto del 6,82% a la abundancia y cerca del 29% de la biomasa, donde el corroncho *Chaetostoma leucomelas*, fue una de las especies con mayor aporte a la biomasa junto al bocachico *Prochilodus magdalenae* y la paloma *Brycon rubricauda*.

Entre tanto, para el orden de los Perciformes se registra la presencia de la especie *Caquetaia kraussii* (mojarra amarilla), para la cual se había tenido registro en todos los

grupos de estaciones exceptuando los afluentes de la cuenca media (AFL_CM), y las quebradas afluentes del embalse (QAE), por lo cual, se constituye en el primer registro de un representante de la familia Cichlidae tanto en la estación E21 – Río Ituango parte baja como en el grupo de estaciones, y junto a la pacora (*Plagioscion magdalenae*) registrada en la estación E24 (Río Espíritu Santo parte baja) durante la campaña 3 de 2012, en el segundo del orden Perciformes.

De igual forma, entre las especies reportadas se encuentra el *Cyphocharax magdalenae* (viejito), de la que si bien durante la campaña 1 de 2013 se obtuvo registro de cuatro individuos en la estación E24 (Río Espíritu Santo parte baja), su presencia en la desembocadura del río Ituango con el río Cauca, se constituye en el primer registro de esta especie en este tramo del río Cauca durante todos el monitoreo hidrobiológico realizado entre los años 2010 – 2016.

Respecto a lo anterior, es importante resaltar que entre las estaciones E21 y E24, existe una distancia aproximada de 30 km, distancia que podría considerarse corta teniendo en cuenta que especies como esta, y otras pertenecientes a las familias Prochilodontidae, Anostomidae, Characidae, Bryconidae, Triportheidae y Pimelodidae, inician su recorrido migratorio desde las planicies inundables de las partes bajas de los ríos, logrando remontar grandes trayectos y cubriendo diferentes tipos de hábitats, entre tanto las condiciones para su desplazamiento ascendente sean favorables.

Tabla 2-14 Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones AFL_CM durante la primera campaña del 2016.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (%)
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejito	0,78
	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Jetudo, pataló	0,78
		<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	8,59
	Characidae	<i>Argopleura magdalenensis</i>	Sardina	28,91
		<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina coliroja	3,13
		<i>Astyanax magdalenae</i>	Sardina	3,91
		<i>Creagrutus brevipinnis</i>	Sardina	31,25
		<i>Roeboides dayi</i>	Changuito	2,34
		Bryconidae	<i>Brycon henni</i>	Sabaleta
	<i>Brycon rubricauda</i>		Sardinata, paloma, sabaleta	11,72
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	barbudo, capaz	0,78
	Loricariidae	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	Corroncho	4,69
		<i>Chaetostoma thomsoni</i>	Corroncho	1,56
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	0,78

Fuente: Integral S.A. 2016

Respecto a la distribución espacial de los aportes, se tiene que para este grupo de estaciones los mayores aportes de abundancia, biomasa y riqueza específica fueron

para la estación E24 (Río Espíritu Santo parte baja), y E21 (Río Ituango parte baja). En primer lugar, para la estación E24 se cuantificaron 65 individuos entre los que se identificaron nueve especies pertenecientes a los órdenes Characiformes y Siluriformes, siendo *Argopleura magdalenensis* (sardina) la más abundante con 37 individuos y las pertenecientes a la familia Prochilodontidae (*Ichthyoelephas longirostris* – jetudo y *Prochilodus magdalenae* – bocachico), las de mayor aporte a la biomasa con 2079,5 gramos, que conjuntamente representan el cerca del 31% registrado para el grupo de estaciones.

En segundo lugar se encuentra la estación E21, para la que se cuantificó una abundancia de 46 individuos y una riqueza específica de cinco especies, siendo *Creagrutus brevipinnis* (sardina), la más abundante con cerca del 89% (40 ind) de total de individuos registrados, y el bocachico (*Prochilodus magdalenae*) con cerca del 60% de la biomasa, destacando además la presencia de especies como la mojarra amarilla *Caquetaia kraussii* y el viejito *Cyphocharax magdalenae*.

Entre tanto, para la estación E23 (Río Espíritu Santo parte media), el número de especies se reduce a una aunque es de resaltar los aportes a la biomasa registrados por la especie *Brycon rubricauda* (paloma), de la que se colectaron 15 individuos registrando una biomasa de 2.009,63 gramos que representan cerca del 30,0% del total registrado. En la Figura 2-8 se presenta la distribución de los valores de riqueza, abundancia y biomasa para cada una de las estaciones pertenecientes al grupo afluentes de la cuenca media (AFL_CM).

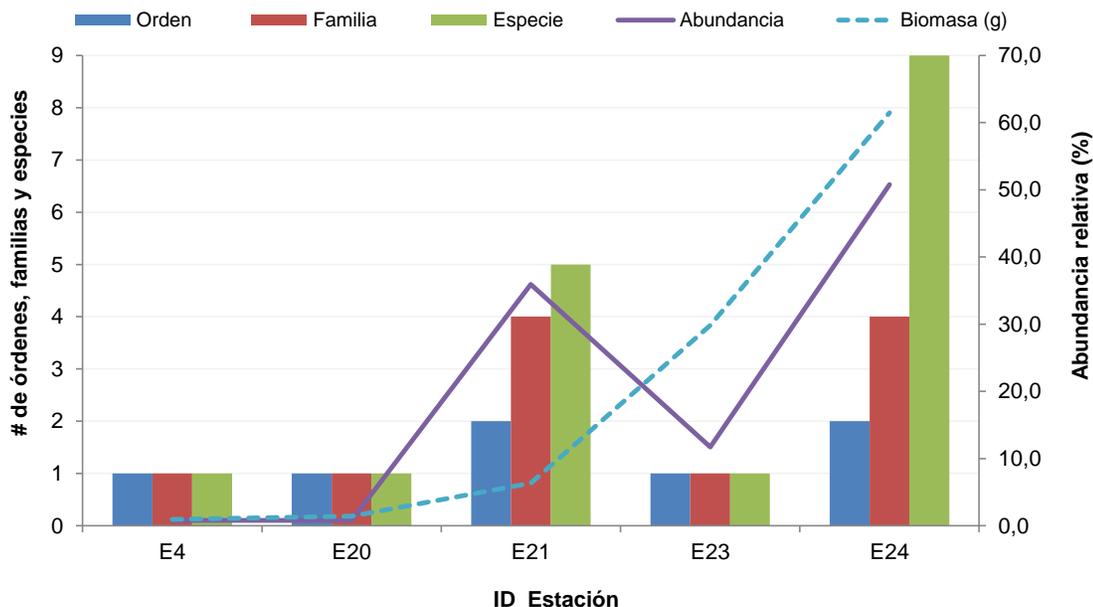


Figura 2-8 Distribución de los aportes para la primera campaña del 2016 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones AFL_CM

Fuente: Integral S.A. 2016

Teniendo en cuenta la frecuencia de aparición de las especies, y sus valores de abundancia se realizó la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969; González-Acosta, 1998), con la cual se generaron tres categorías (dominantes, ocasionales y raras) (Véase la Tabla 2-15 y la Figura 2-9). Con presencia en dos y tres estaciones, y abundancias de 11 y dos individuos se encuentran las especies *Prochilodus magdalenae* y *Astyanax fasciatus*, las cuales corresponden al grupo de las dominantes.

Por otra parte, se encuentra el grupo de las “ocasionales”, las que, de manera general, presentaron valores de abundancia de entre cinco y 40 individuos, aunque solo fueron reportadas en una estación por lo que su valor de frecuencia relativa fue del 20%. Para este grupo se cuantificó un total de cinco especies, entre las que se encuentran las sardinas *Creagrutus brevipinnis*, *Astyanax magdalenae* y *Argopleura magdalenensis*, la paloma *Brycon rubricauda* y el corroncho *Chaetostoma leucomelas*; Y finalmente, el grupo de especies “raras” lo conforman aquellas cuyos valores de abundancia fueron inferiores a tres individuos y estuvieron presentes en una sola estación de muestreo, entre las que se encuentran algunas especies migradoras como: *Brycon henni*

(sabaleta), *Cyphocharax magdalenae* (viejito), *Ichthyoelephas longirostris* (jetudo) y *Pimelodus grosskopfii* (barbudo).

Tabla 2-15 Categorización de las especies en el tramo de la cuenca media (AFL_CM) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la primera campaña del 2016.

Categorización	Especie	FO%	LN(Ind)+1
Dominantes	<i>Prochilodus magdalenae</i>	60,00	3,40
	<i>Astyanax fasciatus</i>	40,00	2,39
Ocasionales	<i>Creagrutus brevipinnis</i>	20,00	4,69
	<i>Argopleura magdalenensis</i>	20,00	4,61
	<i>Brycon rubricauda</i>	20,00	3,71
	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	20,00	2,79
	<i>Astyanax magdalenae</i>	20,00	2,61
Raras	<i>Roebooides dayi</i>	20,00	2,10
	<i>Chaetostoma thomsoni</i>	20,00	1,69
	<i>Brycon henni</i>	20,00	1,00
	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	20,00	1,00
	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	20,00	1,00
	<i>Caquetaia kraussii</i>	20,00	1,00
	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	20,00	1,00

Fuente: Integral S.A. 2016

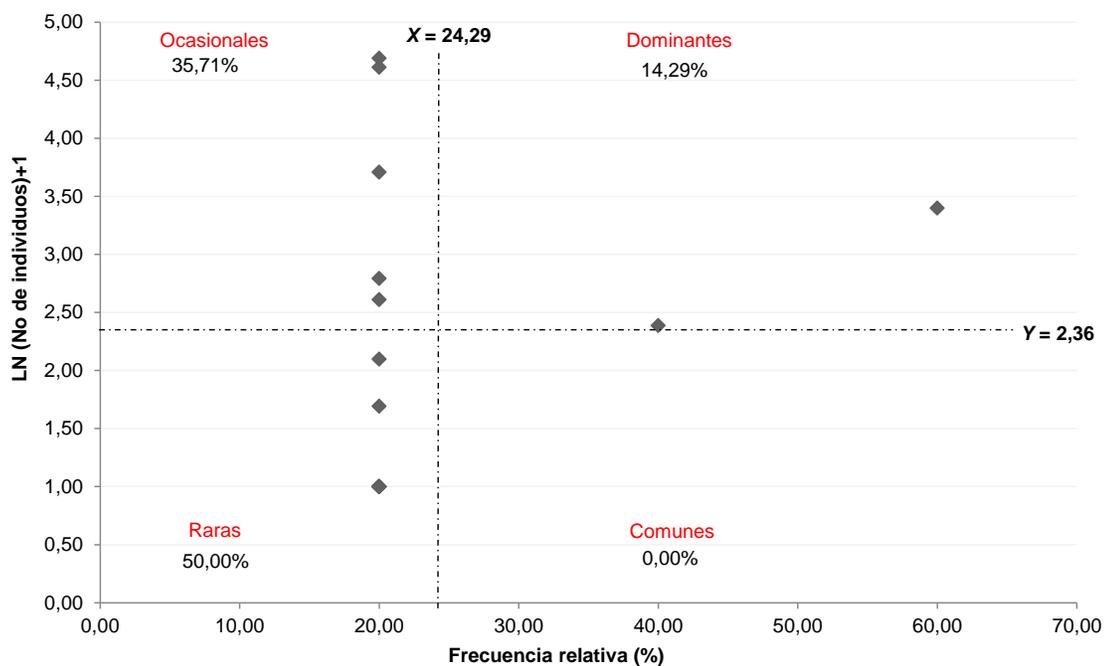


Figura 2-9 Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).

Fuente: Integral S.A. 2016

- Estimadores de diversidad

De acuerdo con el estimador de diversidad Shannon-Wiener (H'), se puede observar que los valores obtenidos para el grupo de estaciones AFL_CM oscilan entre 0,00 y 1,48 ind/nat, los cuales resultan similares a los obtenidos durante la campaña pasada, y que pueden ser considerados dentro del rango bajo-medio conforme a lo propuesto por autores como McDonald (2003), quien define que sistemas con índices inferiores a 1,5, son de baja diversidad y uniformidad. Sin embargo, es importante precisar que dichos resultados son puntuales y de una campaña, y por tanto no son definitivos y concluyentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, se observa que los valores más bajos ($H'=0,00$) se registran para las estaciones E4 (Río San Andrés), E20 (Río Ituango parte media) y E23 (Río Espíritu Santo parte media), en las que solo se registró la presencia de una especie. En contraste se encuentra las estación E24 (Río Espíritu Santo parte baja), para la que su estimador de Shannon fue de 1,48 Ind/nat, aunque la abundancia de la especie *Argopleura magdalenensis* incide negativamente sobre el valor del índice.

Tabla 2-16 Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones AFL_CM

ID_Estación	Riqueza (S)	Número de individuos	Shannon_H	Dominancia_D	Equidad_J'
E4	1	1	0,00	1,00	0,00
E20	1	1	0,00	1,00	0,00
E21	5	46	0,56	0,76	0,35
E23	1	15	0,00	1,00	0,00
E24	9	65	1,48	0,36	0,67

Fuente: Integral S.A. 2016

2.1.2.4 Río Cauca cuenca baja (RC_CB)

De acuerdo con los resultados obtenidos en la primera campaña del 2016, para dicho tramo se cuantificaron 974 individuos, entre los cuales se identificaron 37 especies, 19 familias y seis órdenes taxonómicos, donde Characiformes y Siluriformes aportan el mismo número de especies, y son los de mayor importancia en cuanto a aportes de abundancia y biomasa (véase la Tabla 2-17). Adicionalmente, es importante resaltar que las estaciones de este grupo junto a las de las ciénagas de la cuenca baja (CIE_CB),

son las que por lo general realizan los aportes más importantes en riqueza, diversidad, abundancia y biomasa.

Por parte de los Characiformes se destacan los aportes a la abundancia de las especies: *Astyanax magdalenae* (30,2%), *Argopleura magdalenensis* (13,1%) y *Triportheus magdalenae* (9,9%), las que de manera conjunta aportan el 53,9% del total colectado; mientras que para los Siluriformes las especies *Pimelodus blochii* y *Pimelodus grosskopfii* (barbudo) con el 7,5%, y el carrache (*Centrochir crocodili*) con el 4,9% fueron las más abundantes de este grupo. Entre tanto, para los demás órdenes taxonómicos (Myliobatiformes, Gymnotiformes y Perciformes), los aportes a la abundancia fueron del 0,1%, 1,7% y del 0,9% respectivamente.

Tabla 2-17 Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones RC_CB durante la primera campaña del 2016.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (%)
Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya	0,10
Characiformes	Curimatidae	<i>Curimata mivartii</i>	Vizcaina	0,31
		<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejito	9,96
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	2,57
	Anostomidae	<i>Leporellus vittatus</i>	Mazorco, rollizo, bonito, rayado	0,10
		<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelón, dentón, mohino	0,72
	Ctenoluciidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Agujeto	0,72
	Acestrorhynchidae	<i>Gilbertolus alatus</i>	Changuito	0,10
	Characidae	<i>Argopleura magdalenensis</i>	Sardina	13,14
		<i>Astyanax caucanus</i>	Sardina	6,16
		<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina coliroja	2,16
		<i>Astyanax magdalenae</i>	Sardina	30,18
		<i>Creagrutus magdalenae</i>	Sardina	0,92
		<i>Cynopotamus magdalenae</i>	Chango	0,72
<i>Roeboides dayi</i>		Changuito	0,62	
Triportheidae	<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca	9,86	
Siluriformes	Doradidae	<i>Centrochir crocodili</i>	Matacaiman, carrache	4,93
	Auchenipteridae	<i>Ageneiosus pardalis</i>	Doncella	0,10
		<i>Trachelyopterus insignis</i>	Cachagua, tapaolla	1,13
	Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	Barbudo, nicuro	4,52
		<i>Pimelodus grosskopfii</i>	barbudo, capaz	2,98
		<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Blanquillo	0,21
	Pseudopimelodidae	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	Bagre sapo	0,10
	Heptapteridae	<i>Pimelodella chagresi</i>	Picalón, rengue	0,62
		<i>Pimelodella macrocephala</i>	Picalón, rengue	1,13
	Aspredinidae	<i>Bunocephalus colombianus</i>	Negrilo	0,10

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (%)
	Loricariidae	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	Corroncho	0,62
		<i>Chaetostoma thomsoni</i>	Corroncho	0,10
		<i>Crossoloricaria variegata</i>	Raspacanoa, sotapinga	1,54
		<i>Dasylicaria filamentosa</i>	Raspacanoa, sotapinga	0,41
		<i>Loricariichthys brunneus</i>	Raspacanoa, sotapinga	0,31
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	Mayupa	1,23
		<i>Sternopygus aequilabius</i>	Mayupa	0,51
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Guppy	0,21
Perciformes	Sciaenidae	<i>Plagioscion magdalenae</i>	Pacora	0,10
	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra, mula	0,21
		<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	0,62

Fuente: Integral S.A. 2016

Respecto a la distribución espacial de los aportes de riqueza, abundancia y biomasa, en la Figura 2-10 se observa para esta campaña el valor más importantes se registró en la estación E35 (Tres Cruces), de donde se cuantificaron 272 individuos, y la riqueza específica fue de 19 especies, siendo además la estación con mayor aporte a la biomasa. En orden descendente se encuentran las estaciones E17 (Margento), E31 (Guaranda) y E38 (Punta Cartagena), en las que para cada una se registraron 12 especies, y una abundancia relativa del 4,5%, 14% y 10% respectivamente; mientras que para las demás estaciones se reportan valores de riqueza que oscilaron entre seis y nueve especies, las que conjuntamente representan el 38% de la abundancia y el 37,3% de la biomasa.

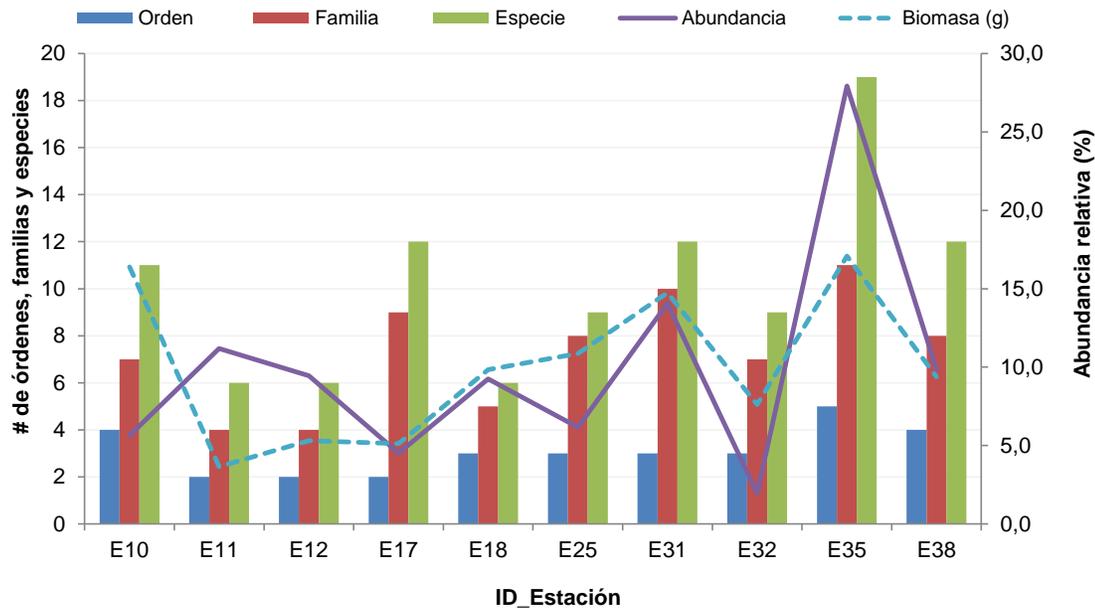


Figura 2-10 Distribución de los aportes para la cuarta campaña del 2015 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones RC_CB

Fuente: Integral S.A. 2016

Teniendo en cuenta la frecuencia de ocurrencia de las especies, y sus valores de abundancia se realizó la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969; González-Acosta, 1998), con la cual se generaron cuatro categorías (dominantes, ocasionales comunes y raras) y que se presentan en la Tabla 2-15 y la Figura 2-9. En primer lugar se encuentra el grupo de las “dominantes”, conformado por un total de 12 especies, para las que sus valores de frecuencia relativa estuvieron por encima de $FR\% = 2,6$, es decir en tres o más estaciones, y su abundancia mayor a los siete individuos, por lo que aquellas especies con valores inferiores a los anteriormente descritos se encuentran dentro de la categoría de las “raras”.

Entre tanto, para aquellas especies a las que alguno de los valores no se encuentra por encima del valor promedio de frecuencia de ocurrencia ($FR\%$) o abundancia ($LN+1$), conforman entonces las ocasionales o comunes, grupos para los que se cuantifica un total de ocho taxones, compuesto principalmente por especies de pequeño y mediano porte de las familias: Characidae, Anostomidae, Pimelodidae, Heptapteridae, Loricariidae y Cichlidae.

Tabla 2-18 Categorización de las especies en el tramo de la cuenca media (RC_CB) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la primera campaña del 2016.

Categorización	Especie	FO%	LN(Ind)+1
Dominantes	<i>Astyanax magdalenae</i>	80,00	6,68
	<i>Triportheus magdalenae</i>	70,00	5,56
	<i>Argopleura magdalenensis</i>	60,00	5,85
	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	60,00	5,57
	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	60,00	4,37
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	50,00	4,22
	<i>Astyanax fasciatus</i>	50,00	4,04
	<i>Pimelodus blochii</i>	40,00	4,78
	<i>Eigenmannia virescens</i>	40,00	3,48
	<i>Centrochir crocodili</i>	30,00	4,87
	<i>Crossoloricaria variegata</i>	30,00	3,71
	<i>Trachelyopterus insignis</i>	30,00	3,40
	Ocasionales	<i>Astyanax caucanus</i>	10,00
<i>Pimelodella macrocephala</i>		10,00	3,40
<i>Creagrutus magdalenae</i>		10,00	3,20
Comunes	<i>Cynopotamus magdalenae</i>	40,00	2,95
	<i>Roebooides dayi</i>	40,00	2,79
	<i>Leporinus muyscorum</i>	30,00	2,95
	<i>Caquetaia kraussii</i>	30,00	2,79
	<i>Dasylicaria filamentosa</i>	30,00	2,39
Raras	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	20,00	2,79
	<i>Pimelodella chagresi</i>	20,00	2,79
	<i>Sternopygus aequilabiatus</i>	20,00	2,61
	<i>Curimata mivartii</i>	20,00	2,10
	<i>Sorubim cuspicaudus</i>	20,00	1,69
	<i>Ctenolucius hujeta</i>	10,00	2,95
	<i>Loricariichthys brunneus</i>	10,00	2,10
	<i>Andinoacara latifrons</i>	10,00	1,69
	<i>Poecilia caucana</i>	10,00	1,69
	<i>Ageneiosus pardalis</i>	10,00	1,00
	<i>Bunocephalus colombianus</i>	10,00	1,00
	<i>Chaetostoma thomsoni</i>	10,00	1,00
	<i>Gilbertolus alatus</i>	10,00	1,00
	<i>Leporellus vittatus</i>	10,00	1,00
	<i>Plagioscion magdalenae</i>	10,00	1,00
	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	10,00	1,00
<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	10,00	1,00	

Fuente: Integral S.A. 2016

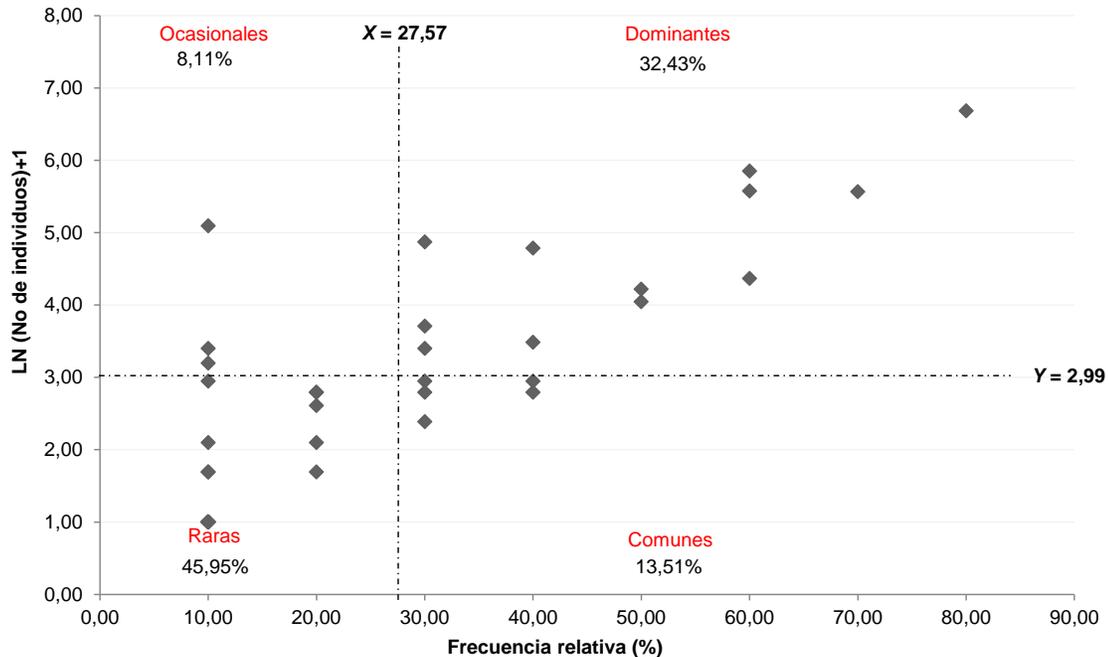


Figura 2-11 Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).

Fuente: Integral S.A. 2016

- Estimadores de diversidad

De acuerdo con los estimadores ecológicos (H' , D , J'), se observa que para el grupo de estaciones evaluadas (río Cauca Cuenca baja – RC_CB), los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener estuvieron entre 0,99 y 2,23 ind/nat (véase la Tabla 2-19), los que, conforme a lo descrito anteriormente, se encuentran entre bajos y medios.

En primer lugar se encuentra la estación E35 (Tres Cruces), donde la riqueza taxonómica fue de 19 especies, y conforme a la distribución de la abundancia de estas el valor del índice de Shannon fue de $H'=2,23$ ind/nat, seguido de la estación E10 (El Doce) con 11 especies y un valor de $H'= 2,11$ ind/nat (véase la Tabla 2-19). Para el caso de este grupo de estaciones, ocurre una condición similar a la que se ha presentado en las analizadas anteriormente, donde aquellas estaciones en las que se registra el mayor número de especies, no son necesariamente las que obtienen el valor más alto de diversidad, tal y como ocurre con las estaciones E17 (Margento), E31 (Guaranda) y E38 (Punta

Cartagena), es las que fueron registradas 12 especies para cada una, aunque con una marcada dominancia de las especies *Astyanax magdalenae* (sardina) y *Triportheus magdalenae* (arenca), de las que se registró una abundancia general de 154 individuos de los 277 registrados para todas las especies en dichas estaciones, valor que influye de manera importante en los resultados del índice.

Tabla 2-19 Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones RC_CB

ID_Estación	Riqueza (S)	Número de individuos	Shannon_H	Dominancia_D	Equidad_J'
E10	11	55	2,11	0,15	0,88
E11	6	109	1,00	0,48	0,56
E12	6	92	1,01	0,51	0,57
E17	12	44	1,83	0,24	0,74
E18	6	90	1,34	0,32	0,75
E25	9	60	0,99	0,60	0,45
E31	12	137	1,72	0,26	0,69
E32	9	19	1,85	0,22	0,84
E35	19	272	2,23	0,15	0,76
E38	12	96	1,96	0,17	0,79

Fuente: Integral S.A. 2016

2.1.2.5 Afluentes cuenca baja (AFL_CB)

En general, para las estaciones correspondientes al grupo afluentes de la cuenca baja (AFL_CB), se obtuvo un registro general de 446 individuos, en los que fueron identificadas 33 especies, agrupadas en 14 familias y tres órdenes taxonómicos, donde nuevamente especie como el viejito (*Cyphocharax magdalenae*), la sardina (*Astyanax magdalenae*) y la cachegua (*Trachelyopterus insignis*), representaron cerca del 58% de los aportes realizados a la abundancia (véase la Tabla 2-20).

Tabla 2-20 Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones AFL_CB durante la primera campaña del 2016.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (%)
Characiformes	Parodontidae	<i>Parodon magdalenensis</i>	Mazorco	0,90
	Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejito	41,93
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	0,22
	Anostomidae	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelón, dentón, mohino	0,22
	Ctenoluciidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Agujeto	0,67
	Acestrorhynchidae	<i>Gilbertolus alatus</i>	Changuito	1,12
	Characidae	<i>Argopleura magdalenensis</i>	Sardina	5,83
		<i>Astyanax caucanus</i>	Sardina	2,69
		<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina coliroja	3,14
		<i>Astyanax magdalenae</i>	Sardina	15,47
<i>Creagrutus magdalenae</i>		Sardina	8,30	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (%)
		<i>Roeboides dayi</i>	Changuito	5,38
	Triporthidae	<i>Triporthus magdalenae</i>	Arenca	0,90
Siluriformes	Doradidae	<i>Centrochir crocodili</i>	Matacaiman, carrache	0,90
	Auchenipteridae	<i>Trachelyopterus insignis</i>	Cachagua, tapaolla	8,30
	Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	Barbudo, nicuro	0,22
		<i>Pimelodus grosskopfii</i>	barbudo, capaz	0,22
	Heptapteridae	<i>Pimelodella chagresi</i>	Picalón, rengue	1,12
	Loricariidae	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	Corroncho	0,22
		<i>Chaetostoma thomsoni</i>	Corroncho	0,22
		<i>Crossoloricaria variegata</i>	Raspacanoa, sotapinga	0,22
		<i>Loricariichthys brunneus</i>	Raspacanoa, sotapinga	0,45
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	Mayupa	1,35

Fuente: Integral S.A. 2016

Respecto a la distribución de dichos valores, en la Figura 2-12 se observa que la estación E13 (Río Man) fue la más importante en lo que a riqueza, abundancia y biomasa respecta, registrando cerca del 57% de las especies identificadas, y el 71% y 83% para la abundancia y biomasa respectivamente. Lo anterior, se debe básicamente a que la estación E13 (Río Man), es un sistema que, aguas arriba se conecta directamente con el complejo cenagoso “Colombia”, el cual según Corantioquia y Neotrópicos (Informe ciénagas de la región Panzenú, 2000), se encuentra conformado por las ciénagas de Lamedero, Colombia, Sabalito, Matedagua y las Mellizas. En este sentido, es posible inferir que la alta riqueza registrada para la estación E13, al igual que sus valores de abundancia y biomasa, estén directamente relacionados con su cercanía a los dichos ecosistemas, y que además dada su proximidad con el río Cauca, hacen que el río Man sea un sistema de transición y de paso obligado para las especies que ingresan o salen de las ciénagas mencionadas.

Entre tanto, para las estaciones ubicadas sobre la quebrada Valdivia (E19 y E22), se registró una abundancia conjunta de 129 individuos (29%), entre los cuales se identificaron 12 especies, incluyendo migradoras y de importancia comercial como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), el barbudo (*Pimelodus grosskopfii*) y la arenca (*Triporthus magdalenae*), mientras que las demás no revisten mayor importancia dentro del componente pesquero en la zona.

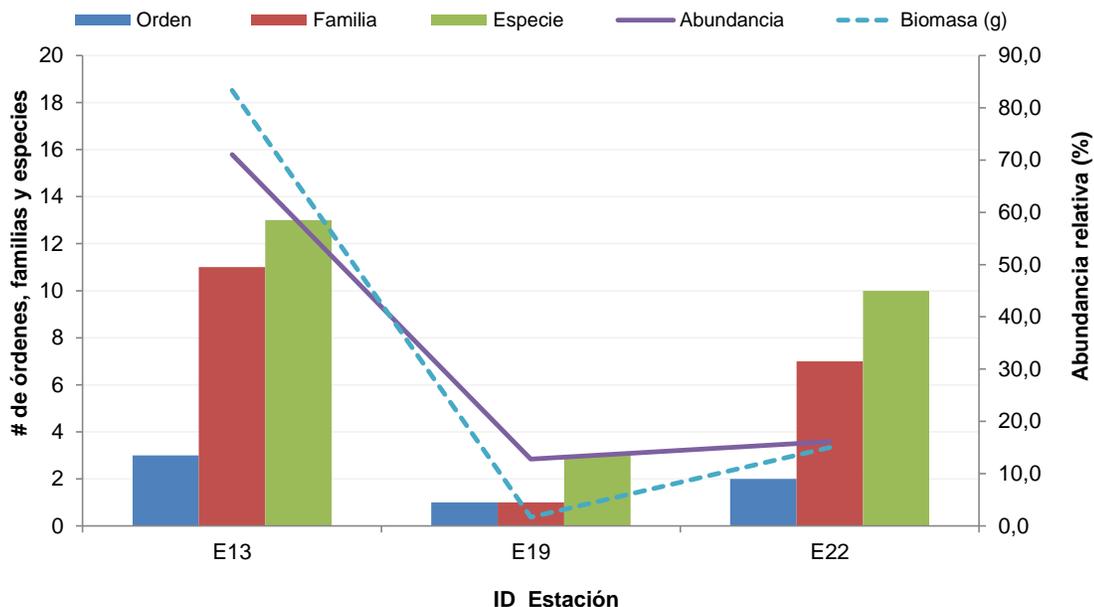


Figura 2-12 Distribución de los aportes para la primera campaña del 2016 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones AFL_CB

Fuente: Integral S.A. 2016

Con relación al test de clasificación Olmstead-Tukey, se obtuvo que de las 33 especies identificadas para el grupo de estaciones, un 56,5% pertenece al grupo de las especies “raras”, seguido de un 34,8% que corresponden a las “ocasionales” y el 8,7% restante a las “comunes” y “dominantes”, encontrando dentro de estas últimas categoría únicamente las especies *Triportheus magdalenae* (arenca) y *Astyanax magdalenae* (sardina) (véase la Tabla 2-21 y la Figura 2-11). Observando dichos resultados, es importante tener en cuenta que la clasificación de Olmstead-Tukey se realiza para cada uno de los grupos de estaciones evaluados, por lo que es posible que en algunos casos las especies dominantes de un grupo sean las raras de otro, ya que dicha prueba tiene en cuenta no solo la abundancia de la especie, sino la frecuencia de ocurrencia de la misma, por lo que este resultado puede variar considerablemente al variar el número de estaciones, condición que también puede ocurrir con el análisis de los estimadores ecológicos.

Tabla 2-21 Categorización de las especies para el grupo de estaciones (AFL_CB) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la primera campaña del 2016.

Categorización	Especie	FO%	LN(Ind)+1
Dominantes	<i>Astyanax magdalenae</i>	100,00	5,23



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



Categorización	Especie	FO%	LN(Ind)+1
Ocasionales	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	33,33	6,23
	<i>Creagrutus magdalenae</i>	33,33	4,61
	<i>Trachelyopterus insignis</i>	33,33	4,61
	<i>Argopleura magdalenensis</i>	33,33	4,26
	<i>Roeboides dayi</i>	33,33	4,18
	<i>Astyanax fasciatus</i>	33,33	3,64
	<i>Astyanax caucanus</i>	33,33	3,48
	<i>Eigenmannia virescens</i>	33,33	2,79
Comunes	<i>Triportheus magdalenae</i>	66,67	2,39
Raras	<i>Gilbertolus alatus</i>	33,33	2,61
	<i>Pimelodella chagresi</i>	33,33	2,61
	<i>Centrochir crocodili</i>	33,33	2,39
	<i>Parodon magdalenensis</i>	33,33	2,39
	<i>Ctenolucius hujeta</i>	33,33	2,10
	<i>Loricariichthys brunneus</i>	33,33	1,69
	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	33,33	1,00
	<i>Chaetostoma thomsoni</i>	33,33	1,00
	<i>Crossoloricaria variegata</i>	33,33	1,00
	<i>Leporinus muyscorum</i>	33,33	1,00
	<i>Pimelodus blochii</i>	33,33	1,00
	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	33,33	1,00
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	33,33	1,00

Fuente: Integral S.A. 2016

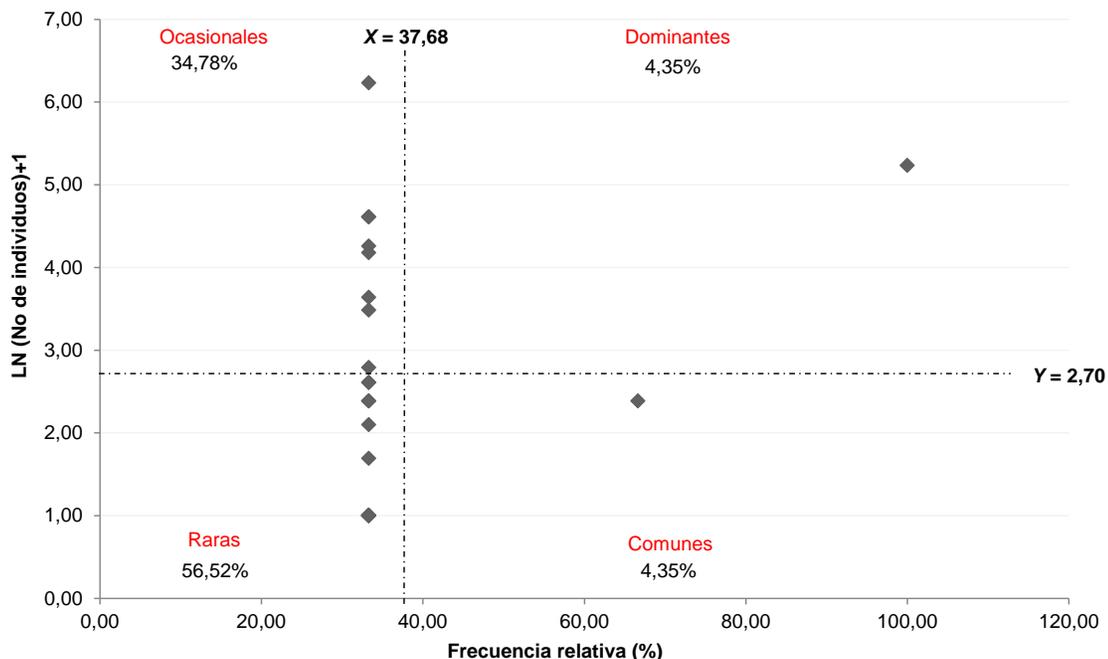


Figura 2-13 Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia (LN + 1) y frecuencia relativa (%).

Fuente: Integral S.A. 2016

- Estimadores de diversidad

Conforme a lo obtenido en los resultados ecológicos, se observa que el valor de diversidad más alto obtenido para dicha campaña se presentó para la estación E22 - Quebrada Valdivia parte baja (S=10 y H'=1,68), en la que si bien, no se registró el mayor número de especies, la distribución de los valores de abundancia de las mismas más uniforme que los obtenidos para la estación E13 (Río Man), donde la especie *Cyphocharax magdalenae* (viejito) registró cerca del 60% de la abundancia registrada para la estación..

Tabla 2-22 Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones AFL_CB

ID_Estación	Riqueza (S)	Número de individuos	Shannon_H	Dominancia_D	Equidad_J'
E13	13	317	1,40	0,39	0,55
E19	3	57	0,88	0,49	0,80
E22	10	72	1,68	0,24	0,73

Fuente: Integral S.A. 2016

2.1.2.6 Ciénagas de la cuenca baja (CIE_CB)

En este grupo se encuentran las estaciones ubicadas sobre los planos inundables de la cuenca baja del río (ciénagas), tanto aquellas que hacen parte del complejo cenagoso de Montecristo (Río Caribona), y algunas ubicadas cerca al delta del río Cauca en el sector “la Boca de las Panelas”, próximo a la población de Pinillos, en el sur del departamento de Bolívar. Como se mencionó anteriormente, para dicho grupo de estaciones junto a las pertenecientes a la cuenca baja (RC_CB), suele registrarse el mayor número de especies, así como los registros más importantes de abundancia y biomasa.

En general, para dicha campaña el ensamble íctico estuvo conformado por 38 especies; 10 menos que las registradas durante la campaña pasada (04-2015), aunque agrupadas en el mismo número de familias y órdenes taxonómicos (22 y seis respectivamente), donde especies como el viejito (*Cyphocharax magdalenae*) y la sardinas coli roja (*Astyanax fasciatus*), fueron las más importantes en términos de aportes a la abundancia (véase la Tabla 2-23). Adicionalmente, se reporta nuevamente la presencia de especies introducidas a la cuenca, en este caso *Oreochromis niloticus* (tilapia nilótica) y *Trichopodus pectoralis* (trucha barbona), de las que se cuantificó un total de 69 individuos y una biomasa cercana a los 2.800 gramos (3,5%), por lo cual resulta importante resaltar que desde el punto de vista ecológico la introducción de especies no nativas en un ecosistema siempre representa un riesgo (Granado-Lorencio, 2002; Gozlan & Newton, 2009), y es considerada el segundo factor de riesgo de pérdida de diversidad biológica después de la destrucción de hábitat (Elvira et al., 2007).

Tabla 2-23 Clasificación taxonómica de las especies reportadas para el grupo de estaciones CIE_CB durante la primera campaña del 2016.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (%)	
Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya	0,08	
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa trinitatis</i>	Anchoa	0,03	
Characiformes	Curimatidae	<i>Curimata mivartii</i>	Vizcaina	0,20	
		<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejito	33,36	
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	1,21	
	Anostomidae	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelón, dentón, mohino	0,14	
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Moncholo	0,08	
	Ctenoluciidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Agujeto	0,62	
	Acestrorhynchidae	<i>Gilbertolus alatus</i>	Changuito	0,48	
	Characidae		<i>Argopleura magdalenensis</i>	Sardina	2,25
			<i>Astyanax caucanus</i>	Sardina	5,04
			<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina coliroja	10,38
			<i>Astyanax magdalenae</i>	Sardina	9,42
<i>Creagrutus magdalenae</i>			Sardina	0,03	
		<i>Cynopotamus magdalenae</i>	Chango	0,48	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (%)
		<i>Hyphessobrycon inconstans</i>	Sardina	0,03
		<i>Roeboides dayi</i>	Changuito	8,38
	Triportheidae	<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca	3,83
Siluriformes	Doradidae	<i>Centrochir crocodilli</i>	Matacaiman, carrache	0,20
	Auchenipteridae	<i>Ageneiosus pardalis</i>	Doncella	0,03
		<i>Trachelyopterus insignis</i>	Cachagua, tapaolla	0,70
	Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	Barbudo, nicuro	4,70
		<i>Pimelodus grosskopfii</i>	barbudo, capaz	0,28
	Pseudopimelodidae	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	Bagre sapo	0,03
	Heptapteridae	<i>Pimelodella chagresi</i>	Picalón, rengue	0,34
		<i>Rhamdia quelen</i>	Guabina, lisa	0,08
	Callichthyidae	<i>Hoplosternum magdalenae</i>	Chipe	3,63
	Loricariidae	<i>Dasylicaria filamentosa</i>	Raspacanoa, sotapinga	1,41
<i>Loricariichthys brunneus</i>		Raspacanoa, sotapinga	0,25	
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	Mayupa	0,28
		<i>Sternopygus aequilabiatus</i>	Mayupa	0,14
	Apteronotidae	<i>Apteronotus mariae</i>	Perro, mayupa, guayupa, anguilla	0,03
Perciformes	Osphronemidae	<i>Trichopodus pectoralis</i>	Gurami, trucha barbona	1,88
	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra, mula	2,90
		<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	6,89
		<i>Geophagus steindachneri</i>	Mula	0,06
		<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia, lora	0,06
		<i>Plagioscion magdalenae</i>	Pacora	0,08

Fuente: Integral S.A. 2016

Teniendo en cuenta la distribución espacial de los aportes de riqueza específica, se tiene que las estaciones E14 (Barrio Chino) y E37 (Ciénaga Piqué) registraron el mayor número de especies, en las que se identificaron 22 para cada una compartiendo 12 de estas. En orden descendente se encuentran las estaciones E15 (Ciénaga La Ilusión) con 18 especies y E29 (Ciénaga Grande), con 17, mientras que para las demás estaciones la riqueza específica estuvo entre cinco y 14 taxones, resultados que en general mantienen una tendencia similar con lo obtenido para las campañas pasada, donde son las estaciones anteriormente mencionadas, las que suelen aportar el mayor número de especies, aunque claro es, con variaciones en sus aportes de abundancia y biomasa, parámetros de los que de manera general se pudo observar no presentaron variaciones importantes entre sí, exceptuando los logrados para las estaciones E14, E29, E34 y E37.

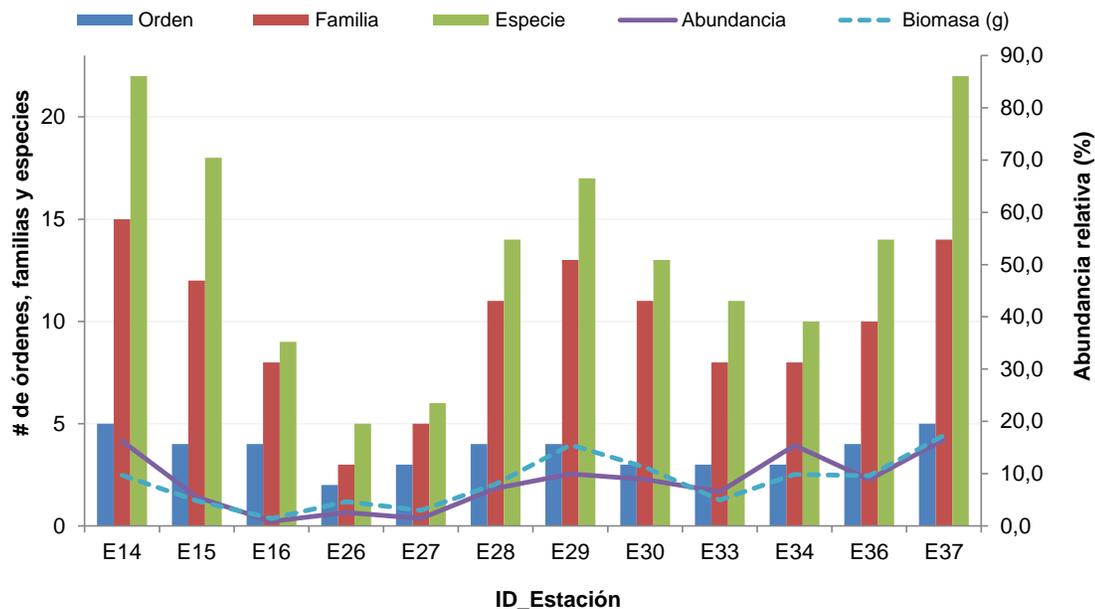


Figura 2-14 Distribución de los aportes para la primera campaña del 2016 entre las diferentes categorías taxonómicas para las estaciones CIE_CB

Fuente: Integral S.A. 2016

Por otra parte, de acuerdo con la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969), la categoría “dominantes” agrupó un total de 15 especies (véase la Tabla 2-24), entre las que se encuentran las anteriormente mencionadas: *Cyphocharax magdalenae* (viejito) y *Triportheus magdalenae* (arenca), presentes en todas las estaciones del grupo muestreado (CIE_CB); además algunas especies pertenecientes a las familias Characidae, Ctenolucidae, Triportheidae y Cichlidae presentes en más de ocho estaciones, que suelen distribuirse ampliamente a través de las ciénagas de la cuenca baja del río Cauca, y de las que se cuantifica valores de abundancia importantes.

Por otra parte, para las “ocasionales” y las “comunes” se encuentran las especies: *Astyanax caucanus*, *Argopleura magdalenensis*, *Cynopotamus magdalenae*, *Eigenmannia virescens*, *Pimelodus grosskopfii* y *Centrochir crocodili*, las cuales representan cerca del 16%, y para las que su presencia se restringió a no más de seis estaciones de muestreo, mientras que el grupo de especies “raras”, es decir aquellas de baja abundancia y poca ocurrencia, se encuentran constituido por 17 especies que representan el 44,7% de la riqueza taxonómica, entre las que se encuentran especies de pequeño y mediano porte, de poco o bajo interés comercial, exceptuando aquellas

como el bagre sapo (*Pseudopimelodus bufonius*), la doncella (*Ageneiosus pardalis*), el bagre y eventualmente la pacora (*Plagioscion magdalenae*), además de las especies introducidas, descritas en el apartado anterior.

Tabla 2-24 Categorización de las especies en el tramo de la cuenca media (CIE_CB) de acuerdo a la prueba de Olmstead–Tukey para la primera campaña del 2016.

Categorización	Especie	FO%	LN(Ind)+1
Dominantes	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	100,00	8,08
	<i>Astyanax fasciatus</i>	41,67	6,91
	<i>Astyanax magdalenae</i>	66,67	6,81
	<i>Roebooides dayi</i>	83,33	6,70
	<i>Caquetaia kraussii</i>	100,00	6,50
	<i>Pimelodus blochii</i>	41,67	6,12
	<i>Triportheus magdalenae</i>	83,33	5,91
	<i>Hoplosternum magdalenae</i>	33,33	5,86
	<i>Andinoacara latifrons</i>	66,67	5,63
	<i>Trichopodus pectoralis</i>	41,67	5,20
	<i>Dasylicaria filamentosa</i>	58,33	4,91
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	41,67	4,76
	<i>Trachelyopterus insignis</i>	41,67	4,22
	<i>Ctenolucius hujeta</i>	75,00	4,09
<i>Gilbertolus alatus</i>	33,33	3,83	
Ocasionales	<i>Astyanax caucanus</i>	25,00	6,19
	<i>Argopleura magdalenensis</i>	25,00	5,38
	<i>Cynopotamus magdalenae</i>	25,00	3,83
Comunes	<i>Eigenmannia virescens</i>	50,00	3,30
	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	41,67	3,30
	<i>Centrochir crocodili</i>	33,33	2,95
Raras	<i>Pimelodella chagresi</i>	16,67	3,48
	<i>Loricariichthys brunneus</i>	16,67	3,20
	<i>Curimata mivartii</i>	25,00	2,95
	<i>Sternopygus aequilabiatus</i>	25,00	2,61
	<i>Leporinus muyscorum</i>	16,67	2,61
	<i>Hoplias malabaricus</i>	16,67	2,10
	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	16,67	2,10
	<i>Rhambdia quelen</i>	16,67	2,10
	<i>Plagioscion magdalenae</i>	8,33	2,10
	<i>Oreochromis niloticus</i>	16,67	1,69
	<i>Geophagus steindachneri</i>	8,33	1,69
	<i>Ageneiosus pardalis</i>	8,33	1,00
	<i>Anchoa trinitatis</i>	8,33	1,00
	<i>Apteronotus mariae</i>	8,33	1,00
	<i>Creagrutus magdalenae</i>	8,33	1,00
	<i>Hyphessobrycon inconstans</i>	8,33	1,00
<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	8,33	1,00	

Fuente: Integral S.A. 2016

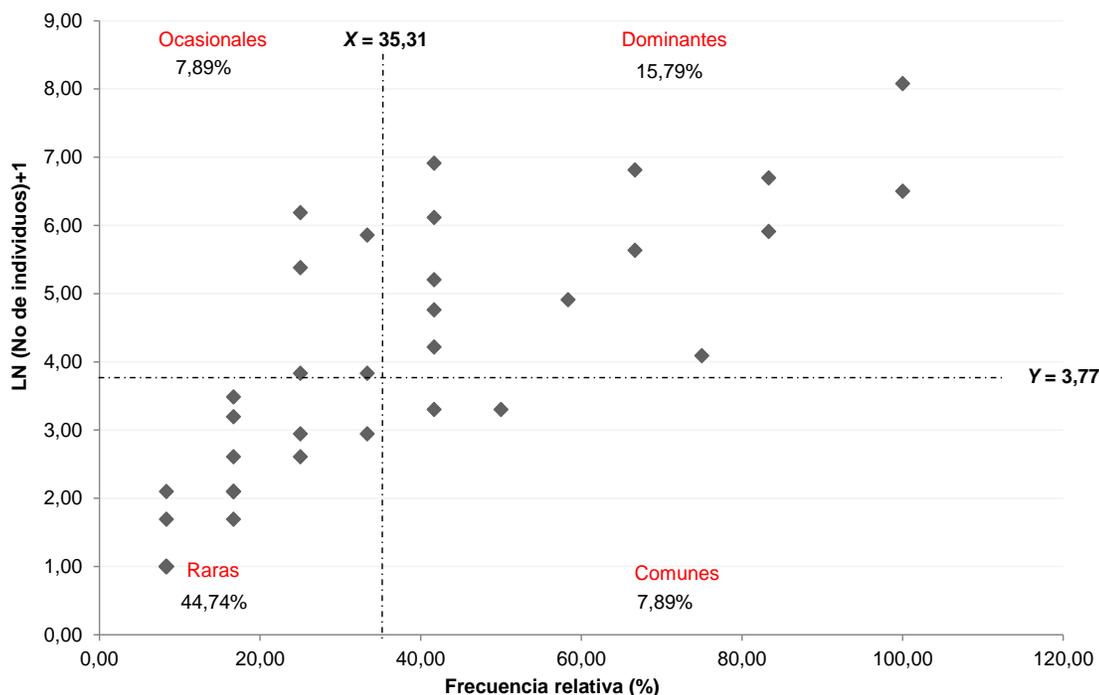


Figura 2-15 Representación gráfica de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969) donde se determina la separación de las especies con base en sus valores de abundancia ($LN + 1$) y frecuencia relativa (%).

Fuente: Integral S.A. 2016

- Estimadores de diversidad

De acuerdo con los estimadores ecológicos, se observó los valores más altos de diversidad ($H' \geq 2,00$) fueron obtenidos para las estaciones E37, E16 y E14, aunque para todos los casos, no se estableció una relación directa entre número de especies y diversidad (Shannon-Wiener H'), dado que los aportes de algunas especies como: *Astyanax caucanus* y *Cyphocharax magdalena*, inciden negativamente sobre los estimadores de Shannon y Pielou, y positivamente sobre el de Simpson, tal y como ocurrió para la estación E37, donde a pesar de ser la de mayor riqueza taxonómica junto a la E14, el estimador de Shannon fue inferior al de la estación E16, de que solo se registraron nueve especies.

En contraste, se encuentran las estaciones E26 (Ciénaga las Culebras) y E27 (Ciénaga La Raya), para las que se estimó un valor de diversidad inferior a $H' = 1,00$, valor que como se ha mencionado anteriormente, depende tanto de la riqueza taxonómica como de la abundancia de las especies, y si bien, para estas solo se registró cinco y seis especies respectivamente, el valor de Shannon disminuye debido a los aportes de especies como *Cyphocharax magdalenae* y *Caquetaia kraussii*, las cuales aportan entre el 37 y 63% de la abundancia total registrada para cada una de las estaciones.

Tabla 2-25 Estimadores ecológicos calculados para el grupo de estaciones CIE_CB

ID_Estación	Riqueza (S)	Número de individuos	Shannon_H	Dominancia_D	Equidad_J'
E14	22	579	1,99	0,20	0,64
E15	18	196	1,84	0,23	0,64
E16	9	31	2,01	0,15	0,92
E26	5	92	0,90	0,47	0,56
E27	6	51	0,97	0,55	0,54
E28	14	255	1,78	0,23	0,68
E29	17	353	1,62	0,31	0,57
E30	13	317	1,29	0,42	0,50
E33	11	232	1,85	0,20	0,77
E34	10	547	1,75	0,24	0,76
E36	14	315	1,84	0,24	0,70
E37	22	587	2,15	0,16	0,69

Fuente: Integral S.A. 2016

2.1.3 Especies migratorias y/o con algún grado de vulnerabilidad

En general, la mayoría de los peces migratorios de agua dulce en Colombia se agrupan en los órdenes Characiformes y Siluriformes. El estado actual de conocimiento permite registrar 110 especies de peces de agua dulce como migratorias en el país, agrupadas en 55 géneros, 14 familias y cuatro órdenes de peces óseos (Lasso *et al.* 2011). Barthem & Goulding (1997) han encontrado que especies como los grandes bagres en el Amazonas hacen migraciones de tipo trófico y reproductivo de más de 3.000 km. Estas especies no utilizan directamente las planicies inundadas pero dependen indirectamente de ellas, pues depredan las especies que salen de allí en la época de verano.

Para la campaña de muestreo objeto de este informe, se observó que de las 59 especies reportadas, 14 se encuentran incluidas bajo las categorías de amenaza: En peligro (EN), vulnerable (VU), Casi amenazada (NT) y preocupación, clasificación que se logra conforme a lo descrito en la serie de libros rojos dulceacuícolas y marinos de Mojica, *et al.* 2012, Mejía & Acero. 2002, y la a base de datos de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN 2014, y de las que al menos a 10 se les realiza algún tipo de aprovechamiento, que puede ser de tipo comercial o autoconsumo, entre



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



las que se encuentran *Ichthyoelephas longirostris* (jetudo), *Prochilodus magdalenae* (bocachico), *Brycon rubricauda* (paloma), *Pimelodus grosskopfii* (barbudo) y *Sorubim cuspicaudus* (blanquillo). En la Tabla 2-26, se presenta la clasificación taxonómica de las especies reportadas bajo alguna categoría de amenaza, y encontradas durante los muestreos de la primera campaña de 2016.

Tabla 2-26 Clasificación taxonómica y categoría de amenaza de las especies reportadas en el área de influencia de la Hidroeléctrica Ituango capturadas en la cuarta campaña de 2015

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza nacional (Mojica, et al. 2012 y Mejía&Acero. 2002) Internacional (UICN)	Abundancia	Biomasa (g)
Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya	Casi amenazada - NT*	4	280,89
Characiformes	Curimatidae	<i>Curimata mivartii</i>	Vizcaina	Casi amenazada - NT*	10	267,34
				Vulnerable (VU)***		
	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Jetudo, pataló	En Peligro - EN*	1	477,80
				<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	Vulnerable - VU*
	Anostomidae	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelón, dentón, mohino	Vulnerable - VU*	14	1.366,93
	Characidae	<i>Cynopotamus magdalenae</i>	Chango	Casi amenazada - NT*	24	1.715,99
<i>Microgenys minuta</i>				Sardina	Casi amenazada - NT*	7
Bryconidae	<i>Brycon rubricauda</i>	Sardinata, paloma, sabaleta	Casi amenazada - NT*	15	2.009,63	
Siluriformes	Auchenipteridae	<i>Ageneiosus pardalis</i>	Doncella	Vulnerable (VU)***	2	708,17
	Pimelodidae	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	barbudo, capaz	Vulnerable (VU)***	49	4.094,18
				<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Blanquillo	Vulnerable (VU)***
	Heptapteridae	<i>Pimelodella macrocephala</i>	Picalón, rengue	Vulnerable (VU)***	11	10,75
Perciformes	Sciaenidae	<i>Plagioscion magdalenae</i>	Pacora	Casi amenazada - NT*	4	350,13
	Osphronemidae	<i>Trichopodus pectoralis</i>	Gurami, trucha barbona	Preocupación menor - LC***	67	2.703,20
					296	23.599,98

Fuente: Integral S.A. 2016

* (Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia, Mojica *et al.* 2012) ** (Libro rojo de peces marinos de Colombia, Mejía y Acero, 2002) *** The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014. Versión 2. (Web visited <http://www.iucnredlist.org/>).



2.1.4 Rutas de migración (Marca - recaptura)

Previo al análisis, es importante precisar que para efectos de optimizar la actividad de marcaje y recaptura se optó por aprovechar los eventos migratorios de las especies reófilas presentes en la cuenca media y baja del río Cauca, restringiendo entonces la actividad únicamente para los periodos de migración de subienda (véase la Figura 2-16), para los cual se definieron ocho puntos fijos de marcaje ubicados entre las poblaciones de Nechí (Cauca bajo - Antioquia) y Bolombolo (Cauca – medio – Antioquia), además con un punto fijo de marcaje y recaptura en el sitio de obras principales proyecto hidroeléctrico, aguas abajo y aguas arriba de los túneles de desvío. Para dicha actividad se destinan 15 días efectivos de pesca y marcaje, previamente realizando seguimiento a la subienda de peces mediante el contacto permanente con pescadores de las poblaciones de Nechí, Caucasia, Puerto Valdivia, Santa Fe de Antioquia y Bolombolo, en procura que la actividad tenga mayor efectividad.

Respecto a la temporalidad, esta se define teniendo en cuenta lo descrito en la curva teórica del comportamiento migratorio de las especies de la cuenca Magdalena-Cauca (véase la Figura 2-16), entre los meses de diciembre y marzo, se presenta la principal migración de las especies reófilas de la cuenca. En este sentido, la información correspondiente a dicho componente se presentan de manera general y hacen parte de los resultados obtenidos para la primer jornada de marcaje de 2016, pues la próxima se prevé para los meses de Julio-Agosto, periodo en que se espera de inicio la subienda de mitaca.

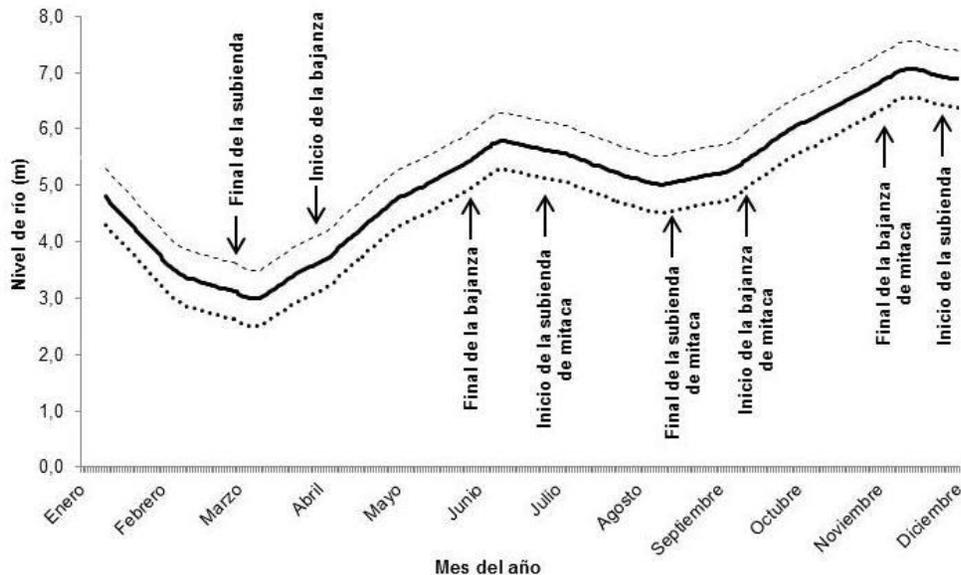


Figura 2-16 Curva teórica del comportamiento migratorio de las especies de la cuenca Magdalénica conforme a los periodos hidrológicos

Fuente: Gualdrón-Silva, M. 2004, en: INPA 1996b.

Teniendo en cuenta lo anterior, durante la actividad de marcaje realizada entre los meses de enero y febrero de 2016 se marcó un total de 466 individuos, pertenecientes principalmente a la especie *Prochilodus magdalenae* (bocachico) con el 62,23%, seguido del barbudo (*Pimelodus grosskopfii*) con el 18,24%, la arenca (*Triporthus magdalenae*) con el 7,3% y el jetudo (*Ichthyoelephas longirostris*) con el 4,94% (véase la Tabla 2-27).

Respecto a la distribución de los aportes, 307 individuos corresponden a capturas logradas entre las poblaciones de: Nechí, Caucasia, Puerto Valdivia, Santa fe de Antioquia y Bolombolo, siendo Puerto Valdivia el sitio donde se logró marcar el mayor número de individuos, donde el barbudo, el bocachico y la arenca, fueron las que especies de las que mayor número de individuos se marcó (125 ind).

Entre tanto, para los sitios ubicados en la zona del proyecto (Río Ituango – desembocadura y Río San Andrés – desembocadura), se marcó un total de 159 individuos, de los cuales el 100% se capturó sobre la desembocadura del río Ituango y la salida de los túneles de desvío. Allí se registró un total de cinco especies, incluyendo la presencia de un bagre rayado (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*), especie no detectada en este sitio durante los aproximadamente cinco años de monitoreo, lo que constituye como un nuevo registro para el proyecto (véase la Tabla 2-27).

Tabla 2-27 Cantidad de individuos por especie colectados y marcados durante la primera jornada de 2016

Especie	Nombre común	Nechí	Caucasia	Puerto Valdivia	Río Ituango – desembocadura*	Santa fe de Antioquia	Bolombolo	Total
<i>Ageneiosus pardalis</i>	Doncella		1					1
<i>Brycon moorei</i>	Dorada	1						1
<i>Curimata mivartii</i>	Vizcaína		1					1
<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Jetudo		2		17	1	3	23
<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelón	2	2	4			1	9
<i>Pimelodus blochii</i>	Barbudo			5		1	5	11
<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Barbudo			52	12		21	85
<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	34	68	39	121	23	5	290
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	Bagre rayado				1			1
<i>Salminus affinis</i>	Picuda		1		8			9
<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Blanquillo			1				1
<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca			34				34
Total		37	75	135	159	25	35	466

Fuente: Integral S.A. 2016

De acuerdo con el registro de campo, dicho individuo se capturó sobre la descarga de los túneles de desviación, presentó una longitud estándar de 700 mm (70 cm), una biomasa de 2.980 gramos, y después del registro de datos biométricos y la inserción de la marca sobre su región dorsal, fue liberado tal y como se observa en la Fotografía 2.2.

Respecto al porcentaje de recapturas aguas arriba del túnel de desviación durante la salida de campo (Río San Andrés – desembocadura), esta fue del 0,00%, por lo que se puede inferir que ninguno de los individuos marcados atravesó los 1,1 km de túnel que conectan el río Cauca desde el sitio de desviación hasta su descarga. Dicha actividad se realizó en proximidades del puente Tenche (aguas arriba del portal de entrada), donde tampoco se recapturaron individuos de los marcados aguas abajo.



a. Registro datos biométrico



b. Inserción de marca



c. Liberación

Fotografía 2.2 Captura, registro biométrico, marcaje y liberación de individuo de bagre rayado, cerca de la desembocadura del río Ituango

Fuente: Integral S.A. 2016

No obstante, es importante precisar que a la fecha (abril - 2016) se ha logrado la recaptura de tres individuos de la especie *Prochilodus magdalenae* (bocachico), de los cuales dos describieron movimiento descendente de aproximadamente 59,0 km, cuyo origen (marcaje) fue la estación Río Ituango – desembocadura, y el sitio de recaptura fue en el corregimiento el Doce, siete y 25 días después respectivamente de su liberación (véase la Tabla 2-28). El otro individuo fue capturado y marcado en el municipio de Santa fe de Antioquia (Puente Real), el cual no describió ningún tipo de movimiento (estacionario), pues fue recapturado 15 días después en la desembocadura del río Tonusco.

Tabla 2-28 Tiempo, distancia y movimiento descrito por las especies marcadas y recapturadas en el área de estudio

Estación de marcaje	Fecha de marcaje	Código	Especie	Lugar de recaptura	Fecha de recaptura	Días	km	Tipo de movimiento
Río Ituango – desembocadura*	30/01/2016	5158	<i>Prochilodus magdalenae</i>	El Doce	06/02/2016	7	59,00	Descendente
Río Ituango – desembocadura	31/01/2016	5135	<i>Prochilodus magdalenae</i>	El Doce	24/02/2016	25	59,00	Descendente
Santa fe de Antioquia	03/02/2016	5631	Santa fe de Antioquia	Caucasia	18/02/2016	15	0,00	Estacionario

Fuente: Integral S.A. 2016

Teniendo en cuenta lo anterior, a la fecha se registra un porcentaje de recapturas del 0,6%, y junto a los datos anteriores esta se mantiene en el 0,3%, los que de manera general podrían considerarse bajos. Sin embargo, es importante precisar que esta misma ha sido implementada en proyectos similares donde si bien los porcentajes de

recaptura se encuentran entre 2,00% y 5,00%, estos se han logrado en un periodo de aproximadamente nueve años (Makrakis et al., 2007).

Adicionalmente, conforme se desarrollaban las actividades rescate se realizó el marcaje de algunos individuos de las especies: *Prochilodus magdalenae* (bocachico), *Ichthyocephalus longirostris* (jetudo), *Brycon rubricauda* (sabaleta), *Salminus affinis* (picuda), *Pimelodus grosskopfii* (barbudo) y *Pseudopimelodus bufonius* (bague sapo). Dicha actividad tuvo lugar en los mismos sitios de pesca y liberación, así como en algunas estaciones de la cuenca baja ubicadas sobre las poblaciones de Puerto Valdivia Caucasia y Nechí, aunque no se obtuvieron recapturas de estos individuos aguas arriba.



Fotografía 2.3 Biometría y marcaje de peces migradores durante la actividad de rescate

Fuente: Integral S.A. 2015

De acuerdo con (Lucas & Baras, 2001), los movimientos migratorios de peces de agua dulce se encuentran fuertemente influenciados por la variación de las condiciones ambientales, siendo la fluctuación del nivel de las aguas el principalmente detonante para las especies de ecosistemas tropicales y subtropicales. Adicionalmente, dichos autores afirman que los movimientos ocurren principalmente durante los periodos secos, donde si bien parámetros como: el pH, la temperatura, la conductividad, la concentración de oxígeno y los niveles de sales, influyen de manera importante, la salida de los peces de los planos inundables ocurre comúnmente para escapar de las áreas que se están secando, donde la disponibilidad de recursos es muy limitada, la depredación es alta y los niveles de oxígeno se encuentran por debajo de los límites tolerables.

En este sentido, relacionando lo planteado por Lucas & Baras (2001), los registros de las subidas, el arribo y alta abundancia de especies como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*) en la zona del proyecto durante los últimos dos años, y los niveles de caudal registrados para los periodos finales de los años 2015 y 2016, es posible

establecer un vínculo entre la hipótesis, los registros obtenidos durante el monitoreo y el estado actual de los niveles de caudal en la cuenca producto del fenómeno del niño tal y como puede evidenciarse en la Figura 2-17 donde se observa que los niveles registrados al 30 de diciembre de 2015 se encuentran en un 50% menos de los niveles históricos registrados para la mayoría de los casos (Cuenca Cauca).

Adicionalmente, en la Fotografía 2.4 se presentan el estado de algunas de las ciénagas de la cuenca baja (Ciénaga Piqué, complejo cenagoso las Panelas, Pinillos - Bolívar), y uno de los chorros de la cuenca media, los que eventualmente regulan el paso de algunas especies migratorias, evidenciándose en estos sitios el bajo nivel del agua en el que se encontraba el río y planos inundable durante la época de muestreo.

Respecto a la actualización de las áreas de desove, entre los años 2012 y 2015 han sido identificados 31 taxones pertenecientes a los órdenes Characiformes, Siluriformes, Cyprinodontiformes y Perciformes, de los cuales ocho se encuentran identificados a nivel de especies, tres a género, y los 20 restantes hasta morfotipo. Para este grupo de especies se ha identificado que su estrategia reproductiva comprende el desove en ríos y quebradas, el cual deriva hasta alcanzar las planicies de inundación, para continuar con su crecimiento y desarrollo; no obstante, la literatura disponible solo permite identificar a nivel de género o especie cerca de diez taxones de ictioplancton entre los que se encuentran: *Astyanax* sp, *Brycon* sp, *Curimata mivartii*, *Leporinus muyscorum*, *Pimelodus* sp, *Prochilodus magdalenae*, *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, *Salminus affinis* y *Sorubim cuspicaudus*, de modo tal que gran parte del ictioplancton reportado en el presente informe será clasificado hasta orden taxonómico y estadio de desarrollo ontogénico. Es importante precisar que para la identificación taxonómica del ictioplancton se utilizó la clave preliminar de Jiménez-Segura (2007) sobre especies y formas de ictioplancton en el periodo larval de la cuenca del Magdalena, la cual aún no ha definido los caracteres para todos los morfos del ictioplancton, encontrándose algunos identificados hasta género o morfoespecie.

Welcomme 1979, Araujo-Lima *et al.* 1994 y Vazzoler 1996 (En: Jiménez-Segura, 2007), describen que en la mayoría de especies de peces de ríos tropicales, la reproducción es un fenómeno estacional, y ocurre principalmente durante la época de lluvias, donde las crecientes funcionan como señal sincronizadora, y el máximo nivel del agua actúa como indicador del final del periodo reproductivo. Adicionalmente, Junk, *et al.*, 1987 y Agostinho *et al.*, 2003, afirman que el ictioplancton (huevos y embriones) que deriva aguas abajo a lo largo de los cauces principales y/o tributarios, al llegar al periodo larval se concentra en las márgenes y en las zonas de remanso, donde posteriormente ingresan a las áreas inundables para terminar su desarrollo y crecimiento, evento que se da durante las crecientes, para aprovechar el pulso de inundación permitiendo el ingreso de la prole a los complejos cenagosos.



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



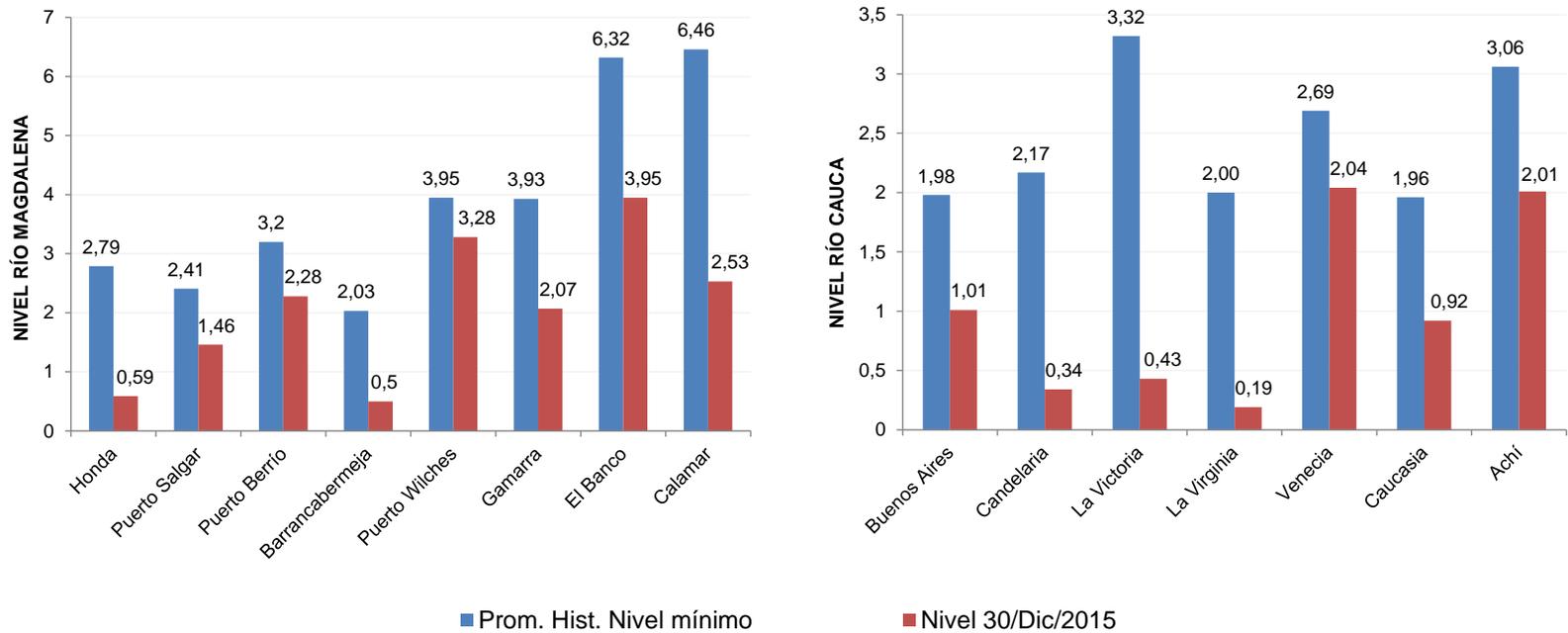


Figura 2-17 Registro de niveles históricos vs niveles actuales en diferentes estaciones hidrométricas sobre el Magdalena

Fuente: www.ideam.gov.co - Consultado el 08 de febrero de 2016



Complejo cenagoso las Panelas – Próximo al municipio de Pinillos Bolívar (Febrero 2016)



Río Cauca – Chorro de la Guamera (Límite entre Ituango y Valdivia (Diciembre – 2015)

Fotografía 2.4 Registro fotográfico de los niveles de dos de los sitios de muestreo en los tramos bajo y medio de río Cauca

Fuente: Integral S.A. 2015

Con los datos obtenidos a la fecha (febrero 2015) se ha observado que los sitios con mayor cantidad de huevos, embriones o larvas por m³, son aquellos ubicados sobre la cuenca baja del río Cauca (Nechí, Achí, Río Caribona y Pinillos), resultados que se asocian con las hipótesis planteadas por los autores anteriormente citados. Adicionalmente, los resultados del monitoreo indican que los picos más altos de ictioplancton se han presentado durante los meses de marzo-mayo y agosto, en los que se ha registrado cerca del 50% del total del material colectado. Teniendo en cuenta lo anterior, en la Figura 2-18, se presenta un esquema en el que se visualiza la distribución de las estaciones de muestreo de ictioplancton, donde además se identifican los sectores en los que posiblemente se están dando los procesos reproductivos de dichas especies, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. En primer lugar, para la cuenca media se registró una abundancia general de tres individuos que representan el 1,3% del total, siendo la estación Santa Fe de Antioquia la única donde se colectaron individuos de ictioplancton, y aunque en este tramo se encuentran otras cinco estaciones de muestreo (Sabanalarga, río San André, río Ituango, La Guamera y río Espíritu Santo), los registros obtenidos de abundancia y densidad han sido iguales a cero. En este sentido, la presencia de estadios iniciales en la estación Santa Fe de Antioquia, puede corresponder a individuos de especies residentes o poblaciones locales de algunas especies reófilas que posiblemente no tienen la misma capacidad migratoria. Por ejemplo, Pareja-Carmona, et al. (2014), ha encontrado que para la cuenca alta del río Magdalena (aguas arriba del embalse de Betania), especies como las del género *Pimelodus* spp y el *Prochilodus magdalenae* (bocachico), a pesar de la barrera física impuesta por la presa, localizan sus áreas de desove en el cauce principal del río Magdalena, aunque solo en sitios específicos como Puerto Seco, Peña Alta y en el río Páez, resultados que por sus características pueden estar asociados a desoves locales.
2. Se observa que la mayoría de individuos del ictioplancton se registró en la cuenca baja del río Cauca, sobre un tramo de aproximadamente 295 km, comprendido entre las poblaciones de Puerto Valdivia y Pinillos, donde se encuentran importantes tributarios como los ríos: Tarazá, Man, Nechí y Caribona, y alberga importantes complejos cenagosos como el de Colombia, Montecristo y los del Brazo de Loba. Sobre este tramo se ha colectado el 98,3% del ictioplancton, con las abundancias importantes más importantes desde la estación Cáceres hasta la localidad de Pinillos, destacando los registros obtenidos en la estación Achí, donde es probable que gran cantidad de los individuos registrados provengan de los ríos Caribona y Nechí. Así mismo, la presencia de estadios iniciales en las estaciones: Cáceres, La Ilusión y Nechí, puedan estar relacionados con desoves localizados en la cuenca principal (río Cauca) y/o tributarios como los ríos Man y

Tarázá; condición que se ha mantenido durante los años de monitoreo, y lo cual sugiere que es posible que la dinámica migratoria de las especies se mantenga teniendo en cuenta lo descrito en la literatura.

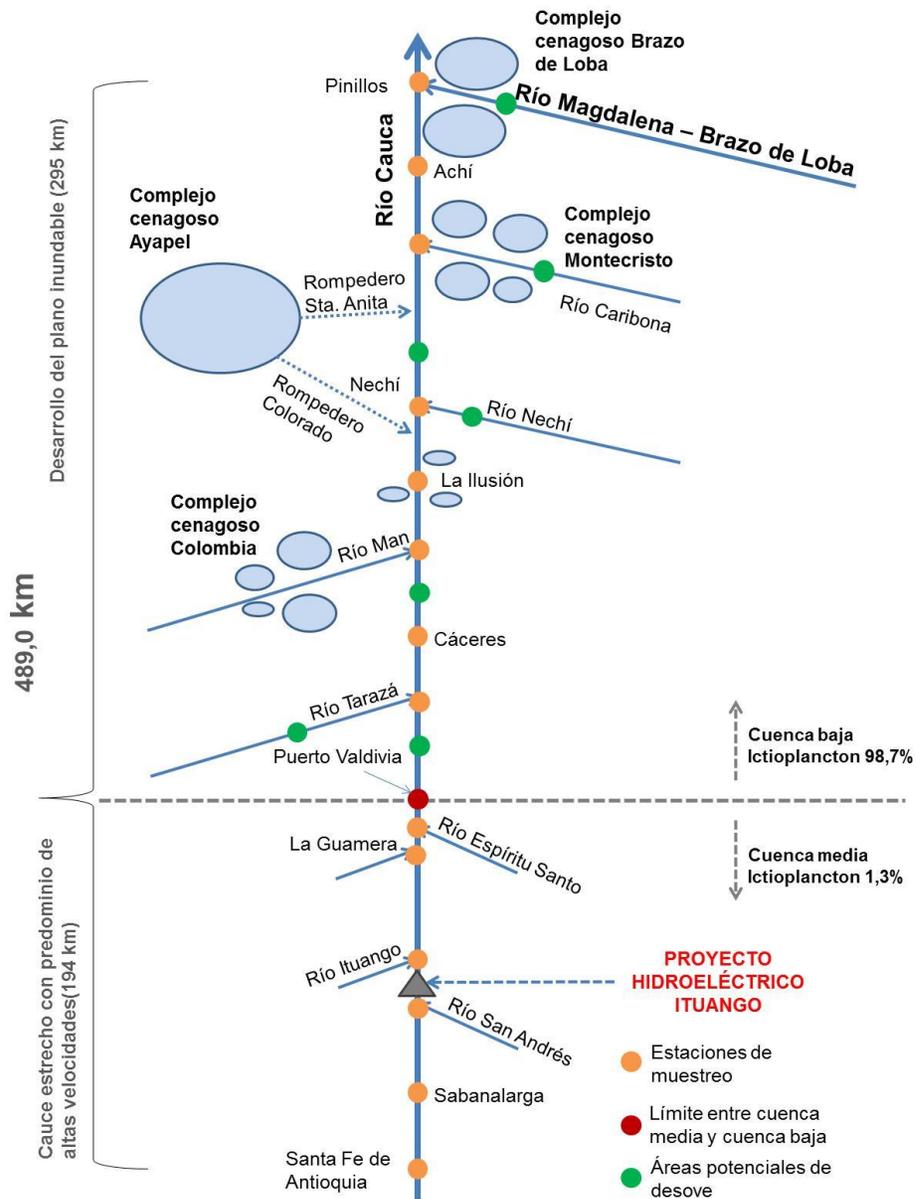


Figura 2-18 Diagrama de distribución de las estaciones de muestreo, y ubicación de los sectores definidos como potenciales áreas de reproducción

Fuente: Integral S.A. 2015

En este sentido, con los resultados obtenidos a la fecha es posible identificar de manera parcial los momentos de reproducción y picos de los mismos, siendo esta una herramienta importante para el seguimiento de las poblaciones de peces, sobre todo en la identificación de las potenciales áreas de desove de los peces migratorios de la cuenca. Además, la información sobre la ubicación, el tamaño y las características de los sitios de reproducción, es útil para definir acciones de manejo y conservación de los recursos pesqueros explotados tal y como lo definen autores como: Oliveira y Araujo-Lima 1998, Nakatani 1999 y Jiménez-Segura 2007, en: Pareja-Carmona, *et al.* 2014.

2.2 ANÁLISIS GENERAL PARA LA COMUNIDAD ÍCTICA ENTRE LOS AÑOS 2012 Y 2016

De acuerdo con lo registrado entre los años 2012 y 2014, las campañas 1 y 4 de 2015, y la primera de 2016 (enero-febrero) para las 56 estaciones se tiene un registro total de 108 especies, agrupadas en 32 familias y ocho órdenes taxonómicos, siendo los Siluriformes y Characiformes los de mayor importancia en términos de riqueza específica con 48 y 42 especies respectivamente (véase la Tabla 2-29).

Tabla 2-29 Número de familias y especies reportadas para uno de los órdenes taxonómicos identificados en las estaciones de muestreo entre los años 2012 y 2016

Orden taxonómico	No de familias	No de especies
Myliobatiformes	1	1
Elopiformes	1	1
Clupeiformes	1	1
Characiformes	12	42
Siluriformes	11	48
Gymnotiformes	2	5
Cyprinodontiformes	1	1
Perciformes	3	9
Total	32	108

Fuente: Integral S.A. 2016

Teniendo en cuenta los aportes conjuntos de los años 2012-2016, en Tabla 2-30 y la Figura 2-19 se presenta el comportamiento de los aportes de abundancia y riqueza específica para cada uno de los años de muestreo, en las que de manera general se observa que si bien los valores más altos de abundancia y riqueza están dados para los años 2013 y 2014, no existen diferencias importantes entre los valores evaluados para las diferentes años de muestreo (véase la Tabla 2-30 y la Figura 2-19), exceptuando los de 2016, aunque esto se debe básicamente a que los datos corresponden a una sola campaña. Entre tanto, se observan algunos datos atípicos, los cuales se encuentran

relacionados en gran medida por las abundancias registradas en algunas estaciones como: E15, E37, E13, E34 y E1 de las que se cuantifica cerca del 50% del total de individuos registrados para todos los años de muestreo, y entre las que se encuentran especies como: *Cyphocharax magdalenae* (viejito), *Astyanax fasciatus* (Sardina coliroja), *Triportheus magdalenae* (arenca), *Argopleura magdalenensis* (sardina) y *Trachelyopterus insignis* (cachegua).

Tabla 2-30 Distribución de los valores mínimos, máximos y cuartiles (Q1, Q2, Q3) para la abundancia y la riqueza específica entre los diferentes años de muestreo

Valores	2012		2013		2014		2015		2016	
	Abund	Riqueza	Abund	Riqueza	Abund	Riqueza	Abund	Riqueza	Abund	Riqueza
MIN =	5	1	7	2	7	2	7	1	1	1
Q1 =	74	8	170,75	9,5	146,5	8,5	120,5	7,5	96,3	5
Q2 =	169	15	437	18	516,5	20	151	16	213	9
Q3 =	892,5	24	945,5	24	986,25	25	549	20	334,25	12
MAX =	1.782	45	1.867	35	1.834	37	1.380	33	587	22

Abund. (Abundancia en número de individuos), Riqueza (riqueza específica expresada en número de especies S.)

Fuente: Integral S.A. 2016

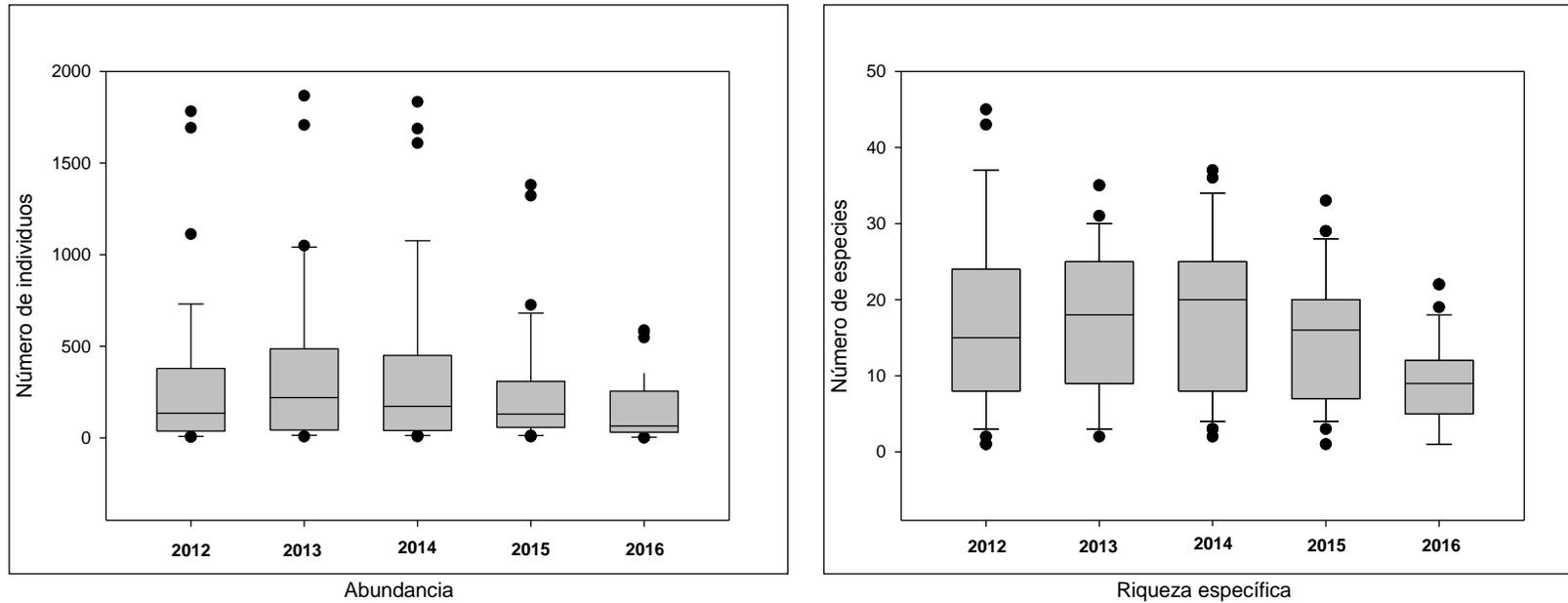


Figura 2-19 Diagrama de caja y bigotes (box plot) para los valores de abundancia y riqueza específica entre los diferentes años de muestreo

Fuente: Integral S.A. 2016

Entre tanto, los estimadores de diversidad alfa y beta, permiten evidenciar como se estructura la comunidad íctica entre los diferentes grupos de estaciones, y las estaciones que conforman dichos grupos. De manera general, en la Tabla 2-31 y la Figura 2-20 se observa que en la medida que se desciende a través de las estaciones de la cuenca, aumentan los valores de abundancia y riqueza específica, y a su vez los valores de diversidad de Shannon, los que en su mayoría estuvieron en el rango medio y alto conforme a lo propuesto por Pla, L. 2006 y McDonald (2003).

De acuerdo a lo anterior, se observa que de los grupos evaluados aquellas ubicadas sobre la cuenca baja, es decir, tanto las estaciones sobre el cauce principal del río, ciénagas y afluentes son las que presentan los valores más importantes de riqueza y diversidad, entre las que se destacan las estaciones E14 del grupo CIE_CB, E17 para RC_CB, y E13 de AFL_CB, en las cuales, se obtuvieron los valores más importantes de diversidad, oscilando entre 2,69 y 1,77 ind/nat, los que a su vez contrastan por los obtenidos para las estaciones E19 y E20, de las que se obtuvo valores inferiores a 1,00 ind/nat. Por otra parte, se construyó la curva de acumulación de especies con los datos compilados de los años 2012 y 2016, en la que además se tuvo en cuenta todas las estaciones y cada una de las campañas muestreo (véase la Figura 2-21). En esta se observa que para todos los grupos de estaciones la curva alcanza el máximo de especies esperadas y por tanto su estabilización, indicando que el esfuerzo de muestreo es suficiente, alcanzando el número máximo de especies esperadas aproximadamente entre las muestras 100 y 130, logrando además un R^2 cercano al 100% para todos los grupos de estaciones.

Tabla 2-31 Distribución de los valores mínimos, máximos y cuartiles (Q1, Q2, Q3) para la abundancia y la riqueza específica entre los diferentes años de muestreo

ID_Grupo estaciones	ID_Estación	Riqueza (S)	Número de individuos	Shannon_H	Dominancia_D	Equidad_J
QAE	QAE01	1	112	0,00	1,00	0,00
	QAE02	3	14	0,66	0,64	0,60
	QAE03	6	78	1,04	0,47	0,58
	QAE04	2	206	0,03	0,99	0,04
	QAE05	17	148	1,98	0,21	0,70
	QAE06	22	276	1,67	0,34	0,54
	QAE07	9	108	1,47	0,29	0,67
	QAE08	17	111	1,51	0,44	0,53
	QAE09	11	92	1,94	0,19	0,81
	QAE10	6	39	1,61	0,22	0,90
	QAE11	5	35	0,95	0,52	0,59
	QAE12	8	80	1,18	0,46	0,57
	QAE13	8	109	1,31	0,40	0,63
	QAE14	1	4	0,00	1,00	0,00

ID_Grupo estaciones	ID_Estación	Riqueza (S)	Número de individuos	Shannon_H	Dominancia_D	Equidad_J
	QAE15	12	129	1,58	0,35	0,63
	QAE16	9	112	1,58	0,27	0,72
	QAE17	5	77	0,75	0,57	0,47
RC_CM	E1	36	3224	1,35	0,47	0,38
	E2	41	1069	2,54	0,12	0,68
	E3	17	173	1,58	0,35	0,56
	E3,1	14	364	1,39	0,44	0,53
	E5	22	111	2,56	0,10	0,83
	E6	17	141	2,04	0,19	0,72
	E7	17	128	2,24	0,17	0,79
	E8	21	246	2,23	0,14	0,73
	E9	35	546	2,56	0,12	0,72
AFL_CM	E4	11	27	2,03	0,17	0,85
	E19	13	174	1,88	0,21	0,73
	E20	7	56	0,60	0,77	0,31
	E21	16	112	1,96	0,23	0,71
	E22	20	140	2,34	0,14	0,78
	E23	8	90	1,25	0,43	0,60
	E24	36	472	2,72	0,12	0,76
RC_CB	E10	40	640	2,18	0,23	0,59
	E11	24	556	2,31	0,13	0,73
	E12	35	763	2,81	0,08	0,79
	E17	48	1611	2,89	0,07	0,75
	E18	36	1243	2,58	0,10	0,72
	E25	39	617	2,86	0,08	0,78
	E31	38	1240	2,39	0,14	0,66
	E32	36	930	2,79	0,09	0,78
	E35	35	795	2,58	0,11	0,73
	E38	34	1502	1,93	0,33	0,55
AFL_CB	E13	44	4759	1,77	0,36	0,47
	E19	13	174	1,88	0,21	0,73
	E32	36	930	2,79	0,09	0,78
CIE_CB	E14	52	5217	2,69	0,12	0,68
	E15	51	5775	2,74	0,10	0,70
	E16	59	2519	3,12	0,06	0,76
	E26	34	1160	2,39	0,17	0,68
	E27	38	805	2,55	0,15	0,70
	E28	28	1049	2,29	0,16	0,69
	E29	32	1919	2,52	0,14	0,73
	E30	43	1586	2,49	0,17	0,66
	E33	32	2138	2,28	0,15	0,66
	E34	34	3095	2,10	0,19	0,60
	E36	46	3135	2,24	0,23	0,58
	E37	46	5317	2,41	0,15	0,63

Fuente: Integral S.A. 2016

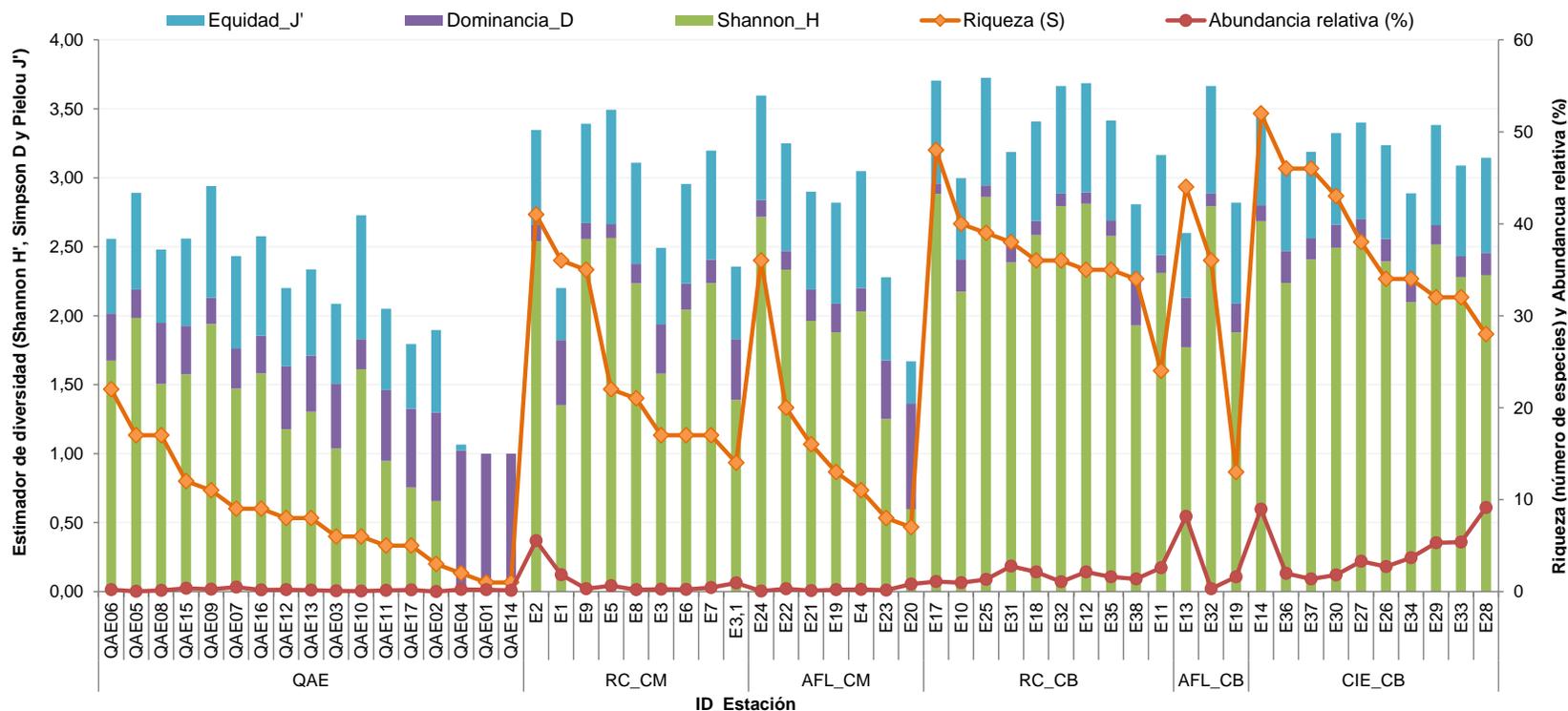


Figura 2-20 Representación gráfica de los estimadores de diversidad alfa y abundancia específica en cada una de las estaciones de muestreo, para todas las campañas y años de monitoreo

Fuente: Integral S.A. 2016

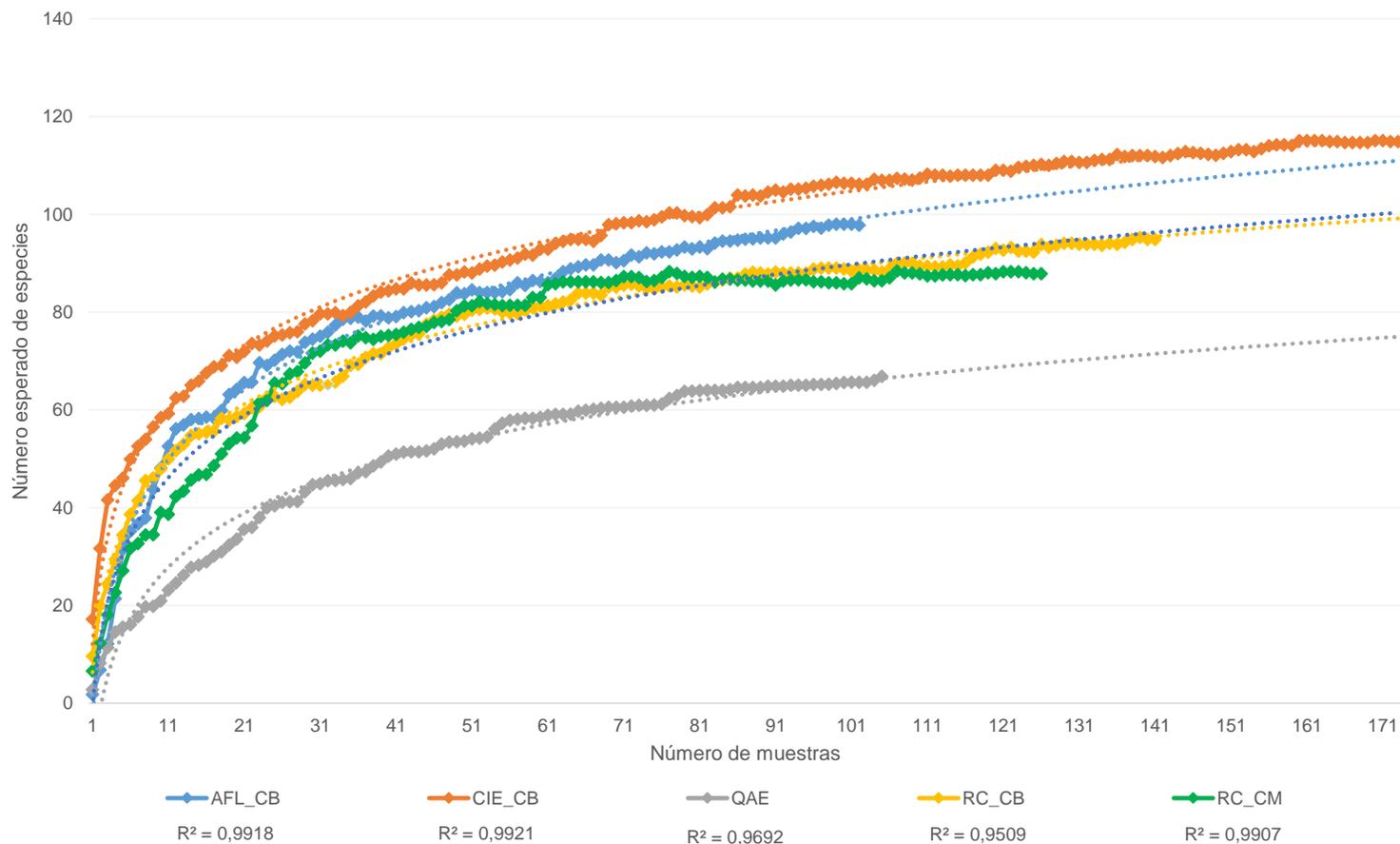


Figura 2-21 Curva de acumulación de especies esperada aplicando el estimador de diversidad beta Jack-Knife para los diferentes grupos de estaciones evaluadas

Fuente: Integral S.A. 2016

Adicionalmente, se construyó la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969), con la cual se logró categorizar e identificar las especies dominantes, comunes, ocasionales y raras dentro del ensamble, obteniendo un resultado similar al calculado para la campaña anterior. El grupo de especies “dominantes” estuvo conformado un total de 45 taxones, de los cuales 21 pertenecen al orden Characiformes, 16 a los Siluriformes, cuatro a los Perciformes, tres a los Gymnotiformes y finalmente uno del orden Cyprinodontiformes con su único representante *Poecilia caucana*. En el orden Characiformes se encuentran especies como: *Cyphocharax magdalenae* (viejito), *Triportheus magdalenae* (arenca), *Astyanax fasciatus* (sardina coliroja), *Roeboides dayi* (changuito) y las sardinias *Astyanax magdalenae* y *Argopleura magdalenensis*, las cuales cerca del 60% de la abundancia total registrada.

Entre tanto, las “comunes” y las “ocasionales” se reduce a 12 taxones representados principalmente por especies de mediano a pequeño porte y bajo o ningún valor comercial, siendo el jetudo (*Ichthyoelephas longirostris*) y la dorada (*Brycon moorei*), y algunos representantes de las familias Loricariidae (corronchos), las únicas de este grupo de las que se realiza algún aprovechamiento o hacen parte de las pesquerías locales. Por último, con la reducción en el número de especies comunes y ocasionales, el grupo de especies “raras” se incrementa entonces a 54 taxones, entre las que se encuentran las mencionadas durante la campaña pasada: anchoa (*Anchoa trinitatis*), el sábalo (*Megalops atlanticus*) y la pacora (*Plagioscion surinamensis*), de las cuales se sabe que son especies de hábitos marinos, aunque en ocasiones pueden incorporarse a sistemas continentales y desarrollar movimientos migratorios a través de estos, algunas migradoras de la cuenca como la picuda (*Salminus affinis*), las introducidas a la cuenca *Oreochromis niloticus* (tilapia), *Piaractus brachypomus* (cachama blanca) y *Colossoma macropomum* (cachama negra), y otras especies de pequeño y mediano porte, que no revisten mayor importancia en la pesquerías locales.

Respecto a la distribución espacial de las especies, mediante un análisis de correspondencia se puede evidenciar una variabilidad acumulada del 45% sobre los dos primeros; y aunque este valor puede considerarse bajo, se identifica una tendencia a la diferenciación de la distribución de las especies a nivel espacial (véase la Figura 2-22), resultado que se encuentra asociado tanto a la presencia como a la abundancia de las especies encontradas dentro de las diferentes estaciones y momentos de muestreo.

En general, entre las especies que definen las asociaciones se encuentran tanto migradoras como residentes, donde cerca del 61% de las especies descritas, y que entre las cuales se reportan 15 migratorias, se encuentran asociadas a los ecosistemas de la cuenca baja, es decir, río, ciénagas y afluentes. Por otra parte se encuentran especies como *Astyanax fasciatus* (sardina coliroja), *Pseudopimelodus bufonius* (bagre sapo) e *Hyphessobrycon inconstans* (sardina), las cuales se encuentran asociadas a los



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



diferentes tipos de hábitats tanto de la cuenca media, como de la cuenca baja; y finalmente, las especies *Chaetostoma leucomelas* (corroncho), *Hemibrycon boquiae* (sardina), *Brycon moorei* (dorada) y *Brycon henni* (sabaleta), cuya distribución se restringe a las quebradas y afluentes de la cuenca media.

En cuanto a los aspectos reproductivos, durante los diferentes años de monitoreo se han sexado 6.470 individuos de 22 especies, en su mayoría migratorias, en los siguientes estadios de desarrollo gonadal Vazzoler (1996):

- Inmaduros (estadio A) = 31,4%
- En Maduración (estadio B) = 26,0%
- Maduros (estadio C) = 14,2%
- Desovados (estadio D) = 7,6%
- No determinado = 20,8%

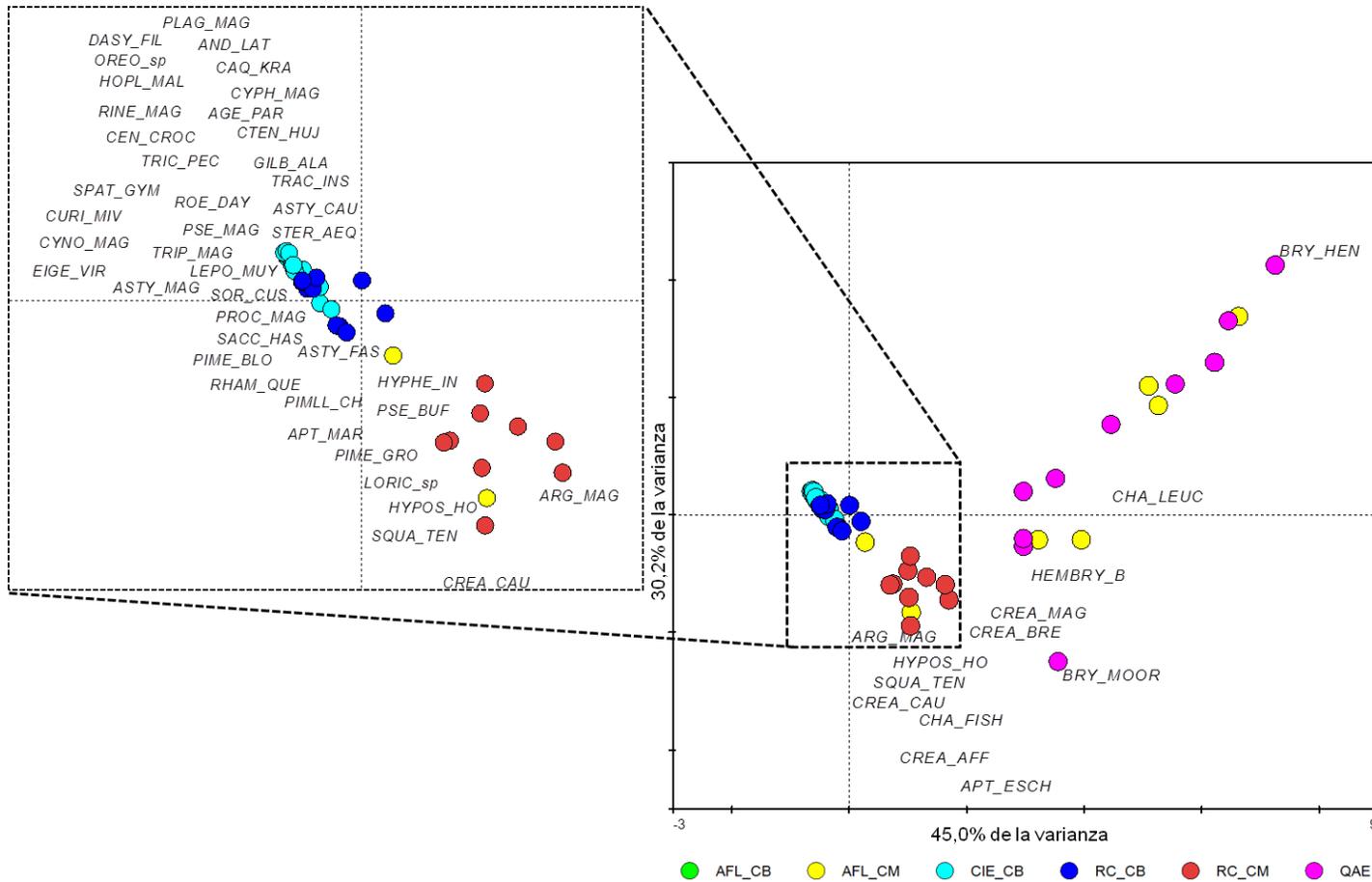


Figura 2-22 Análisis de correspondencia para las especies dominantes entre los diferentes grupos de estaciones de muestreo

Fuente: Integral S.A. 2016

Para efectos del análisis de temporalidad reproductiva, se seleccionaron únicamente los individuos en estadio C (maduros), de las especies presentadas en la Tabla 2-32 y la Figura 2-23, observándose que en la mayoría de los casos dichos resultados comparten relación con lo propuesto en la literatura (Lasso, et al. 2011), y lo descrito por algunos pescadores de la zona de estudio. En estos casos la mayor porción de individuos maduros ocurre durante las campañas 1 y 2 del año, es decir entre los meses enero-febrero (estiaje) y abril-mayo (aguas en ascenso) respectivamente, donde se reproducen las principales especies de peces migradoras como: el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), los barbudos (*Pimelodus blochii* y *Pimelodus grosskopfii*), el comelón (*Leporinus muyscorum*) y el blanquillo (*Sorubim cuspicaudus*).

Entre tanto, algunos pescadores artesanales y deportivos del tramo Ituango y Bolombolo, asocian los periodos de octubre y noviembre, como la época de las doradas y las picudas, lo cual coincide con los resultados obtenidos, cuando además se registra la mayor proporción de individuos maduros. Este hecho puede estar relacionado con movimientos migratorios para la reproducción de la especie, que de acuerdo a lo descrito en la literatura, ocurre durante y después de la subienda de mitaca o veranillo, al igual que para el bagre rayado (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*), del que se ha reportado que la mayor proporción de individuos maduros durante las épocas de bajanza, es decir entre abril-junio y septiembre-octubre (Valderrama, et al. 2011), periodos que coinciden con lo obtenido en el monitoreo.

Por otra parte, durante los periodos de enero – marzo de 2015 y enero – febrero de 2016, se ha identificado la presencia de migraciones masivas en el tramo comprendido entre Puerto Valdivia y el sitio de presa, eventos de los cuales no se había tenido registro durante periodos previos a este muestreo (monitoreos 2010 - 2014) en ninguna de las estaciones cernas o dentro del sitio de obras principales tales como: E4 (Río San Andrés), E5 (Ituango cauce ppal.) y E21 (Río Ituango parte baja).

Durante el primer evento (enero – marzo 2015), la situación se atendió mediante un plan de rescate contingente, en el que fueron trasladados aguas arriba del portal de entrada de los túneles de desvío un total de 4.509 individuos pertenecientes a las especies: *Ichthyoelephas longirostris* (jetudo), *Leporellus vittatus* (mazorco), *Leporinus muyscorum* (comelón), *Astyanax fasciatus* (sardina), *Brycon rubricauda* (sabaleta o sardinata), *Salminus affinis* (picuda), *Pimelodus grosskopfii* (capaz), *Pseudopimelodus bufonius* (bagre sapo) y *Prochilodus magdalenae* (bocachico), siendo este último el más numeroso (92,33%).

Adicionalmente, se identificó las tallas promedio de madurez para machos y hembras de algunas de las especies migradoras evaluadas dentro del monitoreo. Para ello se seleccionaron únicamente individuos completamente maduros, es decir, aquellos en estadio C, y la relación talla peso de todos los individuos colectados de dichas especies;

análisis en el que claramente puede identificarse que tanto en Characiformes como en Siluriformes, existen diferencias en la talla de madurez por sexo donde el estadio de madurez C es alcanzando generalmente primero por lo machos (véase la Figura 2-24).

Para el caso de la familia Bryconidae se evaluó la estructura de tallas de las especies *Brycon moorei* (dorada), *Brycon henni* (sabaleta) y *Salminus affinis* (picuda), en un total de 843 individuos. Para la dorada (*Brycon moorei*), se evaluaron 89 individuos, cuyas tallas estuvieron comprendidas entre los 48,00 y 580,00 mm de longitud aproximadamente, de los cuales el 22% corresponden a hembras y el 10% a machos, encontrando para esta especie que la talla promedio de individuos maduros es de 319 y 180 mm respectivamente. Entre tanto, para la sabaleta (*Brycon henni*) fueron evaluados 740 individuos, encontrando tallas desde los 10,00 mm hasta los 250,00 mm, y de este conjunto al menos a un 20% se les determinó sexo y estadio de madurez, hallando con ellos que para las hembras la talla promedio de individuos en estadio C se encuentra por encima de los 150,00 mm, mientras que para los machos esta se encuentra sobre los 140,00 mm aproximadamente. Finalmente, para la picuda se evaluaron 14 individuos, cuyas tallas estuvieron entre los 177 y 414 mm, sin embargo, para dicha especie no se encontraron hembras en estadios avanzados (B, C o D) de desarrollo gonadal, por lo que únicamente se establece la talla promedio para los machos, la cual se encuentra entre 240 (B) y 320 (C) mm.

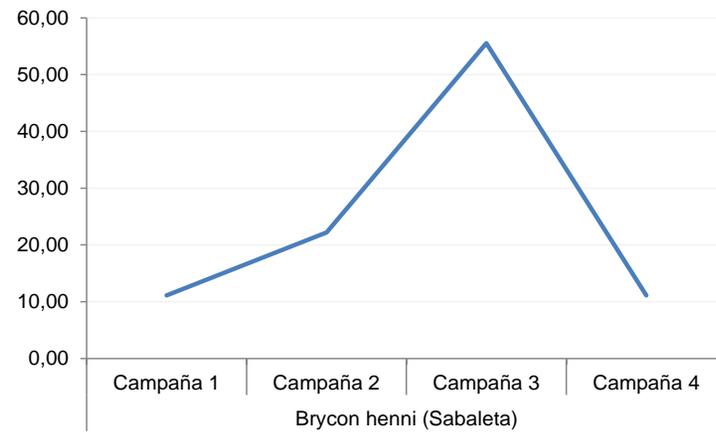
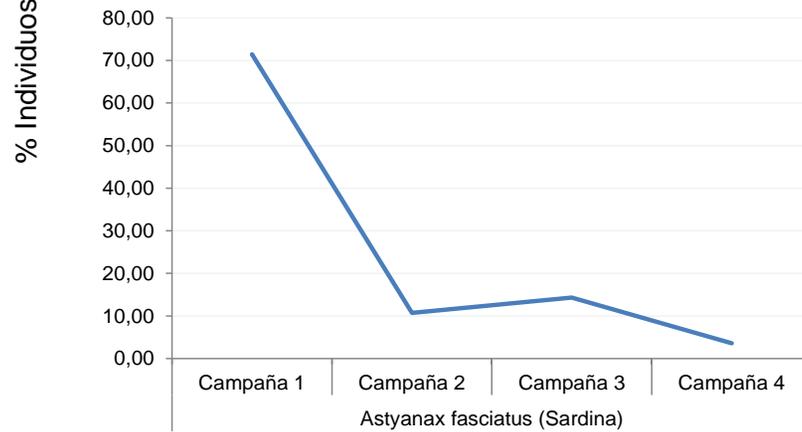
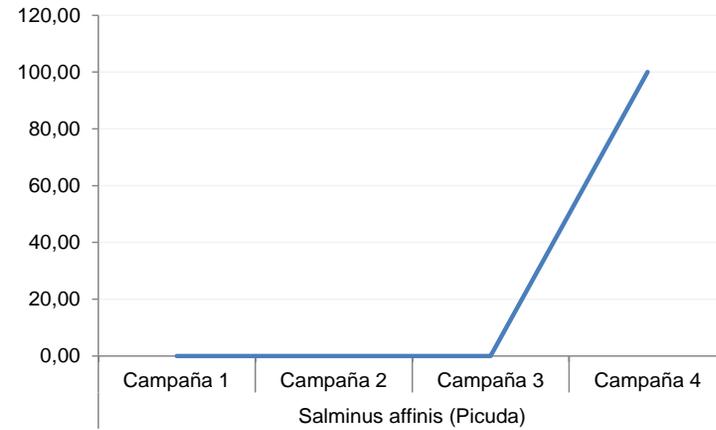
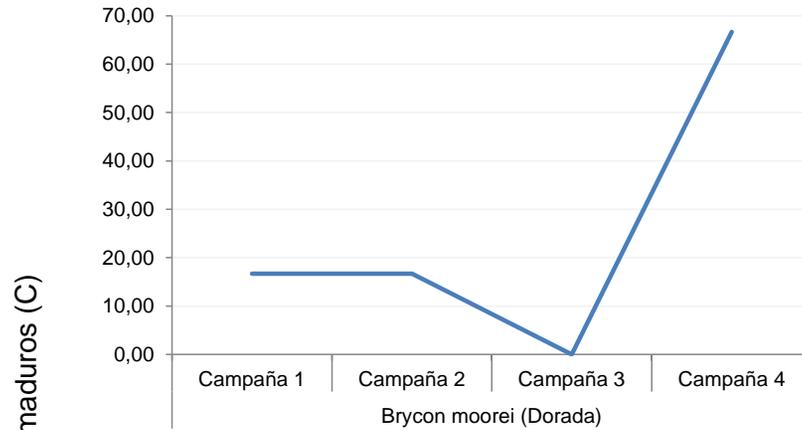
Por otra parte, para los representantes de la familia fueron evaluados los datos de longitud y peso de al menos unos 11.000 individuos, donde cerca del 97% corresponden a la especie *Cyphocharax magdalenae* (viejito), y el 3,00% restante a la vizcaína (*Curimata mivartii*). Para el caso del viejito (*C. magdalenae*), se evaluaron individuos con tallas entre los 30,00 y 160,00 mm, para los que se obtuvo el registro de sexo y estadio de aproximadamente 241 individuos, de los cuales 119 corresponden a hembras, 40 machos, y el número restante indeterminados, con los que logró encontrarse que entre machos y hembras no existen diferencias importantes en la talla de madurez sexual, condición que además ocurre con la vizcaína (*C. mivartii*), donde la diferencia de individuos maduros entre machos y hembras es de aproximadamente 5,00 cm.

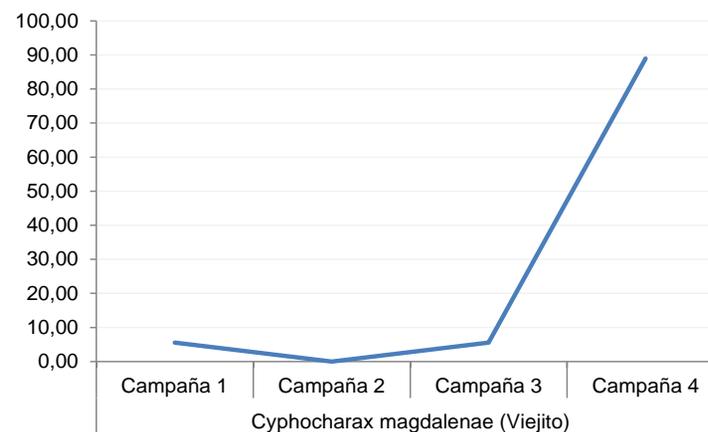
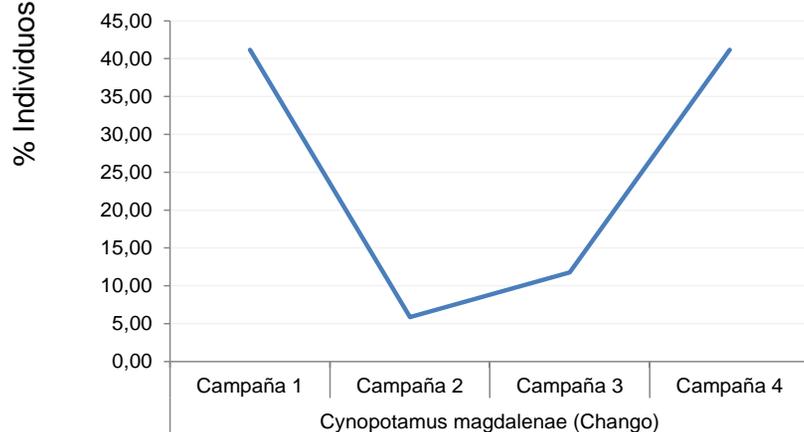
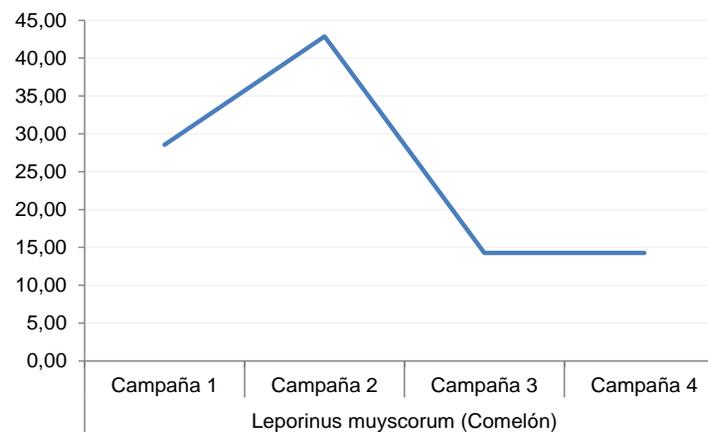
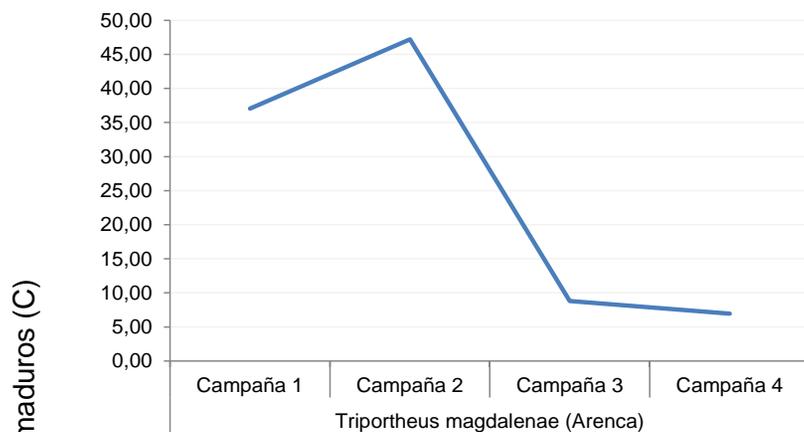
Para el caso de otras especies comercialmente importantes como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), el comelón (*Leporinus muyscorum*) y algunos bagres como: el rayado (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*), el blanquillo (*Sorubim cuspicaudus*) y la doncella (*Ageneiosus pardalis*), se estableció la misma metodología, cuyos resultados se presentan gráficamente en la Figura 2-24, y de los que es importante precisar que es posible que estos cambien conforme se avance con el monitoreo, pues estos han de incluir los resultados de las siguientes campañas.

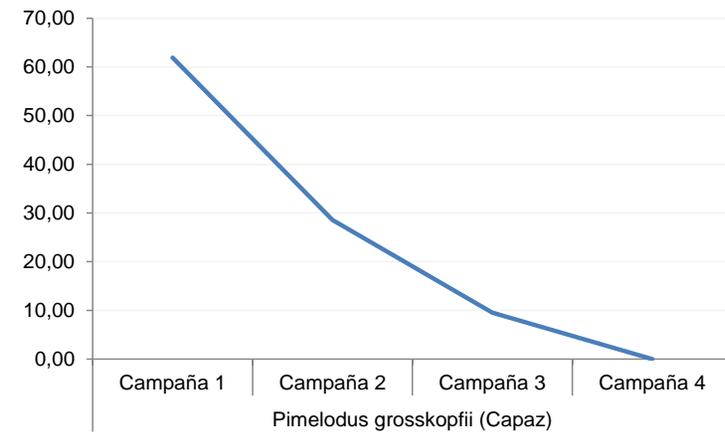
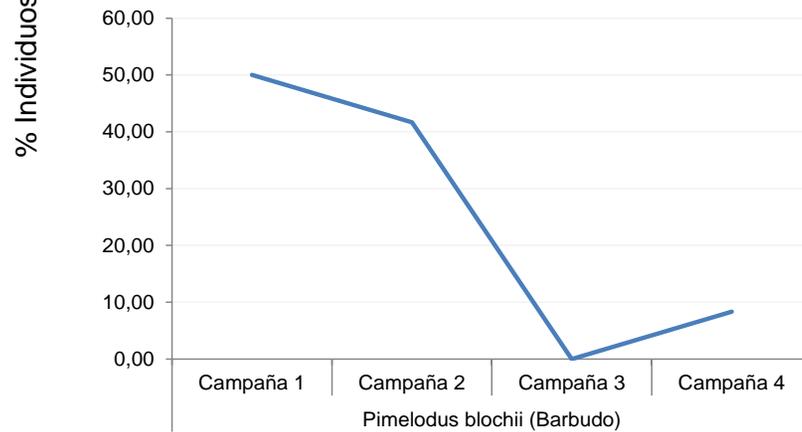
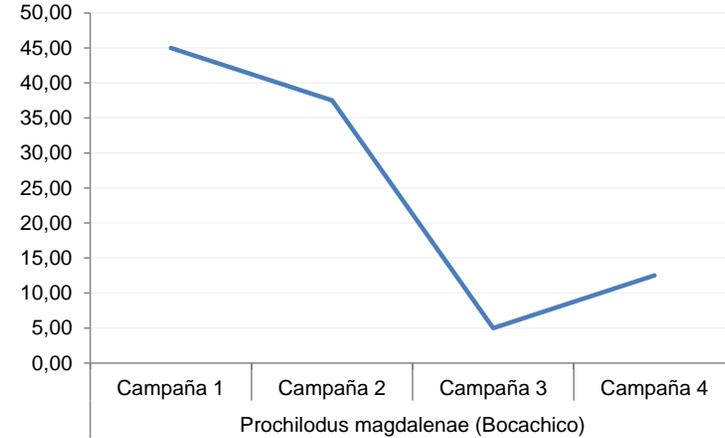
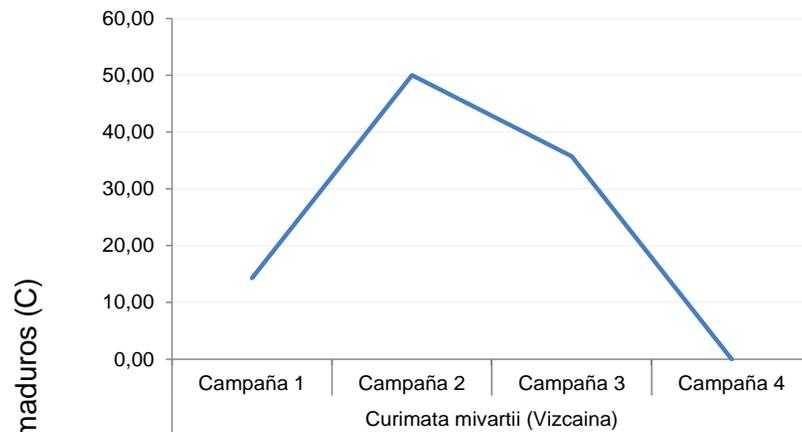
Tabla 2-32 Distribución proporcional (%) de los individuos maduros (estado C) por campaña de muestreo, de algunas de las especies migradoras reportadas en el área de estudio

Especie	Porcentaje de individuos maduros (C) según la campaña de muestreo del monitoreo				Periodo de madurez según Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia - (Lasso, et al. 2011)	
	1 (ene-feb)	2 (abr-may)	3 (jul-ago)	4 (oct-nov)		
<i>Brycon henni</i> (Sabaleta)	11,11	22,22	55,56	11,11	feb, abr, jul, ago y sep	Ortega-Lara, et al. 2011
<i>Brycon moorei</i> (Dorada)	16,67	16,67	0,00	66,67	may-jun (alto Cauca) y dic-feb (Magdalena)	Jiménez-Segura, et al. 2011
<i>Salminus affinis</i> (Picuda)	0,00	0,00	0,00	100,00	abr y oct	Jiménez-Segura, et al. 2011
<i>Astyanax fasciatus</i> (Sardina)	71,43	10,71	14,29	3,57	No registra	No registra
<i>Triporthus magdalenae</i> (Arenca)	37,04	47,22	8,80	6,94	dic-feb (Magdalena)	Jiménez-Segura, et al. 2011
<i>Cynopotamus magdalenae</i> (Chango)	41,18	5,88	11,76	41,18	dic-feb (Magdalena)	Ortega-Lara, et al. 2011
<i>Leporinus muyscorum</i> (Comelón)	28,57	42,86	14,29	14,29	dic-abr	Jiménez-Segura, et al. 2011
<i>Cyphocharax magdalenae</i> (Viejito)	5,56	0,00	5,56	88,89	No registra	No registra
<i>Curimata mivartii</i> (Vizcaína)	14,29	50,00	35,71	0,00	No registra	No registra
<i>Prochilodus magdalenae</i> (Bocachico)	45,00	37,50	5,00	12,50	dic-ene y jul - ago	Valderrama, et al. 2011
<i>Pimelodus blochii</i> (Barbudo)	50,00	41,67	0,00	8,33	oct-mar	Jiménez S. y Villa N. 2011
<i>Pimelodus grosskopfii</i> (Capaz)	61,90	28,57	9,52	0,00	oct-mar	Jiménez S. y Villa N. 2011
<i>Ageneiosus pardalis</i> (Doncella)	8,11	83,78	2,70	5,41	abr - may (Magdalena)	Jiménez S. y Ortega L. 2011
<i>Pseudopimelodus bufonius</i> (Bagre sapo)	0,00	50,00	50,00	0,00	may - nov	Jiménez S. y Ortega L. 2011
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> (Bagre)	0,00	0,00	100,00	0,00	abr-jun y sept-oct	Valderrama, et al. 2011
<i>Sorubim cuspicaudus</i> (Blanquillo)	57,14	28,57	0,00	14,29	feb, may y nov	Jiménez S. y Ortega L. 2011

Fuente: Integral S.A. 2016







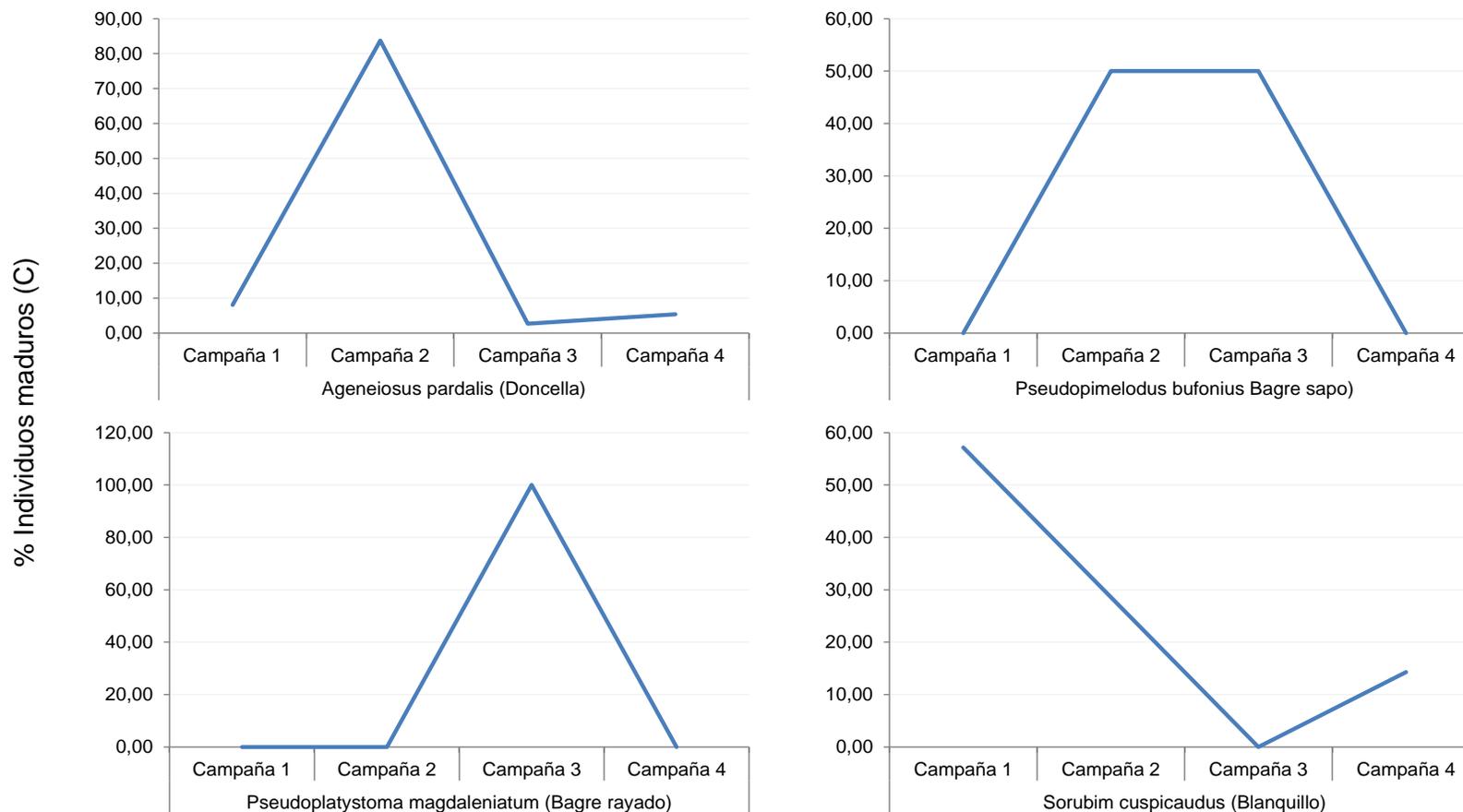
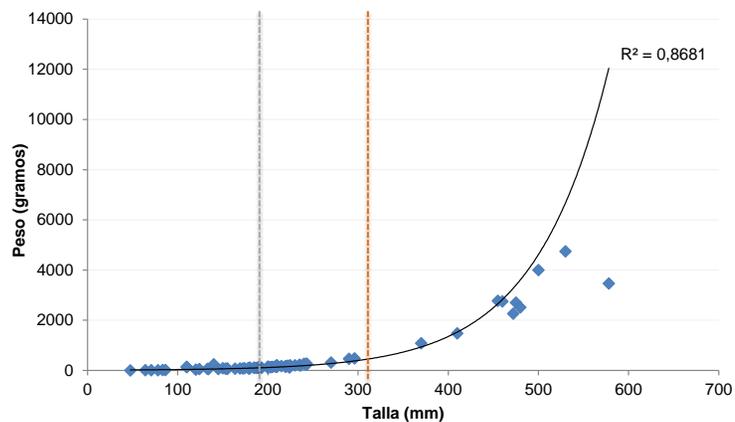
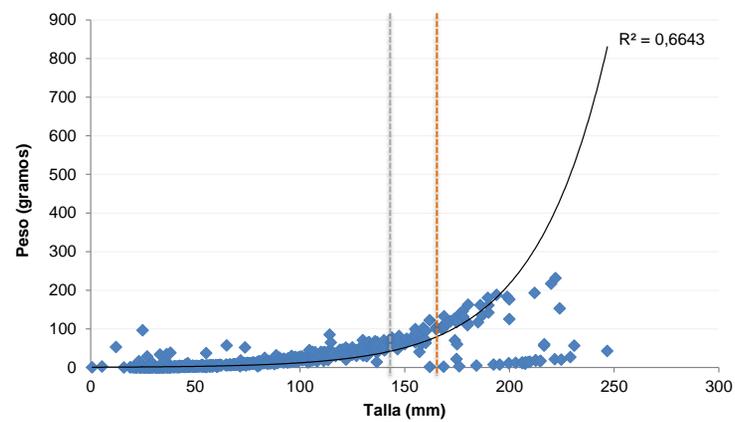


Figura 2-23 Representación gráfica de la distribución proporcional (%) de los individuos maduros (estadio C) y su relación con el periodo de muestreo

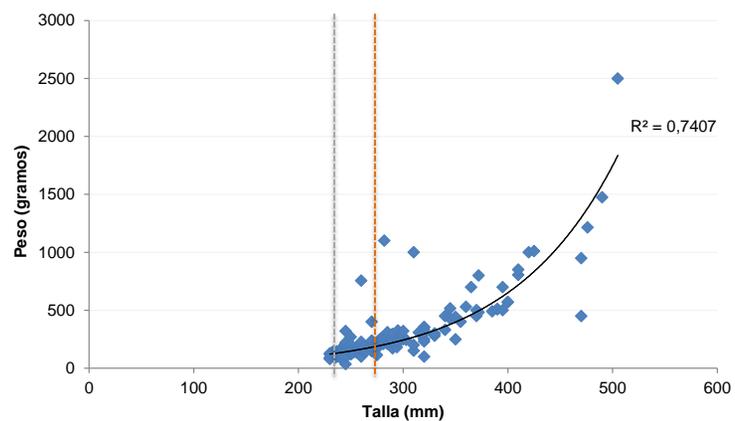
Fuente: Integral S.A. 2016



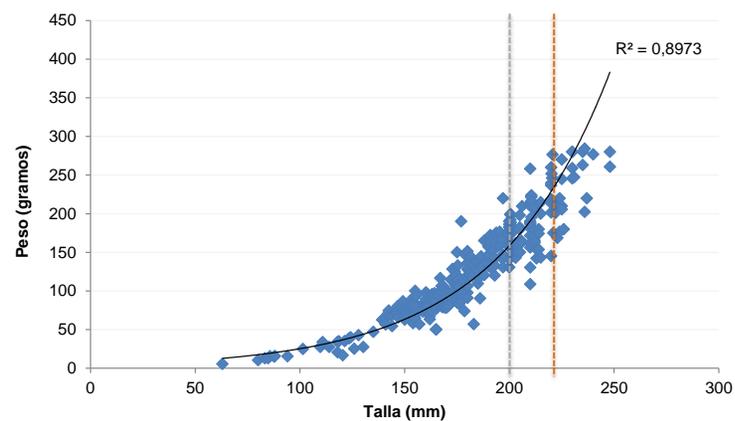
Brycon moorei - Dorada



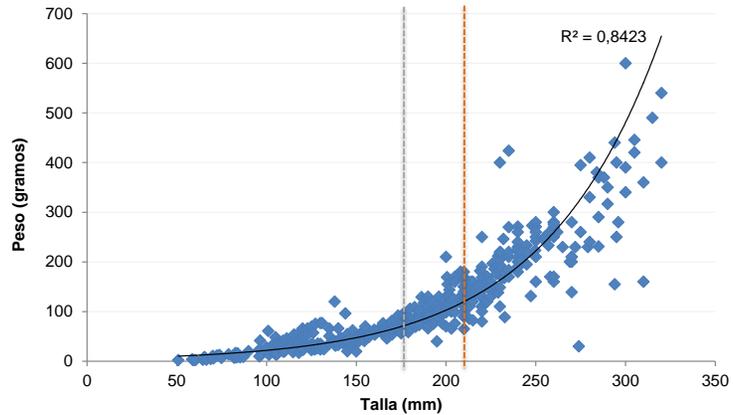
Brycon henni - Sabaleta



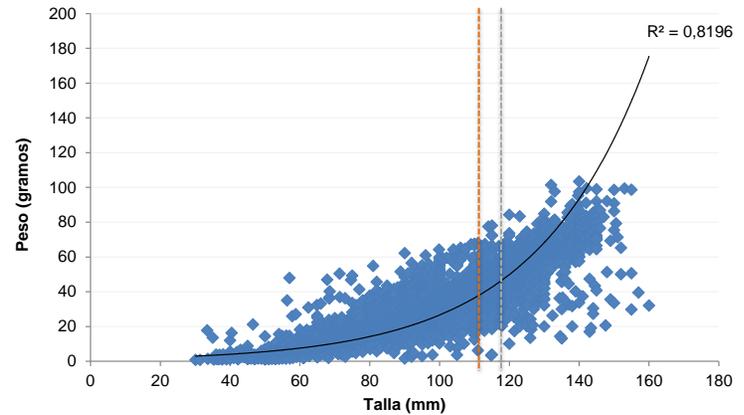
Ageneiosus pardalis - Doncella



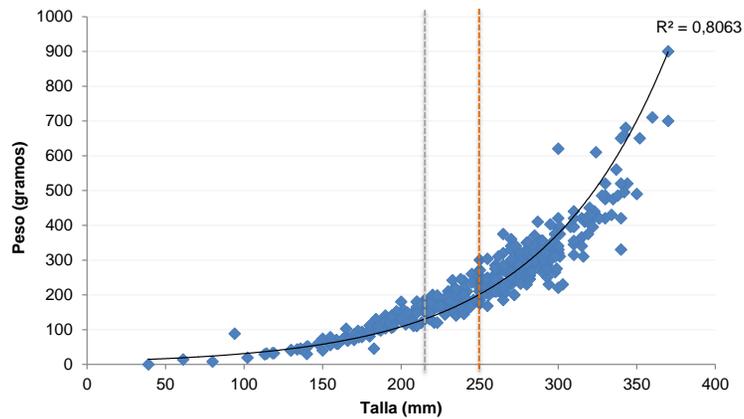
Curimata mivartii - Vizcaina



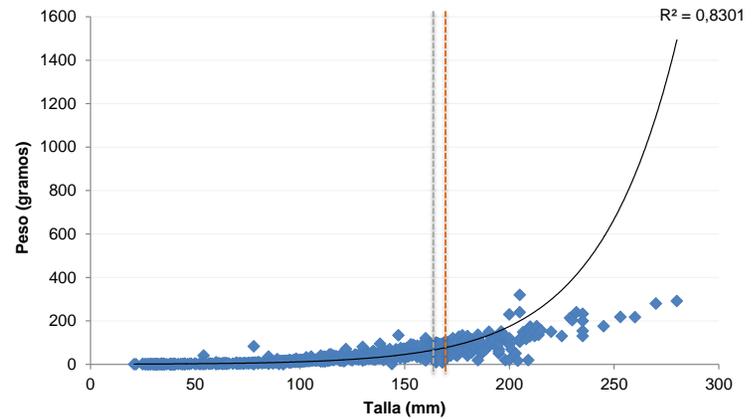
Cynopotamus magdalenae - Chango



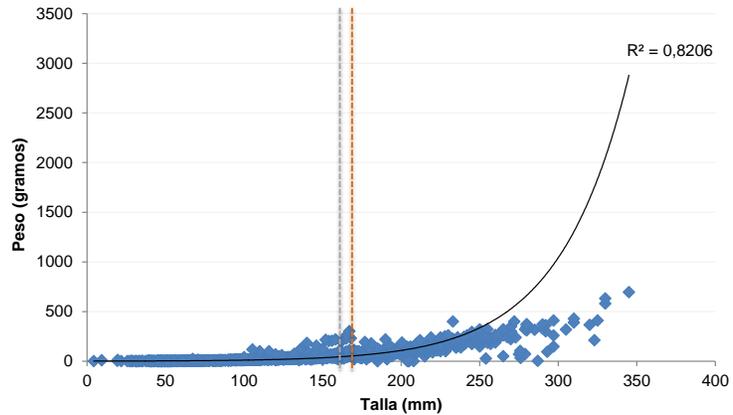
Cyphocharax magdalenae - Viejito



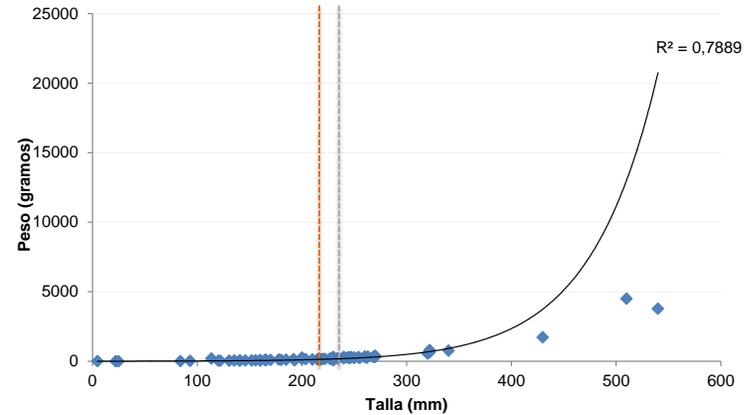
Leporinus muyscorum - Comelón



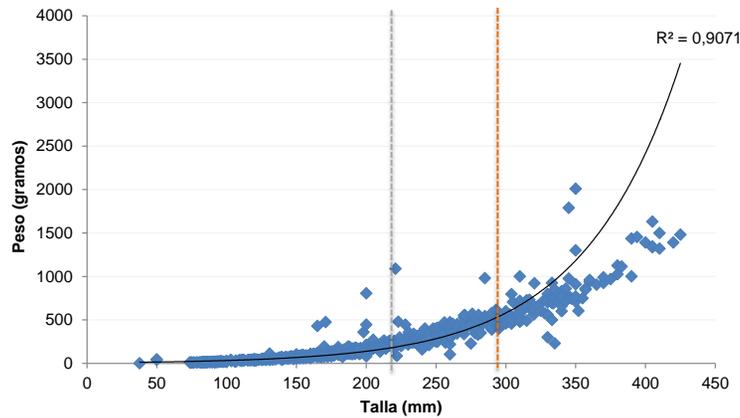
Pimelodus blochii - Nicuro



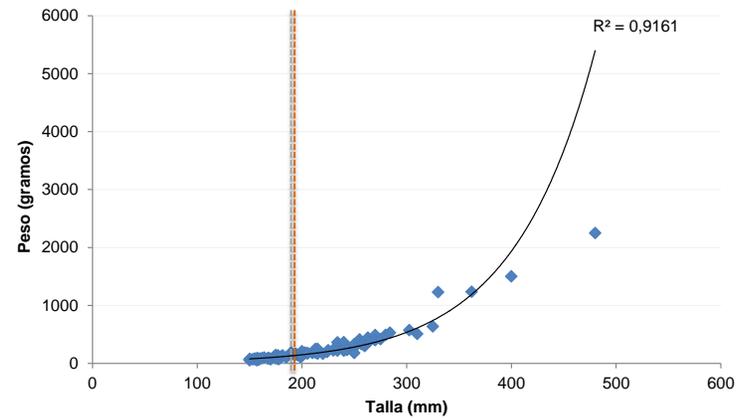
Pimelodus grosskopfii - Barbudo



Plagioscion magdaleneae - Pacora



Prochilodus magdaleneae - Bocachico



Pseudopimelodus bufonius - Bagre sapo

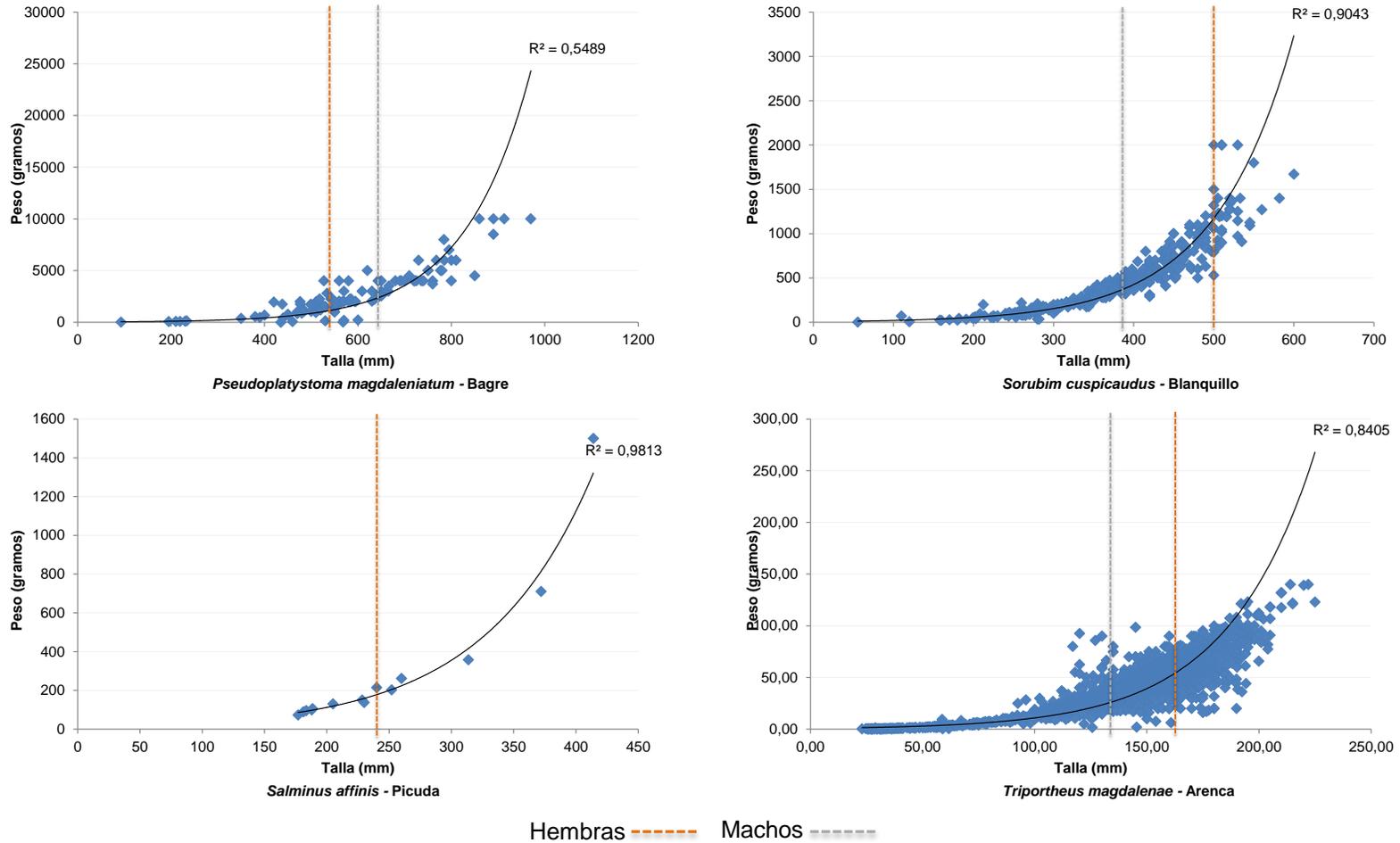


Figura 2-24 Relación talla-peso de algunas especies migradoras y talla promedio de sus individuos en estadio maduro (C)

Fuente: Integral S.A. 2016

2.3 ASOCIACIÓN GENERAL DE LA COMUNIDAD FICOPERIFÍTICA

El perifiton es una de las comunidades más importantes presente en los sistemas acuáticos, está constituido por grupos de microorganismos (algas, hongos, bacterias y protozoos) que se desarrollan sobre superficies solidas sumergidas tales como rocas, sedimento, material vegetal, arenas, hojas y macrófitas (Wetzel, 1983 y Romani, 2001 tomado: De la Parra & Rodelo, 2012) Este desempeña un papel fundamental en la dinámica de los ríos al igual que en otros ecosistemas acuáticos, dentro de esta dinámica se destaca: La productividad primaria del sistema y alta tasa de reciclaje de nutrientes, por esto recientemente son utilizados como indicadores de la calidad del agua ya que al vivir adheridos al sustrato, reflejan los cambios ocurridos por alteraciones físicas, químicas y biológicas. Las algas perifíticas en los sistemas lóticos se distribuye a través de un gradiente altitudinal; en zonas altas (cabecera) las algas perifíticas no son tan abundantes y la producción primaria (PP) se da principalmente por la vegetación riparia, y la respiración supera a la producción. En zonas medias la PP está dada por las algas perifíticas y la producción iguala a la respiración. Y en las zonas bajas de los ríos la vegetación predominante son las macrófitas y las algas perifíticas que se encuentra en forma de epifiton. (Allan & Castillo, 2007 Tomado: De la Parra & Rodelo, 2012).

2.3.1 Densidad y riqueza de la comunidad ficoperifítica por grupo de estaciones

En la primera campaña de campo del 2016 llevada a cabo en el mes febrero en toda el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango se registraron en total 83 taxones que se agruparon en 59 familias, y cinco divisiones algales, donde la división de mayor representación en número de taxones fue Bacillariophyta (anteriormente Ochrophyta) con 30 taxones, seguida de la división Chlorophyta con 24 taxones, Cyanobacteria con 16 taxones, Charophyta con 11 taxones que representan en conjunto el 98,9% del total de la composición de la comunidad ficoperifítica. La división Miozoa por su parte estuvo representada solo por dos taxones (véase la Tabla 2-33 y Anexo_002_Ficoperifiton_C1_2016).

Tabla 2-33 Clasificación taxonómica de las algas ficoperifíticas registradas en las estaciones de muestreo del área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango durante febrero de 2016..

División	Clase	Familia	Taxón	AFL_C B	AFL_C M	CIE_CB	QAE	RC_CB	RC_CM	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnantheaceae	<i>Achnanthes sp</i>	200,43	477,95	1.372,19	3.422,76	1.387,60	185,01	
		Amphipleuraceae	<i>Amphipleura sp</i>			1.233,43	3.469,01	2.035,15	15,42	
			<i>Frustulia sp</i>	123,34	61,67	215,85	107,92	385,45	15,42	
		Anomoeoneidaceae	<i>Anomoeoneis sp</i>			46,25	46,25			
		Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>			185,01	46,25	92,51	30,84	
			<i>Tryblionella sp</i>				15,42	107,92	15,42	
		Catenulaceae	<i>Amphora sp</i>				15,42			
		Cocconeidaceae	<i>Cocconeis sp</i>	15,42	400,86	15,42	3.761,95	30,84	15,42	
		Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>	15,42	370,03	107,92	3.345,67	817,14	15,42	
		Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp</i>	15,42	724,64	308,36	3.160,65	246,69	77,09	
		Gomphonemataceae	<i>Encyonema sp</i>		277,52	385,45	400,86	185,01	61,67	
			<i>Gomphonema sp</i>	15,42	925,07	2.466,85	9.929,08	1.356,77	123,34	
		Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp</i>	61,67	46,25	215,85	292,94	693,80	431,70	
			<i>Navicula sp</i>	154,18	662,97	1.171,75	1.048,41	5.226,64	570,46	
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>		15,42	200,43	123,34			
		Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia sp</i>		107,92		246,69	30,84		
		Rhopalodiaceae	<i>Epithemia sp</i>		246,69		138,76		15,42	
			<i>Rhopalodia sp</i>		154,18	46,25	447,12			
		Stauroneidaceae	<i>Craticula sp</i>		15,42	339,19	61,67	61,67	46,25	
			<i>Stauroneis sp</i>	61,67	15,42	46,25	323,77	724,64	30,84	
		Surirellaceae	<i>Surirella sp</i>	15,42		77,09	292,94	77,09	30,84	
		Tabellariaceae	<i>Diatoma sp</i>			15,42	15,42	30,84	15,42	
			<i>Tabellaria sp</i>		30,84		30,84		30,84	
		Ulnariaceae	<i>Hannaea sp</i>				77,09			
			<i>Synedra sp</i>				92,51	123,34	30,84	
		Coccinodiscophyceae	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp</i>			308,36	92,51	15,42	

División	Clase	Familia	Taxón	AFL_C B	AFL_C M	CIE_CB	QAE	RC_CB	RC_CM		
		Melosiraceae	<i>Melosira sp</i>		61,67	15,42	30,84	61,67	15,42		
	Mediophyceae	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>	15,42			30,84	15,42			
			<i>Stephanodiscus sp</i>					30,84	30,84		
	Xanthophyceae	Vaucheriaceae	<i>Vaucheria sp</i>				15,42				
Charophyta	Zygnematophyceae	Closteriaceae	<i>Closterium sp</i>		15,42	370,03		15,42			
		Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp</i>	15,42	15,42	15,42	77,09	46,25	15,42		
			<i>Desmidium sp</i>				15,42				
			<i>Micrasterias sp</i>				30,84				
			<i>Onychonema sp</i>				30,84				
			<i>Staurastrum sp</i>				15,42				
		Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon sp</i>				61,67	92,51		46,25	
		Mesotaeniaceae	<i>Netrium sp</i>			15,42	339,19	46,25			
		Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp</i>			92,51	15,42	277,52	123,34		
			<i>Spirogyra sp</i>					323,77	215,85	15,42	30,84
<i>Zygnema sp</i>						61,67		447,12			
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophoraceae	<i>Chaetophora sp</i>				154,18				
			<i>Stigeoclonium sp</i>				61,67				
		Characiaceae	<i>Characium sp</i>	15,42		30,84	15,42		30,84		
		Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas sp</i>				709,22		30,84		
		Chlorococcaceae	<i>Chlorococcum sp</i>			30,84	46,25	2.358,93	169,60		
		Haematococcaceae	<i>Haematococcus sp</i>					61,67	15,42	46,25	
		Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum sp</i>				15,42				
			<i>Tetraedron sp</i>					2.096,82	61,67		15,42
		Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp</i>	15,42	107,92	30,84	370,03				
		Radiococcaceae	<i>Gloecystis sp</i>					246,69			
		Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>				246,69	30,84	46,25	30,84	
		Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus sp</i>	30,84	77,09	940,49	107,92	15,42	61,67		
			<i>Monoraphidium sp</i>					277,52	92,51		

División	Clase	Familia	Taxón	AFL_C B	AFL_C M	CIE_CB	QAE	RC_CB	RC_CM	
		Sphaerocystidae	<i>Sphaerocystis sp</i>			77,09				
		Volvocaceae	<i>Volvox sp</i>				15,42	15,42		
		Schroederiaceae	<i>Schroederia sp</i>			30,84				
	Trebouxiophyceae	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp</i>			15,42				
			<i>Dictyosphaerium sp</i>				215,85			
			<i>Gloeotila sp</i>				246,69			
		Oocystaceae	<i>Oocystis sp</i>	30,84		30,84			61,67	
		Trebouxiophyceae incertae sedis	<i>Crucigenia sp</i>					15,42		
	Ulvophyceae	Cladophoraceae	<i>Cladophora sp</i>			200,43	15,42	200,43		92,51
		Trentepohliaceae	<i>Trentepohlia sp</i>					30,84		
Ulothraceae		<i>Ulothrix sp</i>					77,09	555,04		
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Aphanizomenonaceae	<i>Aphanizomenon sp</i>	77,09		15,42	231,27	2.050,57	277,52	
		Chamaesiphonaceae	<i>Chamaesiphon sp</i>		30,84		154,18		15,42	
		Chroococcaceae	<i>Dactylococcopsis sp</i>	46,25		154,18	354,61	30,84	154,18	
		Gloeotrichiaceae	<i>Gloeotrichia sp</i>				46,25			
		Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria sp</i>				632,13			
		Hyellaceae	<i>Pleurocapsa sp</i>				15,42			
		Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp</i>			15,42	15,42			
		Microcystaceae	<i>Gloeocapsa sp</i>	15,42			308,36	30,84		
			<i>Microcystis sp</i>	92,51	246,69	1.449,28	1.325,93	169,60	477,95	
		Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>			15,42				
			<i>Nostoc sp</i>				61,67			
		Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp</i>	1.325,93	61,67	9.851,99	2.960,22	1.572,62	215,85	
			<i>Oscillatoria sp</i>	1.464,69	339,19	971,32	3.499,85	2.297,26	92,51	
		Rivulariaceae	<i>Calothrix sp</i>				339,19			
			<i>Rivularia sp</i>				169,60			
Stigonemataceae	<i>Stigonema sp</i>				61,67					
Miozoa	Dinophyceae	Peridiniaceae	<i>Peridinium sp</i>			277,52	46,25		123,34	



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO
CAUCA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



División	Clase	Familia	Taxón	AFL_C B	AFL_C M	CIE_CB	QAE	RC_CB	RC_CM
		Phytodiniaceae	<i>Phytodinium sp</i>		662,97				
Total densidad (ind/cm ²)				3.823,62	6.490,90	27.382,0	46.345,9	21.399,9	3.592,35
Total densidad (%)				106,44	180,69	762,23	1290,13	595,71	100,00

Fuente: Integral S.A. 2016

2.3.2 Densidad y riqueza de la comunidad ficoperifítica por grupo de estaciones

Los resultados por grupo de estaciones mostraron que en general las clases Bacillariophyceae con el 54,9% y Cyanophyceae con el 30,9%, presentaron los valores más altos para las densidades. Dichas clases de algas registraron las mayores densidades en el grupo de estaciones QAE y los menores aportes en los afluentes de la cuenca baja (AFL_CB) y media (AFL_CM) respectivamente.

En general, de la densidad total de la comunidad ficoperifítica (109.034,84 ind/cm²) registrada durante la primera campaña de muestreo del 2016 en el área de influencia, el 42,5% se registró en las quebradas afluentes al embalse (QAE), seguido de las ciénagas con el 25,1% (Véase la Tabla 2-34). Por otra parte, el grupo de estaciones que presentó mayor riqueza fue QAE con 68 del total registrados, seguido del sistema cenagoso (CIE_CB) con 52 taxones, continuando con el grupo de RC_CB y RC_CM que reportaron 41 y 38 taxones respectivamente. Finalmente, las estaciones que hacen parte de los afluentes tanto de la cuenca baja como media, registraron las más bajas riquezas de taxones perifíticos. Cabe destacar que de los 83 géneros registrados en el ensamblaje sólo 14 estuvieron presentes en todos los grupos de estaciones (*Achnanthes*, *Frustulia*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Stauroneis*, *Cosmarium*, *Ankistrodesmus*, *Microcystis*, *Lyngbya* y *Oscillatoria*).

Las características morfológicas y ecológicas que presentan algunas de estas algas explican la amplia distribución en el área de estudio. Géneros como *Navicula*, *Gomphonema*, *Achnanthes* y *Fragilaria* pertenecen al grupo de las diatomeas pennadas (alargadas); caracterizadas por presentar simetría bilateral, una morfología alargada, uno o dos rafees, estrías y una serie de ornamentaciones o estructuras de fijación como: pedúnculos mucilaginosos, matrices mucilaginosos, colonias en forma de estrellas o ramas que les facilitan la adhesión a los diferentes sustratos (Bicudo y Menezes, 2005). Particularmente estos taxones tienen bajos requerimientos de luz para su desarrollo y crecimiento (Margalef, 1983), por tanto pueden encontrarse en ambientes con limitaciones de luz, como en los sedimentos, en tramos con abundante vegetación riparia o en aguas turbias. Por su parte, *Cymbella* es un género que está ampliamente distribuido en los ecosistemas de agua dulce en un amplio espectro de concentraciones de nutrientes; y *Lyngbya* está provisto de una vaina mucilaginosa, que aparte de adherirlo a los sustratos, lo previene de la desecación cuando el nivel del agua desciende (Casco y Toja, 2003). El género *Microcystis* es un género del grupo Cyanobacteria, cosmopolita y tolerante a condiciones ambientales diversas; puede crecer en condiciones de alcalinidad (pH > 7) y baja concentración de nutrientes, situación frecuente en sistemas estratificados al final del verano (Reynolds, 1987), gracias a su capacidad de almacenar fósforo como gránulos de polifosfato y nitrógeno como gránulos de cianoficina. (Paerl, 1988).

Tabla 2-34 Densidad en ind/cm² de la comunidad ficoperifítica registrada en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango durante la campaña de muestreo realizada en febrero de 2016.

División	Clase	AFL_CB	AFL_CM	CIE_CB	QAE	RC_CB	RC_CM	Total densidad (ind/cm ²)
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	678,38	4.532,84	8.448,97	30912,74	13.613,94	1.757,63	59.944,50
	Coccinodiscophyceae		61,67	323,77	1.23,34	77,09	15,42	601,30
	Mediophyceae	15,42			30,84	46,25	30,84	123,34
	Xanthophyceae				15,42			15,42
Charophyta	Zygnematophyceae	15,42	138,76	1.233,43	755,47	647,55	92,51	2.883,13
Chlorophyta	Chlorophyceae	61,67	215,85	4.563,68	3.515,26	292,94	185,01	8.834,41
	Trebouxiophyceae	30,84		46,25	462,53	15,42	61,67	616,71
	Ulvophyceae		200,43	15,42	308,36	555,04	92,51	1.171,75
Cyanobacteria	Cyanophyceae	3.021,89	678,38	12.473,02	10.175,76	6.151,71	1.233,43	33.734,20
Miozoa	Dinophyceae		662,97	277,52	46,25		123,34	1.110,08
Total densidad (ind/cm²)		3.823,62	6.490,90	27.382,05	46.345,98	21.399,94	3592,35	109.034,84

Fuente: Integral S.A., 2016

2.3.3 Estimadores de diversidad y Test de Tukey

En general, se observan valores altos para el índice de diversidad ($>2,0$), a excepción de los afluentes de la cuenca baja con un índice igual a 1,78. Sobresalen las diversidades de las estaciones que hacen parte de las quebradas afluentes y del río Cauca en su parte media con valores cercanos a 3,0. Para el índice de equidad se observaron valores en rangos medios lo que nos señala valores aceptables en el arreglo ficoperifítico, el índice de dominancia con valores bajos ($\leq 0,2$) corresponde a una buena distribución de las especies. En la Tabla 2-35 se presentan los valores de los estimadores de diversidad calculados para la comunidad ficoperifítica.

Tabla 2-35 Riqueza, densidad, y estimadores de diversidad de la comunidad ficoperifítica (diciembre de 2015)

Grupo de estaciones	Riqueza (S)	Densidad (ind/cm ²)	Dominancia (D)	Diversidad (H')	Equidad (J)
AFL_CB	22	3.823,64	0,274	1,78	0,58
AFL_CM	30	6.490,93	0,076	2,83	0,83
CIE_CB	52	27.382,09	0,157	2,61	0,66
QAE	68	46.346,03	0,088	2,94	0,69
RC_CB	41	21.399,98	0,109	2,64	0,71
RC_CM	38	3.592,40	0,078	2,97	0,82

Fuente: Integral S.A. 2016

De acuerdo con su frecuencia de aparición y abundancia los taxones del ficoperifiton mostraron una distribución en los seis grupos de estaciones de muestreo, que los agruparon en: “dominantes”, “comunes”, “ocasionales” o “raros” (véase la Figura 2-25). En general, se observaron 36 taxones dominantes cuya frecuencia de aparición estuvo dada por los valores $\geq 50\%$, lo que significa que se registraron entre tres y seis grupos de estaciones, de esta manera entre los géneros dominantes se destaca la presencia de: *Lyngbya sp*, *Gomphonema sp*, *Navicula sp* y *Oscillatoria sp*

En los comunes, donde la frecuencia de aparición osciló igualmente entre tres y seis estaciones, pero que registraron abundancias $LN+1 < 6,6$, se reportaron en total diez taxones. Por otro lado los ocasionales fueron siete taxones, que, con una abundancia mayor al promedio ($LN+1 > 6,6$) se registraron máximo en dos grupos de estaciones, y finalmente, el grupo de los raros con el porcentaje más alto de ocurrencia 36,1%, es decir un total de 30 taxones.

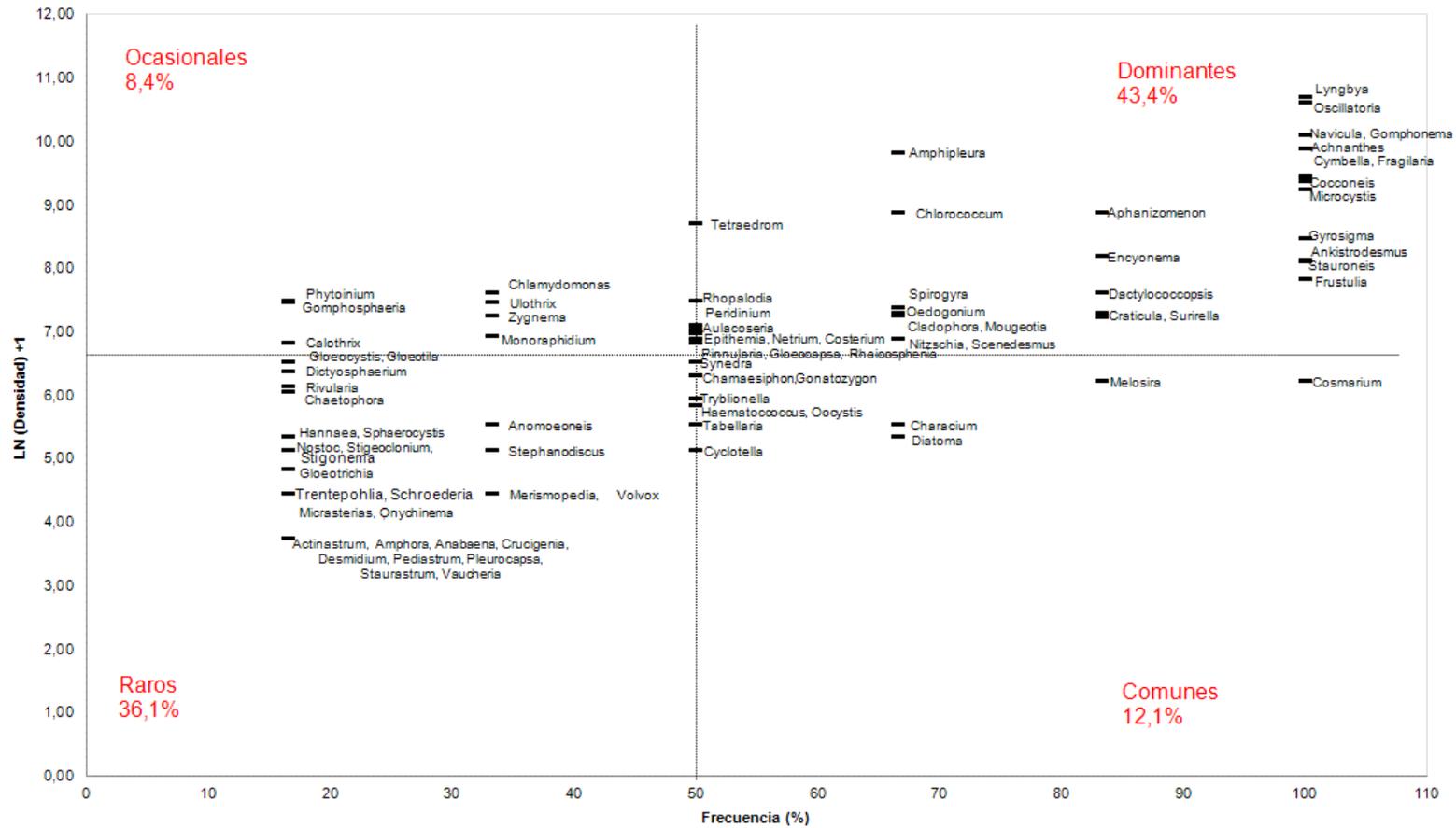


Figura 2-25 Representación gráfica de la distribución de los taxones de ficoperifiton (test de Tukey), de acuerdo a su frecuencia de aparición y aportes a la densidad

Fuente: Integral S.A. 2016

La aplicación del test de Tukey permite determinar la importancia de los géneros registrados en la comunidad, donde las especies dominantes son las de mayor importancia por su abundancia y su capacidad de adaptación a los diferentes hábitats. En este sentido, los resultados obtenidos señalan que las Diatomeas y Cianofitas son los grupos de algas más abundantes y frecuentes en todos los hábitats, ya que se registraron en los seis grupos de estaciones muestreados, con características ambientales diferentes. Las altas abundancias y frecuencias de diatomea están asociadas a que poseen la peculiaridad de responder rápidamente a cambios en las características físicas y químicas del agua, naturales o antropogénicos (López Fuerte & Siqueiros Beltrones, 2011). y, por lo tanto, es común encontrarlos en cuerpos de agua desde oligotróficos hasta muy eutróficos (Cox, 1996). Por su parte, las Cianofitas suelen ser algas cosmopolitas ya que se desarrollan tanto en aguas dulces como en aguas marinas, aunque están menos representadas en este último medio. Y abundan en los meses más calientes del año y en aguas de pH neutro o ligeramente básico. Se presentan fundamentalmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las condiciones habituales. (Roldán & Ramírez, 2008)

La composición del perifiton en un momento y ambiente dados depende del tipo de sustrato, de su rugosidad y del estado trófico del agua; lo cual explicaría la variabilidad tanto en composición como abundancia de dicha comunidad durante la primera campaña de muestreo del año 2016. Es importante destacar que las algas perifíticas constituyen la base alimenticia de muchas especies acuáticas, especialmente de algunos peces de importancia económica como por ejemplo el Bochachico (*Prochilodus magdalenae*) que raspa las superficies de las plantas que crecen en las ciénagas y representantes de la familia Loricariidae que raspa los sustratos rocosos. Además es también la base de alimenticia para varios grupos de insectos y algunas larvas de batracios. (Roldán & Ramírez, 2008).

Los factores usualmente considerados limitantes, esenciales o importantes para el desarrollo del perifiton, incluyen el tipo de agua (léntico o lótico), la disponibilidad de luz, la transparencia y la turbidez, el tipo de sustrato (condición del mismo, localización, profundidad, tipo y disponibilidad) los movimientos de agua, corrientes y velocidad; pH, alcalinidad y dureza; nutrientes y otros materiales. (Roldán & Ramírez, 2008). Razón por la cual podría inferirse que las quebradas afluentes al embalse (QAE) y las ciénagas (CIE_CB) son ecosistemas con buenas condiciones físicas y ambientales que ofrecen condiciones y sustratos aptos para el establecimiento de esta comunidad acuática; explicando así la alta densidad en las estaciones que hacen parte de estos dos grupos URP.

2.4 ASOCIACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

El uso de macroinvertebrados acuáticos constituye hoy en día una herramienta ideal para la caracterización biológica e integral de la calidad de agua, siendo necesario para un adecuado control y conservación de un ecosistema (Roldán, 1996). Sin embargo, no todos los organismos acuáticos podrán ser tomados como bioindicadores, las adaptaciones evolutivas a diferentes condiciones ambientales y límites de tolerancia a una determinada alteración dan las características a ciertos grupos que podrán ser considerados como organismos sensibles (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) por no soportar variaciones en la calidad del agua, mientras que organismos tolerantes (Chironómidae, Oligoquetos), son característicos de agua contaminada por materia orgánica (Roldán, 1999).

Cuando los parámetros son críticos los organismos sensibles mueren y su lugar es ocupado por los organismos tolerantes (Alba-Tercedor, 1996). De tal forma que los cambios de la estructura y composición de las comunidades bióticas puede ser utilizada para identificar y evaluar los grados de contaminación de un ecosistema acuático (Giacometti & Bersosa, 2006). Es por esta razón que las respuestas de las comunidades acuáticas a las perturbaciones ambientales son útiles para evaluar el impacto de los distintos tipos de contaminación, residuos municipales, agrícolas, mineros, industriales e impactos de otros usos del suelo sobre los cursos de aguas superficiales (Roldán, 1999).

2.4.1 Composición de la comunidad de macroinvertebrados

Con los resultados de los muestreos realizados en las 51 estaciones (ordenadas en grupos de acuerdo con la ubicación respecto al proyecto - URP), y de las cuales hubo presencia de la comunidad bentónica en 44 de estas, se construyó la matriz de composición con las abundancias de los géneros encontrados en cada una de estas (véase la Tabla 2-36 y Anexo_003_Macroinvertebrados_C1_2016). En total se colectaron durante esta campaña de monitoreo 12.735 macroinvertebrados distribuidos en 117 géneros, 70 familias y 15 órdenes pertenecientes a los phylum Annelida, Artrópoda, Mollusca y Platyhelminthes. Los artrópodos fueron los más representativos, aportando el 97,18% en abundancia y 92,30% en riqueza, los demás phylum registraron abundancia y riquezas \leq al 5%.

Tabla 2-36 Macroinvertebrados registrados en las 49 estaciones de muestreo del área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango durante diciembre de 2015.

Phylum	Orden	Familia	Género	AFL_CB	AFL_CM	CIE_CB	QAE	RC_CB	RC_CM		
Annelida	Haplotaxida	Morfoespecie 1	<i>Morfoespecie 1</i>				5				
	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>spp20</i>			5			6		
Arthropoda	Coleóptera	Chrysomelidae	<i>spp9</i>	2		10		3			
		Curculionidae	<i>spp13</i>			4		5			
		Dryopidae	<i>Dryops</i> <i>spp15</i>		3			1			
		Dytiscidae	<i>Hygrotus</i>	9		75		18			
			<i>Laccophilus</i>			8		27			
			<i>spp16</i>	7		21	1				
		Elmidae	<i>Disersus</i>		1		23				
			<i>Heterelmis</i>		33		431	1	11		
			<i>Phanocerus</i>				21				
			<i>Pharceonus</i>				56				
			<i>spp17</i>		8	1	290	1	1		
		Gyrinidae	<i>spp22</i>				1				
		Hydrophilidae	<i>spp26</i>	6		206	28	11	3		
			<i>Tropisternus</i>				8				
		Lampyridae	<i>spp29</i>				1	1			
		Noteridae	<i>Hydrocanthus</i>	25		231		237			
			<i>Pronoterus</i>			10		79			
			<i>spp43</i>			965		4			
			<i>Suphis</i>	1		2		2			
		Psephenidae	<i>spp50</i>				13				
		Ptilodactylidae	<i>spp53</i>							1	
			<i>Tetraglossa</i>					76			
		Scarabaeidae	<i>spp55</i>		1	1		1			
		Scirtidae	<i>spp56</i>					6			
		Staphylinidae	<i>spp59</i>				1	14		1	
		Díptera	Blephariceridae	<i>Limnicola</i>					2		
			Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i>				6			
				<i>spp7</i>	1		22	44	2	1	
			Chironomidae	<i>spp8</i>	82	156	361	1.327	5	15	
			Culicidae	<i>spp12</i>	3		13	10			
	Dixidae		<i>spp14</i>				1				
	Dolichopodidae		<i>spp64</i>				6				
	Empididae		<i>spp18</i>				8				
	Limoniidae		<i>Hexatoma</i>				29				
	Muscidae		<i>spp39</i>						2		
	Psychodidae		<i>Maruina</i>		2						
			<i>spp52</i>					2			
	Simuliidae		<i>spp57</i>	3	119		1.138		13		
	Stratiomyidae		<i>spp60</i>				4	18			
			<i>Chrysops</i>				1				
Tabanidae	<i>spp62</i>						1				
	<i>Molophilus</i>						7				
Tipulidae	<i>Tipula</i>						1				
	<i>Tipula</i>					1					
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	26	330		544		9			
		<i>Camelobaetidius</i>	30	32		28					

Phylum	Orden	Familia	Género	AFL_CB	AFL_CM	CIE_CB	QAE	RC_CB	RC_CM	
			<i>cf cloeodes</i>			4				
			<i>Mayobaetis</i>				12			
			<i>spp4</i>	12	7		117	5	2	
		Euthyplociidae	<i>Euthyplocia</i>				1			
		Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>			6		65		4
			<i>spp31</i>			11	1	142	14	
			<i>Tricorythodes</i>			3	2	1.273		9
		Leptophlebiidae	<i>Atopophlebia</i>							2
			<i>Farrodes</i>					26		
			<i>Hydrosmilodon</i>							2
			<i>spp32</i>			14		161		
			<i>Terpides</i>						3	
		Oligoneuriidae	<i>Thraulodes</i>	47	51			83		9
			<i>Traverella</i>							95
		Hemiptera	Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i>					1	
	Belostomatidae		<i>spp5</i>				3			
	Gelastocoridae		<i>spp66</i>				1			
	Gerridae		<i>Trepobates</i>					14		
	Mesoveliidae		<i>Mesoveloidea</i>					7		
			<i>spp38</i>					3		
	Naucoridae		<i>Cryphocricos</i>					2		
			<i>Limnocoris</i>				1	6		
			<i>Pelocoris</i>				17	2		
			<i>spp40</i>		1					
	Notonectidae	<i>Buenoa</i>				1				
	Pleidae	<i>Neoplea</i>				92		4		
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>		6	1	90			376	
	Lepidóptera	Crambidae	<i>Parapoynx</i>				2	1	3	
			<i>Petrophila</i>					3		1
			<i>spp11</i>							1
		Nepticulidae	<i>spp41</i>				1			
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>	1	5		110			
	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>		1		3			1
			<i>Acanthagrion</i>				3			
		Coenagrionidae	<i>Argia</i>		1		8	1	1	
			<i>Elasmothermis</i>						1	
		Libellulidae	<i>Libellula</i>				4			
			<i>Macrothemis</i>		1		15			
			<i>Miathyria</i>				6			
			<i>Perithemis</i>	1	8		67	2		
			<i>Planiplax</i>				1			
			<i>spp33</i>	2			1		1	
		Megapodagrionidae	<i>Heteragrion</i>							1
		Platystictidae	<i>Palaemnema</i>					2		1
		Polythoridae	<i>Polythore</i>					17		
		Protoneuridae	<i>Neoneura</i>	1						
	<i>Protoneura</i>								1	
	<i>spp49</i>					4		8		

Phylum	Orden	Familia	Género	AFL_CB	AFL_CM	CIE_CB	QAE	RC_CB	RC_CM
	Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>		7		300		5
	Trichoptera	Glossosomatidae	<i>spp21</i>				2		
		Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>		5		13		
		Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>		160		228		1
			<i>Smicridea</i>	4	60		301		4
		Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i>				1		
			<i>spp28</i>		14	2	8		
		Lepidostomatidae	<i>spp65</i>			1			
		Leptoceridae	<i>Grumichella</i>		12		464		
			<i>Nectopsyche</i>						2
		<i>spp30</i>		2	6	169	2	3	
	Limnephilidae	<i>spp34</i>				1			
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	2			13			
Polycentropodidae	<i>Cynellus</i>				70				
Mollusca	Basommatophora	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i>				9	1	
		Physidae	<i>spp46</i>	1	1	25	71	1	2
	Neotaenioglossa	Planorbidae	<i>spp47</i>			80	40	4	
		Hydrobiidae	<i>spp24</i>			3			5
	Veneroidea	Thiaridae	<i>Melanoides</i>				1		95
		Sphaeriidae	<i>spp58</i>						1
Platyhelminthes	Tricladida	Dugesidae	<i>spp23</i>				2		
Total general				266	1.061	2.282	7.993	446	687

Fuente: Integral S.A., 2016

2.4.1.1 Abundancia y riqueza de la comunidad de macroinvertebrados

Durante la campaña realizada en el mes de febrero del presente año, se colectaron un total de 12.735 individuos, de los cuales los órdenes más representativos por su abundancia, fueron en su orden Díptera, Ephemeroptera, Coleóptera y Trichoptera con 3.405, 3.183, 3.008 y 1.550 individuos respectivamente. Contrario a los órdenes: Veneroidea, Tricladida y Haplotaxida, que registraron abundancias ≤ 5 individuos. Por su parte, las familias más abundantes fueron Chironomidae (1.946 ind), Noteridae (1.556 ind) Leptohipidae (1.530 ind), Simuliidae (1.273 ind) y Baetidae (1.158 ind).

Al realizar el análisis de la composición de la comunidad bentónica en los grupos de estaciones, se observó que el grupo quebradas afluentes al embalse (QAE), presentó la abundancia más alta con 7.993 individuos y el mayor aporte en riqueza con 74 géneros, seguido de las ciénagas de la cuenca baja (CIE_CB) con 2.282 individuos y 46 géneros (véase la Figura 2-26). Dichos grupos de estaciones presentan diferencias significativas al ser el primero un grupo de estaciones de ecosistemas lóticos y el segundo ecosistemas lénticos. Los sistemas lóticos, característicos de las quebradas, los arroyos y ríos, constituyen un tipo principal de ecosistemas acuáticos que se diferencian por el

continuo y rápido flujo de sus aguas, lo cual crea condiciones especiales para la vida y para la organización de las estructuras y procesos ecológicos básicos tales como: flujos de energía, materia, información, mantenimiento de los equilibrios ecológicos, sucesión y generación de biodiversidad, entre las que se encuentra las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Por su parte, las ciénagas y en general todos los ecosistemas lénticos, son de gran importancia por ser ecosistemas que ayudan a mitigar inundaciones, retienen sedimentos, sustancias tóxicas y nutrientes, poseen una alta biodiversidad, controlan la erosión, almacenan carbono, proveen servicios de transporte y de recreación y son una fuente importante de alimento. Por ello han jugado un papel primordial en el desarrollo y sostenimiento de las sociedades en todo el mundo desde tiempos inmemoriales (IUCN 1999, Ministerio del medio ambiente 2001, Stolk et al. 2006 tomado de IIAP, 2013).

Esto ratifica la importancia que tiene el monitoreo y seguimiento de las comunidades acuáticas en las estaciones que hacen parte del área de influencia del proyecto hidroeléctrico, con el fin de garantizar la conservación y buen uso de los recursos hídricos y biológicos.

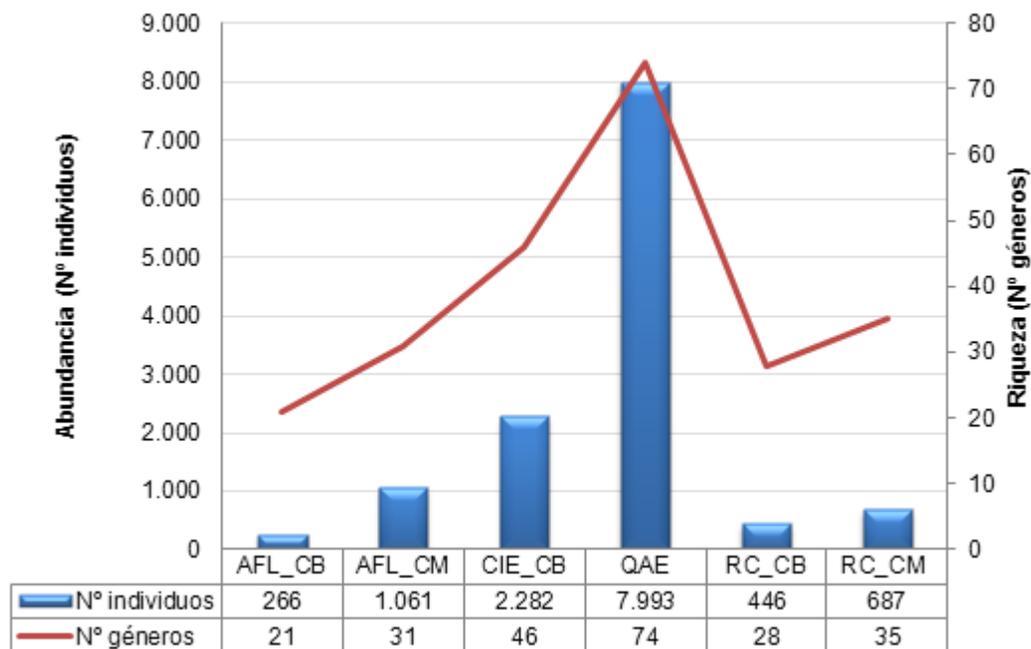


Figura 2-26 Número de individuos y géneros de macroinvertebrados registrados en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango por grupo de estaciones en febrero de 2016

Fuente: Integral S.A. 2016



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



2.4.1.2 Estimadores de diversidad y Test de Tukey

Con el fin de clasificar la presencia de las familias de macroinvertebrados acuáticos que fueron registradas durante la primera campaña de monitoreo del 2016, se realizó la prueba de Olmstead-Tukey (OT), la cual permite clasificar según la frecuencia de aparición y abundancia de macroinvertebrados en cada grupo de estaciones en individuos “comunes”, “dominantes”, “ocasionales” y “raros” (véase la Figura 2-27).

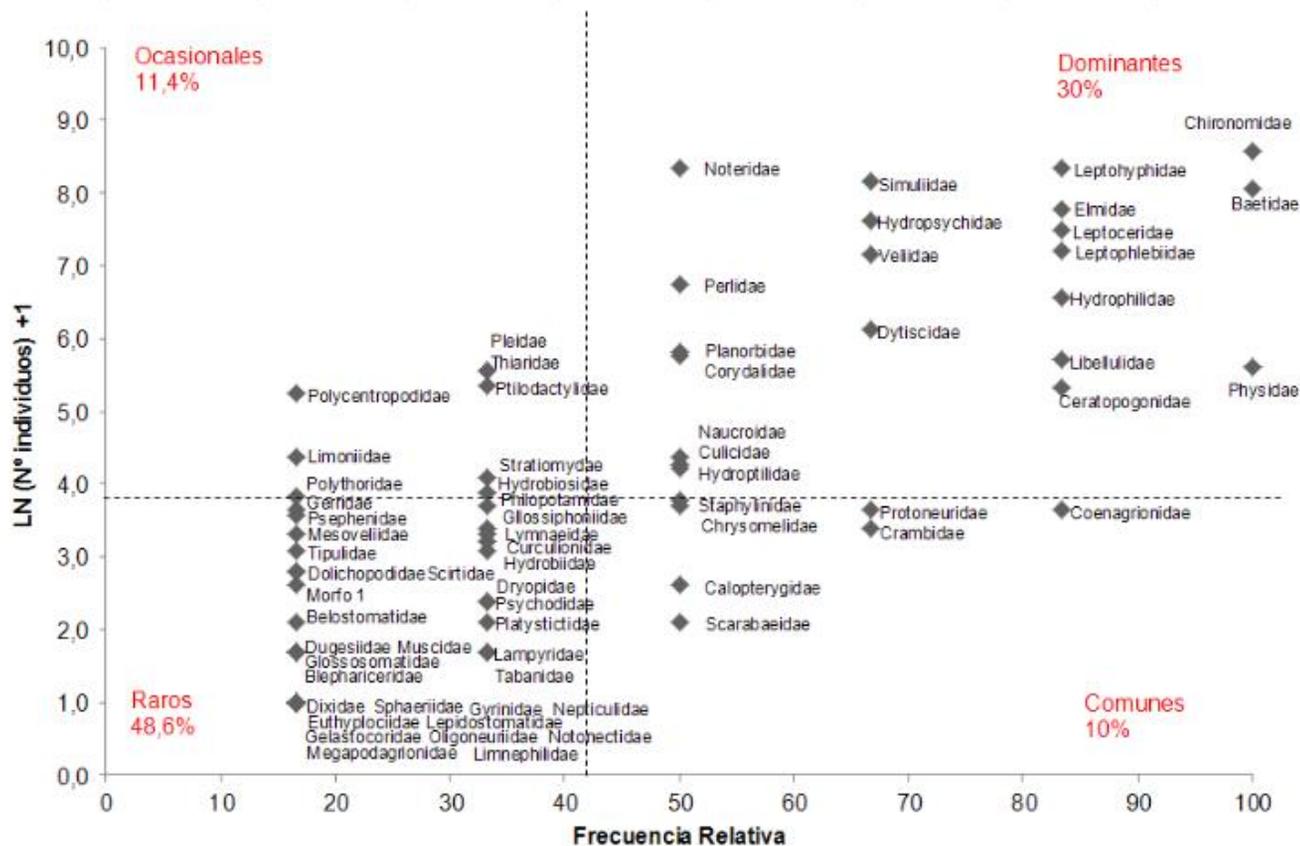


Figura 2-27 Representación gráfica de la distribución de las familias (test de Tukey), de acuerdo a su frecuencia de aparición y aportes a la abundancia

Fuente: Integral S.A. 2016

Los resultados obtenidos con el test de Tukey, evidencia que el 30% de las familias fueron dominantes, entre las que sobresalen: Chironomidae, Baetidae, LeptoHyphidae, Elmidae, Leptoceridae y Leptophlebiidae las cuales mostraron las mejores representaciones por su abundancia y diversidad en los diferentes ambientes acuáticos; y conservan la dominancia respecto a los anteriores periodos de muestreo. Como es bien sabido, los quironómidos constituyen uno de los grupos más diversos e importantes dentro de los ecosistemas acuáticos por lo que tienen una importancia clave como componentes de la biodiversidad y son determinantes en la estructura y el funcionamiento a escala de comunidad y ecosistema (Porinchu & MacDonald 2003 tomado de Bello González et al., 2013).

Por otro lado, las familias Baetidae, LeptoHyphidae y Leptophlebiidae, pertenecientes al orden Ephemeroptera sobresalen por presentar las mayores abundancias en las quebradas afluentes al embalse. Este orden es considerado clave para los estudios de bioindicación, pues además de ser uno de los principales grupos de macroinvertebrados bentónicos, son abundantes y diversos, y ocupan la mayor parte de meso-hábitats disponibles. Igualmente, son relativamente fáciles de coleccionar, pasan prácticamente toda su vida en el agua como ninfas y viven como adultos desde pocas horas hasta aproximadamente tres días para alcanzar el apareamiento y ovoposición. Estas características les permiten ser uno de los más fuertes testigos de las variaciones que puedan presentarse en los ecosistemas acuáticos que habitan. (Forero-Céspedes & Reinoso-Flórez, 2013).

Por otra parte, en el grupo de las comunes del cual hacen parte el 10% de las familias, se encuentran individuos de las familias Staphylinidae, Chrysomelidae, Coenagrionidae, Protoneuridae, Crambidae, Calopterygidae y Scarabaeidae, estas familias estuvieron presentes. Para estas familias se observó representación entre tres y cinco grupos de estaciones con abundancias que oscilaron entre tres y 16 individuos.

Las familias que se reportaron de forma ocasional, con frecuencias de aparición bajas y abundancias aceptables en las estaciones que hacen parte del área de influencia fueron Pleidae, Thiaridae, Ptilodactylidae, Polycentropodidae, Limoniidae, Stratiomyidae, Hydrobiosidae, Polythoridae (11,5%) las cuales solo se presentaron en máximo dos grupo de estaciones. Finalmente, el mayor porcentaje de familias (48,6%) fue catalogado por el test como “raros” por presentar valores de abundancia y frecuencia de aparición baja.

Los estimadores de diversidad calculados para la comunidad bentónica en el área de estudio refleja que existe una mayor diversidad en el grupo de estaciones de las quebradas afluentes al embalse (QAE), con el valor más alto para este índice con 2,88, seguido de los grupos AFL_CB, AFL_CM, CIE_CB con valores $\geq 2,00$. Las estaciones de la cuenca baja y media obtuvieron los valores más bajos de diversidad y más altos de

dominancia ya que predominaron en éstas las familias Noteridae y Veliidae respectivamente. En general, estos grupos presentaron buenos valores de equidad ($\geq 0,5$) (véase la Tabla 2-37).

Tabla 2-37 Densidad, riqueza y estimadores de diversidad de la comunidad de macroinvertebrados registrada en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango durante febrero de 2016

Grupos estacionales	Riqueza (S)	Abundancia (%)	Dominancia (D)	Diversidad (H')	Equidad (J)
AFL_CB	21	2,09	0,16	2,20	0,72
AFL_CM	31	8,33	0,16	2,26	0,66
CIE_CB	46	17,92	0,23	2,06	0,54
QAE	74	62,76	0,09	2,88	0,67
RC_CB	28	3,50	0,32	1,80	0,54
RC_CM	35	5,39	0,34	1,72	0,48

Fuente: Integral S.A. 2016

2.4.1.3 Índice de calidad ambiental BMWP/Col1

Se calculó el índice BMWP adaptado para Colombia, para cada uno de los grupos de estaciones del área de influencia. Este método califica a cada familia de macroinvertebrados asignándole un valor de 1 a 10 de acuerdo con el grado de sensibilidad a la contaminación, siendo las familias con calor 1 las que toleran las condiciones más malas de calidad del agua. De acuerdo con el puntaje obtenido para cada grupo, se calificó la calidad del agua y su significado ecológico.

Según el índice BMWP/Col¹ las estaciones agrupadas presentan calidades entre dudosa y de buena calidad. Sobresaliendo por su puntuación QAE (quebradas afluentes al embalse), CIE_CB (ciénagas de la cuenca baja), RC_CM (río Cauca cuenca media), con los valores más altos obtenidos, lo cual indica que estas aguas son de muy buena calidad. Por otro lado, los afluentes de la cuenca media (AFL_CM), el río Cauca cuenca baja (RC_CB) obtuvieron una calificación aceptable y Los afluentes en la cuenca baja (AFL_CB) presentó calidad dudosa, la calidad de estas aguas puede ser debida a los efectos de contaminación que generan algunas actividades antrópicas en las riveras de estos afluentes del río Cauca, tales como la incorporación de aguas servidas, la extracción de materiales del lecho del río y el deterioro del suelo por la explotación minera (véase la Tabla 2-38).

Tabla 2-38 Índice de calidad BMWP/Col1 para el grupo de estaciones del área de influencia Proyecto Hidroeléctrico Ituango 2015

Familia	Puntuación BMWP	Calidad
AFL_CB	66	Dudosa
AFL_CM	122	Aceptable

CIE_CB	160	Buena
QAE	316	Buena
RC_CB	93	Aceptable
RC_CM	155	Buena

Fuente: Integral S.A. 2016

El muestreo llevado a cabo en el mes de febrero del año 2016, se caracterizó por presentar en general, aguas bajas debido al fenómeno del niño que se registra a nivel nacional; este bajo nivel podría explicar la alta abundancia de la comunidad bentónica en las estaciones del área de estudio, debido a que tanto la abundancia como la riqueza de macrobentos están fuertemente influenciadas por la variación en el nivel de las aguas (Roldán & Ramírez, 2008). Para este muestreo al igual que los dos muestreos realizados en el 2015 la diversidad y abundancia de insectos acuáticos sobresalió en las quebradas afluentes al embalse (QAE), estos resultados son de esperarse debido a las condiciones ambientales y físicas características de dichos ecosistemas, que presentan mayor heterogeneidad del hábitats e interacciones bióticas y la cobertura de la vegetación riparia que contribuye a aumentar el flujo de material alóctono favoreciendo, permitiendo a su vez la conservación de los afluentes y la buena calidad de sus aguas.

2.5 ANÁLISIS DE TENDENCIA PARA LA COMUNIDAD PERIFÍCA Y MACROINVERTEBRADOS

Para evaluar el comportamiento de la comunidad ficoperifítica y bentónica a lo largo del monitoreo hidrobiológico que se viene realizando desde el año 2012 hasta el presente, se hizo un análisis del cambio en las medidas de tendencia central y su dispersión (media y desviación estándar) de la abundancia, la riqueza y diversidad, usando para estos últimos los números de Hill o números efectivos de especies, donde $q = 0$ equivale a la riqueza específica, $q = 1$ a la diversidad de Shannon (H') y $q = 2$ a la dominancia de Simpson (D).

Dado que el número de unidades muestréales (estaciones de muestreo) eran diferentes entre sitios (URP) y campañas de muestreo por año, para la abundancia se usaron los promedios por sitios, de los cuales se obtuvo un valor promedio de abundancia para cada campaña por año. De esta manera, en este caso la unidad de muestreo fue la abundancia promedio por campaña, de donde se obtuvieron abundancias promedio y desviaciones estándar por año, a partir de las cuales se analizó el cambio de la abundancia en el tiempo.

Para el caso de la diversidad, para estandarizar el número de unidades de muestreo se realizaron curvas de rarefacción de especies versus el área de muestreo o completitud de muestreo por cada campaña (para más detalle ver Chao y Jost, 2012) con el paquete

iNEXT para el software R (Hsieh and Chao, 2015). De esta manera, usando las curvas se escogió arbitrariamente un área de muestreo o completitud alcanzada por todas las campañas siguiendo el método propuesto por Chao y Jost (2012), de tal forma que todas las campañas fueran comparables en términos del esfuerzo de muestreo. Con base en ese valor del área de muestreo, se estimaron los números efectivos de especies por campaña también usando el paquete iNEXT para el software R, a partir de los cuales se calculó el promedio y la desviación estándar de los números efectivos de especie por año, con base en los cuales analizó igualmente el cambio de estos en el tiempo.

Para observar el cambio en la composición en el tiempo, se realizaron análisis de ordenación de las campañas y las especies (géneros y taxones, según sea el caso) por año para ambas comunidades (Ficoperifiton y Macroinvertebrados Acuáticos). En ambos casos se realizó un análisis NMDS (Escalamiento multidimensional no métrico). En este caso se usó como medida de distancia el índice de Jaccard, ya que el análisis se realizó con base en una matriz de presencia/ausencia de sitios por especies.

Para evitar el efecto causado por diferente número estaciones monitoreadas entre campañas y años, se usaron solamente para el caso de la comunidad de macroinvertebrados: 15 estaciones y perifiton: 18 estaciones de muestreo para cada campaña realizada en todos los años, el cual fue el menor número de estaciones muestreadas en una campaña durante todos los años. La selección de las estaciones por campaña se hizo aleatoriamente usando la función sample de los paquetes base del programa R. De esta manera, solamente con 15 y 18 estaciones de muestreo por campaña, se construyó una matriz de presencia/ausencia de campañas por especies, con la cual se realizó el análisis NMDS con el paquete Vegan del programa R (Oksanen, J. et al. 2016). El análisis también se realizó usando la matriz completa, sin excluir ninguna de estación, para evidenciar el efecto del desbalance en el número de estaciones de muestreo en los resultados.

Es preciso aclarar que, para el análisis de tendencia de la comunidad Ficoperifítica, fue necesario realizar un ajuste de los datos, dado que la densidad obtenida en algunas estaciones del QAE, se alejaron 1.5 veces del rango intercuartil, por lo cual se consideran puntos extremos fuera de la distribución y por lo tanto debieron ser excluidos de dicho análisis.

2.5.1 Ficoperifiton

Tal y como se observa en la Figura 2-28, los resultados obtenidos permiten concluir que, en general se presenta una tendencia a disminuir la abundancia de algas perifíticas a lo largo de los años de monitoreo y dicha abundancia no presenta relacion específica con

las campañas, es decir con los periodos hidrológicos, ya que los promedios centrales de la abundancia difieren entre estas, y no se observa un patrón entre campañas. Para los años 2012 y 2013, el promedio de abundancia de esta comunidad acuática se mantuvo constante, sin embargo, para el año siguiente (2014) se evidencia una disminución considerable tanto de la abundancia promedio como su variabilidad, y vuelve a estabilizarse para el año 2015 aumentando igualmente el rango de variabilidad.

Como se mencionó anteriormente, el número de campañas de monitoreo no fue el mismo para todos los años (2012 = 2C, 2013 = 4C, 2013 = 4C, 2015 = 2C y 2016 = 1C), sin embargo, no se evidencia relación entre el número de campañas y la variabilidad de la abundancia por año. Ejemplo de esto, es que exista un amplio rango de abundancia de la comunidad perifítica durante los años 2013 y 2015, años durante los cuales hubo muestreo en cuatro (4) y dos (2) campañas respectivamente. Cabe resalta que, debido a que para el año 2016, solo se tienen resultados de una campaña, no es factible comparar los valores con los de los demás años y se esperan resultados de mas campañas de muestreo

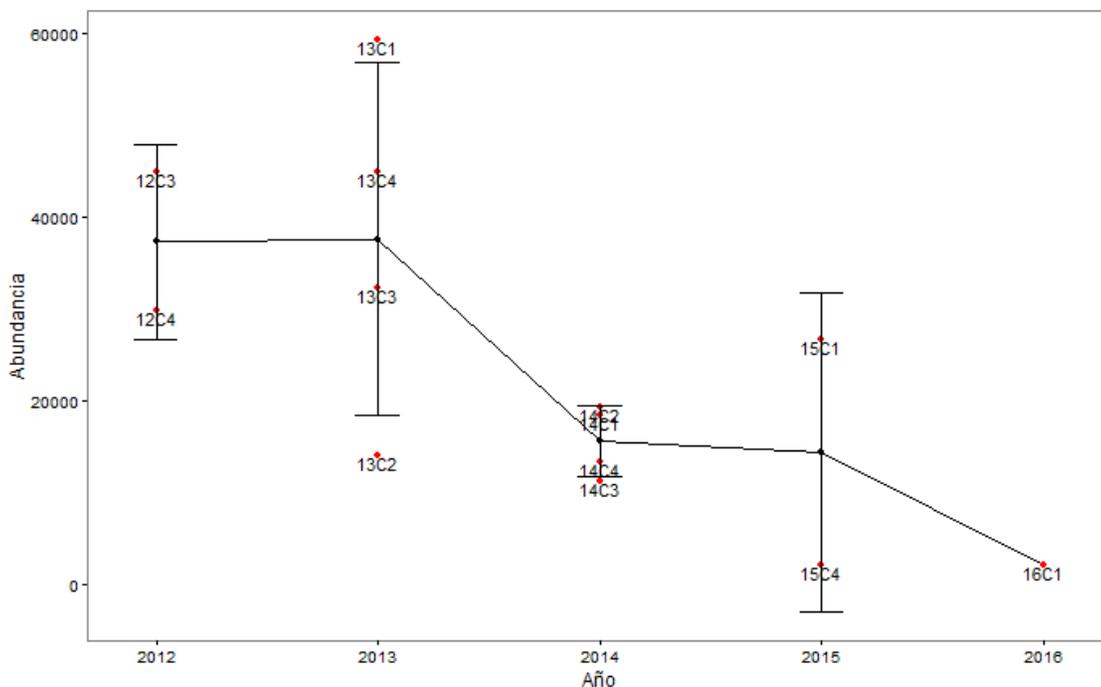


Figura 2-28 Abundancia de la comunidad Fycoperrifítica registrada durante las campañas de monitoreo a lo largo de los años

Fuente: Integral S.A. 2016



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



En cuanto a la riqueza ($q=0$), diversidad ($q=1$) y dominancia ($q=2$) de ficoperifiton en los grupos de estaciones definidos respecto a la ubicación del proyecto hidroeléctrico, se observa que existe una tendencia a aumentar la riqueza, diversidad y dominancia de dicha comunidad acuática. En la Figura 2-29 se puede observar que los taxones registrados en el 2012, estuvieron presentes nuevamente en el años 2013, al estar incluidos dentro del rango de variabilidad de este año, y que en general, el promedio presenta un incremento significativo para los años 2014, 2015 y 2016; años en los cuales la variabilidad de individuos colectados está ampliamente distribuida. La diversidad, igualmente presenta una tendencia a aumentar con el tiempo, y presenta diferencias entre los valores promedios de cada año, a excepción nuevamente de los años 2012 y 2013, los cuales presentan promedios y rangos de variabilidad similares. Caso particular, es el año 2015, en el cual la variabilidad de diversidad fue evidentemente más amplio y dentro del cual se encuentran ajustados los valores para las dos campañas realizadas en este, siendo mayor en la campaña cuatro (4). Resultados, aparentemente análogos se presentaron para los resultados de dominancia, donde para el año 2015 se registró un promedio y rango mayor. El 2016 presentó con la campaña 1, resultados similares, con valores altos de riqueza, diversidad y dominancia, que no son comparables al igual que la abundancia.

En general, el año 2012 registró una riqueza de baja variabilidad y alta dominancia de taxones, por su parte en el año 2013 la comunidad presentó una riqueza específica variable pero de baja diversidad y dominancia. Caso similar presento el año 2014, donde los resultados de riqueza específica registraron un rango variable y disminuye este mismo para el índice de diversidad y dominancia. La presencia de taxones en el año 2015 por el contrario, tiende a aumentar la dominancia y diversidad. (Véase la Figura 2-29).

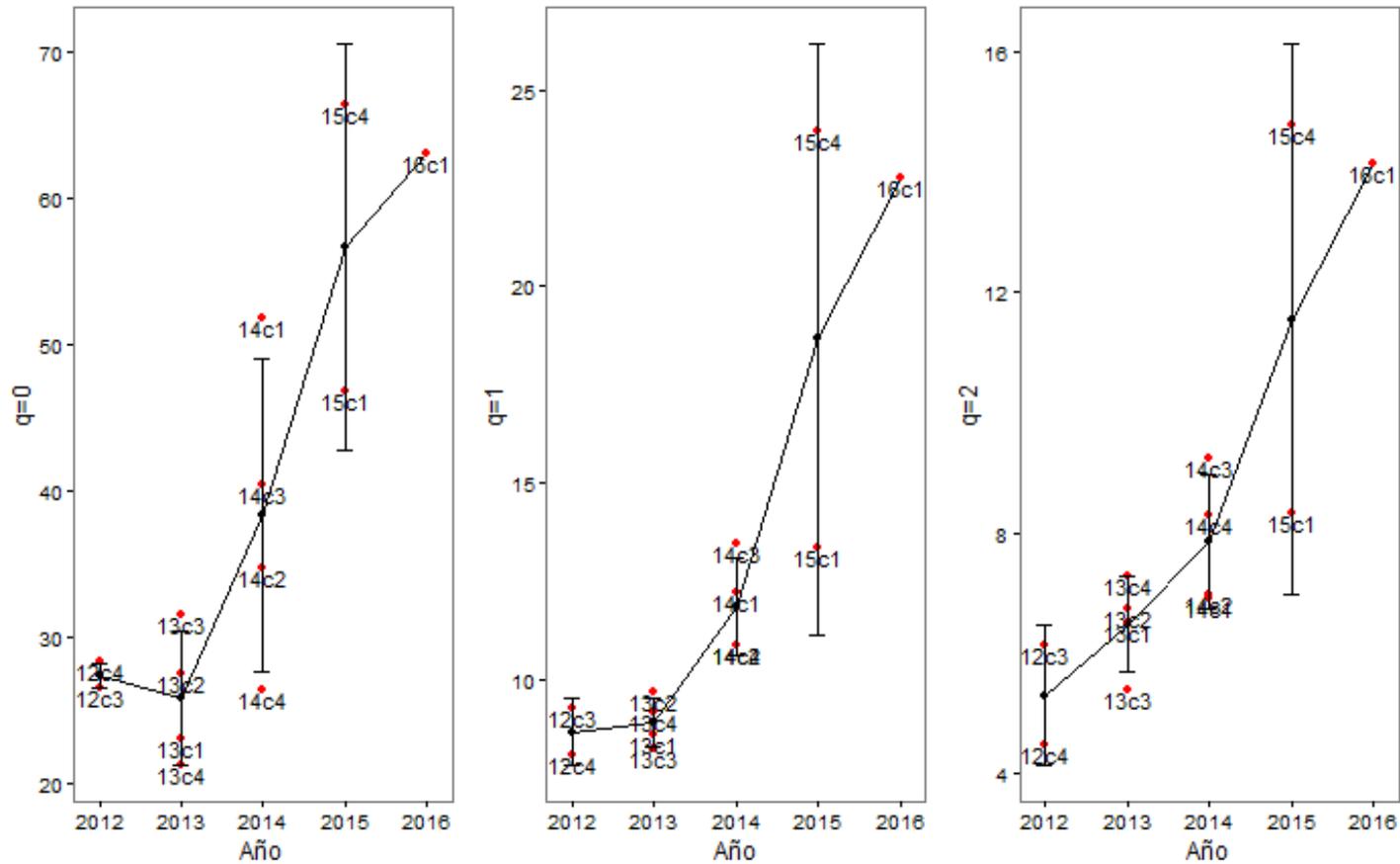


Figura 2-29 Riqueza diversidad y dominancia de los taxones registrados en las campañas de monitoreo a lo largo de los años

Fuente: Integral S.A. 2016



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



El análisis de ordenación de la comunidad ficoperifítica, permite concluir que a lo largo del tiempo las dos primeras campañas de monitoreo, es decir las campañas 3 y 4 del 2012, y las campañas 1 y 2 del 2013, reflejan alguna similaridad en cuanto a su composición. Sin embargo, el resultado que se resalta de este análisis es la semejanza y cercanía que existe en cuanto a la composición registrada en las cuatro campañas de 2014, y las campañas 1 del 2015 y; 3 y 4 del 2013; lo cual indica una homogeneidad en cuanto a la presencia de algas perifíticas durante siete campañas consecutivas, y se evidencian mayor cantidad de taxones. Dichas campañas a su vez, presentan cambios significativos con la composición registrada en las dos últimas campañas de monitoreo (2015 C2 y 2016 C1), ya que como se observa, éstas se encuentran distantes y con menor número de taxones asociados. Esto, daría indicio de un posible cambio que se podría presentar en cuanto a la diversidad de esta comunidad en el área de influencia del proyecto, y para lo cual sigue siendo necesario el constante monitoreo de las comunidades acuáticas. Ya que, además de dichas diferencias con los anteriores monitoreos, se evidencia que la composición se encuentra restringida a unos taxones registrados de forma novedosa.

La forma en la cual se encuentran distribuidos y ordenados los datos, permite concluir que la composición de esta comunidad acuática ha ido creciendo exponencialmente, y manteniendo una constante estructura hasta la cuarta campaña del 2014, momento desde entonces, se presenta como se mencionó anteriormente, cambio en la composición de algas perifíticas en las estaciones asociadas a la hidroeléctrica (Véase la Figura 2-30).

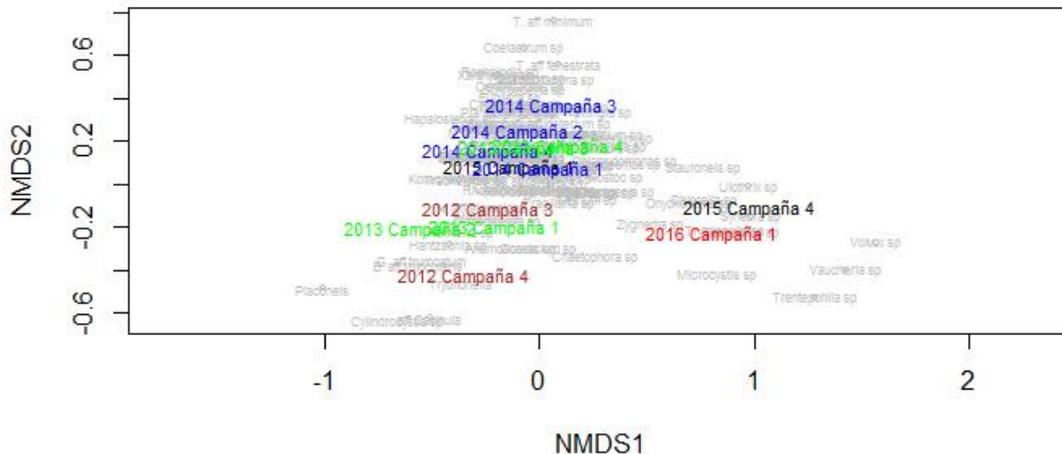


Figura 2-30 Análisis de ordenación de la comunidad ficoperifítica por campaña y años de monitoreo

Fuente: Integral S.A. 2016

2.5.2 Macroinvertebrados acuáticos

En la Figura 2-31 se observan los resultados obtenidos de la abundancia de macroinvertebrados registrados en el área de influencia desde el año 2012, los cuales permiten concluir que, en general se ha presentado una tendencia a aumentar la abundancia de dicha comunidad a lo largo de los años de monitoreo y no se presenta relación específica con las campañas, es decir con los periodos hidrológicos. Durante los años 2013, existió una variación de la comunidad menor en comparación con los demás años, incluso, a pesar de que en este año se realizaron las cuatro campañas y fueron incluidas las 17 estaciones de las quebradas afluentes al embalse (QAE). Es precisamente para este año, donde se evidencia un descenso en la abundancia promedio, que incrementa nuevamente y de forma significativa para el siguiente año. Los rangos de variabilidad de abundancias, permite inferir que en todos los años de monitoreo, a excepción del 2013, son amplios tanto para las unidades muestrales como para las campañas de monitoreo.

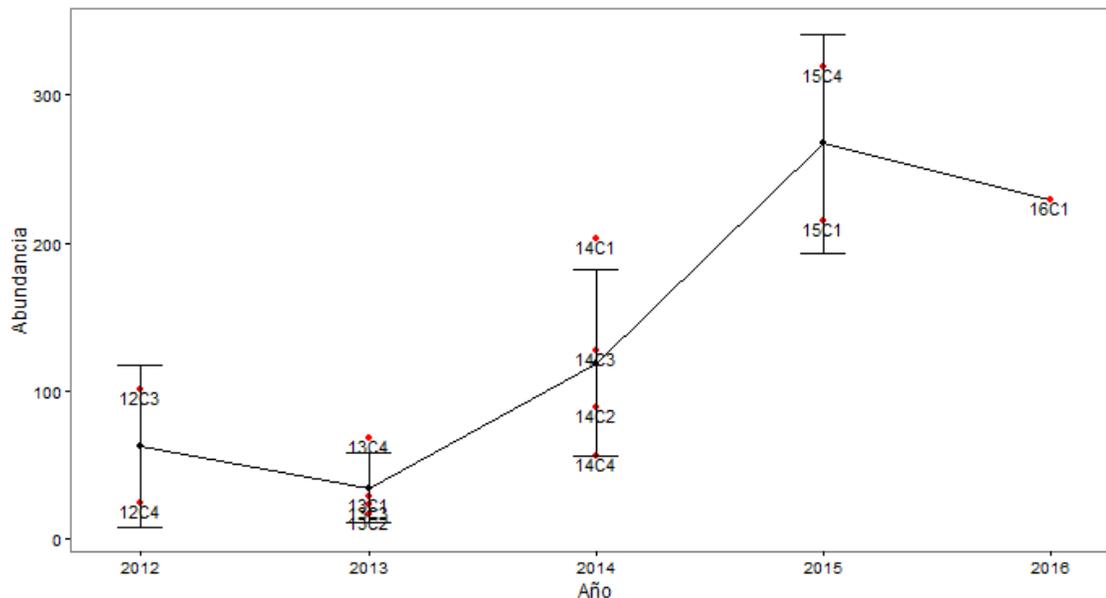


Figura 2-31 Abundancia de la comunidad Bentónica registrada durante las campañas de monitoreo a lo largo de los años

Fuente: Integral S.A. 2016

En cuanto a la riqueza de macroinvertebrados acuáticos en los grupos de estaciones definidos respecto a la ubicación del proyecto hidroeléctrico, se evaluó la riqueza ($q=0$), diversidad ($q=1$) y dominancia ($q=2$). Concluyéndose que, la variabilidad de la riqueza neta en el año 2012 fue amplia, aunque con menor diversidad y dominancia de géneros. Para este análisis de riqueza sobresalen los resultados obtenidos en el año 2013, en el cual la riqueza presenta un valor promedio significativamente más alto que para los demás años y aunque un menor rango de variabilidad de riqueza, que permite inferir una composición diferencial de los demás, puesto que no se contienen unos intervalos de riqueza con los de otros años, como es el caso de los años 2012, 2014 y 2015, en los cuales la variabilidad de los géneros y promedios de riqueza fue aparentemente similares. Sin embargo, en el año 2013 se presentó una variabilidad en la diversidad de géneros mayor, sobresaliendo en esta la campaña 3, en la cual la diversidad es significativamente menor que la del promedio. En general, los resultados del 2013, presentan resultados diferentes en cuanto a las medias centrales y trata de mantenerse una tendencia al aumento de la riqueza y diversidad de la comunidad bentónica a lo largo del tiempo. Los demás años conservan amplios rangos de variabilidad, que manifiestan que se mantiene un ensamble constante para los años de muestreo. Durante el año 2014, los valores de riqueza, diversidad y dominancia de la comunidad, presentaron diferencias respecto a la



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



desviación estándar de los datos (dispersión de datos) y a los valores promedios registrados para dicho año, lo cual podría explicarse por las condiciones favorables que se estarían presentando en el periodo hidrológico que coincide con esta campaña (aguas bajas), ya que como se puede observar, en los años 2013 y 2015, esta misma campaña presenta resultados por encima de los esperados (promedios). Al igual que los resultados de la comunidad ficoperifítica, no se considera adecuado comparar los resultados del 2016, ya presentar resultados mínimos comparado con los demás años. (Véase la Figura 2-32).

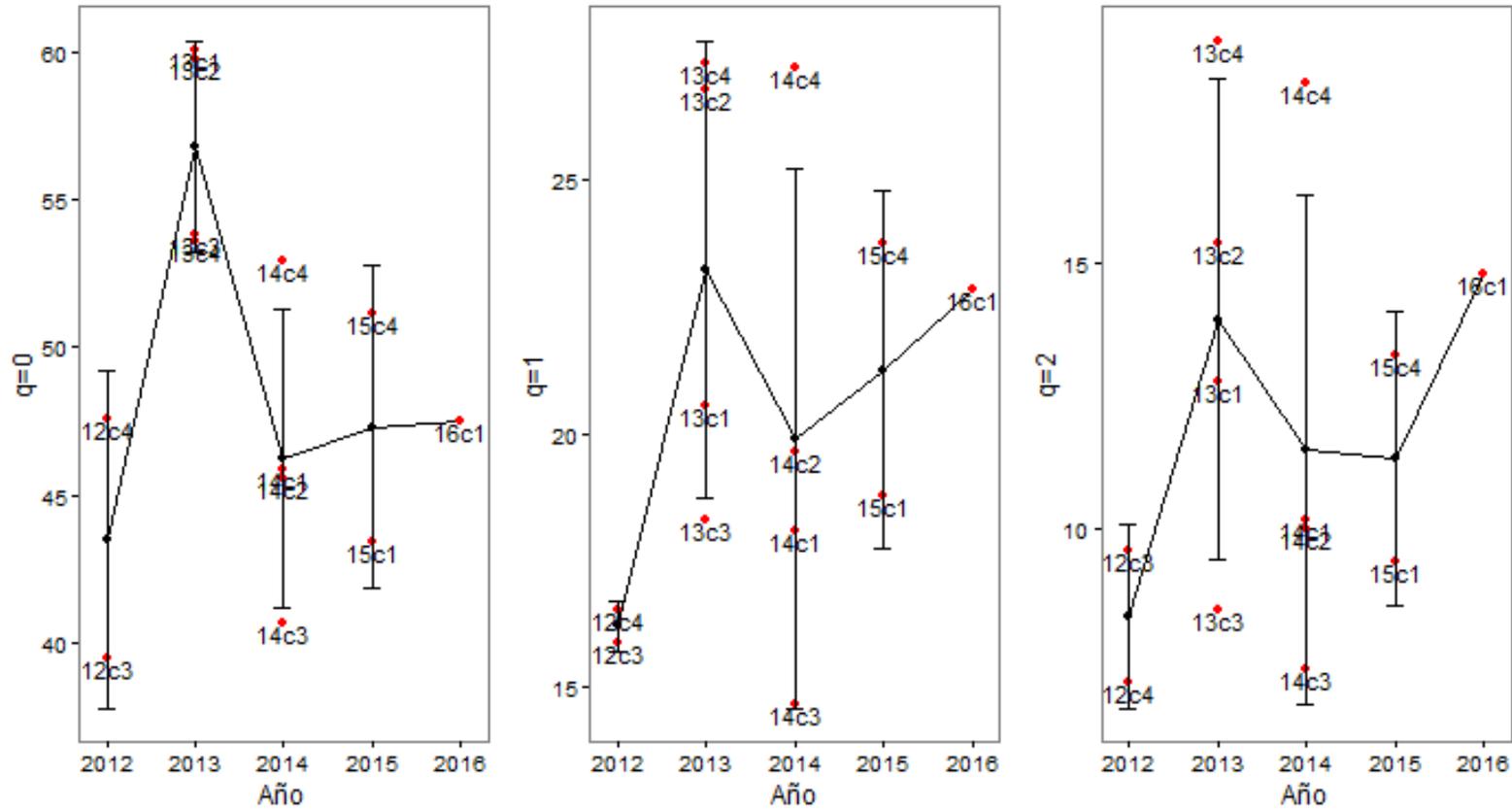


Figura 2-32 Riqueza, diversidad y dominancia de los géneros registrados en las campañas de monitoreo a lo largo de los años

Fuente: Integral S.A., 2016

Para la comunidad bentónica, el análisis de ordenación, permite concluir que la composición de la comunidad se ha conservado constante en las campañas de monitoreo de los años 2014 y 2015, y la cuarta campaña del 2013; donde a su vez, se asemeja a la campaña 3 de este mismo año y la última campaña de monitoreo realizada (C1 2016). Las demás campañas, es decir las cuatro primeras realizadas cuando se dio inicio al monitoreo, se encuentran alejadas de los resultados más recientes, evidenciándose un cambio en la composición de la comunidad, donde los géneros se encuentran más dispersos para este caso y más aglomerados para los monitoreos recientes.

Estos resultados, permiten inferir que la comunidad de macroinvertebrados acuáticos con el tiempo, han reflejado una tendencia aumentar la diversidad de géneros y mantenerse estable. El análisis de ordenación ratifica los resultados de riqueza, diversidad y dominancia del año 2013, ya que como se observa, las campañas realizadas durante dicho año, difieren semestralmente, estando aisladas las del primer semestre de las del segundo, con composiciones diferentes, lo cual corroboraría la alta riqueza y diversidad registradas para este tiempo. (Véase la Figura 2-33).

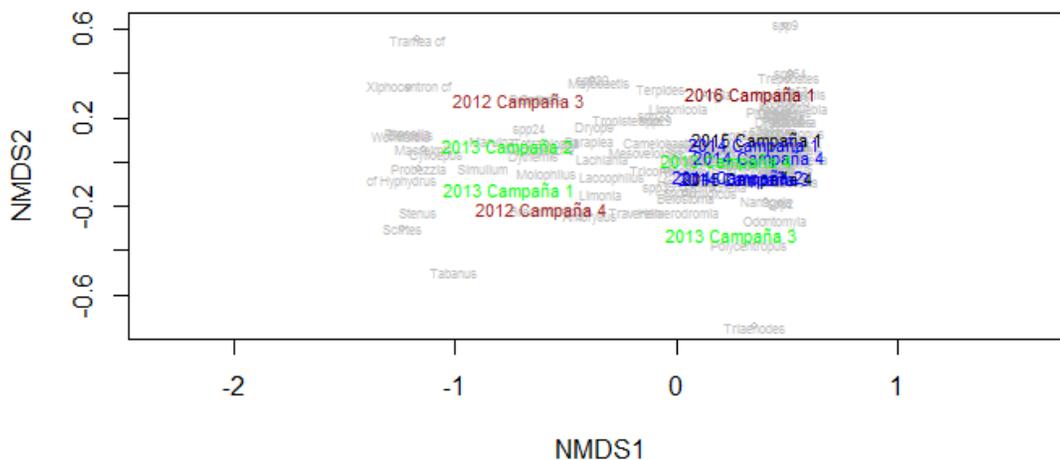


Figura 2-33 Análisis de ordenación de la comunidad Bentónica por campaña y años de monitoreo

Fuente: Integral S.A., 2016

3 BIBLIOGRAFÍA

- ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA). Almería. Vol II 203-2013
- AGOSTINHO, A., HAHN, N.S., GOMES, L.C. Y BINI, L.M. 1997. Estrutura trófica. En A. E. Vazzoler, A. A. Agostinho y N. S. Hahn (Eds.), A planície de inundação do alto rio Paraná. Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos (pp. 229–248). Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá.
- ALLAN, J.D. 1995. Stream Ecology. Structure and function of running waters. Chapman y Hall. University of Michigan. U.S.A.
- ALVAREZ, L., 2005.- Desarrollo para una metodología para la evaluación de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de los recursos hidrobiológicos. Contrato N° 05-01-24843-0424PS entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” y Luisa Fernanda Álvarez Arango.
- BARTHEM, R. Y M. GOULDING. 1997. The Catfish Connection. Ecology, migration and conservation of Amazonian predators. Columbia University Press, New York. USA. 120 pp.
- BELLO-GONZÁLEZ, O.C., SPIES, M & TÉLLEZ-MARTÍNEZ, B. 2013. Estado del conocimiento de la familia Chironomidae (Insecta: Diptera) en Cuba. Universidad de Guadalajara. Dugesiana 20(2): 233-242
- BICUDO, C. & M. MENEZES. 2005. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: Chave de identificação e descrições. Editora Rima, Santa Paula. Conforti, V. 1994 Study of the Euglenophyta from Calmaleao lake (Manaus, Brasil). Rev. Hydrobiol. Trop. 27(1): 3-21
- CASCO, M.A. Y TOJA, J. 2003. Efecto de la fluctuación del nivel del agua en la biomasa, la diversidad y las estrategias del perifiton de los embalses. En: Limnética Vol. 22, No. 1-2 p.115 - 134.
- CHAO, A & JOST, L. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. Ecological Society of America. Ecology, 93(12), 2012, pp. 2533–2547

COX, E.J. 1996. Identification of Freshwater Diatoms from Live Material. Chapman & Hall, Londres.

DAHL, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. Ministerio de Agricultura, Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA) Talleres Litografía Arco Bogotá D.C., Colombia. 391 p.

DE LA PAVA, A.C & RODELO, K.J. 2012. Composición y abundancia de la comunidad de algas perifíticas del río Cesar asociado a variables físico-químicas e hidrobiológicas durante los meses de febrero y septiembre del año 2011. Universidad del Atrántico. Facultad de Ciencias Básicas. Barranquilla, Colombia

DELARIVA, R.L.; AGOSTINHO, A.A. 1999. Introdução de espécies: uma síntese comentada. Acta Scientiarum 21(2):255-262.

DIEZ HERNÁNDEZ, J.M. 2008. Evaluación de requerimientos ecológicos para el diseño de regímenes ambientales de caudales fluviales. Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. Noviembre. pp. 15-23. ISSN. 0121-4993.

DOMÍNGUEZ, E., Y FERNÁNDEZ, H.R. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología. Eds. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.

ELVIRA, B.; ALMODÓVAR, A.; NICOLA, G.G. Y ALMEIDA, D. 2007. Impacto de los peces y cangrejo introducidos en el Parque Nacional de Cabañeros, pp. 181-193. En: Ramírez, L. y B. Asensio (eds.), Proyectos de investigación en parques nacionales: 2003- 2006. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales.

FLORES, S., et al. 2015. Estructura y dinámica de la comunidad íctica del arroyo Yabotí, Reserva de Biosfera Yabotí, Misiones, Argentina. Revista Mexicana de Biodiversidad, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.04.004>

FORERO-CÉSPEDES, A. M & REINOSO-FLÓREZ, G. 2013. Estudio de la familia Baetidae (Ephemeroptera: Insecta) en una cuenca con influencia de la urbanización y agricultura: río Alvarado-Tolima. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas. Grupo de Investigación en zoología, Universidad del Tolima, Colombia. Rev. Asoc. Col. Cienc.(Col.), 25: 12-21

FUGI, R., HAHN, N.S. Y AGOSTINHO, A.A. 1996. Feeding styles of five species of bottom-feeding fishes of the high Paraná river. Environmental Biology of Fishes, 46, 297–307.

GASTON, K.J. 1996. Species richness: Measure and measurement, en K.J. Gaston (ed.), Biodiversity. A biology of numbers and differences. Blackwell Science, Oxford, pp. 77-113.

GIACOMETTI, J. C. & BERSOSA, F. 2006. Macroinvertebrados acuáticos bioindicadores de calidad de agua en el río Alambi. Boletín Técnico 6, Serie Zoológica 2: 17-32. Carrera en Ciencias Agropecuarias, IASA I. Sangolquí, Ecuador.

GONZÁLEZ-ACOSTA, A.F. 1998. Ecología de la comunidad de peces asociada al manglar del Estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría en Ciencias con Especialidad en Manejo de Recursos Marinos, CICIMAR-IPN. 126 p.

GOZLAN, R.E. Y NEWTON, A.C. 2009. Biological invasions: benefits versus risks. Science, 324: 1015–1016.

GRANADO-LORENCIO, C. 2002. Ecología de peces. Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

GUTIÉRREZ-BONILLA, F.P. 2012. Recomendaciones y oportunidades para el control y manejo de las especies introducidas y trasplantadas. Capítulo 6. En: Gutiérrez-Bonilla, F. de P.; Lasso-Alcalá, C.A.; Baptiste, M.P.; Sánchez-Duarte, P. y Díaz, A.M. (eds.), VI Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves (pp. 263- 272). Serie editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá, D.C.: Instituto de investigación de los recursos biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). 345 p

IIAP INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DEL PACÍFICO “John Von Neumann”. 2013. Caracterización Ecológica del Humedal Costero Obregón, en territorio de comunidades negras de Guapi-Cauca

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DEL PACÍFICO (Ed). 2013. Caracterización ecológica del complejo cenagoso La Honda Tangui – Medio Atrato, Chocó

JARI OKSANEN, F. GUILLAUME BLANCHET, ROELAND KINDT, PIERRE LEGENDRE, PETER R. MINCHIN, R. B. O'HARA, GAVIN L. SIMPSON, PETER SOLYMOS, M. HENRY H. STEVENS, HELENE WAGNER. 2016. Community Ecology Package. Ordination methods, diversity analysis and other functions for community and vegetation ecologists.

KARR, R.J. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries 6(6):21-27

LAGLER, K.F; BARDACH J.E; MILLER R.R Y MAY-PASSINO D.R. 1984. Ictiología. Mexico: AGT.

LASSO, C.A., GUTIÉRREZ F. DE PAULA, MORALES BETANCOURT M.A., AGUDELO E., RAMÍREZ -GIL H. Y AJIACO MARTÍNEZ R.E. (Eds.). 2011. II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 304 pp.

LÓPEZ FUERTE, F. O. Y D. A. SIQUEIROS BELTRONES. 2011. Diatomeas como indicadores de la calidad ecológica de los oasis de Baja California Sur, México. CONABIO. Biodiversitas, 99:8-11

LOWE-MCCONNELL, R.H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge: Cambridge University Press.

MAKRAKIS, S., GOMES, L.C., MAKRAKIS, M.C, FERNANDEZ, D.R Y PAVANELLI, C.S. 2007. The Canal da Piracema at Itaipu Dam as a fish pass system. Neotropical Ichthyology, 5(2): 185–195.

MARGALEF, R. 1983. Limnología. Barcelona. Ediciones Omega. S.A

MARTÍNEZ, L. & DONATO, J. 2003. Efectos del caudal sobre la colonización de algas en un Río de alta montaña tropical (Boyacá, Colombia). Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Limnología. Revista Caldasia 25 (2). Pág. 337-354.

MILES C. 1943. Estudio económico y ecológico de los peces de agua dulce del Valle del Cauca. Publicaciones de la Secretaria de Agricultura del Departamento del Valle. Imprenta Departamental, Cali, Colombia, 97pp.

MOJICA C., J.I. 1999. Lista preliminar de las especies dulceacuícolas de Colombia Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23 (Suplemento especial): 547–566.

MOJICA, J.I, USMA J.S, ÁLVAREZ-LEÓN, R., Y LASSO C.A. (Eds) 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia - 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, Colombia, 319 p.

MONTOYA-MORENO, Y & AGUIRRE, N. 2013. Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. Revista Gestión y Ambiente Vol. 16 (3): 91-117.

NÆSJE T., JONSSON B., Y SKURDAL J. 1995. Spring flood: a primary cue for hatching of river spawning Coregoninae. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52: 2190–2196.

PEARL, H. W. 1988. Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (Cyanobacteria). In Sandgren, C. D. (ed.), *Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge University Press, New York, pp. 261–315

POFF, N. L. 2004 Natural flow regime as paradigm for river restoration: A ecohydrologic context for ecohydraulics? *Fifth International Symposium on Ecohydraulics*, 12-17 de septiembre. [Madrid: España].

POMCA 2001. CORMAGDALENA-IDEAM, Estudio ambiental de la cuenca Magdalena-Cauca y elementos para su ordenamiento territorial. Informe final, Bogotá

REYNOLDS, C. S. 1987. Cyanobacterial waterblooms. In: P. Callow [Ed.] *Advances in Botanical Research*, 13, Academic Press, London, 17-143.

ROLDÁN P.G. Y RAMÍREZ, R.J.J. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. 440 p

ROLDÁN PÉREZ, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 23(88): 375-387.

ROLDÁN, G. 1996. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía. Primera reimpression. Presencia Ltda. Colciencias, Universidad de Antioquia, Bogotá – Colombia.

ROTTA M., 2003. Aspectos gerais da fisiología e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados á piscicultura. Embrapa Pantanal. Corumbá, Brasil. Documentos 53: 1- 48.

SARMIENTO, F.O. 2000. Diccionario de Ecología: Paisajes, Conservación y Desarrollo Sustentable para Latinoamérica. UNU / CLACS / NSF / AMA / CAF / ABYA-YALA / CEPEIGE. Quito: Editorial Abya-Yala. 226 p.

SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1969. *Biometría*. Ed. Blume. Barcelona, España, 587 p.

STEVENSON RJ, BOTHWELL M.L, Y LOWE RL. 1996. *Algal Ecology. Freshwater benthic ecosystems*. Academic Press. New York.

STEVENSON, R.J. Y PETERSON, C.G. 1989. Variation in benthic diatom (Bacillariophyceae) immigration with habitat characteristics and cell morphology. *Journal of Phycology*, Vol. 25, No. 1, p. 120-129.



COMUNIDADES DE PECES EN LA CUENCA
MEDIA Y BAJA DEL RÍO CAUCA EN EL AREA
DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
HIDROELECTRICO ITUANGO
Resultados campaña 1 de 2016



USMA, J.S., M. VALDERRAMA, M.D., ESCOBAR, R.E., AJIACO-MARTÍNEZ, F., VILLA NAVARRO, F., CASTRO, H., RAMÍREZ-GIL, A.I., SANABRIA, A., ORTEGA-LARA, J., MALDONADO-OCAMPO, J.C., ALONSO Y CIPAMOCHA, C. 2009. Peces dulceacuícolas migratorios en Colombia. Pp. 103 – 131. En: Amaya, J. D. y L. G. Naranjo (Eds.). Plan Nacional de las Especies Migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. MAVDT – WWF. Bogotá D. C. Colombia, 214 pp.

VAZZOLER AEAM. 1996. Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Editora DAUFSC. Maringá. São Paulo. Brazil.

VILLA-NAVARRO, F.A., GARCÍA-MELO L.J., GARCÍA-MELO, J., BRIÑEZ-VASQUEZ, N.G. y ZÚÑIGA-UPEGUI, P.T. 2003. Biodiversidad Faunística de la cuenca del río Coello – Biodiversidad Regional Fase I Tomo II Universidad del Tolima-CORTOLIMA Ibagué, Colombia. 350 p

WETZEL, G.R., 2000. Limnological analysis, 3.a ed. Berlín, Springer Verlag.

WINEMILLER, K.O., Y TAPHORN. D.C. 1989. La evolución de las estrategias de la vida en los peces de los llanos occidentales de Venezuela. Biollania 6:77-122.

XOTTON, R.J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall, Nueva York. 404 p.