


 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 SGS ETSA <small>ESTUDIOS TÉCNICOS</small>
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

CONTENIDO

3	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	8
3.3	MEDIO BIÓTICO	8
3.3.3	Ecosistemas acuáticos	8
3.3.3.1	Estaciones de muestreo	9
3.3.3.2	Temporada 1 – marzo 2021	13
3.3.3.3	Temporada 2 – junio 2021	88
3.3.3.4	Sistemas lóticos	120
3.3.3.5	Análisis de bioindicación	156
3.3.3.6	Conclusiones	159
3.3.3.7	Bibliografía	163

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.3.3-1 Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo	11
Tabla 3.3.3-2 Composición de Fitoplancton en los Sistemas Lénticos Temp. 1	14
Tabla 3.3.3-3 Índices Ecológicos calculados para Fitoplancton en los Sistemas Lénticos Temporada 1	20
Tabla 3.3.3-4 Composición de Fitoplancton en los Sistemas Lénticos Temp. 1	21
Tabla 3.3.3-5 Índices Ecológicos calculados para Zooplancton en los Sistemas Lénticos Temporada 1	26
Tabla 3.3.3-6 Composición de Perifiton en los Sistemas Lénticos Temp. 1	27
Tabla 3.3.3-7 Índices Ecológicos calculados para Perifiton en los Sistemas Lénticos Temporada 1	33
Tabla 3.3.3-8 Composición de Bentos en los Sistemas Lénticos Temp. 1	34
Tabla 3.3.3-9 Índices Ecológicos calculados para Bentos en los Sistemas Lénticos Temporada 1	37
Tabla 3.3.3-10 Composición y porcentaje de cobertura de macrófitas en Sistemas lénticos Temp.1	39
Tabla 3.3.3-11 Macrófitas halladas en sistemas Lénticos y loticos Temp. 1	39
Tabla 3.3.3-12 Composición de Fitoplancton en los Sistemas Lóticos Temp. 1	52
Tabla 3.3.3-13 Índices Ecológicos calculados para Fitoplancton en los Sistemas Lóticos Temporada 1	56
Tabla 3.3.3-14 Composición de Zooplancton en los Sistemas Lóticos Temp. 1	58
Tabla 3.3.3-15 Índices Ecológicos calculados para Zooplancton en los Sistemas Lóticos Temporada 1	61
Tabla 3.3.3-16 Composición de Perifiton en los Sistemas Lóticos Temp. 1	62
Tabla 3.3.3-17 Índices Ecológicos calculados para Perifiton en los Sistemas Lóticos Temporada 1	67
Tabla 3.3.3-18 Composición de Bentos en los Sistemas Lóticos Temp. 1	68
Tabla 3.3.3-19 Indices Ecológicos calculados para Bentos en los Sistemas Lóticos Temporada 1	72
Tabla 3.3.3-20 Abundancia y porcentaje de cobertura de macrófitas en Sistemas Lóticos Temp.1	73
Tabla 3.3.3-21 Composición total de Peces en la Temporada 1	76
Tabla 3.3.3-22 Peces capturados en todos los puntos de muestreo en la Temporada 1	77
Tabla 3.3.3-23 Composición de Fitoplancton en los Sistemas Lénticos Temp. 2	89
Tabla 3.3.3-24 Índices Ecológicos calculados para Fitoplancton en los Sistemas Lénticos Temporada 2	93
Tabla 3.3.3-25 Composición de Zooplancton en los Sistemas Lénticos Temp. 2	94
Tabla 3.3.3-26 Índices Ecológicos calculados para Zooplancton en los Sistemas Lénticos Temporada 2	98
Tabla 3.3.3-27 Composición de Perifiton en los Sistemas Lénticos Temp. 2	100

Tabla 3.3.3-28 Índices Ecológicos calculados para Perifiton en los Sistemas Lenticos Temporada 2	104
Tabla 3.3.3-29 Composición de Bentos en los Sistemas Lénticos Temp. 2	105
Tabla 3.3.3-30 Índices Ecológicos calculados para Bentos en los Sistemas Lenticos Temporada 2	109
Tabla 3.3.3-31 Abundancia y porcentaje de cobertura de macrófitas en Sistemas lénticos Temp.2.....	110
Tabla 3.3.3-32 Macrófitas halladas en sistemas Lénticos y Lóticos Temp. 2	111
Tabla 3.3.3-33 Composición de Fitoplancton en los Sistemas Lóticos Temp. 2	120
Tabla 3.3.3-34 Índices Ecológicos calculados para Fitoplancton en los Sistemas Lóticos Temporada 2	125
Tabla 3.3.3-35 Composición de Zooplancton en los Sistemas Lóticos Temp. 2	126
Tabla 3.3.3-36 Índices Ecológicos calculados para Zooplancton en los Sistemas Lóticos Temporada 2	130
Tabla 3.3.3-37 Composición de Perifiton en los Sistemas Lóticos Temp. 2	132
Tabla 3.3.3-38 Índices Ecológicos calculados para Perifiton en los Sistemas Lóticos Temporada 2	138
Tabla 3.3.3-39 Composición de Bentos en los Sistemas Lóticos Temp. 2	139
Tabla 3.3.3-40 Índices Ecológicos calculados para Bentos en los Sistemas Lóticos Temporada 2	144
Tabla 3.3.3-41 Abundancia y porcentaje de cobertura de macrófitas en Sistemas Lóticos Temp.2.....	145
Tabla 3.3.3-42 Composición total de Peces en la Temporada 2.....	148
Tabla 3.3.3-43 Peces capturados en todos los puntos de muestreo en la Temporada 2	150
Tabla 3.3.3-44 Bioindicación de macroinvertebrados bentónicos presentes en los sistemas lénticos	157

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.3.3-1 Riqueza de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	16
Figura 3.3.3-2 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	17
Figura 3.3.3-3 Abundancia de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	18
Figura 3.3.3-4 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	18
Figura 3.3.3-5 Índices de Diversidad calculados para Fitoplancton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon).....	20
Figura 3.3.3-6 Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	22
Figura 3.3.3-7 Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	23
Figura 3.3.3-8 Abundancia de géneros en los fillos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	24
Figura 3.3.3-9 Porcentaje de Abundancia de géneros en los fillos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	24
Figura 3.3.3-10 Índices de Diversidad calculados para Zooplancton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon).....	26
Figura 3.3.3-11 Riqueza de géneros en los fillo de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	29
Figura 3.3.3-12 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	30
Figura 3.3.3-13 Abundancia de géneros en los fillos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	31
Figura 3.3.3-14 Porcentaje de Abundancia de géneros en los fillos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	31
Figura 3.3.3-15 Índices de Diversidad calculados para Perifiton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon).....	33
Figura 3.3.3-16 Riqueza de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	35
Figura 3.3.3-17 Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	35
Figura 3.3.3-18 Abundancia de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	36
Figura 3.3.3-19 Porcentaje de Abundancia de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1	37
Figura 3.3.3-20 Índices de Diversidad calculados para Bentos Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon).....	38

Figura 3.3.3-21 Análisis de correlación parámetros FQ y abundancias del perifiton – Lenticos temporada1	51
Figura 3.3.3-22 Riqueza de géneros en las clases de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	54
Figura 3.3.3-23 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	54
Figura 3.3.3-24 Abundancia de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	55
Figura 3.3.3-25 Porcentaje de Abundancia de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	56
Figura 3.3.3-26 Índices de Diversidad calculados para Fitoplancton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon).....	57
Figura 3.3.3-27 Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	59
Figura 3.3.3-28 Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	59
Figura 3.3.3-29 Abundancia de géneros en los fillos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	60
Figura 3.3.3-30 Porcentaje de Abundancia de géneros en los fillos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	61
Figura 3.3.3-31 Índices de Diversidad calculados para Zooplancton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon).....	62
Figura 3.3.3-32 Riqueza de géneros en las clases de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	64
Figura 3.3.3-33 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	65
Figura 3.3.3-34 Abundancia de géneros en los fillos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	65
Figura 3.3.3-35 Porcentaje de Abundancia de géneros en los fillos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	66
Figura 3.3.3-36 Índices de Diversidad calculados para Perifiton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon).....	67
Figura 3.3.3-37 Riqueza de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	69
Figura 3.3.3-38 Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	69
Figura 3.3.3-39 Abundancia de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	70
Figura 3.3.3-40 Porcentaje de Abundancia de géneros en los las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1	71
Figura 3.3.3-41 Índices de Diversidad calculados para Bentos Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon).....	72
Figura 3.3.3-42 Análisis de correlación parámetros FQ y abundancias del perifiton – Loticos temporada1	75

Figura 3.3.3-43	Abundancia total de especies de Peces registrados para la Temporada 1	77
Figura 3.3.3-44	Riqueza de géneros en los filamentos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2.....	90
Figura 3.3.3-45	Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2	91
Figura 3.3.3-46	Abundancia de géneros en los filamentos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2	91
Figura 3.3.3-47	Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2	92
Figura 3.3.3-48	Índices de Diversidad calculados para Fitoplancton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon).....	93
Figura 3.3.3-49	Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2	95
Figura 3.3.3-50	Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2	96
Figura 3.3.3-51	Abundancia de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2.....	96
Figura 3.3.3-52	Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2	97
Figura 3.3.3-53	Índices de Diversidad calculados para Zooplancton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon).....	98
Figura 3.3.3-54	Riqueza de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2.....	102
Figura 3.3.3-55	Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2.....	103
Figura 3.3.3-56	Abundancia de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2.....	103
Figura 3.3.3-57	Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2.....	104
Figura 3.3.3-58	Índices de Diversidad calculados para Perifiton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon).....	105
Figura 3.3.3-59	Riqueza de géneros en los filamentos de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2.....	106
Figura 3.3.3-60	Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2.....	107
Figura 3.3.3-61	Abundancia de géneros en los filamentos de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2.....	108
Figura 3.3.3-62	Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2.....	109
Figura 3.3.3-63	Índices de Diversidad calculados para Bentos Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon).....	110
Figura 3.3.3-64	Análisis de correlación parámetros FQ y abundancias del perifiton – Lénticos temporada 2	119

Figura 3.3.3-65 Riqueza de géneros en los filamentos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2	122
Figura 3.3.3-66 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2	123
Figura 3.3.3-67 Abundancia de géneros en los filamentos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2	123
Figura 3.3.3-68 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2	124
Figura 3.3.3-69 Índices de Diversidad calculados para Fitoplancton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon).....	125
Figura 3.3.3-70 Riqueza de géneros en los filamentos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2.....	127
Figura 3.3.3-71 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2	128
Figura 3.3.3-72 Abundancia de géneros en los filamentos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2	129
Figura 3.3.3-73 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2	129
Figura 3.3.3-74 Índices de Diversidad calculados para Zooplancton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon).....	131
Figura 3.3.3-75 Riqueza de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2.....	134
Figura 3.3.3-76 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2.....	135
Figura 3.3.3-77 Abundancia de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2.....	136
Figura 3.3.3-78 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2.....	136
Figura 3.3.3-79 Índices de Diversidad calculados para Perifiton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon).....	138
Figura 3.3.3-80 Riqueza de géneros en los filamentos de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2.....	140
Figura 3.3.3-81 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2.....	141
Figura 3.3.3-82 Abundancia de géneros en los filamentos de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2.....	142
Figura 3.3.3-83 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2.....	143
Figura 3.3.3-84 Índices de Diversidad calculados para Bentos Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon).....	144
Figura 3.3.3-85 Análisis de correlación parámetros FQ y abundancias del perifiton – Lóticos temporada 2	147
Figura 3.3.3-86 Abundancia total de especies de Peces registrados para la Temporada 2	149

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.3 MEDIO BIÓTICO

3.3.3 Ecosistemas acuáticos


Las aguas que recorren la superficie continental, también llamadas aguas epicontinentales, se pueden dividir en sistemas lóticos y lénticos dependiendo del tipo de flujo que posee cada cuerpo de agua (Cervantes, 2007). En el caso de las aguas lóticas, estas se caracterizan por tener un flujo medio y alto característico de los ríos y arroyos, mientras que las aguas lénticas poseen un flujo bajo o nulo (estancadas) como las lagunas y los lagos (Ramírez & Viña-Vizcaíno, 1998).

Tanto los sistemas lóticos y lénticos poseen distintas características físico-químicas y bióticas que convergen para formar un ecosistema complejo (Markert, Breure & Zechmeister, 2003). Estas características deben ser evaluadas de manera adecuada para lograr el entendimiento del sistema como un todo. Primero se analizan las variables físico-químicas como la carga inorgánica, la densidad, la concentración de oxígeno, la corriente, entre otros (Cole y Weihe, 2015). Para luego compararse con las condiciones bióticas, como la composición ecológica, la diversidad y la densidad poblacional (Roldán & Ramírez, 2008).

Los distintos ecosistemas epicontinentales se forman debido a la interacción del bioma con su medio, en donde cada especie habita en un lugar específico y cumple una función propia dependiendo de sus necesidades abióticas (Roldán y Ramírez, 2008). Esto se debe a que cada organismo requiere de un producto alimenticio y unas condiciones ambientales específicas para su subsistencia y reproducción, por lo que el cambio de las condiciones físicas afecta directamente las comunidades vivas (Ruttner, 2020).

El impacto de la actividad antropogénica y los cambios naturales como las sequías son los factores que han afectado en mayor medida la viabilidad de los servicios ecosistémicos que brindan los sistemas epicontinentales en las últimas décadas (Lozano, 2005) (Markert, Breure & Zechmeister, 2003). Además, son las actividades humanas que involucran el cambio en la utilización del suelo y de las fuentes hídricas la fuente de daños más directa en el ciclo hidrológico, la calidad del agua y en el transporte de sedimentos y tóxicos, lo que causa finalmente el ingreso de contaminantes a las cadenas tróficas (Alvarado, 2017).

Es por lo anterior que el impacto que ocurre en los sistemas lénticos y lóticos es comúnmente estudiado por medio de las comunidades hidrobiológicas que allí

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

habitan, las cuales incluyen el plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton, macrófitas, macroinvertebrados acuáticos e ictiofauna (Samanez y otros, 2014).

Los sistemas lénticos y lóticos al ser sistemas complejos, donde las interacciones entre lo abiótico y lo biótico generan redes de alta especificidad, se requiere de evaluaciones exhaustivas para conocer la verdadera calidad del ecosistema (Markert, Breure & Zechmeister, 2003). Una de las mejores maneras de encontrar el estado de conservación de un ecosistema acuático es mediante el uso de los bioindicadores.



Los bioindicadores son especies o comunidades que reflejan la calidad del ambiente en el que se encuentran y su cambio a través del tiempo. Esto lo logran gracias a su tolerancia moderada que presentan frente a los cambios externos, produciendo detrimentos en su fisionomía (como la bioacumulación de sustancias tóxicas). Lo que finalmente genera cambios medibles en el comportamiento y la densidad poblacional de la especie estudiada (Holt & Miller, 2011).

En Colombia, el área de estudio de la limnología se ha dedicado a estudiar los cambios de los sistemas lénticos y lóticos del país por más de cuatro décadas; lo que permite un entendimiento más enfocado y en contexto del detrimento de los ecosistemas acuáticos que existen en la actualidad (Roldán, 2009). Específicamente en la afectación ambiental por parte de la industria de los hidrocarburos, se han registrado grandes pérdidas de cobertura forestal; lo que ha afectado directamente la calidad de las lluvias y, por consiguiente, de las fuentes hídricas en zonas como la Amazonía (Bravo, 2007). Es por esta rápida afectación de la biodiversidad colombiana por parte de proyectos económicos, que se debe de seguir estudiando, manejando y conservando de manera correcta los sistemas epicontinentales colombianos.

A partir de todo lo mencionado anteriormente, se resalta la importancia de investigar y reconocer la diversidad, el estado de conservación y los servicios ecosistémicos que presentan los ecosistemas lóticos y lénticos del Área de Influencia del proyecto BLOQUE SSJN - 1 (SINÚ SAN JACINTO NORTE - 1). Esto por medio de la caracterización de las comunidades hidrobiológicas: perifiton, fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados bentónicos, macrófitas y peces, para así finalmente generar un manejo adecuado de estos sistemas acuáticos superficiales.

3.3.3.1 Estaciones de muestreo


En el presente estudio se realizaron monitoreos en 22 estaciones en total, de las cuales 16 pertenecen a sistemas lóticos y 6 a sistemas lénticos. Estas estaciones fueron posicionadas en 16 cuerpos de agua que incluyen ríos, arroyos, embalses, y jagüeyes. Además, de los 22 puntos de muestreo se identificaron 5 que se

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

encontraban totalmente secos, por lo que la toma de muestras no fue posible. Por último, no se logró llegar al punto de monitoreo EMBALSE EL GUAJARO (ABAJO CONFLUENCIA ARROYO LA PEÑA) (**Tabla 3.3.3-1**).

Tabla 3.3.3-1 Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo

ID_PUNTO_M	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO	SISTEMA	COORDENADAS DATA MAGNUM SIRGAS ORIGEN UNICO		**COORDENADAS DATA MAGNUM SIRGAS ORIGEN UNICO		MUESTRA EPOCA SECA		MUESTRA EPOCA LLUVIAS	
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ID_MUESTRA	mar-21	ID_MUESTRA	jun-21
LOT1	RÍO MAGDALENA LOS COCOS	LÓTICO	4801669.59	2716243.87	4801669.59	2716243.87	BO2102212.001	01/03/2021 12:15	BO2104638.001	03/06/2021
LOT2	RÍO MAGDALENA LOS MANGOS	LÓTICO	4801171.99	2717763.99	4801171.99	2717763.99	BO2102212.002	01/03/2021 15:25	BO2104638.002	03/06/2021
LOT3	RÍO MAGDALENA LAS TORRES	LÓTICO	4805531.50	2721907.40	4805558.49	2721870.49	BO2102291.001	02/03/2021 10:30	BO2104680.002	04/06/2021
LEN2	EMBALSE EL GUAJARO LA ISLITA	LÉNTICO	4779446.06	2718455.22	4779385.67	2718468.81	BO2102291.003	03/03/2021 09:50	BO2104757.001	10/06/2021
LOT4	AY REGOLLEDO	LÓTICO	4780937.51	2722971.23	4780932.61	2722973.62	BO2102291.004	03/03/2021 12:55	BO2104736.005	07/06/2021
LEN3	EMBALSE EL GUAJARO – LA PEÑA	LÉNTICO	4778041.34	2728898.01	4778022.93	2728906.69	BO2102291.002	02/03/2021 15:00	BO2104736.006	07/06/2021
LOT5	ARROYO GRANDE	LÓTICO	4807309.95	2735569.92	4807308.29	2735577.77	BO2102310.001	04/03/2021 11:50	BO2104680.003	04/06/2021
LEN4	JAGUEY AFLUENTE DEL AY ORIJATA	LÉNTICO	4797334.03	2724625.57	4797334.03	2724625.57	BO2102393.001	09/03/2021 10:40	BO2104757.003	10/06/2021
LOT6	ARROYO EL COJO	LÓTICO	4792451.64	2730936.12	4792449.96	2730933.44	BO2102393.002	09/03/2021 14:50	BO2104736.002	09/06/2021
LOT7	CANAL ARROYO LA CHACHA	LÓTICO	4776137.33	2715248.36	4776137.33	2715248.36	BO2102369.001	08/03/2021 12:00	BO2104736.004	07/06/2021
LOT8	ARROYO GRANDE 2	LÓTICO	4793621.79	2744237.00	4793623.59	2744239.54	BO2102369.002	05/03/2021 12:00	BO2104736.003	06/06/2021
LEN5	JAGUEY AY AFLUENTE DEL GUAYEPO	LÉNTICO	4793040.86	2733367.20	4793040.86	2733367.20	BO2102369.003	05/03/2021 15:25	BO2104731.002	08/06/2021
LEN6	JAGUEY PALMARITO	LÉNTICO	4782245.71	2743720.26	4782244.65	2743729.36	BO2102369.004	06/03/2021 14:30	BO2104731.001	08/06/2021
LOT9	ARROYO MOLINERO	LÓTICO	4777420.14	2736239.18	4777420.14	2736239.18	Punto Seco	SECO	BO2104736.001	06/06/2021
LOT10	CANAL ARROYO GALLEG0	LÓTICO	4798754.57	2717325.14	4798751.34	2717333.34	Punto Seco	SECO	BO2104680.001	04/06/2021
LOT11	ARROYO MANGA	LÓTICO	4795627	2737792	4795628.10	2737793.49	Punto Seco	-	BO2104733.002	09/06/2021
LOT12	ARROYO PLATANAL	LÓTICO	4780385	2737560	4780385.00	2737560.00	Punto Seco	-	BO2104757.002	10/06/2021
LOT13	ARROYO COJO	LÓTICO	4798028	2728780	4798027.87	2728780.47	Punto Seco	SECO	BO2104733.001	06/06/2021


 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 SGS ETSA <small>ESTUDIOS TÉCNICOS</small>
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

ID_PUNTO_M	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO	SISTEMA	COORDENADAS DATA MAGNUM SIRGAS ORIGEN UNICO		**COORDENADAS DATA MAGNUM SIRGAS ORIGEN UNICO		MUESTRA EPOCA SECA		MUESTRA EPOCA LLUVIAS	
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ID_MUESTRA	mar-21	ID_MUESTRA	jun-21
LOT14	ARROYO INNOMINADO	LÓTICO	4796162	2724135	4796141.71	2724163.03	Punto Seco	-	Punto seco	seco
LOT15	ARROYO CAÑO FISTOLA	LÓTICO	4806914.08	2732160.01	4806914.08	2732160.01	Punto Seco	SECO	Punto seco	seco
LOT16	ARROYO LEON	LÓTICO	4787972.39	2734398.21	4787972.85	2734398.00	Punto Seco	SECO	Punto seco	seco
LEN1	EMBALSE EL GUAJARO (ABAJO CONFLUENCIA ARROYO LA PEÑA)	LÉNTICO	4779961.39	2724689.90	4779931.76	2724678.26	BO2102291.005	03/03/2021 16:20	sin acceso	sin acceso

*Las estaciones LOT11, LOT12 y LOT14 no fueron monitoreadas en el mes de marzo, y la estación LEN6 no fue monitoreada en el mes de junio debido a que no se logró ingresar al punto. En los puntos LOT9, LOT10, LOT13, LOT15 y LOT16 no se encontró agua en el mes de marzo, al igual que en los puntos LOT14, LOT15, LOT16 en el mes de junio.

** Coordenadas ajustadas de los puntos de muestreo debido a que se corrigió el error de precisión que presenta el navegador GPS, dejando los puntos de monitoreo asociados a los cuerpos de agua caracterizados en la cartografía base para asegurar la consistencia lógica y espacial.

Fuente: ETSA, 2021

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

3.3.3.2 Temporada 1 – marzo 2021

3.3.3.2.1 Sistemas lénticos

Para el análisis de los sistemas lénticos y lóuticos se realizó una separación de las temporadas de muestreo, siendo la Temporada 1 en Marzo del 2021 y la Temporada 2 en Junio del 2021. Para la temporada 1 se evaluaron en primera instancia las 6 locaciones de sistemas lénticos pertenecientes al embalse el Guájaro, al Jagüey Palmarito, al Jagüey Ay, Afluente Del Guayepo y al Jagüey Afluente Del Ay Orijata.

a. *Fitoplancton*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

El fitoplancton gracias a su corto ciclo de vida y a su rápida respuesta a cambios ambientales y debido a su dependencia en las condiciones hidrobiológicas del ambiente, hacen que estos sean los organismos perfectos para realizar una detección y seguimiento de deterioros en el ecosistema como la eutrofización y contaminación orgánica (Santillán-Aredo & Guerrero-Padilla, 2018). Además, las comunidades fitoplanctónicas en Colombia han sido ampliamente estudiadas gracias a sus interacciones con otros organismos pertenecientes a cadenas tróficas de gran importancia económica y de conservación (Canosa & Pinilla, 2001).

En el presente estudio al evaluar las comunidades fitoplanctónicas de los seis (6) sistemas lénticos registrados en la temporada 1 (Marzo 2021), se encontraron siete (7) filos distintos de fitoplancton: Chlorophyta, Charophyta, Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenozoa, Ochrophyta y Miozoa. Además de esto se encontraron nueve (9) clases, veintiocho (28) órdenes, treintaynueve (41) familias y cincuenta y cinco (54) taxones; lo que generó una abundancia total de 27,10 ind/mL (**Tabla 3.3.3-2**).

El taxón *Aulacoseira* sp., fue el más abundante con una densidad de 4,53 ind/mL registrado en LEN6, mientras que los taxa menos representativos fueron *Coelastrum* sp., *Gonatozygon* sp. y *Staurodesmus* sp., con una abundancia de 0.01 ind/mL.



Tabla 3.3.3-2 Composición de Fitoplancton en los Sistemas Lénticos Temp. 1

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/mL
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	1,73
				<i>Hantzschia</i> sp.	0,07
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	0,74
				<i>Gyrosigma</i> sp.	0,04
				<i>Pinnularia</i> sp.	0,17
				<i>Stauroneis</i> sp.	0,04
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp.	2,61
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	5,15
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Encyonema</i> sp.	0,13
				<i>Gomphonema</i> sp.	0,42
	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i> sp.	1,16	
	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp.	0,12	
	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i> sp.	0,04	
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i> sp.	0,03	
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i> sp.	63,99
<i>Melosira</i> sp.				0,32	
Melosirales		Melosiraceae			
Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp.	0,16	
			<i>Pleurosira</i> sp.	7,86	
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.	0,02
			Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i> sp.	0,20
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.	0,07
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium</i> sp.	1,11
				<i>Kirchneriella</i> sp.	0,04
			Schroederiaceae	<i>Schroederia</i> sp.	0,09
			Radiococcaceae	<i>Radiococcus</i> sp.	0,15
			Hydrodictyceae	<i>Pediastrum</i> sp.	0,03
				<i>Tetraedron</i> sp.	0,03
		Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp.	0,08	
			<i>Desmodesmus</i> sp.	0,03	
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp.	0,09
		Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Chlorococcum</i> sp.	0,18
	<i>Pandorina</i> sp.			0,05	
	Sphaerocystidaceae		<i>Sphaerocystis</i> sp.	0,04	
Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae (ordo insertae sedis)	Trebouxiophyceae (insertae sedis)	<i>Crucigenia</i> sp.	0,07	
	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis</i> sp.	0,92	
			<i>Nephrocytium</i> sp.	0,03	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis</i> sp.	20,13



Lewis Energy Colombia, Inc.*

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN
DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO "ÁREA DE
EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSSJN-1"**



Versión No. 0. 12.2021

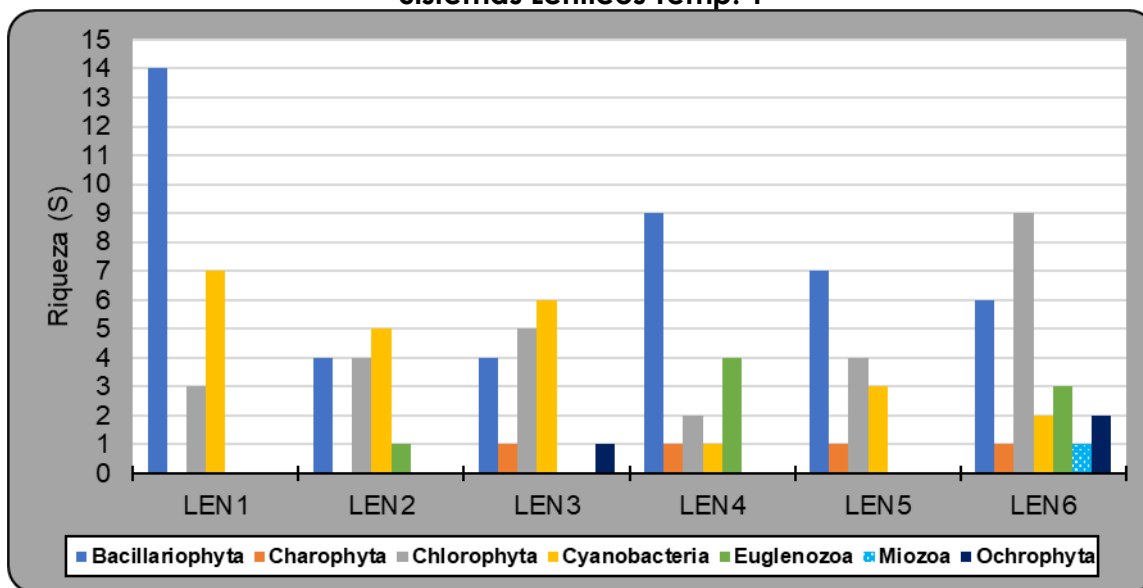
CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/mL
				<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	0,13
				<i>Anabaenopsis</i> sp.	5,14
		Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i> sp.	80,26
		Synechococcales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena</i> sp.	0,46
			Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.	2,76
			Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya</i> sp.	0,04
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix</i> sp.	0,40
			Oscillatoriaceae	<i>Limnoraphis</i> sp.	0,06
				<i>Phormidium</i> sp.	0,04
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Phacidae	<i>Lepocinclis</i> sp.	0,11
				<i>Lepocinclis acus</i>	0,03
				<i>Phacus</i> sp.	0,04
			Euglenidae	<i>Trachelomonas</i> sp.	0,19
				<i>Strombomonas</i> sp.	0,03
Miozoa	Dinophyceae	Peridiniales	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i> sp.	0,72
Ochrophyta	Eustigmatophyceae	Gonioclhoridales	Gonioclhoridaceae	<i>Pseudostaurastrum</i> sp.	0,05
	Xanthophyceae	Mischococcales	Centritractaceae	<i>Centritractus</i> sp.	0,05
Total general					198,62

Fuente: ETSA, 2021

De acuerdo a los resultados presentados en la riqueza de las comunidades de fitoplancton presentado en cada sistema léntico de la temporada 1, se encontró que el filo Bacillariophyta fue el que obtuvo la mayor presencia de taxas (21), y los puntos con mayor riqueza fueron el LEN2 y LEN5, como se puede apreciar en la **Figura 3.3.3-1**. Por otro lado, el filo de las Miozoas fue el que presentó la menor riqueza en todos los sistemas, exseptuando en LEN6, en donde el filo Charophyta también obtuvo el mismo bajo porcentaje de presencia.

Figura 3.3.3-1 Riqueza de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1

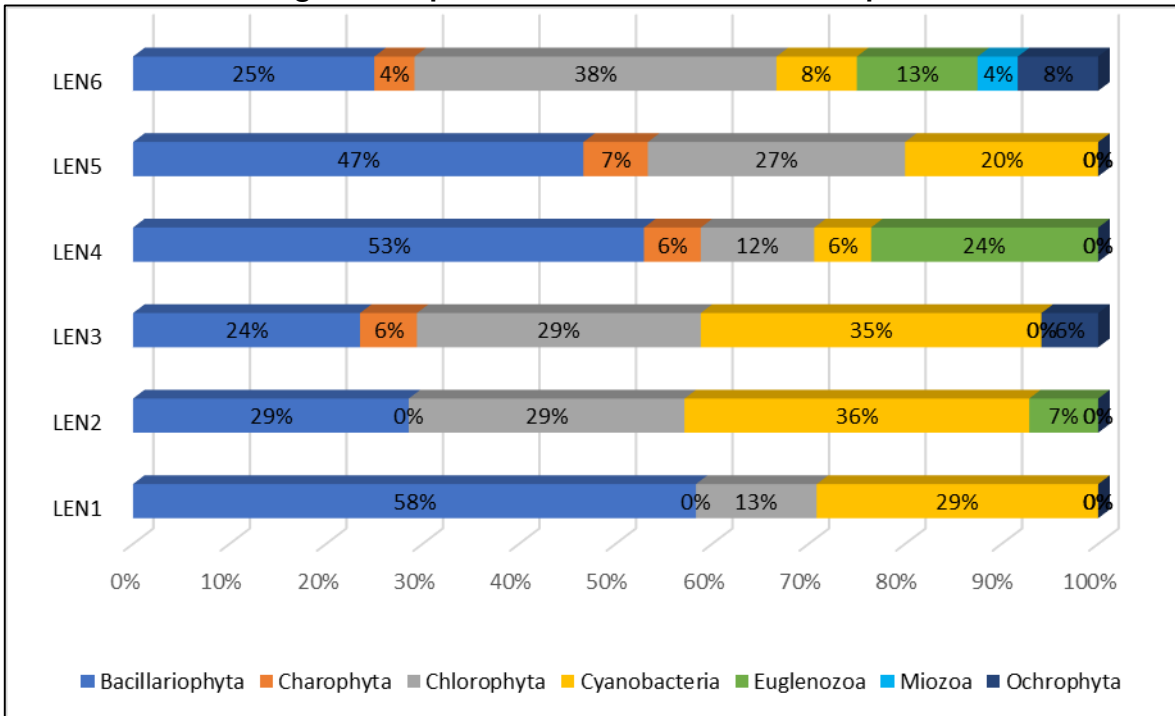


Fuente: ETSA, 2021

Con respecto a la distribución general de cada filo a lo largo de los sitios monitoreados, se registró que los fillos Bacillariophyta, Cyanobacteria y Chlorophyta fueron los únicos registrados en todos los puntos, mientras que los fillos restantes (Euglenozoa, Charophyta, Miozoa y Ochrophyta) presentaron entre uno (1) y tres (3) reportes. En una vista más específica, Bacillariophyta y Cyanobacteria obtuvieron su mayor riqueza de taxa en LEN 1, Chlorophyta, Miozoa y Ochrophyta en LEN6, Euglenozoa en LEN4, y, por último, Charophyta obtuvo la misma riqueza de un (1) taxón en cada sistema en el que se encuentra.

Por último, es posible apreciar en la **Figura 3.3.3-2** que el único filo que sobrepasa el 50% de representación en un punto de muestreo es Bacillariophyta, le sigue en representatividad el filo Chlorophyta con el 38% en LEN6, y Cyanobacteria con más del 30% en LEN2 y LEN3, mientras que el resto de fillos no sobrepasan el 29% de representatividad.

Figura 3.3.3-2 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1

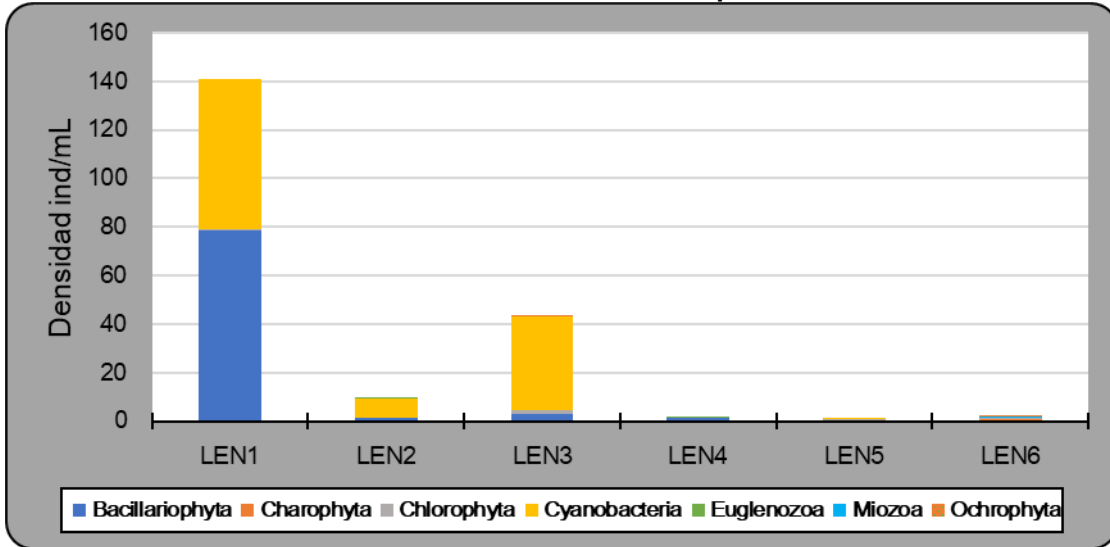


Fuente: ETSA, 2021

La densidad acumulada, mejor explicada como la sumatoria de las abundancias relativas del fitoplancton para sistemas lénticos, fue de 198.62 ind/mL en total. Asimismo, se registró la mayor concentración de algas en el LEN1 con 141.18 ind/mL, seguido del LEN3 con 43.39 ind/mL, mientras que los demás sistemas lénticos no superaron los 20 ind/mL (**Figura 3.3.3-3**).

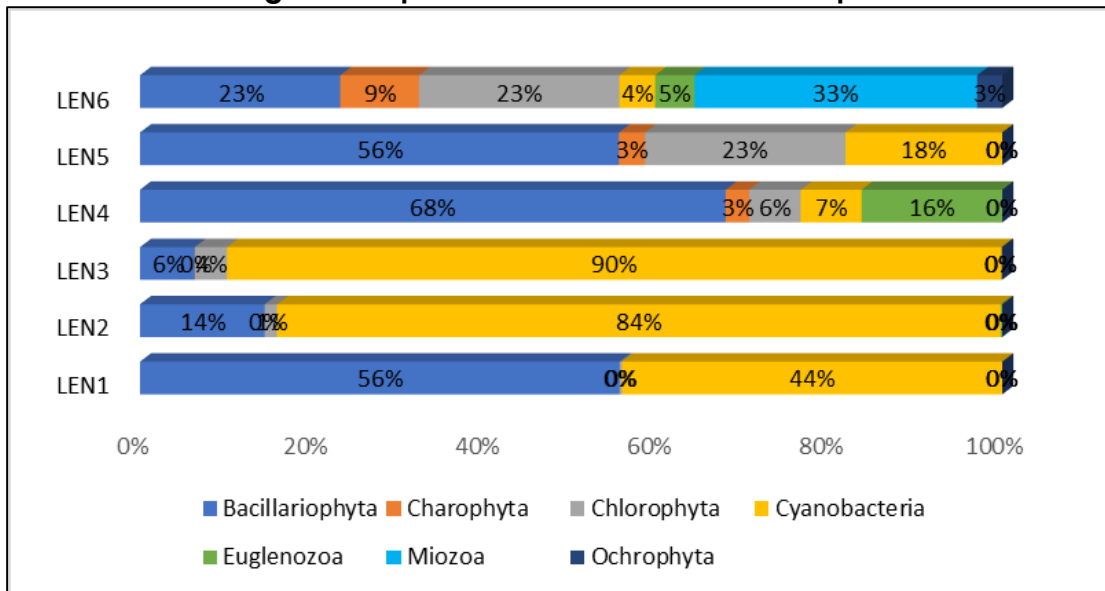
Con respecto a los fillos, el filo Cyanobacteria presentó la mayor abundancia acumulada (109,4 ind/mL) en los 6 sistemas lénticos evaluados, seguido por Bacillariophyta con 94.05 ind/mL, Euglenozoa con 11.65 ind/mL y Chlorophyta con 4.07 ind/mL; por último, los fillos restantes registraron densidades inferiores a 1 ind/mL. Además, fue el filo Orchophyta el que presentó los porcentajes más bajos (3%), y en el caso de Miozoa, este resultó con una abundancia mayor al 30% (0,7 ind/mL) en el LEN6, y Euglenozoa presentó una abundancia del 16% en el LEN3 como se observa en la **Figura 3.3.3-4**. Por último, los fillos Ochrophyta y Charophyta presentaron su mayor abundancia en LEN6 (3%) (9%) respectivamente.

Figura 3.3.3-3 Abundancia de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-4 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

Como se mencionó con anterioridad, uno de los fillos más encontrados en los puntos de muestreo fueron las Cianobacterias, las cuales son bioindicadores de ecosistemas con tendencia a la eutrofización. Esto debido al incremento en la capacidad de almacenamiento de nutrientes que ingresan a su sistema por acción

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

de diversos materiales vegetales que se encuentran en estado de descomposición en el ambiente. También, en términos generales, estos microorganismos indican que el agua contiene un pH alcalino y un déficit en Nitrógeno (Pinilla, 2000). Se puede explicar esta condición por la presencia de material vegetal en descomposición y del pH reportado de algunos de los puntos. *Microcystis* por su parte es un género de cianobacterias cosmopolita que forma floraciones superficiales en cuerpos de agua eutróficos (Harke, y otros, 2016).

Las diatomeas (Bacillariophyta), hacen parte de las algas más comunes, diversas y numerosas de los ecosistemas acuáticos (Streble & Krauter, 1987); presentan múltiples grados de asociación con el estado de eutrofización acuática; hallándose en medios oligotróficos, hasta eutróficos (Roldán & Ramírez, 2008); sin embargo, es más común que sus especies se encuentren en sistemas con contaminación orgánica media o alta (Pinilla, 2000). Entendiéndolo así, porque fue el segundo grupo más representativo del estudio.

- *Índices Ecológicos*

Para la comunidad fitoplanctónica de los sistemas lénticos los análisis ecológicos se basaron en el cálculo de los índices que se presentan en la **Tabla 3.3.3-3**. La mayor dominancia se presentó en la estación LEN2 con 0,63 puntos, a pesar de que la dominancia según Simpson fue en su mayoría baja ($D < 0.4$). Por su parte la mayor uniformidad se reportó para LEN4 con 0,9, lo que indica que la mayoría de los géneros reportados presentan concentraciones similares entre ellas. Finalmente, los resultados de diversidad reportados oscilaron entre 0,89 y 2,54, lo que evidencia una diversidad de entre baja y alta en los cuerpos de agua monitoreados.

La diversidad basada en la riqueza de especies (Margalef) fue baja en dos (2) puntos de los 6 sistemas registrados con valores inferiores a 2.00 unidades, resaltando que LEN2 fue el sitio con el valor más bajo (1.68 unidades); sin embargo, las otras cuatro (4) ubicaciones reportaron valores superiores a 2.00 unidades, y los sitios LEN4, LEN5 y LEN6 indicaron una diversidad media y media- alta debido a su $d > 3.0$.

Cinco (5) sitios de los seis (6) que se registraron, presentaron valores superiores a 1.5 nats/ind; entendiéndolo así a los puntos LEN2 y LEN5 con una diversidad media, los puntos LEN4 y LEN6 fueron los que presentaron el mayor valor de diversidad con 2.54 nats/ind en ambos casos. Por otra parte, el sitio con menor valor fue LEN3 con 0.89 nats/ind. (**Tabla 3.3.3-3**).

Desde otro punto de vista, la dominancia según Simpson (D) resaltó que en su mayoría fue baja ($D < 0.4$), a excepción de LEN3 con un valor de 0.63 unidades. Asimismo, LEN3 fue el único sistema léntico en donde el índice de Pielou (J)

determinó una baja homogeneidad con 0,31 puntos como se observa en la **Figura 3.3.3-5**.

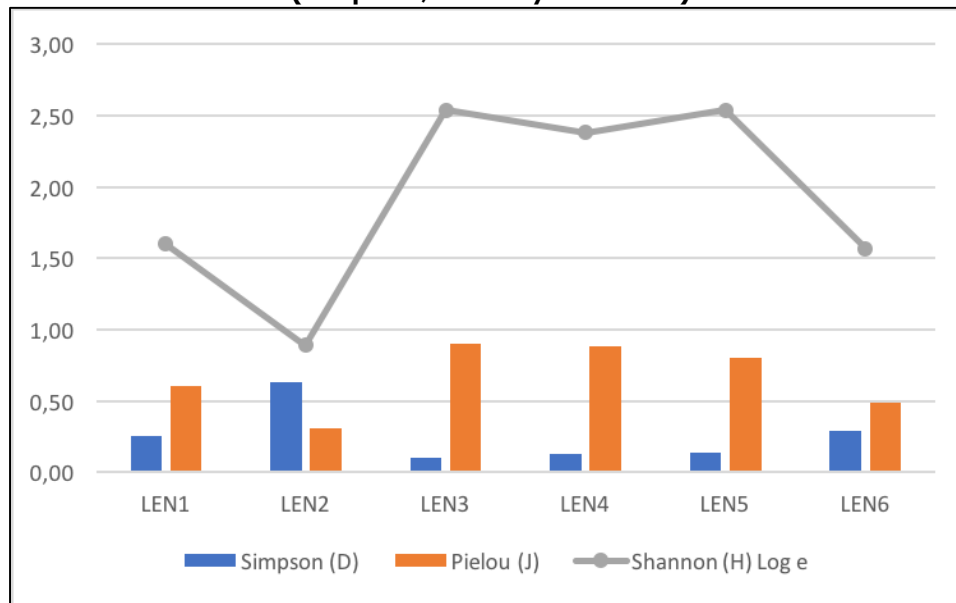
Mientras tanto los sitios LEN2 y LEN1 con sus valores superiores a 0.5 unidades indicaron una homogeneidad media y, finalmente, LEN4 y LEN5 evidenciaron una homogeneidad alta por sus valores superiores a 0.8 unidades.

Tabla 3.3.3-3 Índices Ecológicos calculados para Fitoplancton en los Sistemas Lenticos Temporada 1

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LEN1	24	15163	0,29	1,57	2,39	0,49
LEN2	14	2255	0,25	1,60	1,68	0,60
LEN3	17	4660	0,63	0,89	1,89	0,31
LEN4	17	184	0,10	2,54	3,07	0,90
LEN5	15	99	0,13	2,38	3,05	0,88
LEN6	24	241	0,14	2,54	4,19	0,80

Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-5 Índices de Diversidad calculados para Fitoplancton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

b. Zooplancton

- Riqueza, Composición Y Abundancia

La comunidad zooplanctónica de los sistemas lénticos en la temporada 1 estuvo representada por los filos Arthropoda, Ciliophora, Gastrotricha, Nemátoda, Protozoa y Rotifera; dentro de los cuales se hallaron nueve (9) clases y ocho (8) ordenes identificados (y un orden no identificads), veintinueve (29) familias (cuatro (4) no identificadas) y 32 taxones específicos (cuatro (4) morfos y 28 géneros identificados) (**Tabla 3.3.3-4**).

Tabla 3.3.3-4 Composición de Fitoplancton en los Sistemas Lénticos Temp. 1

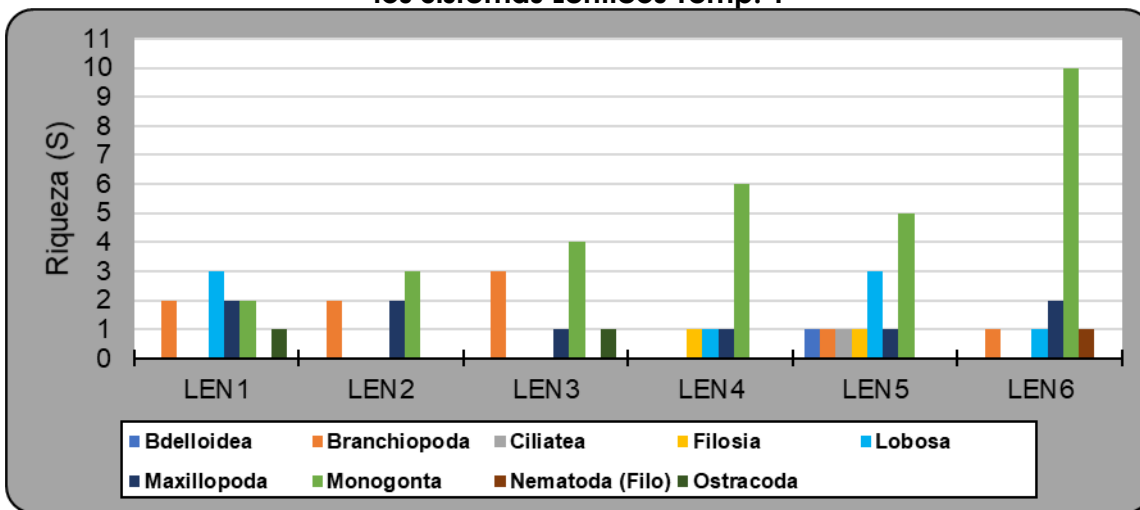
FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/mL
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-	Morfo 26	0,013
		-	-	Morfo 6	0,159
	Branchiopoda	Diplostraca	Macrothricidae	<i>Macrothrix</i> sp.	0,001
			Sididae	<i>Diaphanosoma</i> sp.	0,011
			Chydoridae	<i>Alona</i> sp.	0,003
				<i>Chydorus</i> sp.	0,003
	Moinidae		<i>Moina</i> sp.	0,008	
	Ostracoda	-	-	Morfo 15	0,011
Ciliophora	Ciliatea	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella</i> sp.	0,002
Nematoda	Nematoda (Filo)	-	-	Morfo 34	0,001
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.	0,021
			Centropyxidae	<i>Centropyxis</i> sp.	0,022
			Diffugiidae	<i>Diffugia</i> sp.	0,036
	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Euglypha</i> sp.	0,004
Rotifera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.	0,041
				<i>Anuraeopsis</i> sp.	0,087
				<i>Keratella</i> sp.	0,295
				<i>Lecane</i> sp.	0,005
			Proales	<i>Proales</i> sp.	0,003
			Euchlanidae	<i>Euchlanis</i> sp.	0,011
			Lepadellidae	<i>Colurella</i> sp.	0,005
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> sp.	0,038
			Notommatidae	<i>Cephalodella</i> sp.	0,007
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i> sp.	0,009
	Mytilinidae	<i>Mytilina</i> sp.	0,002		
	Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i> sp.	0,004		
	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp.	0,004	
		Testudinellidae	<i>Testudinella</i> sp.	0,002	
		Flosculariidae	<i>Ptygura</i> sp.	0,005	
		Hexarthriidae	<i>Hexarthra</i> sp.	0,006	
		Conochilidae	<i>Conochilus</i> sp.	0,034	
Bdelloidea	-	-	Adinetidae	<i>Adineta</i> sp.	0,001
Total general					0,853

Fuente: ETSA, 2021

La riqueza registrada por filo fue de veinte (20) taxones para Rotifera, cuatro (4) taxa para Protozoa, un (1) taxa para Ciliophora y Nemátoda y diez (10) para Arthropoda. Más específicamente, la clase Monogonta, Maxillopoda y

Branchiopoda fueron las clases que se encontraron en todos los sistemas (**Figura 3.3.3-6**). A estas clases le siguen Lobosa con presencia en tres (3) puntos de muestreo, luego Filosia y Ostracoda con dos (2) apariciones y por último el filo Nemátoda, Bdelloidea y Ciliatea que se registraron en LEN6, LEN5 y LEN5 respectivamente.

Figura 3.3.3-6 Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1

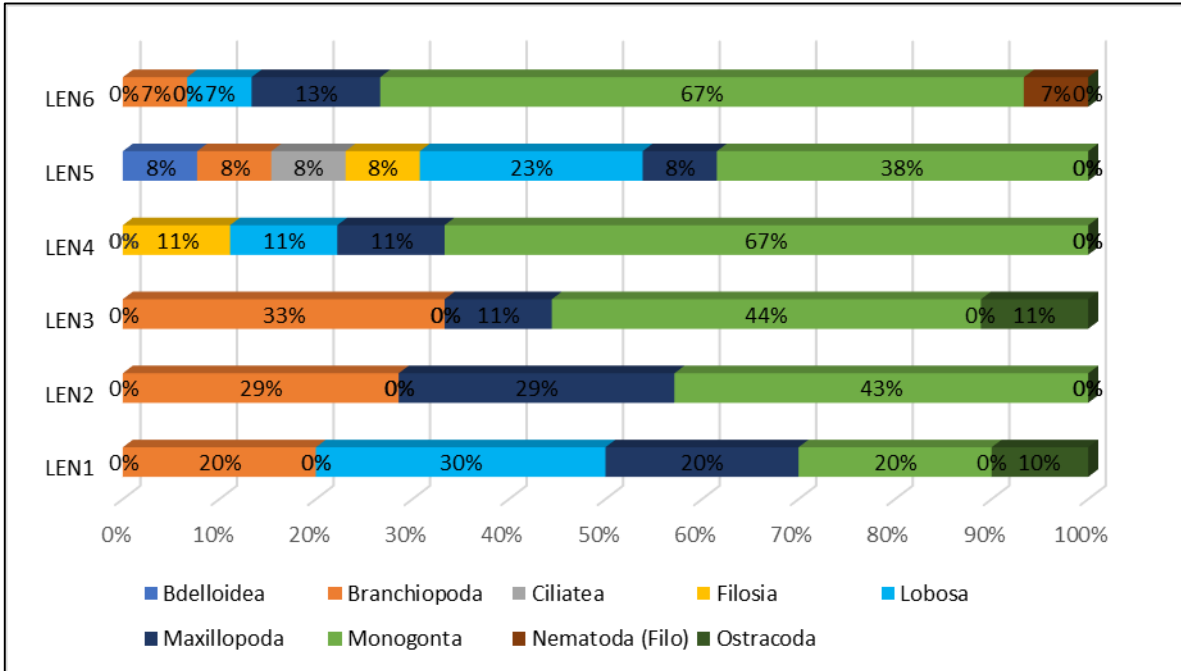


Fuente: ETSA, 2021

En cuanto a la riqueza por punto, LEN6 obtuvo la mayor cantidad de taxa con quince (15) en total, le siguieron LEN5 y LEN1 con trece (13) y diez (10), luego LEN3 y LEN4 con nueve (9) taxones ambos y, por último, LEN2 estuvo en último lugar con apenas siete (7) taxa. Finalmente, la clase Monogonta fue la más representativa con un total de diez (10) taxa, mientras que el menor registro lo presentó Nemátoda con 1 taxa.

Al analizar la **Figura 3.3.3-7** la única clase que sobrepasó el 50% de representación en términos de riqueza de taxa fue la clase Monogonta con un 67% en LEN6. Contrastando lo anterior, el menor porcentaje (7%) es de las clases Branchiopoda, Lobosa y Nemátoda, todas halladas en el sistema LEN6.

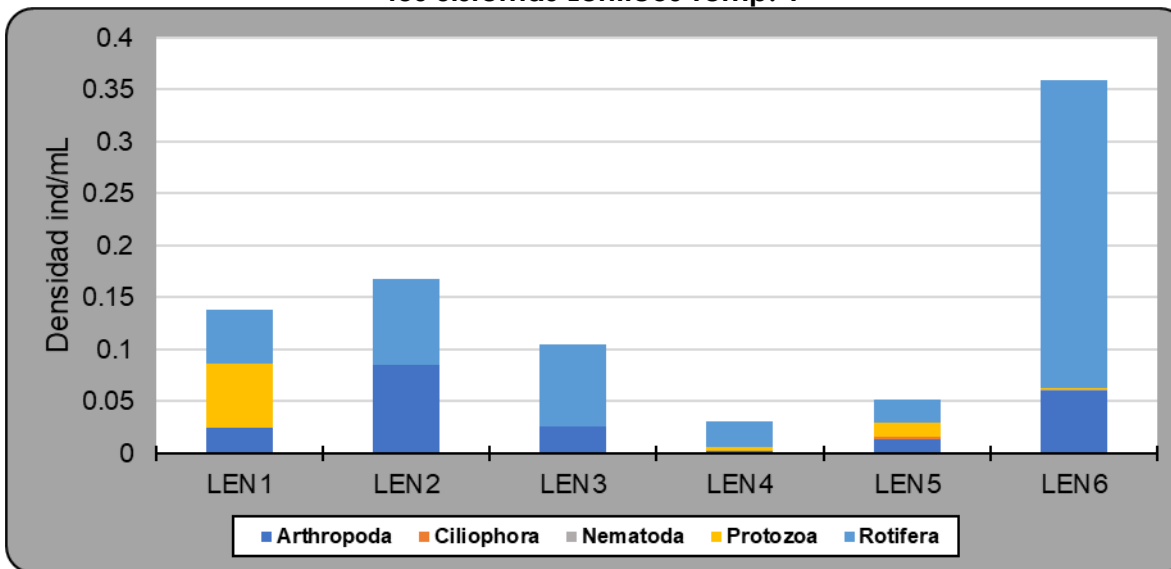
Figura 3.3.3-7 Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

La densidad de zooplancton fue de 0.85 ind/mL para la totalidad de sistemas lénticos evaluados, aunque la mayor parte de organismos estuvo presente en LEN6 que presentó 0.35 ind/mL, seguido de LEN2 y LEN1 que registraron 0.13 ind/mL y 0.10 ind/mL, dejando a LEN4 en último lugar con 0.03 ind/mL (**Figura 3.3.3-8**). En adición, el filo Rotifera fue el que registró una mayor abundancia de todos con un 82% en el sistema LEN6, entre tanto, la menor abundancia la exhibieron los protozoos con el 1% en LEN6 igualmente.

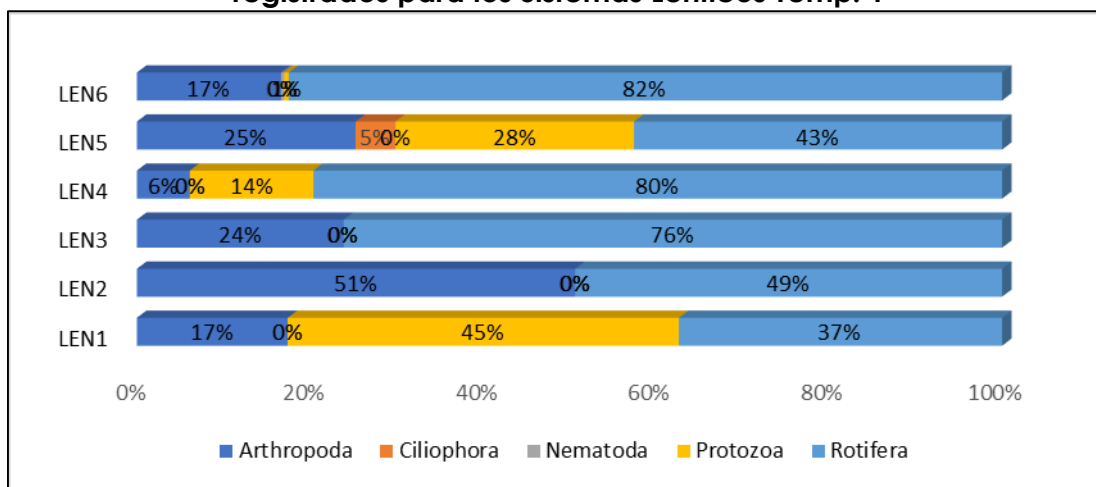
Figura 3.3.3-8 Abundancia de géneros en los fillos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

Continuando con el análisis por fillos, Arthropoda y Rotifera se hallaron en todos los puntos evaluados y representaron el porcentaje de mayor abundancia (0,2 Ind/mL y 0,55 Ind/mL respectivamente). A estos les siguió el filo Protozoa que se encontró en 3 puntos (LEN1, LEN4 y LEN5) con una abundancia acumulada de 0,8 Ind/mL, y por último Nematoda y Ciliophora, los cuales solo se encontraron en un (1) sistema léntico cada uno (**Figura 3.3.3-9**).

Figura 3.3.3-9 Porcentaje de Abundancia de géneros en los fillos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

Desde el punto de vista de los taxa, el taxón más representado fue *Morfo 26* ya que su población alcanzó 0.65 ind/mL, a este taxón le siguió el *Morfo 6* con un total de 0.18 ind/mL, ambos la clase Monogonta y filo Rotífera. Por último, el taxón menos representativo fue *Monommata sp.*, con una población de 0.0007 ind/mL.

En términos de bioindicación, varios de los taxones en el zooplancton corresponden a grupos asociados a materia orgánica en descomposición (Roldán & Ramírez, 2008); Los maxilópodos, específicamente microorganismos como los ciclopoideos, indican que existe una tendencia a la eutrofia, es decir que hay una abundancia o sobre saturación en la cantidad de aportes o descargas de nutrientes hacia el sistema (Pinilla, 2000), esto puede relacionarse al tipo de sistema monitoreado, que fueron lenticos y que además se registró vegetación acuática lo cual ayudaría a la eutrofización, teniendo en cuenta su proceso natural de descomposición.

Los rotíferos de la clase Monogonta son filtradores y de acuerdo con la densidad poblacional presentada por estos dos grupos se puede inferir que el agua presenta un avanzado estado de eutrofización (Roldán & Ramírez, 2008), en medios acuáticos con elevada concentración de nutrientes hay formas planctónicas más pequeñas que facilita la filtración de los organismos mencionados. Esto, sin embargo, contrasta de alguna forma con lo reportado en la literatura para los rotíferos que son filtradores de partículas medianas a grandes (1 μ a 50 μ).

- *Índices Ecológicos*

El estudio ecológico de comunidades es el análisis de los datos de abundancia, riqueza y composición de las especies evaluadas, con el fin de determinar propiedades como la diversidad, dominancia y uniformidad. Teniendo en cuenta lo anterior y observando la diversidad presentada en el índice de Margalef, se observó que esta fue baja ($d < 2$) en tres (3) puntos (LEN1, LEN2 y LEN3) (**Tabla 3.3.3-5**). Por otro lado, LEN4, LEN5 y LEN6 presentaron valores superiores a 2.0 unidades, indicando así una diversidad media, siendo el mayor LEN5 con 2,69 unidades.

En el caso del índice de Shannon (H), este siguió las mismas tendencias proporcionados por el índice de Margalef catalogando 2 sistemas con una diversidad baja y el resto con diversidades medias; en donde el de mayor puntaje fue LEN5 y el de menor fue LEN2, como se puede evidenciar en la **Tabla 3.3.3-5**. La dominancia (D) presentó valores por debajo de 0.3 unidades en 4 sistemas indicando una baja probabilidad de dominancia de alguna población en específico, el único caso donde esto no se cumple es en LEN3 que registró 0.42 unidades, indicando una dominancia media.

Desde otro ángulo, el índice de Pielou (J) no determinó una baja homogeneidad en ninguno de los sistemas, además de esto, los sistemas LEN4 y LEN5 con unidades

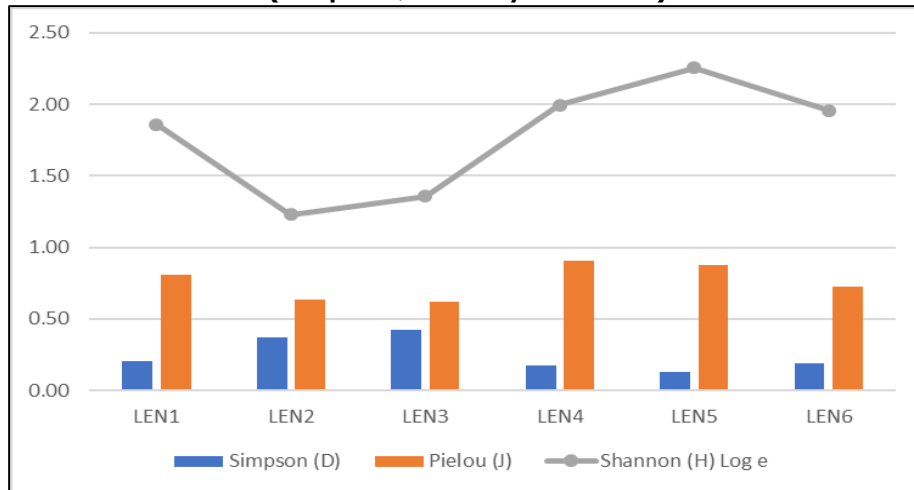
de 0,91 y 0,81 respectivamente fueron los que presentaron una homogeneidad alta. Adicionalmente, los datos presentados en la **Figura 3.3.3-10** son consistentes con la teoría, ya que los valores de Simpson son contrarios a los de Pielou, y los valores de Shannon no son menores a los mencionados con anterioridad.

Tabla 3.3.3-5 Índices Ecológicos calculados para Zooplancton en los Sistemas Lenticos Temporada 1

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LEN1	10	241	0,21	1,86	1,64	0,81
LEN2	7	446	0,37	1,23	0,98	0,63
LEN3	9	159	0,42	1,36	1,58	0,62
LEN4	9	49	0,17	1,99	2,06	0,91
LEN5	13	87	0,13	2,26	2,69	0,88
LEN6	15	564	0,19	1,96	2,21	0,72

Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-10 Índices de Diversidad calculados para Zooplancton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

c. *Perifiton*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

La comunidad perifítica de los seis (6) puntos de muestreo estuvo compuesta por los filos Bacillariophyta, Cyanobacteria, Charophyta, Chlorophyta y Euglenozoa; dentro de los cuales se ubicaron ocho (8) clases, 24 órdenes, 39 familias y 50 taxa. De acuerdo con la composición hallada, Bacillariophyta fue la más diversificada con 19 taxa, seguida de Chlorophyta con 12 taxa, Cyanobacteria con 13 taxa y Charophyta con 4 taxa; finalmente se registró a Euglenozoa con 2 taxa (**Tabla 3.3.3-6**).



Tabla 3.3.3-6 Composición de Perifiton en los Sistemas Lénticos Temp. 1

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/cm2
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	89163,7
				<i>Gyrosigma</i> sp.	54,7
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	77,3
			Diadesmidaceae	<i>Luticola</i> sp.	19,1
			Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.	12,4
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Neidium</i> sp.	9,2
				<i>Nitzschia</i> sp.	19535,4
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.	2491,4
				<i>Encyonema</i> sp.	824,5
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	260,3
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp.	1749,9
				<i>Fragilaria</i> sp.	138,1
		Mastogloiales	Achnanthaceae	<i>Achnanthes</i> sp.	225,7
		Thalassiosiphales	Catenulaceae	<i>Amphora</i> sp.	15,5
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i> sp.	324,9
Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i> sp.	4,6		
Mediophyceae	Stephanodisciales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp.	262,0	
			<i>Pleurosira</i> sp.	2220,1	
Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i> sp.	2371,1	
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Closterium</i> sp.	34,1
				<i>Cosmarium</i> sp.	33,9
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Actinotaenium</i> sp.	7,1
				<i>Mougeotia</i> sp.	478,8
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp.	19,0
				<i>Coelastrum</i> sp.	8,7
			Characiaceae	<i>Characium</i> sp.	60,1
				<i>Ankyra</i> sp.	38,1
		Selenastraceae	<i>Monoraphidium</i> sp.	20,3	
			<i>Kirchneriella</i> sp.	11,6	
		Radiococcaceae	<i>Radiococcus</i> sp.	10,3	
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp.	582,7
				<i>Bulbochaete</i> sp.	9,2
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium</i> sp.	4257,2
Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis</i> sp.	5,7		
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Nephrocystium</i> sp.	9,2	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.	1315,9
				<i>Nostoc</i> sp.	7,6
			Calothricaceae	<i>Calothrix</i> sp.	747,2



Lewis Energy Colombia, Inc.*

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”



Versión No. 0. 12.2021

CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

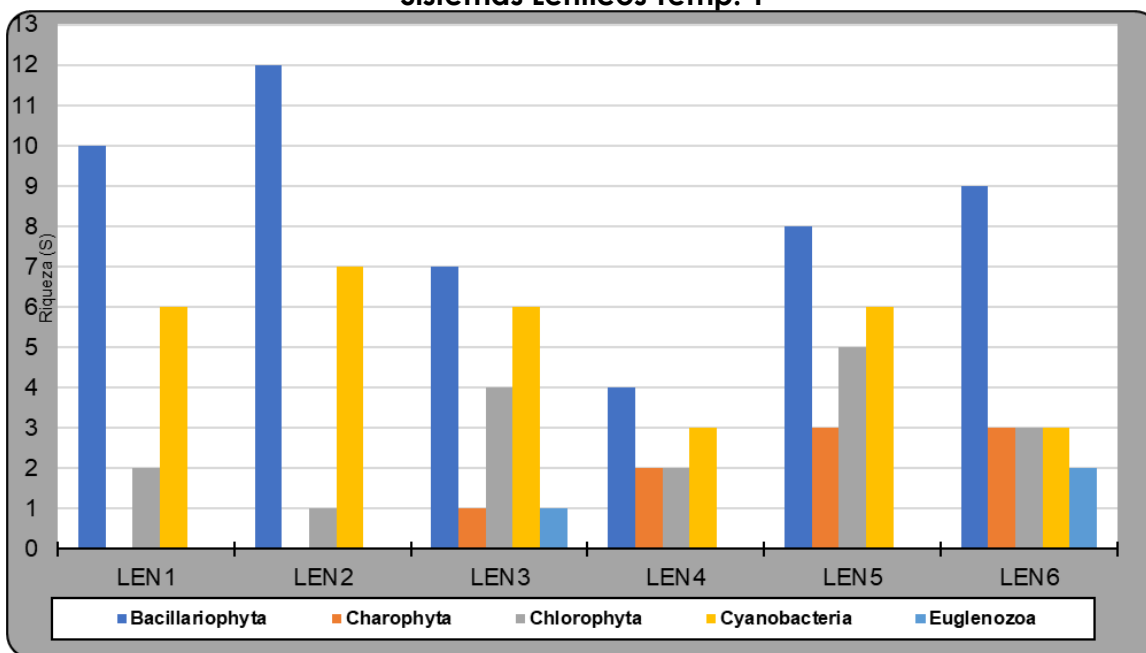
FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/cm2
			Aphanizomenonaceae	<i>Anabaenopsis</i> sp.	168,8
				<i>Raphidiopsis</i> sp.	800,4
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i> sp.	3438,1
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix</i> sp.	71,1
				<i>Microcoleus</i> sp.	69,8
		Synechococcales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena</i> sp.	27330,5
			Merismopediaceae	<i>Merismopedia</i> sp.	20,8
			Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya</i> sp.	49460,8
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i> sp.	7,3
			Microcystaceae	<i>Microcystis</i> sp.	1660,7
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Phacidae	<i>Lepocinclis</i> sp.	39,2
			Euglenidae	<i>Trachelomonas</i> sp.	20,3
Total general					210504,2

Fuente: ETSA, 2021

La distribución de cada filo a lo largo de los 6 sistemas lénticos monitoreados demostró que tanto Bacillariophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria se encontraron en todos los puntos de este periodo de tiempo. En cambio, los filos Euglenozoa y Charophyta se encontraron en dos (2) y (4) sistemas lénticos respectivamente como se observa en la **Figura 3.3.3-11**

En el análisis de riqueza, Bacillariophyta obtuvo entre cuatro (4) y doce (12) taxa por sitio, Cyanobacteria reportó entre tres (3) a siete (7) taxa, a estos le siguió Chlorophyta con cinco (5) y un (1) taxa. Charophyta por su parte se encontró en cuatro (4) sitios con una riqueza comprendida entre un (1) taxón y tres (3) taxa y Euglenozoa se registró solo en dos (2) puntos con uno (1) y dos (2) taxa. Por otro lado, se observó que el punto de muestreo con mayor riqueza de esta comunidad fue LEN5 con un total de 22 taxa, seguido por LEN2 y LEN6 con 20 taxa en ambos casos; y, por último, el punto más bajo con 11 taxa fue LEN4 (**Figura 3.3.3-11**).

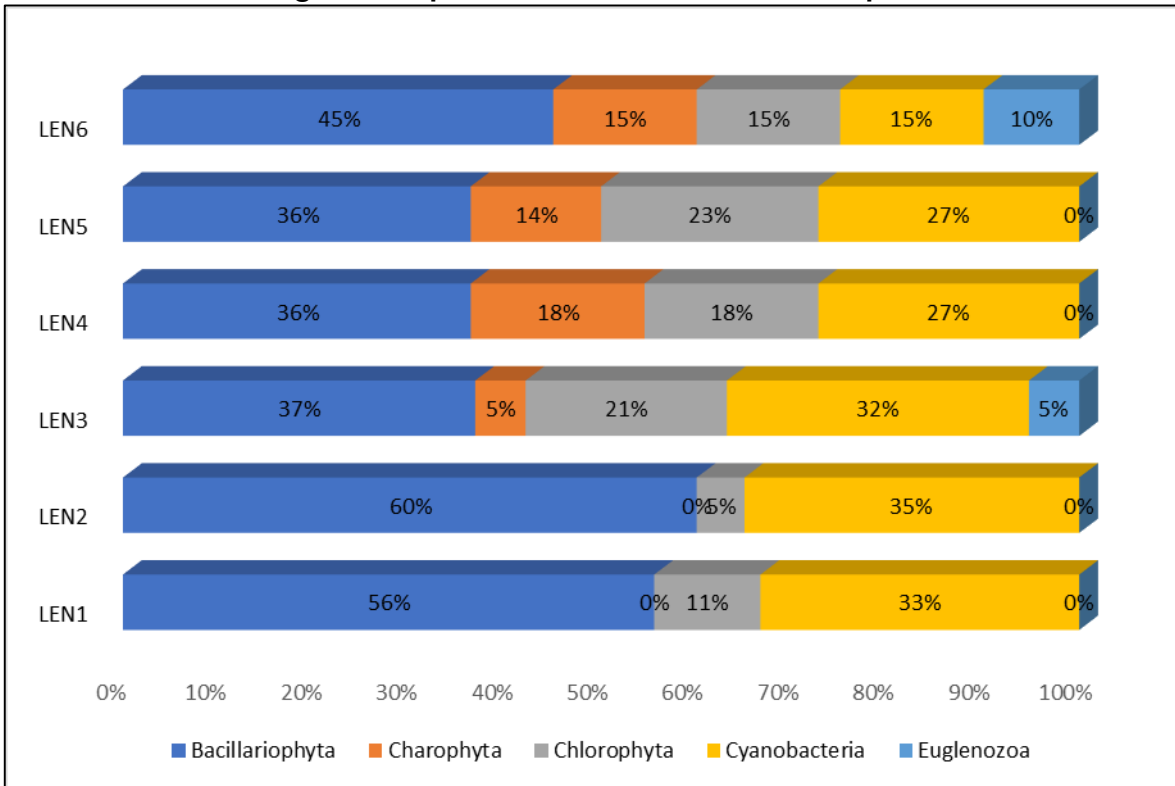
Figura 3.3.3-11 Riqueza de géneros en los filo de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

Con respecto al análisis porcentual, es claro apreciar que el filo Bacillariophyta fue el más dominante en términos de riqueza de taxa en los 6 sistemas lénticos con un porcentaje mayor al 30% en todos los puntos. A este le sigue Cyanobacteria con un valor mínimo del 15% y mayor del 35%. Los de menor porcentaje de riqueza fueron Charophyta y Euglenozoa en LEN3, y Chlorophyta en LEN2, todos con un 5% (**Figura 3.3.3-12**).

Figura 3.3.3-12 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1

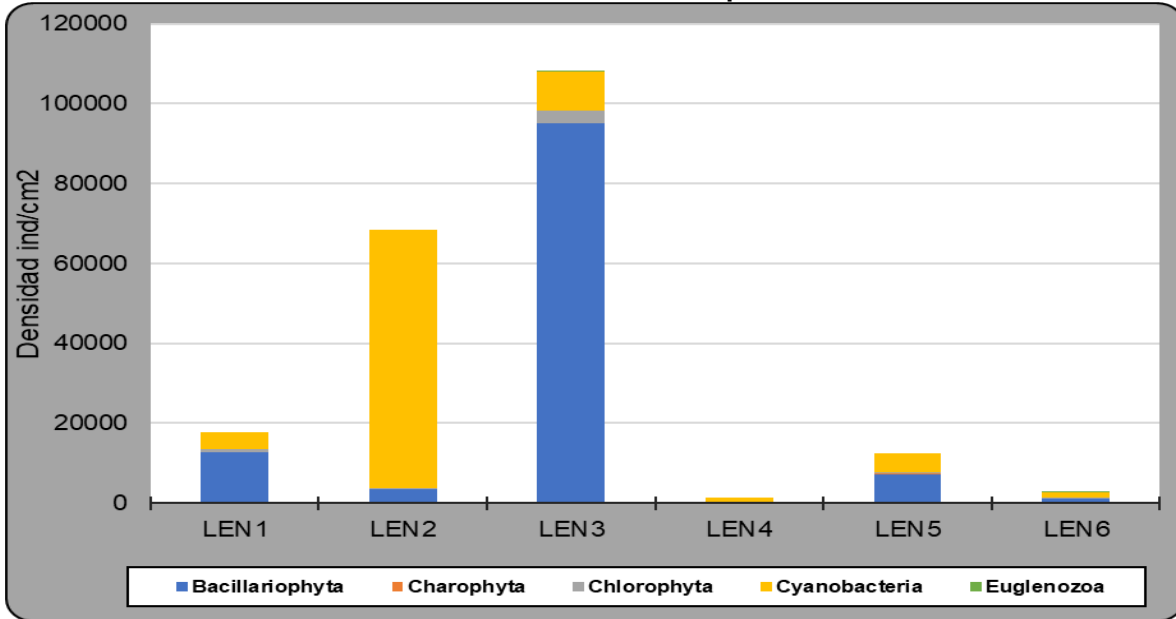


Fuente: ETSA, 2021

La densidad del perifiton para el área general del muestreo fue de 210504.36 ind/cm², en donde se registró la mayor densidad en LEN3 con 107968,44 ind/cm², seguidamente se ubicó LEN2 con 68328,04 ind/cm², y LEN1 con 17692,26 ind/cm²; mientras que los sitios restantes reportaron densidades menores a 15000 ind/cm², como es claro observar en la **Figura 3.3.3-13**. Por otra parte, Bacillariophyta fue el más representativo con un total de 119759.8 ind/cm², seguido por Cyanobacteria con 85099,01 ind/cm², Chlorophyta con 5031,95 ind/cm² y Charophyta con 553,936 ind/cm². Por último, se registró la densidad de Euglenozoa que representó el dato de 59,46 ind/cm².

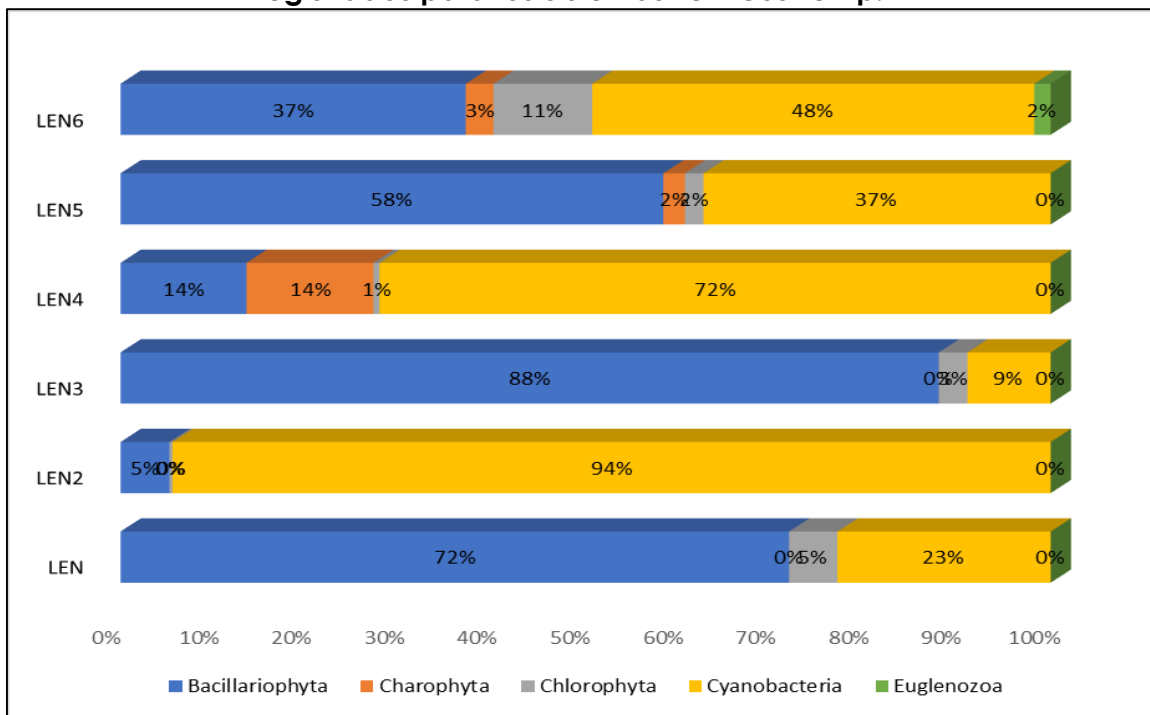
En relación a la proporción de abundancias en cada punto, Cyanobacteria representó la abundancia de LEN2 en un 94%, significando el porcentaje más alto de los fillos. También se destacaron las abundancias del filo Bacillariophyta, especialmente en LEN3 con un 88%. Por el contrario, Euglenozoa representó solo el 2% de la abundancia en LEN6, esto debido a que solo se recolectó 1 taxa de este filo (**Figura 3.3.3-14**).

Figura 3.3.3-13 Abundancia de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1





Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-14 Porcentaje de Abundancia de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

Los taxones más representativos en número de individuos por unidad de área fueron *Navicula* sp. (Bacillariophyta), con 93588,87 ind/cm² donde su mayor número fue reportado en LEN3 con 76783.23 ind/cm², detrás de este taxón se halló a *Nitzschia* sp., con total de 56375.67 ind/cm² encontrando que también obtuvo su valor máximo en LEN3 con 17691.36 ind/cm²; mientras que el tercer taxon representativo fue *Leptolyngbya* sp., con 50239.06 ind/cm², presentando su mayor número de individuos en LEN2 con 38748.21 ind/cm². Finalmente, los taxa menos representativos fueron *Strombomonas* sp., con 4.49 ind/cm² y *Euglena* sp., con 3.74 ind/cm²

El perifiton presentó la mayor diversificación en Bacillariophyta; esto es el resultado de múltiples estrategias adaptativas de las diatomeas que favorece su anclaje al sustrato (Ramírez & Viña- Vizcaíno, 1998) (Roldán & Ramírez, 2008). Dentro de estas, se encuentran estructuras como el rafe que funciona como soporte mecánico, además de la secreción de algunas sustancias mucilaginosas.

Las diatomeas mejor representadas fueron *Nitzschia* sp., y *Navicula* sp., que se caracterizan por ser medianamente tolerantes a contaminación orgánica, habitan principalmente ecosistemas con baja corriente y alta conductividad asociada a sólidos, donde también pueden vivir en medios contaminados por ácido sulfhídrico y de hierro (*Nitzschia*) (Ramírez J. J., 2000) (Pinilla, 2000). El género *Navicula* por su parte es un habitante de aguas turbulentas y mesotróficas y pueden sobrevivir en sistemas con baja incidencia lumínica (Ramírez J. J., 2000). Es por estas razones que no es de extrañar su presencia en estos sistemas lénticos, los cuales no presentan una corriente fuerte, favoreciendo así la congregación de material vegetal en descomposición.

Un afloramiento de cianobacterias (*Leptolyngbya* sp., principalmente), como se puede observar en la **Figura 3.3.3-14**, donde LEN2 se encuentra con el 95% del análisis perteneciente al filo Cyanobacteria, es un indicador de una modificación en las características naturales de un cuerpo de agua, causadas principalmente por el impacto antrópico de diversa índole (Chorus & Bartram, 1999). Dentro de los factores limitantes para su crecimiento se encuentran el fósforo y nitrógeno (Polanía, 2010); por lo que su alta densidad poblacional puede ser una respuesta clara de la alta disponibilidad de estos elementos.

- *Índices Ecológicos*

La diversidad basada en la riqueza de especies (Margalef) estuvo distribuida en valores bajos y medios, en donde LEN1, LEN3 y LEN4 se encontraron inferiores a 2.00 unidades, LEN5 y LEN6 estuvieron superiores a 2.50 puntos, y LEN2 estuvo en un límite bajo-medio al obtener un puntaje de 1.9. En adición. El mayor registro del índice de Margalef lo presentó LEN6 con 2,76 puntos y el menor fue LEN3 con 1,61 como se puede apreciar en la **Tabla 3.3.3-7**. Siguiendo al índice de Shannon-Weaver, en este

índice se obtuvo una diversidad media-baja al igual que en el anterior análisis. El mayor dato reportado se presentó en LEN6 con 2,27 unidades, mientras que el menor fue LEN3 con 0,92.

El índice de Simpson por su parte evidenció una baja dominancia ($D \leq 0.35$), en cuatro (4) puntos teniendo en cuenta que el menor valor fue de 0.12 unidades registrado en LEN1 y LEN6; mientras que, los sitios LEN2 y LEN3 con 0.44 y 0.54 unidades tuvieron una dominancia media (**Tabla 3.3.3-7**). En el índice de Pielou se produjo una baja homogeneidad en todas las ubicaciones, donde LEN3 obtuvo el valor más inferior de 0.32 unidades; y el mayor LEN6 con 0.76 unidades.

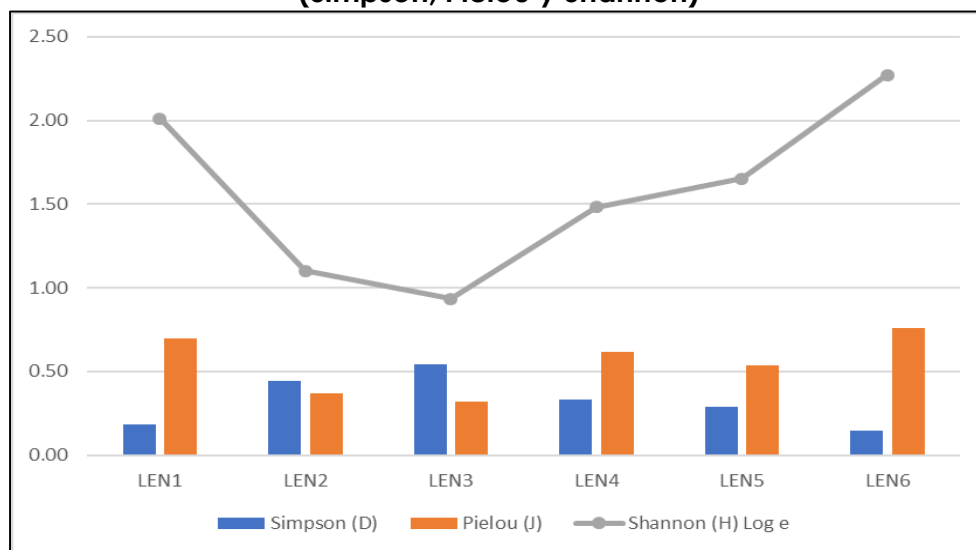
Por último, en la **Tabla 3.3.3-7** y **Figura 3.3.3-15** se observó que los resultados del índice de Simpson y Pielou son concordantes con la teoría en sus tendencias (son inversas), como por ejemplo en la locación LEN6 en donde se obtiene el mayor resultado en índice Pielou y el menor resultado registrado en el índice Simpson.

Tabla 3.3.3-7 Índices Ecológicos calculados para Perifiton en los Sistemas Lenticos Temporada 1

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LEN1	18	11651	0,19	2,01	1,82	0,70
LEN2	20	22000	0,44	1,10	1,90	0,37
LEN3	19	73668	0,54	0,94	1,61	0,32
LEN4	11	916	0,33	1,48	1,47	0,62
LEN5	22	5369	0,29	1,65	2,45	0,53
LEN6	20	970	0,14	2,27	2,76	0,76

Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-15 Índices de Diversidad calculados para Perifiton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

d. *Bentos*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

La comunidad bentónica en los sistemas lénticos evaluados en la temporada de Marzo del 2021 estuvo compuesta por los filos Arthropoda y Annelida, dentro de los cuales se halló cinco (5) clases, nueve (9) órdenes (10 identificados), 15 familias (1 no identificada) y 15 taxa (4 morfos). Es así como Arthropoda obtuvo el mayor número de taxones con 13 taxa; mientras que, Annelida reportó dos (2) taxa (*Helobdella* sp., y Morfo 36) (**Tabla 3.3.3-8**).

Tabla 3.3.3-8 Composición de Bentos en los Sistemas Lénticos Temp. 1

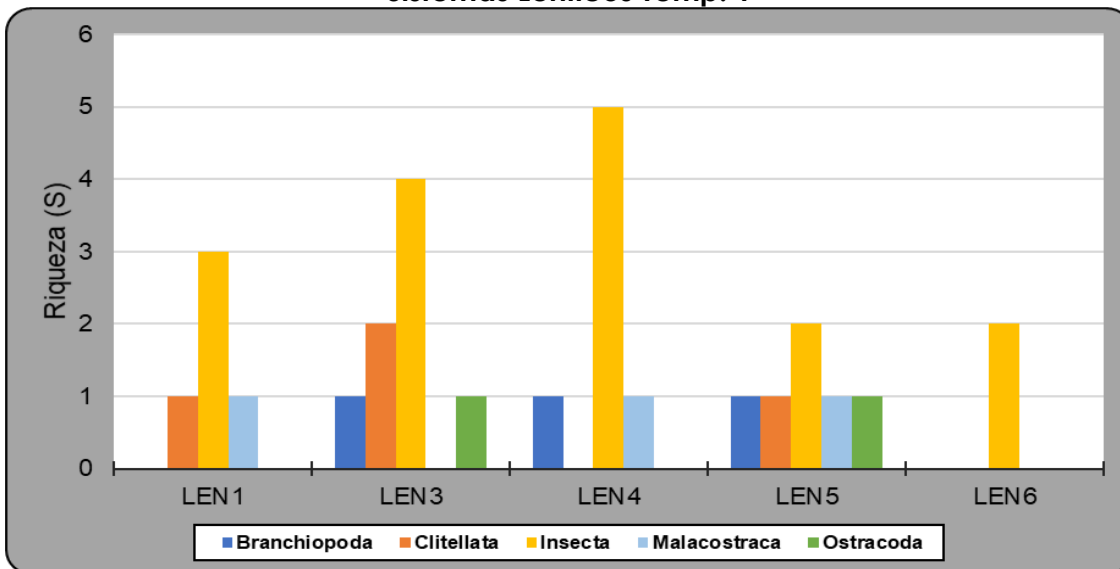
FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/m ²
Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	Morfo 36	32,4
		Hirudinida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i> sp.	2,7
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfo 1	159,7
			Ceratopogonidae	<i>Alluaudomyia</i> sp.	10,9
			Culicidae	<i>Culex</i> sp.	1,3
		Hemiptera	Micronectidae	<i>Tenagobia</i> sp.	17,6
			Naucoridae	<i>Pelocoris</i> sp.	1,3
		Odonata	Libellulidae	<i>Tramea</i> sp.	1,3
		Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	1,3
			Baetidae	<i>Nanomis</i> sp.	1,3
		Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i> sp.	1,3
		Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i> sp.
	Trichodactylidae			Morfo 97	1,3
	Ostracoda	----	----	Morfo 22	174,7
	Branchiopoda	Diplostraca	Cyclestheriidae	<i>Cyclestheria hislopi</i>	61,3

Fuente: ETSA, 2021

Es importante mencionar que en el LEN2 no se registraron organismos pertenecientes a la comunidad bentónica. Sin embargo, las clases halladas para cada filo se distribuyeron de distintas formas en el resto de los puntos, siendo Insecta la clase extendida en la zona de muestreo, abarcando los cinco (5) sitios donde se registró esta comunidad.

Detrás de este se halló a Clitellata, Gastropoda y Malacostraca en tres (3) sitios; y a Ostracoda en solo uno (1) (**Figura 3.3.3-16**). Por su parte, la clase Insecta fue la mejor diversificada con un reporte de entre dos (2) y cinco (5) taxa por punto, mientras que las demás clases obtuvieron entre un (1) taxón y dos (2) taxa. Finalmente, el sitio que presentó la mayor riqueza de esta comunidad fue LEN4 con ocho (8) taxa; y el último valor fue hallado en LEN6 con solo dos (2) taxa registrados.

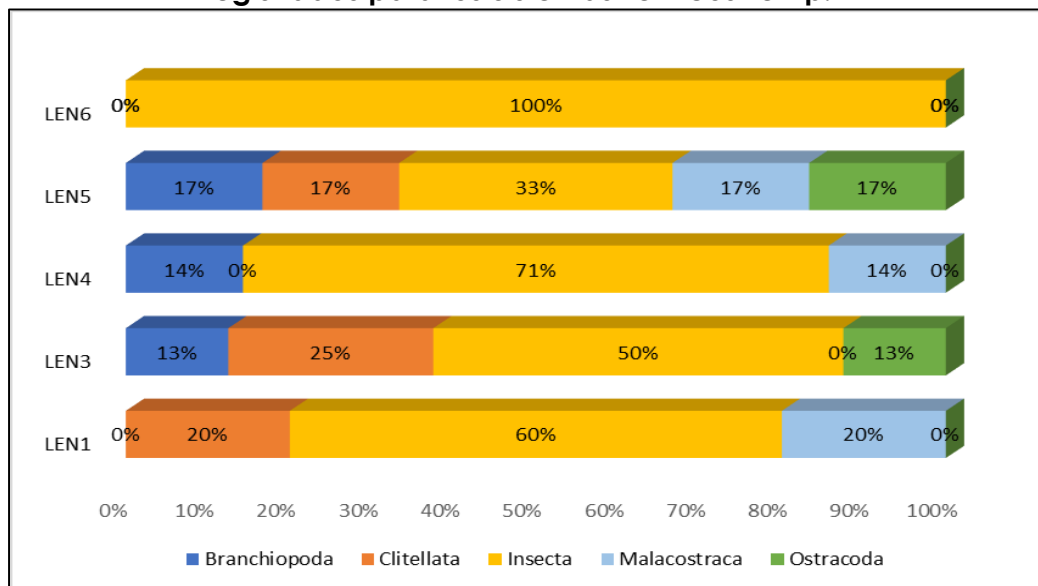
Figura 3.3.3-16 Riqueza de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

El punto LEN6 solo registró un filo, el cuál fue Insecta como se aprecia en la **Figura 3.3.3-17** Insecta presento altos porcentajes en cada punto de muestreo (mayor a 30%), mientras que los filos Branchiopoda y Ostracoda presentaron ambos 13% en LEN3, indicando el menor porcentaje.

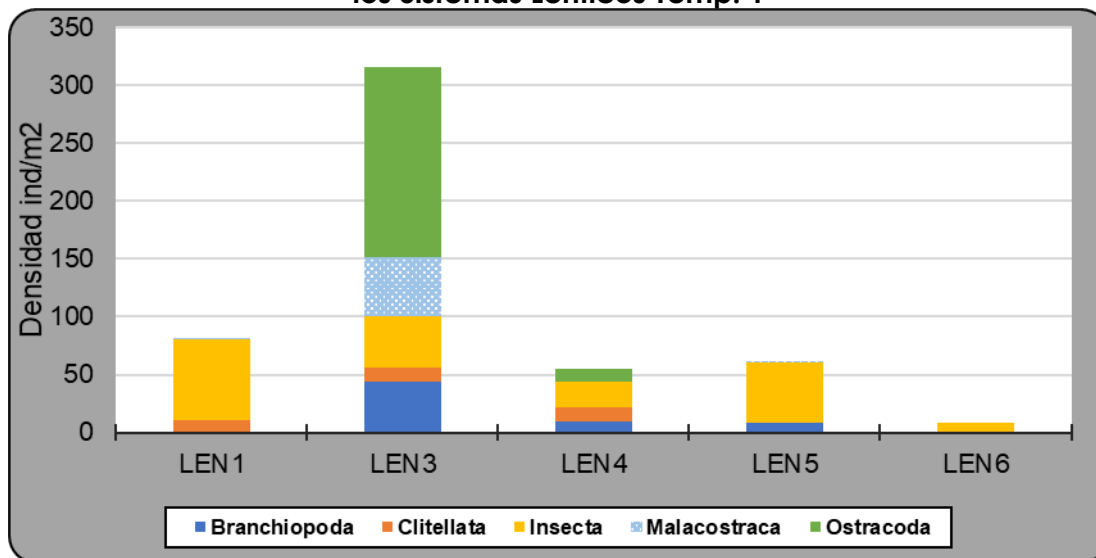
Figura 3.3.3-17 Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

La densidad acumulada de fauna bentónica fue de 521,9 ind/m², encontrando que el mayor aporte a este número fue por parte de LEN3 con un total de 316 ind/m². Detrás de este sitio se ubicó LEN1 y LEN5 con densidades de 81,9 ind/m² y 61,3 ind/m² respectivamente; en último lugar se registró a LEN6 con 8 ind/m² (**Figura 3.3.3-18**).

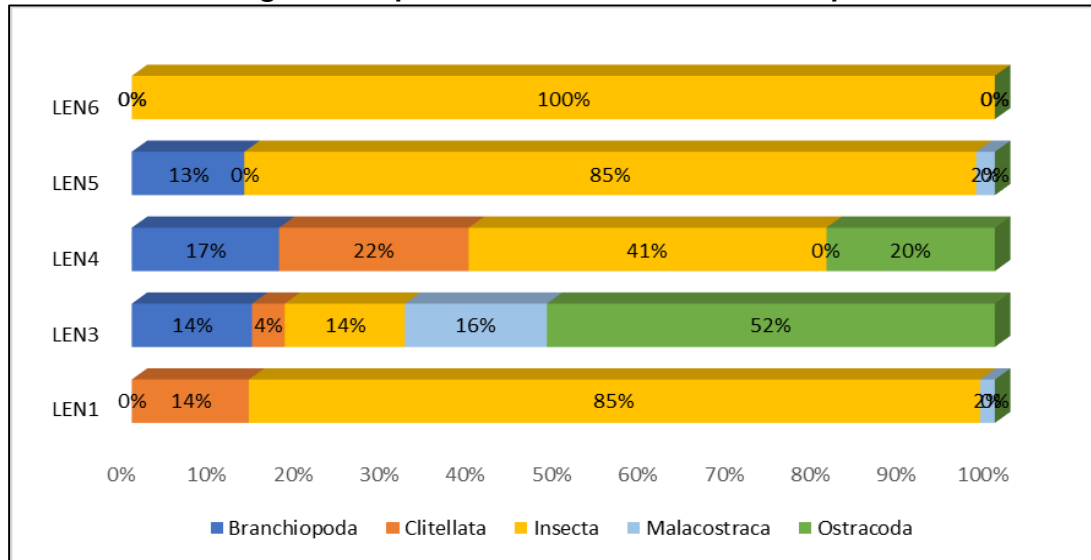
Figura 3.3.3-18 Abundancia de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

En este orden de ideas, se obtuvo que Insecta y Ostracoda tuvieron densidades poblacionales más altas con 196,11 ind/m² y 174,66 ind/m² respectivamente, a estos le siguió la clase Branchiopoda con 61,33 ind/m²; entre tanto, las demás clases reportadas obtuvieron valores inferiores a 60 ind/m². Dentro de los taxones más importantes en el estudio se halló a Morfo 1 (Chironomidae) el cual presentó una abundancia por unidad de área de 372.11 ind/m², seguido de *Macrobrachium* sp con 254.05 ind/m² (**Figura 3.3.3-19**).

Figura 3.3.3-19 Porcentaje de Abundancia de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

- *Índices Ecológicos*

Tras realizarse el análisis ecológico de la comunidad bentónica se encontró que la diversidad basada en la riqueza (Margalef) fue baja en todos los puntos monitoreados ($d=2.0$). Entre tanto, LEN4 registró un valor Shannon de 1.76 nats/ind, catalogándolo como una diversidad media, mientras que, los sitios restantes presentaron valores inferiores a 1.5 nats/ind, demostrando que registraron una diversidad baja. **(Tabla 3.3.3-9).**

Tabla 3.3.3-9 Índices Ecológicos calculados para Bentos en los Sistemas Lenticos Temporada 1

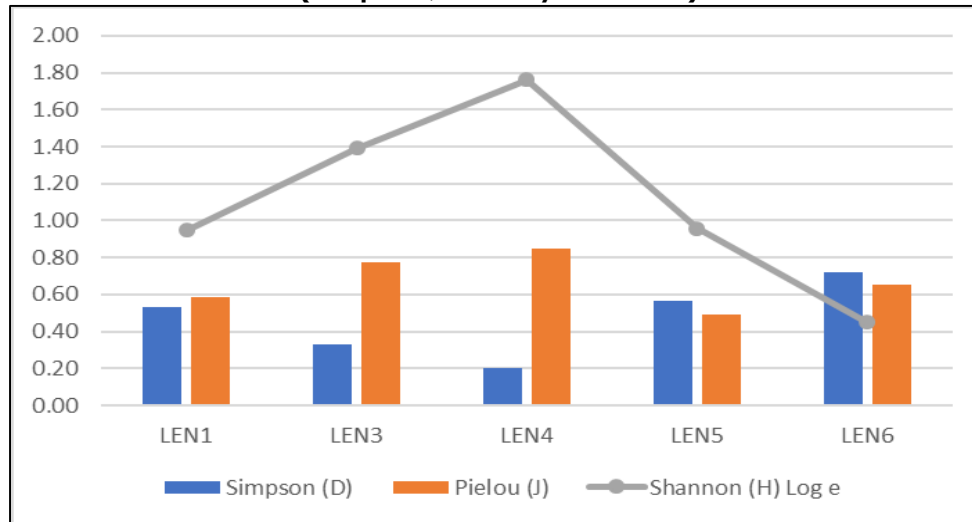
LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LEN1	5	59	0,53	0,95	0,98	0,59
LEN3	6	79	0,33	1,39	1,14	0,78
LEN4	8	41	0,20	1,76	1,89	0,85
LEN5	7	46	0,57	0,96	1,57	0,49
LEN6	2	6	0,72	0,45	0,56	0,65

Fuente: ETSA, 2021

El estimador de Simpson reflejó una dominancia baja en dos (2) estaciones ($D<0.4$), mientras que LEN5 y LEN1 obtuvieron un valor de 0,57 y 0,53 unidades respectivamente, indicando así una dominancia media-baja. Por el contrario, el sistema LEN6 fue el único en obtener una dominancia media. Por último, como se puede observar en la **Figura 3.3.3-20**, el índice de Pielou reportó una respuesta inversamente proporcional a la dominancia al igual que en perifiton, sin embargo,

en LEN6 se evidenció un bajo puntaje en Shannon gracias a la dominancia que presenta una de las especies registradas en este punto de monitoreo.

Figura 3.3.3-20 Índices de Diversidad calculados para Bentos Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

e. *Macrófitas*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

La comunidad de macrófitas estuvo representada por 23 taxa y 22 familias, los cuales se encontraron distribuidos en los 6 sistemas lénticos evaluados (**Tabla 3.3.3-10**)

Dentro de los taxa hallados en los sistemas lénticos, el taxa con mayor cobertura fue Morfo 1 (familia Poaceae) con un 51% en el sitio LEN6 y un 24% en LEN5. Posteriormente, se hallaron taxa con coberturas frecuentes (entre el 11 y el 50%) como *Eichhornia crassipes*, *Ceratopteris sp.*, *Neptunia sp.*, *Ludwigia sp.*, *Cyperus sp.*, *Nymphoides sp.*, *Typha sp.*, *Nitella sp.* y *Sagittaria sp.*; en casos como *Eichhornia crassipes*, *Neptunia sp.* y *Ludwigia sp.*, también presentaron en otros puntos de muestreo una cobertura característica de especies ocasionales (**Tabla 3.3.3-11**), Asimismo, en especies ocasionales se encontraron *Cf. Juncus sp.*, *Pistia sp.*, *Eichhornia azurea*, *Salvinia sp.*, *Najas sp.* y *Marsilea sp.*, expresando una cobertura desde el 3 hasta el 10%. Para finalizar no se presenciaron especies muy abundantes o dominantes (con mas del 70% de cobertura), ni especies raras (menores al 1% de cobertura).

Una de las especies con menor cobertura (6%) fue la especie *Najas sp.* Esta especie se considera indicadora de aguas alcalinas, mineralizadas y de buena calidad que cumplen la función de refugio y alimento para peces otros organismos acuáticos, lo que implica un problema ya que posee una cobertura muy baja, indicando una posible disminución de la diversidad y abundancia de las especies que requieran refugio de *Najas sp.* para completar sus ciclos de vida.


Tabla 3.3.3-10 Composición y porcentaje de cobertura de macrófitas en Sistemas lénticos Temp.1

LOCALIDAD	FAMILIA	TAXA	Cobertura	Escala de abundancia				
				1	2	3	4	5
LEN1	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	11			X		
	Fabaceae	<i>Neptunia sp.</i>	15			X		
LEN2	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	29			X		
	Juncaceae	<i>Cf. Juncus sp.</i>	5		X			
LEN3	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	21			X		
	Araceae	<i>Pistia sp.</i>	10		X			
LEN4	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	3		X			
		<i>Eichhornia azurea</i>	4		X			
	Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>	13			X		
	Salviniaceae	<i>Salvinia sp.</i>	3		X			
	Fabaceae	<i>Neptunia sp.</i>	5		X			
	Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>	20			X		
	Hydrocharitaceae	<i>Najas sp.</i>	6		X			
	Pteridaceae	<i>Ceratopteris sp.</i>	25			X		
LEN5	Marsileaceae	<i>Marsilea sp.</i>	5		X			
	Poaceae	<i>Morfo 1</i>	24			X		
	Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>	10		X			
	Menyanthaceae	<i>Nymphoides sp.</i>	14			X		
	Typhaceae	<i>Typha sp.</i>	15			X		
LEN6	Poaceae	<i>Morfo 1</i>	51				X	
	Salviniaceae	<i>Salvinia sp.</i>	6		X			
	Characeae	<i>Nitella sp.</i>	22			X		
	Alismataceae	<i>Sagittaria sp.</i>	13			X		

*1= Especie rara (<1%); 2 = Especie ocasional (cobertura del 1 – 10%); 3 = Especie frecuente (cobertura del 10 – 50%); 4 = Especie abundante (cobertura del 50 – 70%); 5 = Especie muy abundante - dominante (Cobertura >70%).

Fuente: ETSA, 2021

Tabla 3.3.3-11 Macrófitas halladas en sistemas Lénticos y loticos Temp. 1

Especie	
<i>Eichhornia crassipes</i>	

Características

Descripción: Es una especie flotante de raíces sumergidas, esta carece de tallo aparente, se encuentra provista de un rizoma muy particular emergente, del que se abre un rosetón de hojas que tienen una superficie esponjosa notablemente inflada en forma de globo formando una vejiga llena de aire, la cual le ayuda a mantenerse sobre la superficie acuática.

Ecología: La planta necesita aguas estancadas o con poca corriente y con intensa iluminación, se desarrolla en un rango de temperatura de 18 a 30 °C (Brünner & Beck, 1990) (Roldán & Ramírez, 2008).

Especie

<p><i>Eichhornia azurea</i></p>	
---------------------------------	---

Características

Descripción: Planta arraigada d hojas flotantes, tallos elongados. Hojas sumergidas caulinares, dísticas, alternas, sésiles y lineares. Las hojas emergentes o flotantes son pecioladas con peciolo fuertemente doblados (no hinchados) con láminas flotantes de 7 a 17 cm cuneadas o truncadas en la base. La inflorescencia en forma de espiga glandular pubescente con flores blancas o violeta con mancha morada en la garganta del tubo central superior del perianto y un punto amarillo debajo de esta mancha.

Ecología: Es una especie invasora que habita todo tipo de ecosistemas lenticos o lóticos de bajo flujo, al igual que *E. crassipes* es indicadora de eutrofización y tolera la presencia de metales pesados por lo cual es utilizada en procesos de fitorremediación (Moran, 1995).

Especie

<p><i>Ludwigia</i> sp.</p>	
----------------------------	--

Características

Descripción: Hierbas acuáticas perennes, sumergidas, rastreras. Tallos de 10-50 cm con tonalidad rojiza, de hojas simples, elípticas u ovaladas, flotantes hacia el ápice del tallo. Las flores son de color verde, solitarias, ubicadas en las axilas. El fruto tiene forma de capsula acampanada con bandas longitudinales verdosas.

Ecología: Poco común, habita pequeños cuerpos de agua desde temporales a permanentes y en el borde de lagunas. Se asocia con sustratos arcillosos. Se considera una especie potencialmente vulnerable debido a la destrucción de su hábitat.

Distribución: Desde Norteamérica hasta Colombia, Antillas Mayores, Eurasia y África (Posada-García & López-Muñoz, 2011).

Especie

<p><i>Salvinia</i> sp.</p>	
----------------------------	---

Características

Descripción: Planta flotante pequeña con distribución amplia, posee hojas brillantes color verde organizadas en un tallo común. Su crecimiento es favorecido en zonas con poca profundidad, cálidas y eutrofizadas. (Roldán & Ramírez, 2008). No posee raíces, el rizoma es peloso, delgado, ramificado. Hojas 4-30mm, redondeadas, ovaladas u oblongas, enteras en verticilos de tres hojas, cubiertas de tricomas o papilas. El envés de las hojas es piloso, con tricomas septados, oscuros y las papilas con tres o cuatro tricomas en el ápice. Posee hojas sumergidas de coloración marrón semejantes a una raíz (Davidse, Sousa-Sánchez, & Chater, 1994). *Salvinia* se encuentra en aguas estancadas o de flujo lento a bajas elevaciones. Esta especie también se encuentra citada entre las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (UICN, 2017).

Especie

<p><i>Neptunia</i> sp.</p>	
----------------------------	--

Características

Es una hierba acuática; tiene tallos rastreros, generalmente flotantes, hinchados con aerénquimas y enraizados en los nudos, se extienden en el agua 90 a 150 cm. Sembrada en tierra puede alcanzar hasta 180 cm de altura. Las hojas son sensibles (se cierran al tocarlas); pinadas, con 2 a 4 pares de pinnas; con raquis, incluido el pecíolo de hasta 13 cm de largo; folíolos 7 a 22 pares, oblongos, de 5 a 20 mm de largo por 1,5 a 4 mm de ancho. Inflorescencia orbicular (Hannan-Jones & Csurhes, 2008).

Especie

<p align="center"><i>Cyperus sp.</i></p>	
--	--


Características

Descripción: hierbas perennes o anuales, frecuentemente rastreras, rizomatosas sin crecimiento secundario y aspecto general de gramínea. Los tallos son macizos y de sección trigona sin diferenciación de nudos y entrenudos, presenta hojas alternas con vaina cerrada y lamina elongada paralelinervia o reducida.

Las flores son incospicuas, perfectas o imperfectas, monoicas, sésiles en las axilas de brácteas dispuestas en espiral o formando espigas o espiguillas solitarias o terminales. Frecuentemente formando inflorescencias umbeliformes, recemiformes o capituliformes.

Ecología: la polinización es anemómaga, sin embargo existe alguna realizada por insectos en especies con brácteas coloreadas o blancas. Distribución general: son cosmopolitas, habitan ambientes templados a cálidos (Cabral, y otros, 2010).

Especie

<p align="center"><i>Najas sp.</i></p>	
--	--



Características

Descripción: planta sumergida, de tallos muy ramificados, rígidos, quebradizos y espinosos. Hojas largas y estrechas verticiladas de tres. Las flores son unisexuales sin sépalos, ni pétalos. Generalmente son indicadores de aguas alcalinas, mineralizadas de buena calidad. Sirven de refugio para peces y sirve de alimento para otros organismos acuáticos (García-Murillo, Fernández-Zamudio, & Cirujano-Bracamonte, 2009).El género es subcosmopolita.

Especie

Lemna sp.



Características

Descripción: Frondes solitarias o formando grupos de 2-50 orbiculares, elípticos, obovadas o lanceoladas, en ocasiones pigmentadas de color rojo, con rafidios parenquimatosos. Cara superior con siete nervios (solo 1 a 5 visibles), cara inferior con una o varias capas de arénquima que hacen giboso al fronde.

Solo una (1) raíz por fronde, caliptra recta o curvada, obtusa, mucronada o aguda. La inflorescencia está conformada por dos flores masculinas y una femenina. Fruto globoso, áptero o alado, semillas con costillas longitudinales, poco frecuente lisas (Galán de Mera, 2007).

Comúnmente llamada "lenteja de agua", Se observan flotando sobre la superficie del cuerpo de agua, no tienen hojas verdaderas ni tallos, sólo un pequeño cuerpo flotante verde llamado talo. Funcionan como hábitat de larvas de insectos y cuando son muy abundantes interfieren en el proceso de fotosíntesis de las plantas sumergidas, generando ambientes de anoxia y por ello son asociadas a estados de eutrofia (Smagula & Connor, 2007).

Especie

Nymphoides sp.



Características

Descripción: Rizomas cortos y glabros, los tallos a veces alargados y con apariencia de pecíolos, variando en longitud de acuerdo a la profundidad del agua en que crecen, a veces ramificados en el ápice. Hojas flotantes, ampliamente ovadas a orbiculares, 3–25 cm de diámetro, ápice redondeado, base profundamente cordada, ligera a prominentemente peltada, a veces rojizas en el envés; pecíolos 0.5–7 cm de largo.

Inflorescencia un fascículo axilar, pedicelos 2–11 cm de largo, erecta y emergente en la antesis, flores distilas; cáliz connado en la base, lobos lanceolados, 4–7 mm de largo, persistente; corola profundamente lobada, 8–15 mm de largo, blanca con el centro amarillo, lobos delicados cuando secos, conspicuamente fimbriados internamente, con tricomas hasta 3 mm de largo; estambres 4–10 mm de largo, anteras introrsas; pistilo 4–12 mm de largo, estilo persistente cuando en fruto.

Fruto capsular, globoso a elipsoide, 4–7 mm de largo, con dehiscencia irregular; semillas lenticulares, 1.2–1.8 mm de largo, de color crema, brillantes. (KUNTZE, 1981)

Especie



<p><i>Typha sp.</i></p>	
-------------------------	---

Características



Descripción: Hierba acuática enraizada emergente, perenne, rizomatosa. Tallos erectos, 2,5-4 m de alto. Hojas 6-10, erectas, basales, angostas, largolineares, planas en una superficie (adaxial) y redondeadas en la otra (abaxial), glabras, sésiles, envainadoras en la base. Plantas monoicas. Inflorescencia en forma de una densa espiga cilíndrica terminal, color pardo rojizo claro, la espiga masculina sobre la femenina, las dos espigas separadas por una porción estéril de 4-6 cm; las flores estaminadas y pistiladas separadas.

Las flores estaminadas sin perianto, pero con bracteolas largas y delgadas como pelos; estambres 1-7, los filamentos largos; las flores pistiladas con bracteolas delgadas, clavadas o espatuladas, el perianto con pelos numerosos; ovarios 1 (fértil o abortado), levantado en un pedículo (ginóforo). Frutos diminutos.

Ecología: Crecen en aguas salobres a dulces, en pantanos, zanjas y áreas inundadas. Distribución general: En Europa y desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina (Posada-García & López-Muñoz, 2011).

Especie	
<p><i>Nitella</i> sp.</p>	
Características	
<p>Descripción: son algas carofitas caracterizadas por la ausencia de corteza y estulopodios, ramas verticiladas, dispuestas a nivel del nudo, todas idénticas generalmente en número de seis (6). Verticiladas o bifurcadas, monoicas.</p> <p>Las especies de <i>Nitella</i> se pueden diferenciar de otras del orden Charales por sus ramas principales sin células epidérmicas, estipuloides largos y agudos dispuestos en una sola fila. Son hermafroditas. (DES ABBAYES, 1989)</p>	
Especie	
<p>Morfo 1</p>	
Características	
<p>Descripción: Los pastos pueden ser anuales o perennes, generalmente con las siguientes características (la galería de imágenes puede usarse como referencia): Los tallos de las gramíneas, llamados culmos, suelen ser cilíndricos (más raramente aplanados, pero no en 3 ángulos) y son huecos, taponados en los nodos, donde las hojas están adheridas. Las hojas de la hierba son casi siempre alternas y distintas (en un plano), y tienen venas paralelas. Cada hoja se diferencia en una vaina inferior que abraza el tallo y una hoja con toda (es decir, suaves) márgenes.</p> <p>Las láminas foliares de muchos los pastos se endurecen con fitolitos de sílice, que desalientan a los animales que pastan; algunos, como la hierba espada, son lo suficientemente afilado como para cortar la piel humana. Un apéndice membranoso o una franja de pelos llamada lígula se encuentra en la unión entre la vaina y la hoja, evitando el agua o los insectos, de penetrar en la vaina. (Cope & Gray, 2009).</p>	



Especie	
<i>Paspalum sp.</i>	
Características	
<p>Se encuentra distribuido en regiones tropicales y subtropicales, crecen en gran variedad de hábitats constituyendo importantes componentes de la vegetación, se encuentran en suelos húmedos a anegados, y algunas especies se encuentran en suelos arcillosos salobres.</p> <p>Además, son de importancia económica, ya que proveen excelente pasto, algunas son buenos inmovilizadores del suelo, algunas protegen el suelo de la erosión; aunque existen algunas especies que ocasionan obstrucción de canales de drenajes (Orfíz-Díaz, Arnelas, I, Cerros-Tatlilpa, R, Siqueiros-Delgado, M. E, & Tun-Garrido, J, 2015) (Monroe, Denham, Aliscioni, & Zuloaga, 2000).</p>	
Especie	
Cf <i>Juncus sp.</i>	
Características	
<p>Descripción: Planta emergente que posee tallos cilíndricos, no ramificados y esponjosos que pueden alcanzar hasta 1,8 m de altura, poseen la inflorescencia cerca de 15 cm del extremo superior del tallo. Prefiere lugares pantanosos o de solo unos pocos centímetros de profundidad y en sus alrededores crea hábitats propicios para el desarrollo de larvas de mosquito.</p> <p>Su distribución es cosmopolita. (Roldán & Ramírez, 2008).</p>	



Especie

Pistia sp.



Características

Descripción: Especie flotante que se desarrolla en rangos de temperatura entre 20-30°C. Esta planta exhibe una demanda de luz muy alta. Distribución en áreas tropicales y subtropicales. Hojas de aspecto carnoso, cubiertas por pequeños pelos, generando apariencia de textura aterciopelada que alcanzan hasta 15 cm. Sus raíces finas pequeñas ubicadas en la parte inferior proporcionan nichos para pequeños peces (Brünner & Beck, 1990).

Habita en aguas tranquilas eutróficas, en zonas tropicales y subtropicales, en varios lugares se encuentra como planta exótica, posee gran capacidad de crecimiento y propagación, cuando las condiciones son favorables impide el paso de la luz sobre la superficie del agua, y consume rápidamente el oxígeno del agua. (García-Murillo, Fernández-Zamudio, & Cirujano-Bracamonte, 2009)

Especie



Ceratopteris sp.





Características

Descripción: planta flotante, el cual requiere de alta incidencia de luz, con una temperatura entre 22 a 25°C, se halla en América tropical al igual que en el sureste asiático. (Brünner & Beck, 1990). Estas plantas se desarrollan óptimamente en un sustrato lodoso, y en aguas ricas en nutrientes.




Especie	
<i>Marsilea sp.</i>	
Características	
<p>Descripción: Es un helecho perteneciente a la familia Marsileaceae. La morfología de la hoja varía con las condiciones ambientales, posee frondes con 4 pinas apicales, lo que lo hace parecer un trébol de 4 hojas.</p> <p>Esta forma descrita se desarrolla con poco aporte lumínico, con iluminación alta, genera una hoja única y una altura menor. (Roldán & Ramírez, 2008)</p>	
Especie	
<i>Sagittaria sp.</i>	
Características	
<p>Descripción: Se trata de plantas acuáticas, enraizadas, perennes, por lo común monoicas; rizoma corto y grueso, con estolones que generalmente terminan en cormos; hojas erectas, flotantes o sumergidas, láminas de las hojas erectas, frecuentemente con la base sagitada, las flotantes lineares a ovadas, con la base cordada a cuneada; inflorescencia generalmente compuesta por verticilos de ramas o parecida a una umbela, escapos erectos o flotantes, simples o ramificados, con uno a doce verticilos de flores. (Guadalupe, 2014)</p>	

Especie	
<p><i>Cf Heliconia sp.</i></p>	
Características	
<p>Descripción: monocotiledóneas, herbáceas, perennes, con rizoma simpodialmente ramificado (emite brotes o vástagos) y un pseudotallo aéreo, erecto, formado por un eje recubierto por las bases de hojas alternas que se solapan (posición dística). Constituyen un género de plantas de grandes dimensiones (5), con hojas de nervadura pinnada, cuyos nervios se prolongan paralelos hacia los bordes del limbo; esta característica y la ausencia de un tejido de refuerzo en los márgenes, hacen que ellos se desgarran en forma típica de lacinias. Su verdadero tallo está constituido por un vigoroso rizoma provisto de yemas vegetativas y abundantes, largas y fuertes raíces fibrosas. (Jerez, 2007)</p>	
Especie	
<p><i>Utricularia sp.</i></p>	
Características	
<p>Descripción: son plantas herbáceas terrestres, acuáticas o epifititas, usualmente estoloníferas; se caracterizan por la presencia de los utrículos, que son pequeñas vesículas globosas, lateralmente comprimidas y con una boca apical a través de la cual capturan por acción mecánica pequeños organismos. (Taylor, 1989)</p>	

Fuente: ETSA, 2021

f. *Análisis de correlación con parámetros fisicoquímicos*

En la **Figura 3.3.3-21** se muestra la representación gráfica del análisis de correlación entre parámetros fisicoquímicos y el ensamble perifítico, usando *r* de Spearman

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

como calificador. Los círculos azules de mayor tamaño indican correlaciones fuertes.

Se aprecia un ensamble importante entre las concentraciones de compuestos como sólidos suspendidos, sólidos disueltos y sólidos totales, con las abundancias de taxa como *Cyclotella* sp., *Gonphonema* sp, *Gyrosigma* sp., *Nostoc* sp. *Pinnularia* sp. Este ensamble se encuentra también determinado por las condiciones de temperatura y conductividad en las estaciones de monitoreo.

Las taxa de mayor abundancia (i.e., *Phormidium* sp., *Navicula* sp. y *Nitzschia* sp.) correlacionan de manera significativa con las concentraciones de calcio (CaTotal), fósforo total (PTotal), Sólidos totales (ST), Nitritos (NO₂) y nitratos (NO₃). Algunas de estas relaciones muestran las condiciones típicas para el establecimiento de ensamblajes perifíticos, en donde la disponibilidad de fósforo, nitrógeno, calcio y sodio indican la disponibilidad de nutrientes, mientras que, las condiciones de temperatura y oxígeno disuelto indican los procesos metabólicos de las especies que componen estas comunidades del perifiton en cuerpos lóticos

3.3.3.2.2 Sistemas lóticos

Para este segundo análisis del periodo de marzo 2021 (Temporada 1) se tomaron las 8 locaciones restantes, que representan los sistemas lóticos pertenecientes a los cuerpos de agua del río Magdalena, arroyo Regolledo, arroyo Grande, arroyo La Chacha, Jagüey Palmarito y el arroyo El Cojo.

a. Fitoplancton

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

El fitoplancton es un componente de gran importancia en las comunidades bióticas acuáticas; la ecología de estos también es esencial para su comprensión ya que ejemplifican el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, su composición y estructura contribuyen a que se utilicen como bioindicadores de la calidad del agua, como para encontrar el grado de contaminación afecta a los ecosistemas (Montoya-Moreno *et al.* 2012).

Al evaluar las comunidades fitoplanctónicas de los sistemas lóticos se encontraron siete (7) filos de fitoplancton que incluyen a Chlorophyta, Charophyta, Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenozoa, Ochrophyta y Miozoa. Además de esto se encontraron diez (10) clases, veinticinco (25) órdenes, treintaynueve (39) familias y cincuenta y cinco (55) taxones; lo que generó una abundancia total de 27,10 ind/mL (**Tabla 3.3.3-12**).

Tabla 3.3.3-12 Composición de Fitoplancton en los Sistemas Lóticos Temp. 1

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/mL	
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira sp.	4,528	
		Melosirales	Melosiraceae	Melosira sp.	0,559	
		Surirellales	Surirellaceae	Surirella sp.	0,422	
	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria sp.	0,086	
			Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sp.	1,938
		Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia sp.	0,933	
			Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola sp.	0,186
				Naviculaceae	Navicula sp.	0,097
		Pinnulariaceae		Pinnularia sp.	0,015	
		Cymbellales	Gomphonemataceae	Encyonema sp.	0,022	
				Gomphonema sp.	0,063	
		Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria sp.	0,011	
				Synedra sp.	0,022	
		Cocconeidales	Cocconeidaceae	Cocconeis sp.	0,011	
		Mediophyceae	Anaulales	Anaulaceae	Terpsinoe sp.	0,082
			Stephanodiscals	Stephanodiscaceae	Cyclotella sp.	0,283
			Eupodiscals	Eupodiscaceae	Pleurosira sp.	0,019
Zygnematophyceae	Desmidiiales		Closteriaceae	Closterium sp.	0,026	
		Gonatozygaceae	Gonatozygon sp.	0,007		
		Desmidiaceae	Staurodesmus sp.	0,007		
	Zygnematales	Zygnemataceae	Mougeotia sp.	0,203		
			Spirogyra sp.	0,022		

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/mL
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Acutodesmus sp.	0,030
				Desmodesmus sp.	0,060
				Scenedesmus sp.	0,101
			Radiococcaceae	Coelastrum sp.	0,007
				Radiococcus sp.	0,019
				Pediastrum sp.	0,011
		Hydrodictyceae	Tetraedron sp.	0,015	
			Selenastraceae	Monoraphidium sp.	0,458
		Chlamydomonadales		Sphaerocystidaceae	Sphaerocystis sp.
			Eudorina sp.		0,022
			Volvocaceae	Pandorina sp.	0,191
				Chlorococcaceae	Chlorococcum sp.
			Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium sp.
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis sp.	0,026	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium sp.	0,760
			Microcoleaceae	Oscillatoria sp.	0,073
		Nostocales	Nostocaceae	Planktothrix sp.	0,221
			Aphanizomenonaceae	Anabaena sp.	0,023
				Cylindrospermopsis sp.	0,011
		Synechococcales	Pseudanabaenaceae	Anabaenopsis sp.	0,015
				cf. Limnothrix sp.	3,749
			Pseudanabaena sp.	0,094	
			Leptolyngbyaceae	Leptolyngbya sp.	0,019
			Merismopediaceae	Merismopedia sp.	0,145
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Phacidae	Aphanocapsa sp.	0,011
				Lepocinclis sp.	8,374
			Euglenidae	Phacus sp.	0,078
Trachelomonas sp.	2,371				
Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	Euglena sp.	0,231
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Centrtractaceae	Strombomonas sp.	0,208
				Peridinium sp.	0,026
Total general					27,09582

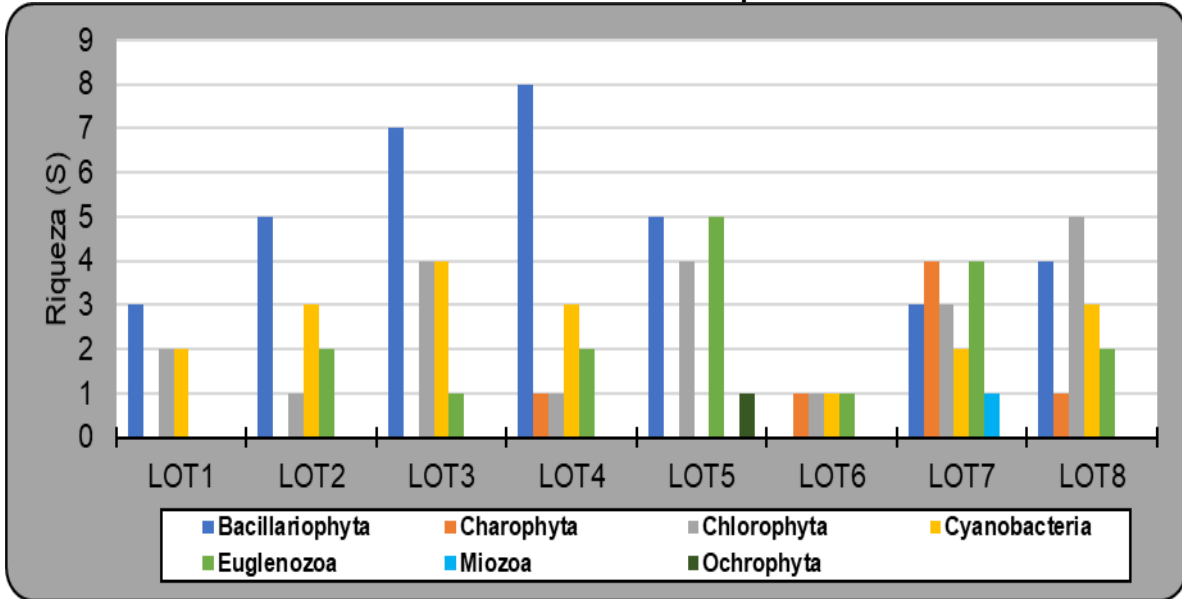
Fuente: ETSa, 2021

Para este muestreo se obtuvo que LOT7 presentó la mayor riqueza con 17 taxa en total, mientras que LOT6 fue el menor con 4 taxa. Igualmente el LOT7 fue el único punto en donde se hallaron todos menos un filo en este estudio, seguido por LOT8 y LOT4 en donde se encontraron 5 filios en cada uno. En términos mas específicos de la riqueza de taxa, la mayor se encontró en el filo Bacillariophyta con 35 taxa en total, y en LOT4 fue donde presentó el máximo número por punto (8 taxa). Por el contrario, el menor registro lo obtuvieron los filios Miozoa y Ochrophyta con un taxa identificado (**Figura 3.3.3-22**)

Como se puede ver en la (**Figura 3.3.3-23**) el único filo encontrado en todos los puntos de muestreo fue Chlorophyta, seguido por Bacillariophyta, Cyanobacteria y Euglenozoa, y los de menor manifestación fueron los filios Miozoa y Ochrophyta con un registro del 6 y 7% respectivamente en LOT7 y LOT5. Además, el único filo

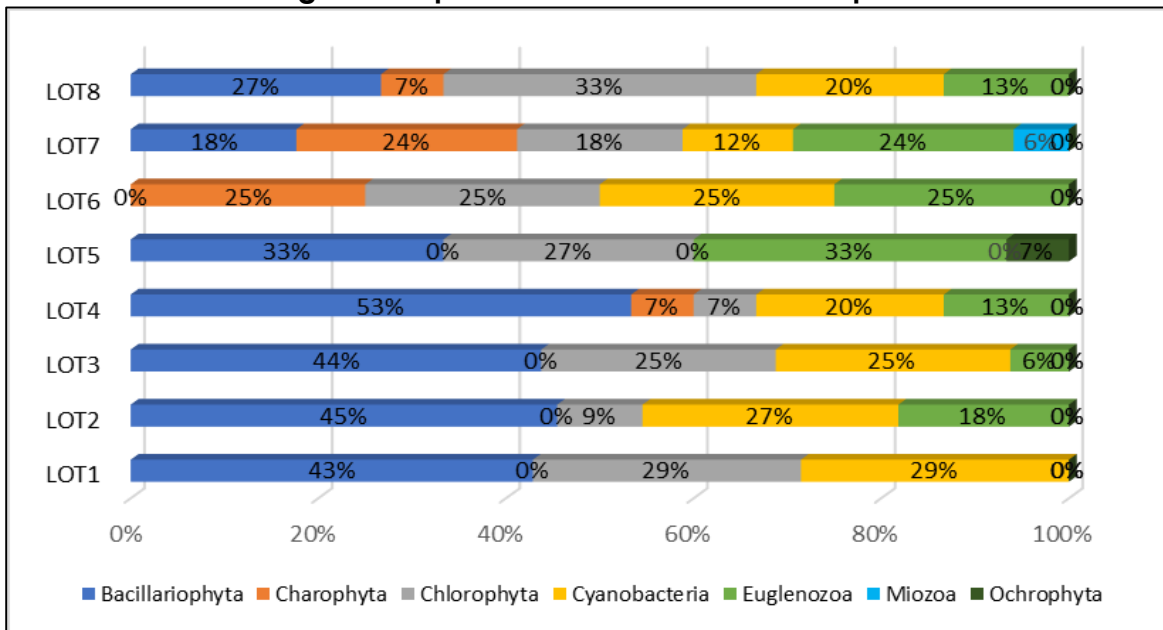
en superar el 50% de presencia en un punto de monitoreo fue Bacillariophyta en LOT4.

Figura 3.3.3-22 Riqueza de géneros en las clases de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSa, 2021

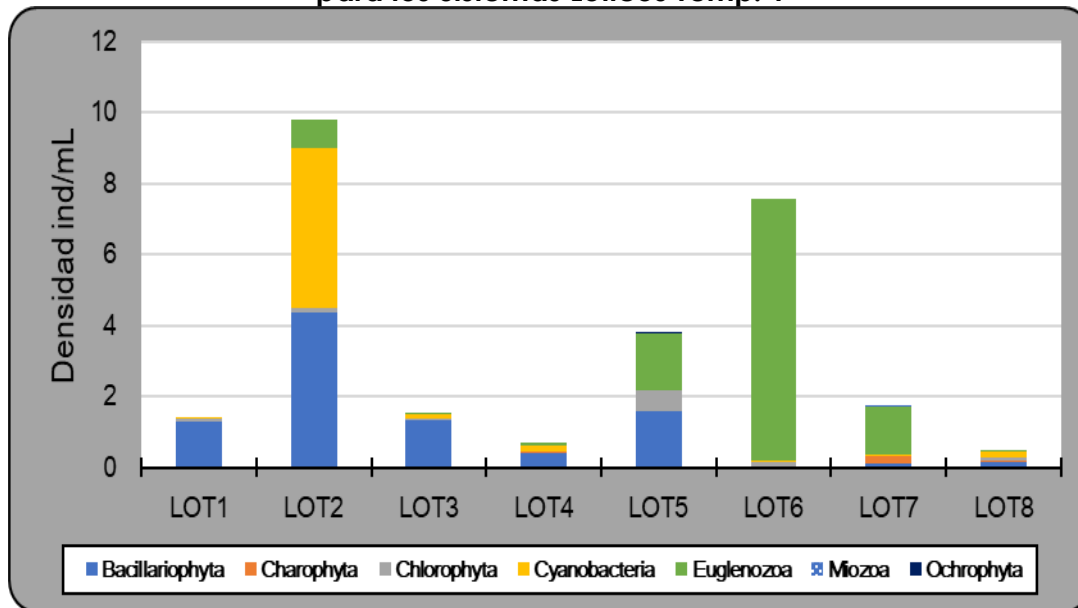
Figura 3.3.3-23 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSa, 2021

En cuanto a la abundancia, la división que registró la mayor acumulación fue Bacillariophyta LOT2 con 9,8 ind/mL, seguida de la División Euglenozoa LOT6 con 7,55 ind/mL (aportado principalmente por los taxa encontrados del filo Euglenozoa con 7,34 ind/mL); y LOT5 con 3,81 ind/mL; y finalmente, el que presentó una menor acumulación en densidad fue LOT8 con 0,5 ind/mL (**Figura 3.3.3-24**).

Figura 3.3.3-24 Abundancia de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1

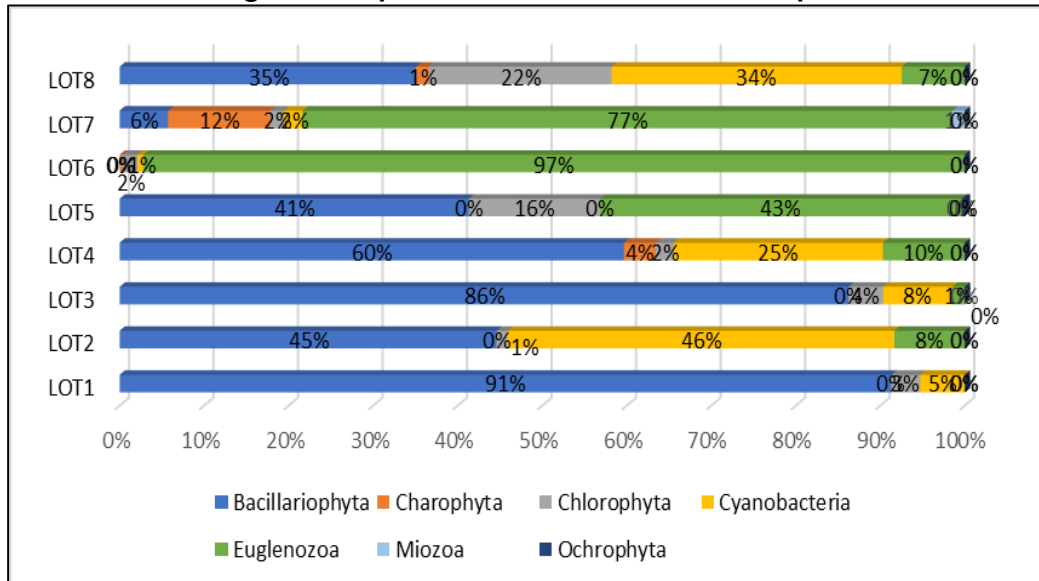


Fuente: ETSA, 2021

Como se puede observar en la (**Figura 3.3.3-25**), fillos como Bacillariophyta y Euglenozoa presentaron altas densidades en casi la totalidad de puntos donde se hallaron; más específicamente, el filo que obtuvo una mayor densidad y porcentaje en su punto de muestreo fue Euglenozoa en LOT6 con un 97%, al que continúa Bacillariophyta en LOT1 con el 91%. Igualmente se evidencia una tendencia en donde si se encuentra uno de estos fillos en gran abundancia, el otro filo se encuentra en una abundancia reducida; como por ejemplo en LOT7 donde Euglenozoa presenta un 77% con 1,34ind/mL y Bacillariophyta tiene un 6% con 0,09ind/mL. Esta tendencia puede sugerir una posible competencia entre ambos fillos.

Para finalizar, el filo Cyanobacteria se encontró en todos los puntos, seguido por Bacillariophyta, Chlorophyta y Euglenozoa, posteriormente Charophyta y al final se encuentran Miozoa y Ochrophyta con un punto registrado cada uno.

Figura 3.3.3-25 Porcentaje de Abundancia de géneros en los filamentos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

- *Índices Ecológicos*

La diversidad basada en la riqueza de especies (d) estuvo distribuida en valores bajos a medios, en donde LOT6, LOT1 y LOT2 se encontraron inferiores a 2.00 unidades, LOT3 estuvo inferior a 2,5, y el resto tuvo un puntaje mayor a 2.5 que indica un nivel medio. El mayor registro del índice de Margalef lo presentó LOT8 con 2,86 puntos y el menor fue LOT6 con 0,39 (**Tabla 3.3.3-13**) Continuando con el índice de Shannon, también se obtuvo una diversidad media-baja. El mayor dato reportado se presentó en LOT8 nuevamente con 2,31 unidades, mientras que el menor fue otra vez LOT6 con 0,15.

Por otra parte, el índice de Simpson (D) presentó una baja dominancia ($D \leq 0.35$), en 4 puntos (LOT2, LOT4, LOT5 y LOT8) teniendo en cuenta que el menor valor fue de 0.14 unidades registrado en LOT8; lo que indica una gran biodiversidad en este punto. Por el contrario, los sitios LOT1, LOT6 y LOT3 con 0.76 y 0.5 y 0.95 unidades tuvieron una dominancia de un grupo de organismos muy alta, lo que explica su diversidad baja). En el índice de Pielou se produjo una baja homogeneidad en todas las ubicaciones, donde LOT6 obtuvo el valor inferior de 0.11 unidades; y el mayor LOT8 con 0.85 unidades.

Tabla 3.3.3-13 Índices Ecológicos calculados para Fitoplancton en los Sistemas Lóticos Temporada 1

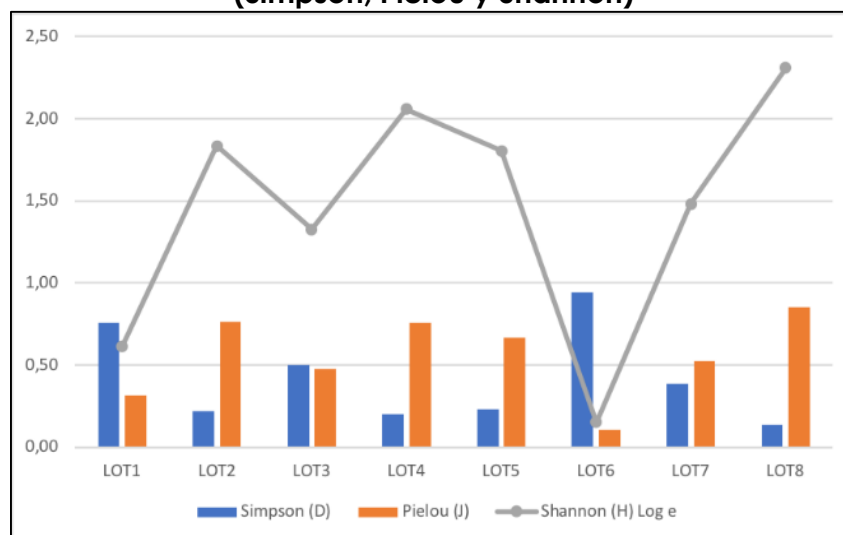
LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LOT1	7	380	0,76	0,62	1,01	0,32

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LOT2	11	1368	0,22	1,83	1,39	0,76
LOT3	16	414	0,50	1,33	2,49	0,48
LOT4	15	186	0,20	2,06	2,68	0,76
LOT5	15	1024	0,23	1,80	2,02	0,67
LOT6	4	2069	0,95	0,15	0,39	0,11
LOT7	17	472	0,39	1,48	2,60	0,52
LOT8	15	134	0,14	2,31	2,86	0,85

Fuente: ETSA, 2021

Por último, en la **(Figura 3.3.3-26)** se analizó que los resultados del índice de Simpson y Pielou son inversos, y en los puntos LOT1 y LOT6 se encontró que el índice de Shannon era menor a los datos anteriores, lo que indica una baja diversidad y una alta dominancia.

Figura 3.3.3-26 Índices de Diversidad calculados para Fitoplancton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

b. *Zooplancton*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

La composición de la comunidad zooplanctónica en los sistemas lóticos evaluados en la temporada 1 fue hecha por los filos Arthropoda, Cilophora, Gastrotricha, Nematoda, Protozoa y Rotifera, dentro de los cuales se hallaron 10 clases, 16 órdenes (11 identificados), 27 familias (6 no identificadas) y 31 taxa. Es así como Rotífera obtuvo el mayor número de taxa con 16; mientras que Cilliophora, Gastrotricha y Nematoda reportaron 1 solo taxa cada uno **(Tabla 3.3.3-14)**.

Tabla 3.3.3-14 Composición de Zooplancton en los Sistemas Lóticos Temp. 1

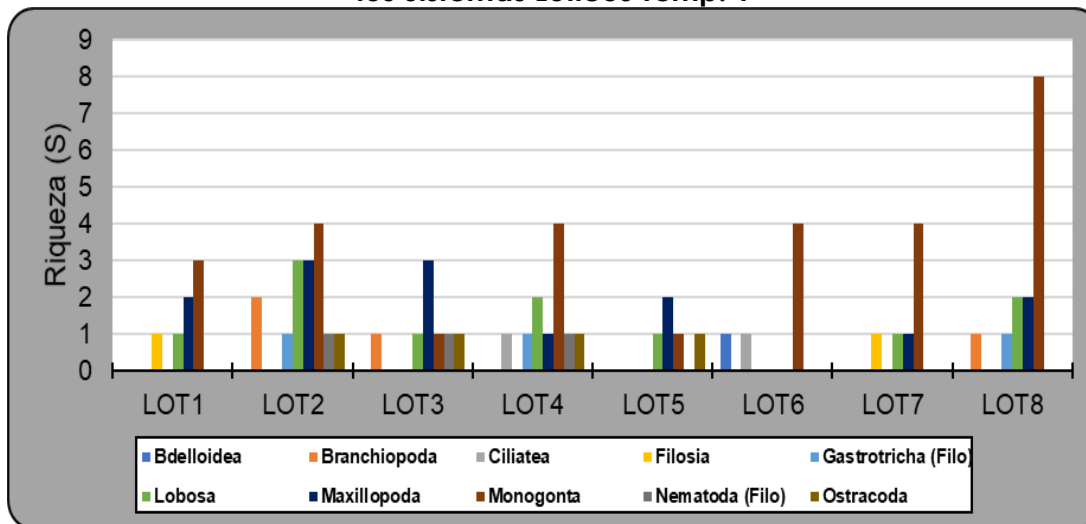
FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/mL	
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-	Morfo 26	0,643883	
		-	-	Morfo 6	0,02893	
		Calanoida	-	Morfo 14	0,005768	
	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Ceriodaphnia sp.	0,002413	
		Diplostraca	Macrothricidae	Macrothrix sp.	0,002413	
		Diplostraca	Sididae	Diaphanosoma sp.	0,00072	
		Diplostraca	Moinidae	Moina sp.	0,00494	
Ostracoda	-	-	Morfo 15	0,009815		
Ciliophora	Ciliatea	Peritrichida	Vorticellidae	Vorticella sp.	0,006656	
Gastrotricha	Gastrotricha (Filo)	-	-	Morfo 17	0,003208	
Nematoda	Nematoda (Filo)	-	-	Morfo 34	0,002885	
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	Arcella sp.	0,03175	
			Centropxyidae	Centropyxis sp.	0,010843	
			Diffugiidae	Diffugia sp.	0,01236	
	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	Euglypha sp.	0,0026	
Rotifera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	Brachionus sp.	0,005205	
				Platytias sp.	0,00193	
				Anuraeopsis sp.	0,00254	
				Keratella sp.	0,0012	
			Lecanidae	Lecane sp.	0,009945	
			Lepadellidae	Colurella sp.	0,00614	
			Synchaetidae	Polyarthra sp.	0,0299	
			Notommatidae	Cephalodella sp.	0,0026	
				Monommata sp.	0,00078	
			Trichocercidae	Trichocerca sp.	0,00364	
			Asplanchnidae	Asplanchna sp.	1,98E-03	
			Euchlanidae	Euchlanis sp.	7,44E-04	
			Flosculariaceae	Filiniidae	Filinia sp.	0,009568
				Flosculariidae	Ptygura sp.	0,00216
				Testudinellidae	Testudinella sp.	0,001448
			Bdelloidea	-	Adinetidae	Adineta sp.
Total general					0,850704	

Fuente: ETSA, 2021

En el análisis de riqueza para las comunidades zooplanctónicas de los sistemas lóticos de la temporada 1 se encontró que la distribución de cada clase a lo largo de los 8 sistemas monitoreados demostró que solo Monogonta estuvo en todos los puntos. A este le sigue Lobosa con presencia en 7 puntos, luego Maxillopoda en 6 y el que menos presencia obtuvo fue Ciliatea en LOT6 (**Figura 3.3.3-27**).

Continuando con el análisis de riqueza, se observó que el punto de muestreo con mayor riqueza fue LOT2 con un total de 15 taxa registrados, seguido por LOT8 con 14 y LOT4 con 11 taxa; y, por último, el punto más bajo con 5 taxa fue LOT5.

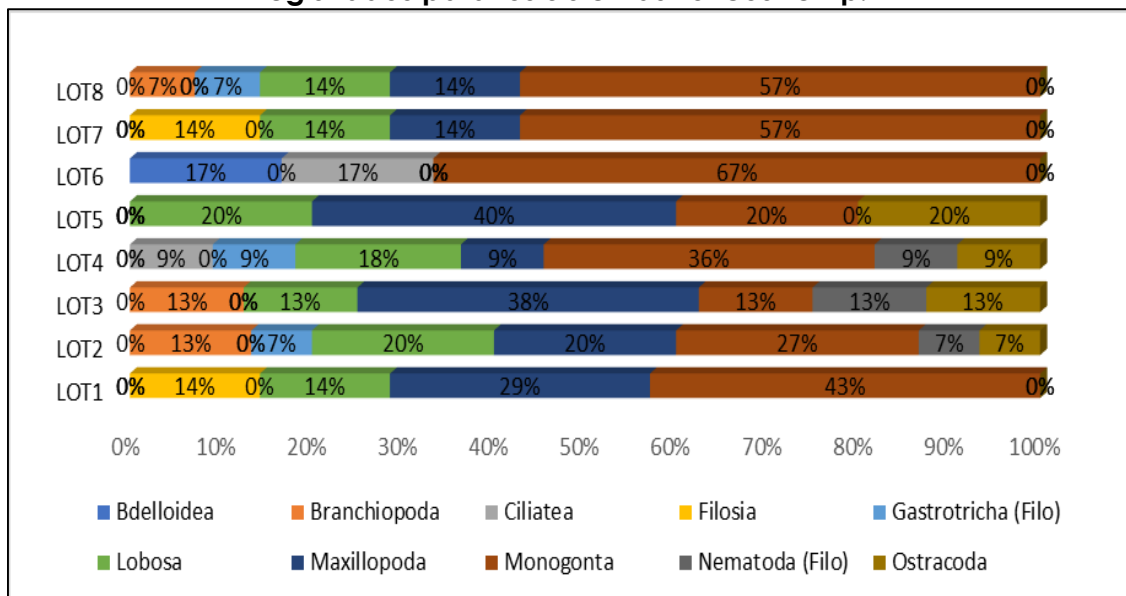
Figura 3.3.3-27 Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

Con respecto al análisis porcentual, es claro apreciar que la clase Monogonta fue la más dominante en términos de riqueza de taxa, con un porcentaje desde el 20% hasta el 57% en todos los puntos. A este le sigue Maxillopoda con un valor mínimo del 14% y mayor de 40%, y los de menor porcentaje de riqueza fueron Gastrotricha (Filo), Nematoda (filo) y Ostracoda con un 7% (Figura 3.3.3-28).

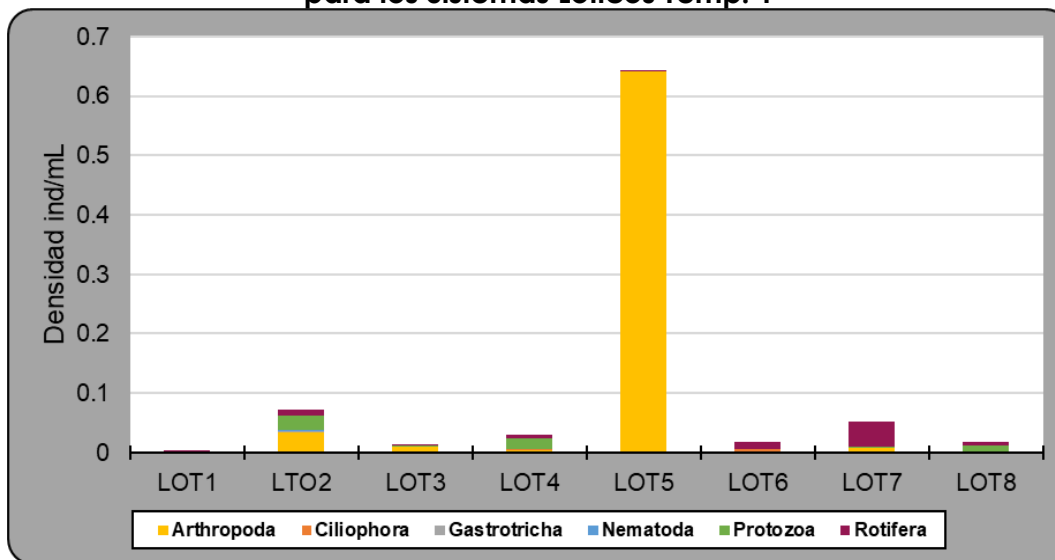
Figura 3.3.3-28 Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

En abundancia, la densidad acumulada fue de 0,85 ind/mL, encontrando que el mayor aporte a este número fue por parte de LOT5 con un total de 0,64 ind/mL. Detrás de este sitio se ubicó LOT2 y LOT7 con densidades de 0,07 ind/mL y 0,05 ind/mL respectivamente; en último lugar se registró a LOT1 con 0,004 ind/mL (**Figura 3.3.3-29**).

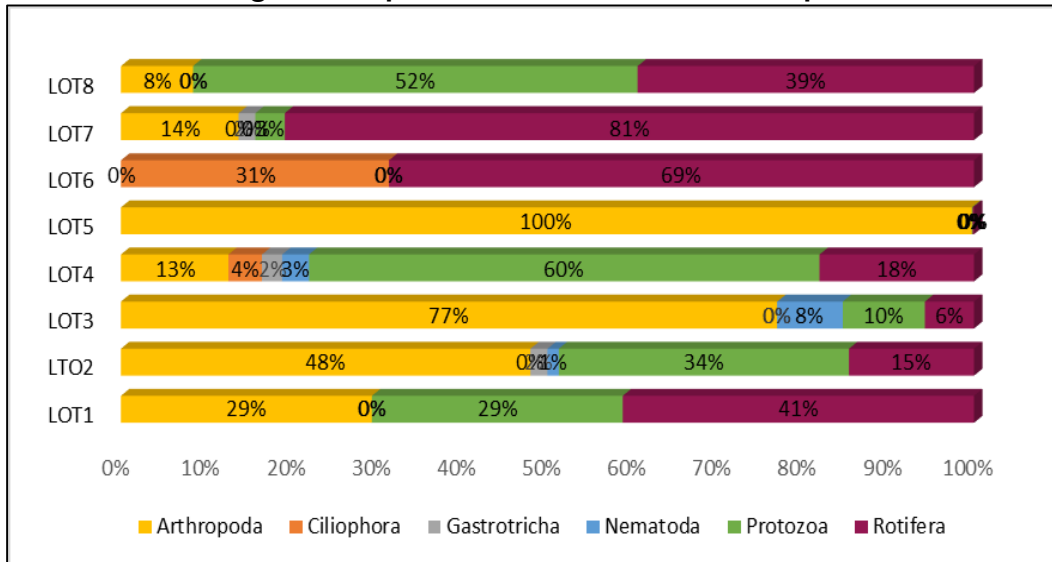
Figura 3.3.3-29 Abundancia de géneros en los fillos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

Además, se obtuvo que Arthropoda y Rotifera tuvieron las densidades poblacionales más altas con 0,69 ind/mL y 0,08 ind/mL respectivamente, a estos le siguió la clase Branchiopoda con 61,33 ind/m²; Arthropoda logró el 100% de representatividad en LOT5 ya que fue el único filo registrado en este punto (**Figura 3.3.3-30**) Entre tanto, los demás fillos reportados obtuvieron valores inferiores a 0,06 ind/mL, valores bajos comparados con Arthropoda.

Figura 3.3.3-30 Porcentaje de Abundancia de géneros en los filis de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

- *Índices Ecológicos*

Para el análisis de los índices ecológicos se halló que la diversidad de Margalef estuvo entre valores de 0,51 (LOT5) y 2,79 (LOT2), esto indicó valores bajos y medios; siguiendo al índice de Shannon-Weaver, en este índice se obtuvo una diversidad media-baja, donde el mayor dato reportado se presentó en LOT2 con 2,37 unidades, mientras que el menor fue LOT5 con 0,1 unidades.

El estimador de Simpson reflejó una dominancia baja en casi todos los puntos (LOT1, LOT2, LOT3, LOT4, LOT6, LOT7 Y LOT8) ($D < 0.4$), el único que superó este dato con 0,97 fue LOT5. Por último, como se puede observar en la **(Tabla 3.3.3-15)**, el índice de igualdad reportó una respuesta contraria a los datos de dominancia, con valores entre 0,06 en LOT5 y 0,99 en LOT1.

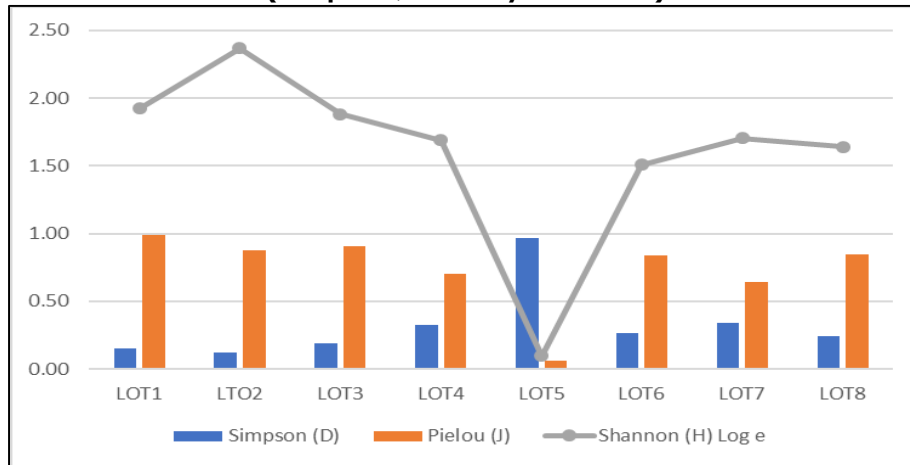
Tabla 3.3.3-15 Índices Ecológicos calculados para Zooplancton en los Sistemas Lóticos Temporada 1

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LOT1	7	17	0,15	1,93	2,12	0,99
LTO2	15	150	0,12	2,37	2,79	0,88
LOT3	8	52	0,19	1,88	1,77	0,90
LOT4	11	127	0,33	1,69	2,06	0,70
LOT5	5	2519	0,97	0,10	0,51	0,06
LOT6	6	70	0,26	1,51	1,18	0,84
LOT7	14	203	0,34	1,70	2,45	0,65
LOT8	7	71	0,25	1,64	1,41	0,84

Fuente: ETSA, 2021

Para finalizar el análisis ecológico, en la **Figura 3.3.3-31** se observó que los resultados del índice de Shannon fueron muy bajos en LOT5, donde se presencié una dominancia muy alta y una diversidad baja. El resto de puntos si evidencian una diversidad media y una dominancia baja.

Figura 3.3.3-31 Índices de Diversidad calculados para Zooplancton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

c. *Perifiton*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

El perifiton en los 8 sistemas lóticos evaluados en la temporada 1 estuvo compuesto por los filos Bacillariophyta, Cyanobacteria, Charophyta, Chlorophyta, Euglenozoa y Orchophyta, dentro de los cuales se hallaron 9 clases, 28 órdenes, 46 familias y 66 taxa. Bacillariophyta obtuvo el mayor número de taxa (22); mientras que el menos fue Orchophyta con 1 taxón *Dinobryon sp.* (**Tabla 3.3.3-16**).

Tabla 3.3.3-16 Composición de Perifiton en los Sistemas Lóticos Temp. 1

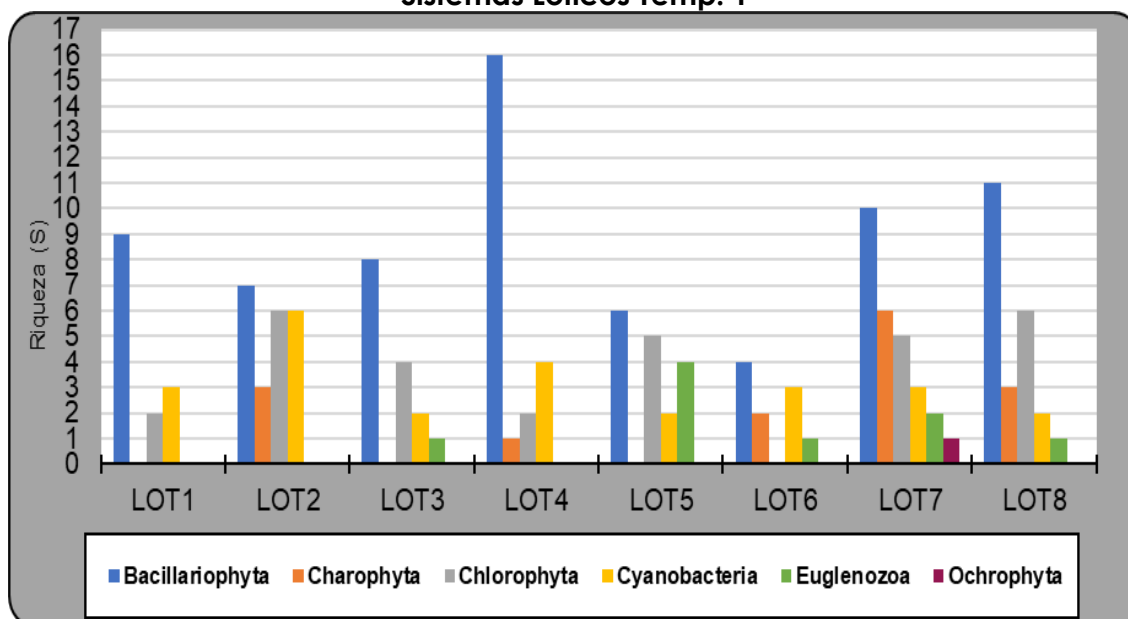
FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/cm ²
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula sp.	4425,2
				Gyrosigma sp.	935,0
			Pinnulariaceae	Pinnularia sp.	995,8
			Diadesmidaceae	Luticola sp.	627,0
		Bacillariales	Sellaphoraceae	Sellaphora sp.	24,0
			Bacillariaceae	Nitzschia sp.	36840,2
		Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella sp.	329,8
			Gomphonemataceae	Gomphonema sp.	9713,2
				Encyonema sp.	3059,6
		Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia sp.	3509,3
		Fragilariales	Fragilariaceae	Synedra sp.	76,9
				Fragilaria sp.	355,0
Mastogloiales	Achnantheaceae	Achnanthes sp.	190,3		

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/cm ²		
		Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora sp.	412,8		
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Rhopalodia sp.	107,5		
		Cocconeidales	Cocconeidaceae	Cocconeis sp.	630,4		
		Surirellales	Surirellaceae	Surirella sp.	2364,4		
		Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria sp.	528,5		
		Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	Cyclotella sp.	1866,0	
			Anaulales	Anaulaceae	Terpsinoe sp.	75,2	
			Eupodiscales	Eupodiscaceae	Pleurosira sp.	66,0	
		Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira sp.	885,5	
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	Closterium sp.	153,4		
			Desmidiaceae	Cosmarium sp.	111,6		
				Staurodesmus sp.	18,8		
				Actinotaenium sp.	5,7		
			Gonatozygaceae	Gonatozygon sp.	177,0		
		Zygnematales	Zygnemataceae	Mougeotia sp.	1108,8		
				Spirogyra sp.	365,2		
				Scenedesmus sp.	247,2		
				Coelastrum sp.	103,4		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Comasiella sp.	5,8		
				Desmodesmus sp.	230,2		
				Stauridium sp.	13,6		
				Characium sp.	262,1		
			Characiaceae	Ankyra sp.	9,0		
				Monoraphidium sp.	230,6		
			Selenastraceae	Selenastrum sp.	81,7		
				Ankistrodesmus sp.	201,2		
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium sp.	268,4		
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	Stigeoclonium sp.	57,3		
		Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	Sphaerocystis sp.	16,1		
					Oocystis sp.	33,0	
					Willea sp.	18,8	
					Actinastrum sp.	8,2	
Chlorellales	Oocystaceae				33,0		
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena sp.	301,8		
				Nostoc sp.	29,5		
			Calothricaceae	Calothrix sp.	113,2		
			Oscillatoriales	Aphanizomenonaceae	Cylindrospermopsis sp.	12,3	
					Anabaenopsis sp.	10,7	
		Oscillatoriaceae		Phormidium sp.	824,8		
		Oscillatoria sp.		612,5			
		Gomontiellaceae		Komvophoron sp.	58,3		
		Coleofasciculaceae		Geitlerinema sp.	40,8		
				Planktothrix sp.	19,4		
		Microcoleaceae	Microcoleus sp.	21,5			
			Synechococcales	Pseudanabaenaceae	Pseudanabaena sp.	952,3	
		Merismopediaceae		Merismopedia sp.	45,0		
		Leptolyngbyaceae		Leptolyngbya sp.	778,2		
		Chroococcales	Chroococcaceae	Chroococcus sp.	30,0		
		Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Phacidae	Lepocinclis sp.	98,0
						Phacus sp.	111,6
					Euglenidae	Strombomonas sp.	4,5
						Trachelomonas sp.	15,7
Euglena sp.	3,7						
Ochrophyta	Chrysophyceae				Chromulinales	Dinobryaceae	Dinobryon sp.
Total general					75842,2		

Fuente: ETSa, 2021

La mayor riqueza registrada por filo en perifiton fue de 16 taxa para Bacillariophyta, seguido por Cyanobacteria, Charophyta y Chlorophyta con 6 taxa, mientras que los que registraron menor riqueza por punto fueron Ochrophyta y Euglenozoa con un taxa (**Figura 3.3.3-32**). Además, el filo Bacillariophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria fueron los tres que se encontraron en los 8 puntos de muestreo, luego se encontró Charophyta y Euglenozoa en 5 puntos, y por último Orchophyta que se encontró solo en LOT7 (**Figura 3.3.3-33**). En cuanto a la riqueza por punto, LOT7 obtuvo el mayor puntaje con 27 taxa, luego siguieron LOT8 y LOT4 con 23 en total cada uno, les siguió LOT2 con 22 y, por último, LOT6 estuvo en último lugar con 10 taxa (**Figura 3.3.3-32**).

Figura 3.3.3-32 Riqueza de géneros en las clases de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1

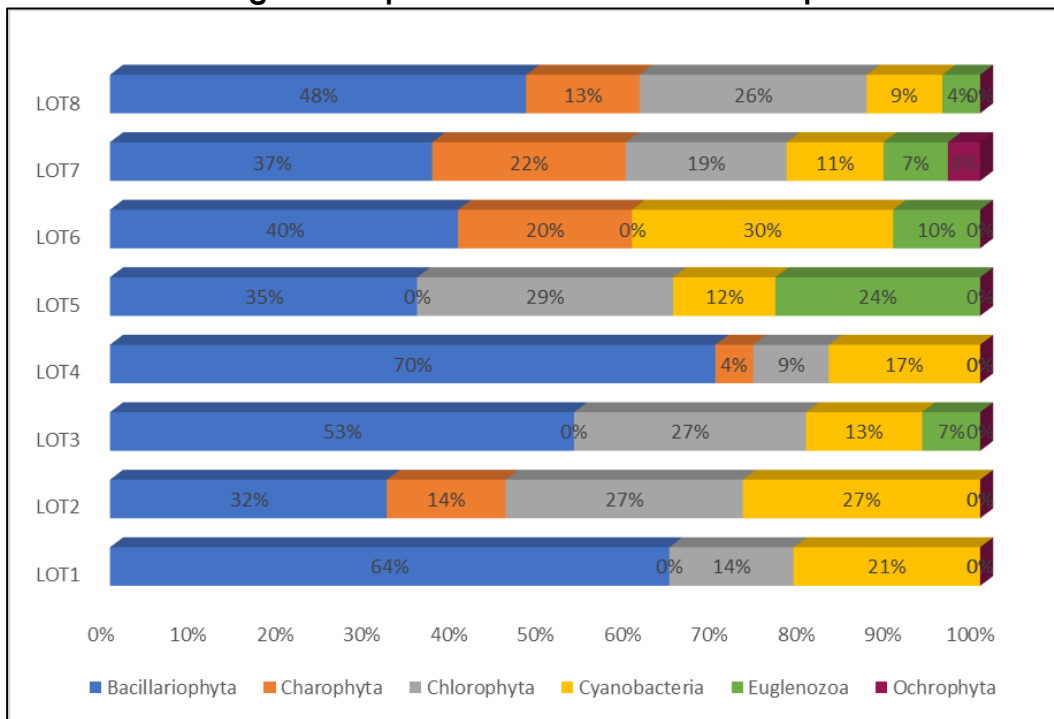


Fuente: ETSA, 2021

Al analizar la **Figura 3.3.3-33** la única clase que sobrepasó el 50% de representación en términos de riqueza de taxa fue el filo Bacillariophyta en LOT4, LOT3 y LOT1 con 70%, 53% y 64% respectivamente. Contrastando lo anterior, el menor porcentaje (4%) es de los filios Ochrophyta (LOT7), Euglenozoa (LOT8) y Charophyta en LOT4.

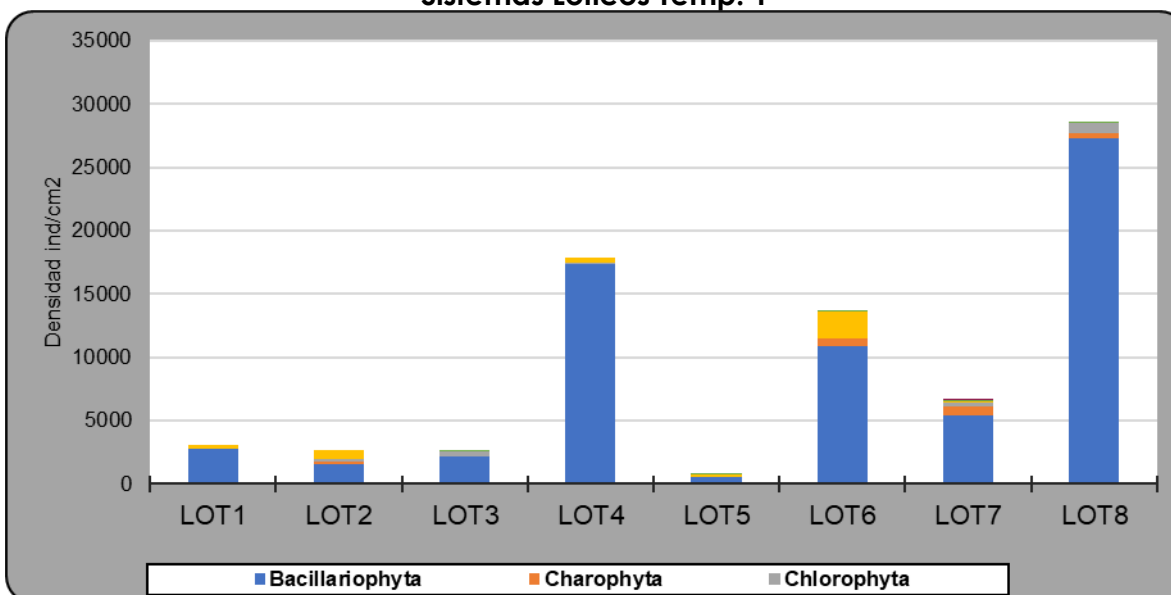
En cuanto a la abundancia de perifiton, la ubicación que registró la mayor acumulación fue LOT4 con 17899 ind/cm², seguida de la División LOT6 con 13583 ind/cm², ambos aportados principalmente por el filo Bacillariophyta; y finalmente, el que presentó una menor acumulación en densidad fue LOT5 con 796 ind/cm² (**Figura 3.3.3-34**).

Figura 3.3.3-33 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

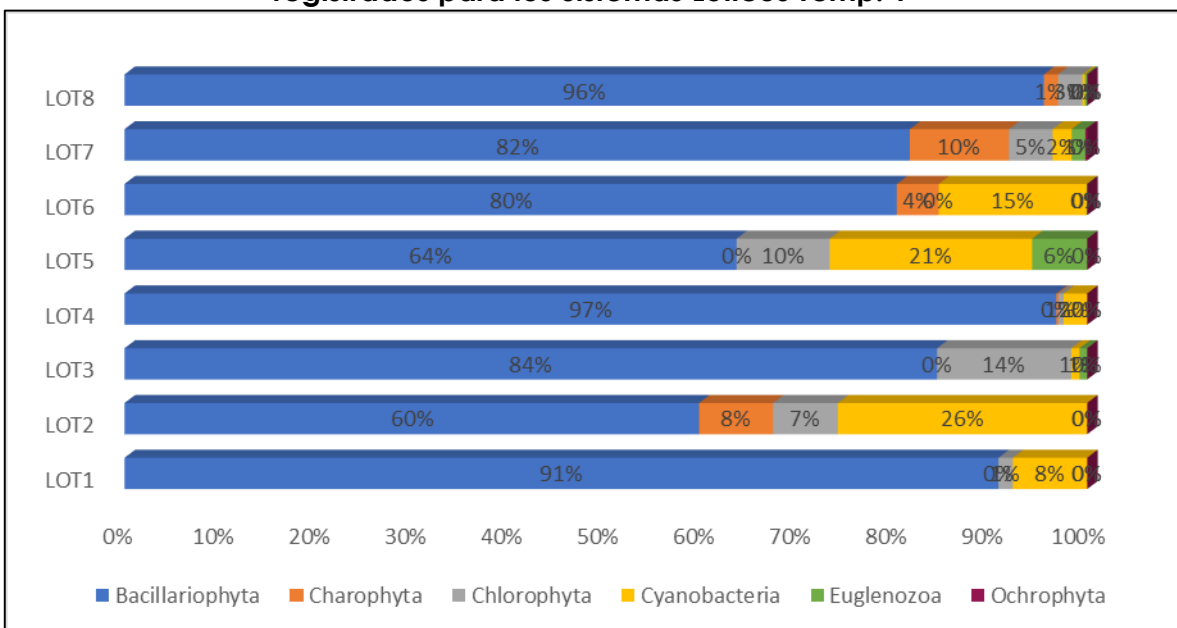
Figura 3.3.3-34 Abundancia de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

Como se puede observar en la **(Figura 3.3.3-35)**, el filo Bacillariophyta fue el que presentó las mas altas densidades en la totalidad de puntos, con un porcentaje mayor de 94% en LOT1 y menor de 64% en LOT5. Por el contrario, ningún otro filo pudo superar el 30% de representatividad en abundancia. Para continuar, el filo Cyanobacteria fue el que continuó con una abundancia acumulada de 3850 ind/cm², luego siguieron Charophyta y Chlorophyta con 1940 ind /cm² y 1786 ind/cm² respectivamente. Por último, se encontró Orchophyta con 13, 41 ind/cm² en LOT7.

Figura 3.3.3-35 Porcentaje de Abundancia de géneros en los filos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

- *Índices Ecológicos*

En los índices ecológicos se encontró que la diversidad basada en la riqueza (Margalef) fue media-baja en casi todos los puntos monitoreados ($d > 2.0$), menos en el punto LOT7 donde fue de 3,33 puntos (alta). Además, en el índice de Shannon también se reportaron medidas bajas y medias, que se encontraron desde 0,8 puntos (LOT6) hasta 2,51 (LOT2) **(Tabla 3.3.3-17)**.

Por otro lado, el índice de Simpson reflejó una dominancia baja en 4 estaciones ($D < 0.4$), mientras que LOT1 estuvo en el límite con 0,4 unidades; LOT4 y LOT6 obtuvieron un puntaje por encima de 0,4 indicando así una dominancia media. Por último, el índice de Pielou reportó una respuesta inversamente proporcional a la dominancia que iba desde puntajes de 0,35 (LOT6) a 0,81 (LOT2). Para finalizar, los

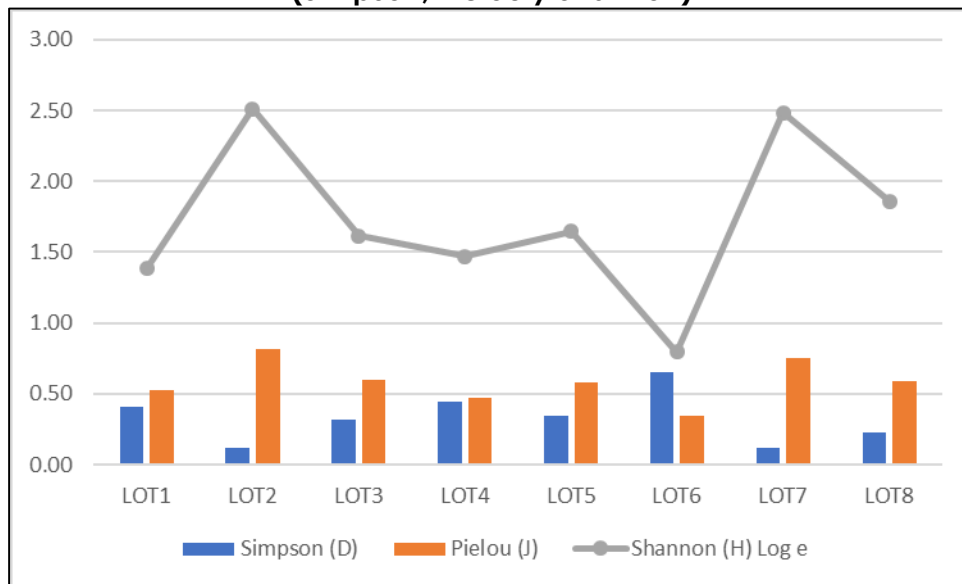
puntajes de Shannon siempre fueron mayores a los de Pielou y Simpson, lo que indica una mayor diversidad que dominancia en todos los puntos.

Tabla 3.3.3-17 Índices Ecológicos calculados para Perifiton en los Sistemas Lóticos Temporada 1

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LOT1	14	2073	0,40	1,38	1,02	0,52
LOT2	22	1382	0,12	2,51	2,90	0,81
LOT3	15	1264	0,31	1,61	1,96	0,60
LOT4	23	4997	0,45	1,47	2,58	0,47
LOT5	17	1065	0,35	1,65	2,30	0,58
LOT6	10	7191	0,65	0,80	1,01	0,35
LOT7	27	2475	0,12	2,49	3,33	0,75
LOT8	23	9538	0,23	1,86	2,40	0,59

Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-36 Índices de Diversidad calculados para Perifiton Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

d. *Bentos*

- *Riqueza, Composición y Abundancia*

Los organismos asentados en el bentos de los sistemas lóticos evaluados estuvo compuesta por los filos Arthropoda, Annelida y Mollusca, dentro de los cuales surgieron 6 clases, 11 órdenes, 22 familias y 25 taxa. Arthropoda representó el mayor número de taxa con 21 de estos; mientras que, Mollusca posee 4 y Annelida reportó 1 taxa (Morfo 36) (**Tabla 3.3.3-18**).

Tabla 3.3.3-18 Composición de Bentos en los Sistemas Lóticos Temp. 1

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/m ²		
Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	Morfo 36	42,944		
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Cyclestheriidae	<i>Cyclestheria hislopi</i>	2,667		
	Ostracoda	----	----	Morfo 22	28		
	Insecta	Diptera	Chironomidae	Culicidae	Morfo 1	212,445	
					Culex sp.	20	
			Ceratopogonidae	Alluaudomyia sp.	80,499		
					Buena sp.	1,333	
					Notonecta sp.	2,666	
			Hemiptera	Micronectidae	Tenagobia sp.	10,889	
		Pleidae				Neoplea sp.	2,667
		Veliidae				Rhagovelia sp.	33,333
		Coleoptera	Dytiscidae	Laccophilus sp.	1,333		
					Tropisternus sp.	5,5	
			Hydrophilidae	Morfo 58	105,556		
					Caenidae	Caenis sp.	18,889
		Ephemeroptera	Baetidae	Callibaetis sp.	1,333		
					Nanomis sp.	1,333	
					Leptophlebiidae	Thraulodes sp.	1,333
					Gomphidae	Aphylla sp.	1,389
		Odonata	Libellulidae	Perithemis sp.	1,389		
					Coenagrionidae	Argia sp.	1,333
Macrobrachium sp.	200,666						
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	Morfo 75	13,445		
				Physidae	Physa sp.	1,333	
		Architaenioglossa	Ampullariidae	Pomacea sp.	16,667		
Total general					808,942		

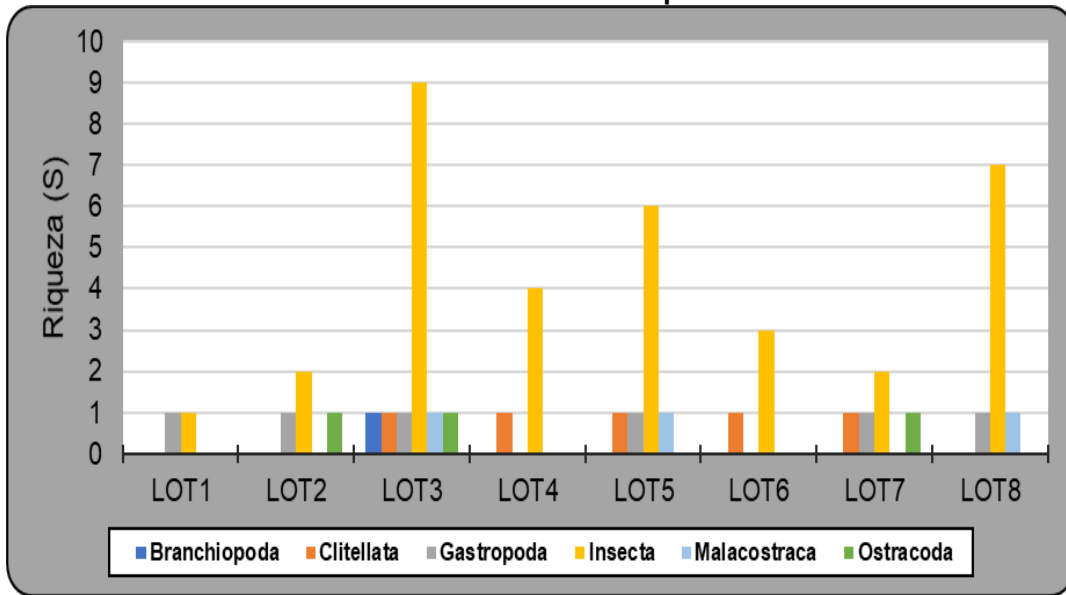
Fuente: ETSA, 2021

En este caso de los sistemas lóticos si se presentaron taxa en todos los puntos de muestreo, en comparación con los lénticos en donde no se presentaron en un punto (LEN2). Con respecto a las clases que se encontraron para cada filo, estas se distribuyeron siendo Insecta la clase con más riqueza en todos los puntos, exepctuando LOT1 en donde comparte la misma riqueza con Gastropoda. Las clases restantes poseen una riqueza de 1 taxa en cada punto evaluado, como se puede apreciar en la **(Figura 3.3.3-37)**.

La clase Insecta presentó una riqueza total de 34 taxa, seguido por Gastropoda con 6, Clitellata con 5, Malacostraca y Ostracoda con 3 y Branchiopoda con 1. Asimismo, el lugar que presentó la mayor riqueza fue LOT3 con 14 taxa, seguido por LOT5 y LOT8 con 9, luego LOT7 con 5, LOT2 y LOT6 con 4 y por último LOT1 con 2 taxa registrados.

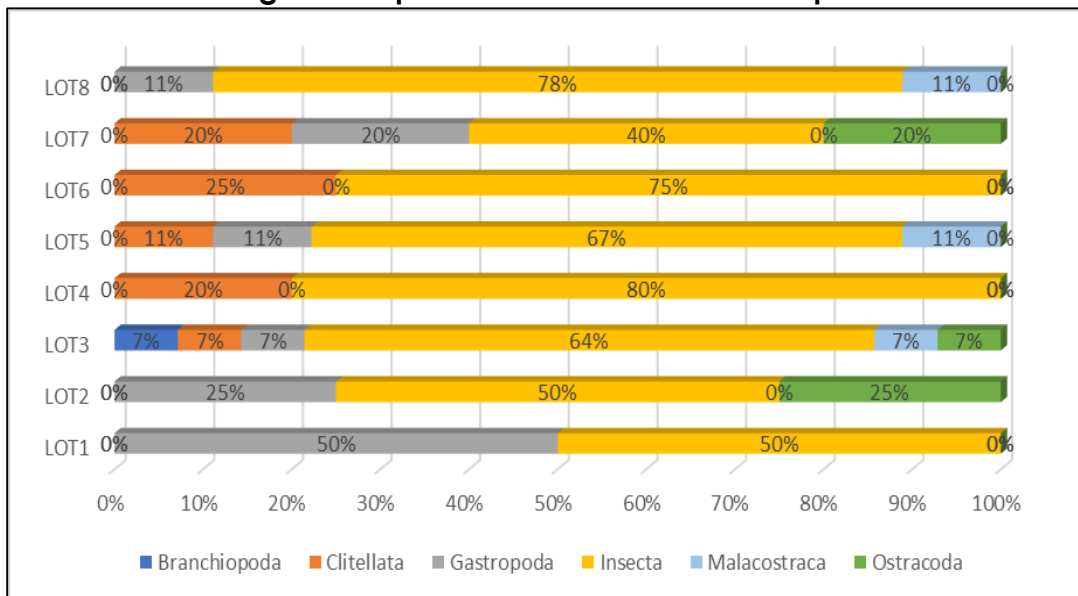
Para finalizar con el análisis de riqueza, se puede observar en la **(Figura 3.3.3-38)** que Insecta fue la única clase que presentó una representatividad mayor al 50% en todos los puntos evaluados. Por el otro lado, Branchiopoda fue el que optuvo un menor porcentaje ya que solo presentó un 7% en el LOT3.

Figura 3.3.3-37 Riqueza de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-38 Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1

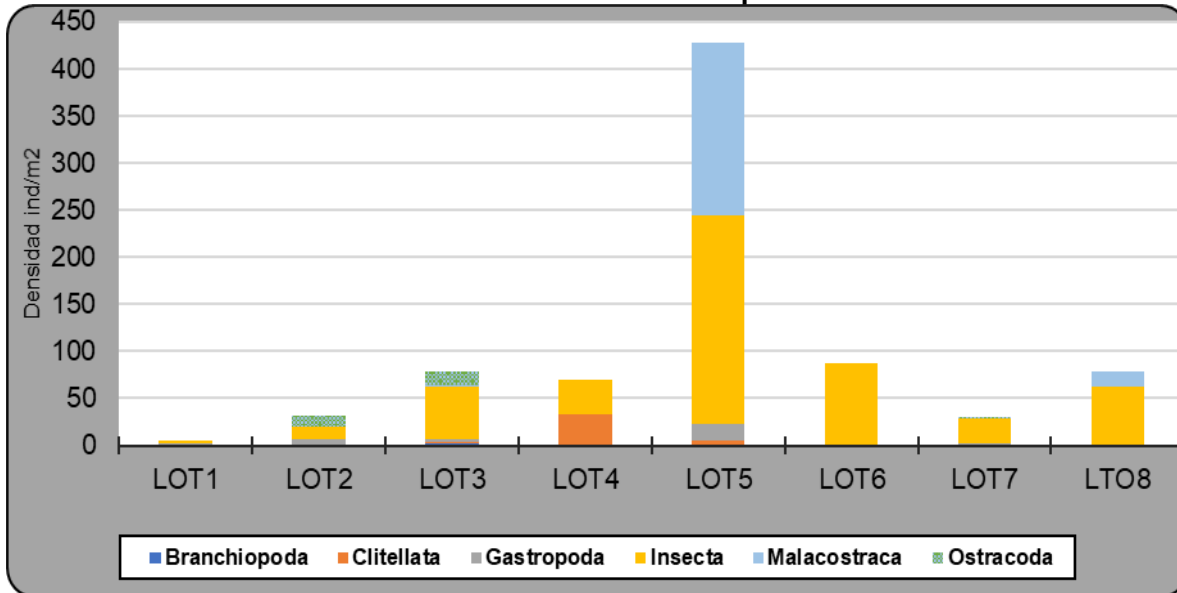


Fuente: ETSA, 2021

La densidad acumulada en bentos de sistemas lóticos de la temporada 1 fue de 808 ind/m², encontrando que el mayor aporte a este número fue por parte de LOT5 con un total de 427 ind/m². Detrás de este sitio se ubicó LOT3 y LOT8, ambos con

una densidad de 78,6 ind/m²; y en último lugar se registró a LOT1 con 5,5 ind/m² (**Figura 3.3.3-39**).

Figura 3.3.3-39 Abundancia de géneros en las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



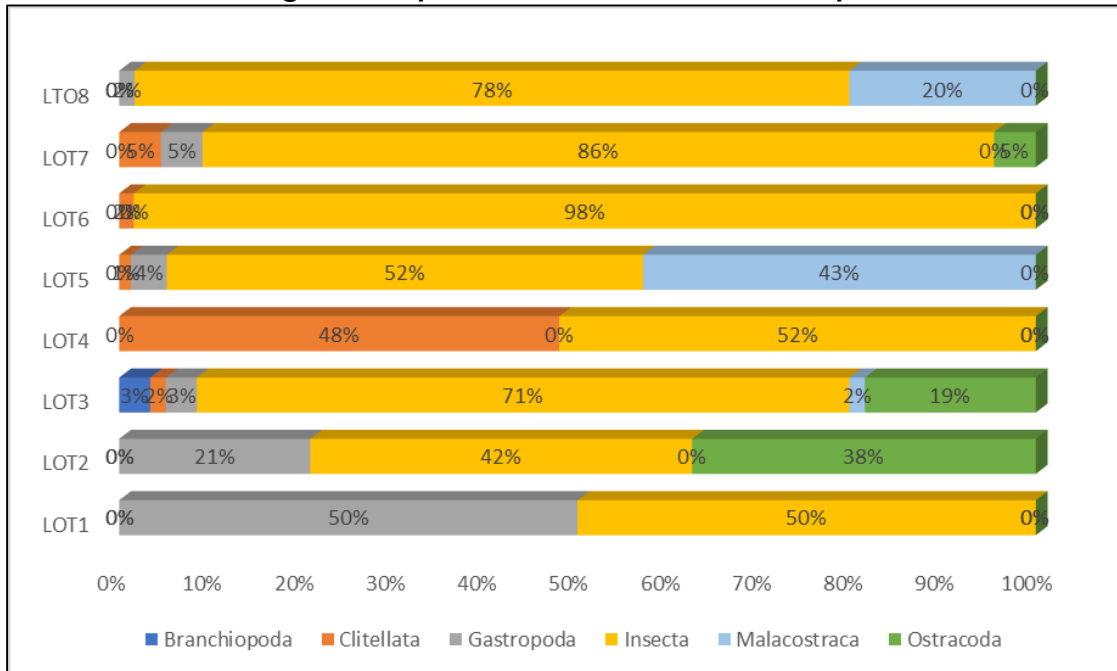
Fuente: ETSA, 2021

En la **Figura 3.3.3-40** es claro observar la dominancia de abundancia de Insecta en todos los puntos sobre las otras clases. Insecta obtuvo entre 42 y 86%, mientras que el menor fue en este caso Branchiopoda con un 3% en LOT3. Solo insecta estuvo presente en todos los puntos de muestreo, seguido por Gastropoda, Ostracoda y Clitellata con 6, 3, y 5 apariciones respectivamente.

Comparando los resultados de riqueza y abundancia de las comunidades bentónicas, se encuentra que los insectos acuáticos representan un grupo importante. Dentro de este clado se encuentra la familia Chironomidae, la cual es un importante bioindicador que indica una acumulación de materia orgánica en los ecosistemas en donde se halló (Roldán, 2003).

Esto puede relacionarse a una posible descomposición de material vegetal en los sitios monitoreados gracias a la alta presencia de macrófitas. También se caracterizan por ser un grupo cosmopolita que es capaz de tolerar y vivir con factores de contaminación altos (Liévano y Ospina, 2007; Roldán, 2003). Otra familia bioindicadora encontrada fue la familia Ceratopogonidae, la cual cuando se encuentra en sistemas lóticos indica mesotrofia (Domínguez y Fernández, 2009).

Figura 3.3.3-40 Porcentaje de Abundancia de géneros en los las clases de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 1



Fuente: ETSA, 2021

La presencia de la clase Malacostraca, específicamente la especie bentónica *Macrobrachium sp.*, que se puede encontrar en todo tipo de ambientes, desde fondos rocosos a blandos (arenas, fangos, cascajo, etc), así como en cuevas con emisiones de metano (García, J & Ramirez, A, 2015). Esta especie se caracteriza por ser una de las más frecuentes dentro de los decápodos, ya que es ampliamente usada en la acuicultura, a pesar de ser muy sensible a la contaminación y de requerir aguas limpias para su desarrollo (Roldán & Ramírez, 2008), Esto implica que las aguas lóticicas evaluadas tienen bajos niveles de eutrofización y un gran control biológico, debido a que este género tiende a alimentarse en gran proporción de larvas de dípteros (mosquitos).

Respecto a las demás familias de insectos identificadas en estos cuerpos de agua, estas se encuentran en lugares con presencia de material orgánico en descomposición, por lo general indicando eutrofización, lo cual pudo estar relacionado con las condiciones de los sistemas durante el muestreo, resaltando que un gran aporte a esto, puede estar asociado a la presencia de ganado, cultivos y asentamientos humanos a los alrededores, favoreciendo la concentración de desechos y nutrientes.

- *Índices Ecológicos*

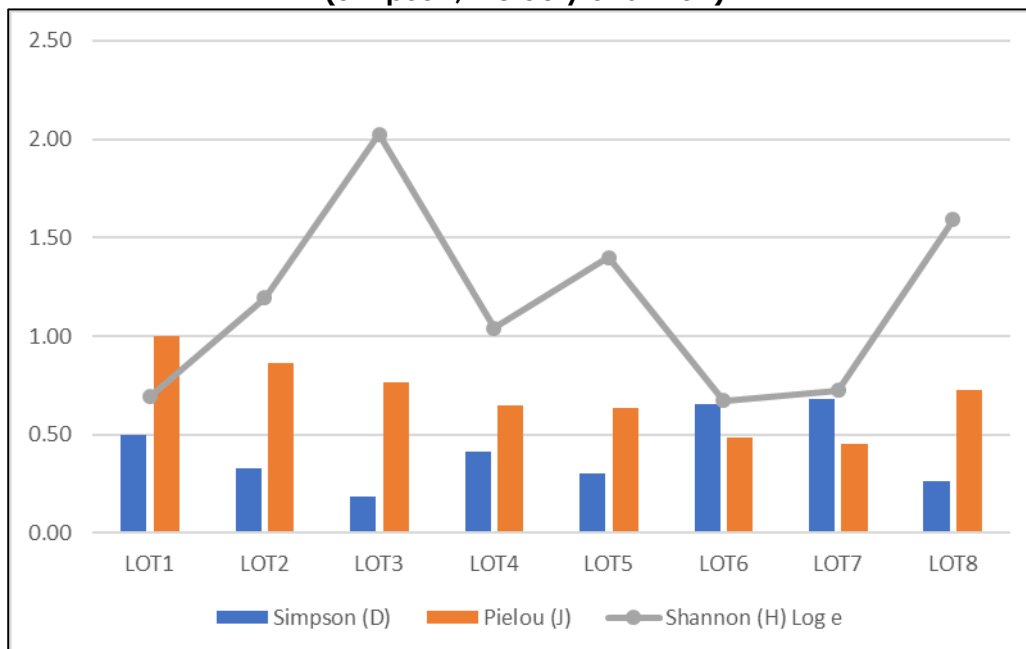
En los índices ecológicos para comunidades bentónicas se encontró que la diversidad de Margalef fue media-baja, con excepción del punto LOT3 que obtuvo un puntaje de 3,19, indicando una biodiversidad alta. Además, en el índice de Shannon reportó medidas bajas y medias, indicando una diversidad específica inferior, y en el caso de LOT1, su valor fue menor al que se registró en el índice de Pielou, indicando poca uniformidad entre los valores de los taxa registrados en este punto. El único punto mayor fue en LOT3 con 2,03 puntos, y la menor fue en LOT1 con 0,63 (Tabla 3.3.3-19 y Figura 3.3.3-41).

Tabla 3.3.3-19 Índices Ecológicos calculados para Bentos en los Sistemas Lóticos Temporada 1

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LOT1	2	4	0,50	0,69	0,72	1,00
LOT2	4	24	0,33	1,20	0,94	0,86
LOT3	14	59	0,18	2,03	3,19	0,77
LOT4	5	50	0,41	1,04	1,02	0,65
LOT5	9	308	0,30	1,40	1,40	0,64
LOT6	4	63	0,65	0,67	0,72	0,48
LOT7	5	22	0,68	0,73	1,29	0,45
LOT8	9	59	0,26	1,59	1,96	0,72

Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-41 Índices de Diversidad calculados para Bentos Temporada 1 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

Por otro lado, el índice de Simpson reflejó una dominancia baja en solo 3 estaciones (LOT2, LOT6 y LOT3) ($D < 0.4$), mientras que el resto de estaciones presentaron mas del 0,5 en este índice. Por último, el índice de Pielou reportó una respuesta máxima de 1 unidad en el punto LOT1, indicando una uniformidad total entre todos los clados reportados, y los 7 puntos restantes fluctuaron sus puntajes entre 0,45 y 0,86; puntajes que siguen siendo altos.

e. *Macrófitas*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

Para los ambientes lóticos de la temporada 1 se encontró una presencia de 9 familias y 10 taxa; entre estos taxa se halló que la especie más abundante en la zona fue *Pistia sp.* con un 45% de cobertura en LOT2 (**Tabla 3.3.3-20**).


De acuerdo a la tabla de las características de cada taxa, esta especie se presenta en zonas con un alto grado de eutrofización; además, gracias a su alta tasa de crecimiento, esta planta puede impedir el paso de la luz y genera un alto consumo de oxígeno, lo que puede implicar unas condiciones de anoxia y eutrofización desfavorables para los demás taxa en el LOT2 donde fue hallada.

Por otro lado, la especie menos abundante fue *Lemna sp.* con una cobertura del 2% en LOT8 (la única especie registrada en este punto de muestreo; esta planta también conocida como “lenteja de agua” representa un hábitad para diversas larvas de insectos y no representa una amenaza anóxica cuando se encuentra en proporciones bajas, por lo que es probable que el LOT8 en la temporada 1 no presente fuertes eutrofizaciones en sus aguas, lo que mantiene controladas la poblaciones de *Lemna sp.*

Continuando con un análisis más general, se hallaron 6 taxa con coberturas entre el 2 y el 10%, lo cual las ubicó como especies ocasionales; este fue el caso de *Lemna sp.*, *Eichhornia crassipes*, *Ludwigia sp.*, *Utricularia sp.* y *Salvinia sp.*; resaltando que en el caso de *Ludwigia sp.* también se presentó en una cobertura frecuente con un porcentaje de 26%. Por último, en las especies frecuentes se encontró a *Neptunia sp.*, *Paspalum sp.*, *Cyperus sp.* y *Pistia sp.*, además de la ya mencionada *Ludwigia sp.*, con porcentajes de cobertura del 16% al 45%.

Tabla 3.3.3-20 Abundancia y porcentaje de cobertura de macrófitas en Sistemas Lóticos Temp.1

LOCALIDAD	FAMILIA	TAXA	Cobertura	Escala de abundancia				
				1	2	3	4	5
LOT1	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	4		X			
	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	21			X		
LO2	Lentibulariaceae	<i>Utricularia sp.</i>	5		X			
	Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>	4		X			


 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

LOCALIDAD	FAMILIA	TAXA	Cobertura	Escala de abundancia				
				1	2	3	4	5
	Salviniaceae	<i>Salvinia sp.</i>	10		X			
	Araceae	<i>Pistia sp.</i>	45			X		
LOT3	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	3		X			
	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	27			X		
LOT4	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	22			X		
	Heliconiaceae	<i>Cf. Heliconia sp.</i>	10		X			
LOT7	Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>	26			X		
	Fabaceae	<i>Neptunia sp.</i>	16			X		
	Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>	38			X		
LOT8	Araceae	<i>Lemna sp.</i>	2		X			

Fuente: ETSA, 2021

f. *Análisis de correlación con parámetros fisicoquímicos*

En la **Figura 3.3.3-42** se presentan los resultados de análisis de correlación entre parámetros fisicoquímicos y abundancias del perifiton halladas en cuerpos lóticos durante la primera temporada de monitoreo. Se usó al r de Spearman como calificador, de tal forma que los círculos azules de mayor tamaño indican correlaciones fuertes. Se observa las fuertes asociaciones entre las concentraciones de nitritos (NO₂), nitratos (NO₃) y sulfatos (SO₄) – con abundancias de la mayoría del ensamble perifítico. Estas asociaciones son típicas de los ensambles de organismos fotosintéticos que usan el fósforo y nitrógeno como fuentes de energía y alimentación.

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

g. Peces temporada 1 y temporada 2

- Riqueza, Composición Y Abundancia

La comunidad íctica estuvo representada por 2 clases: Actinopterygii y Elasmobranchii, también por 6 órdenes, 11 familias y 16 taxa (**Tabla 3.3.3-21**)

Tabla 3.3.3-21 Composición total de Peces en la Temporada 1

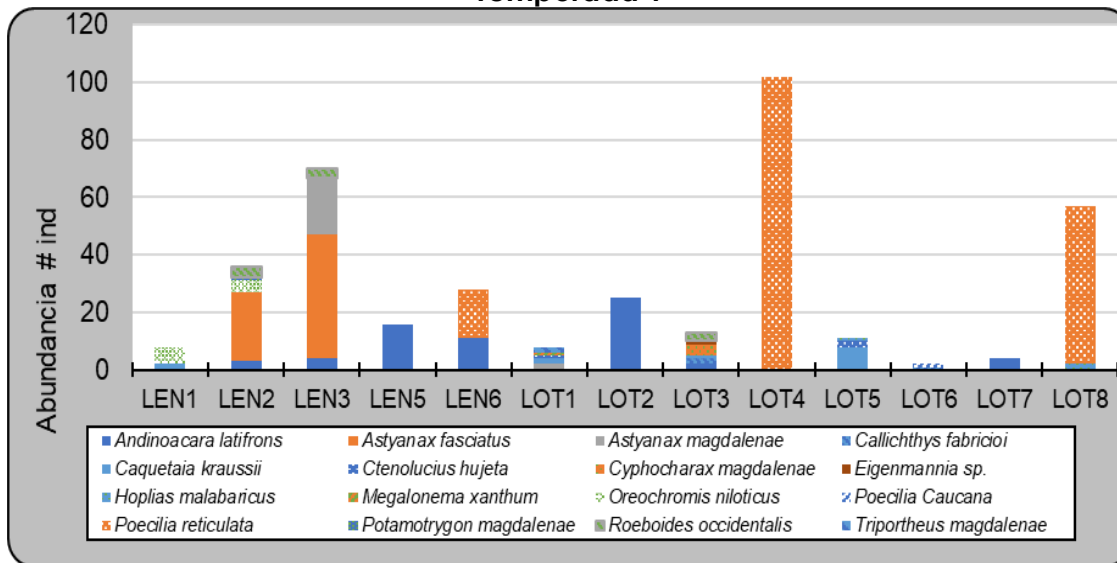
CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	INDIVIDUOS
Actinopterygii	Characiformes	Ctenoluciidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	3
		Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	67
			<i>Astyanax magdalena</i>	22
			<i>Roeboides occidentalis</i>	10
			<i>Triporthes magdalena</i>	2
		Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalena</i>	4
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	3	
	Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>	65
			<i>Caquetaia kraussii</i>	13
			<i>Oreochromis niloticus</i>	10
	Siluriformes	Pimelodidae	<i>Megalonema xanthum</i>	1
		Callichthyidae	<i>Callichthys fabricioi</i>	3
	Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Eigenmannia sp.</i>	1
	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	1
			<i>Poecilia reticulata</i>	174
Elasmobranchii	Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalena</i>	1
Total general				380

Fuente: ETSA, 2021

Con respecto a la abundancia de peces registrados en el estudio, el punto con mayor acumulación de organismos de esta comunidad fue LOT4 con un total de 102 organismos, todos pertenecientes a la especie *Poecilia reticulata*. A este registro le siguió LEN3 con 70 individuos y LOT8 con 53 capturas. Finalmente, los sitios restantes registraron entre 36 individuos (LEN2) y 2 ejemplares hallados en LOT6.

El mayor registro de individuos por taxa lo obtuvo la especie *Poecilia reticulata* con 174, seguido por *Astyanax fasciatus* con 67 individuos en total. En el contrario estuvieron las especies *Potamotrygon magdalena*, *Megalonema xanthum* y *Eigenmannia sp.* representando la menor abundancia con solo 1 organismo capturado cada uno como se puede observar en la **Figura 3.3.3-43**.


Figura 3.3.3-43 Abundancia total de especies de Peces registrados para la Temporada 1



Fuente: ETSA, 2021

En la **Tabla 3.3.3-22** se encuentra la información por especie de la comunidad íctica que permiten la identificación de características de su distribución, ecología y estado de conservación.


Tabla 3.3.3-22 Peces capturados en todos los puntos de muestreo en la Temporada 1


CLASIFICACIÓN	
Clase: Actinopterygii Orden: Characiformes Familia: Ctenoluciidae Especie: <i>Ctenolucius hujeta</i>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Descripción: Cuerpo plateado con líneas oscuras a los lados del cuerpo; un punto oscuro en la parte central del pedúnculo caudal; rostro largo y puntiagudo; dientes pequeños cónicos en una sola hilera; el cuerpo subcilíndrico y la aleta anal y dorsal comienzan en el último tercio de la longitud esquelética (Villa-Navarro, García-Melo, García-Melo, Briñez-Vasques, & Zúñiga-Upegui, 2003).	


Biología: Habitan en lagunas y zonas tranquilas de ríos entre la vegetación. Cuerpo alargado y levemente comprimido. Peces con un hocico y una boca alargados, delgados. La cola se bifurca. La quijada superior es levemente más larga que la inferior. El color del cuerpo es plata mientras que las aletas son transparentes. La cola tiene un punto negro en la base del pedúnculo caudal (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997).

Distribución: Río Magdalena desde su desembocadura hasta Girardot, Bajo Cauca, Alto Sinú, río Manso

Libro Rojo de Peces de Colombia: No se encuentra en la lista

CLASIFICACIÓN	
<p>Clase: Actinopterygii</p> <p>Orden: Characiformes</p> <p>Familia: Characidae</p> <p>Especie: <i>Astyanax fasciatus</i></p>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
<p>Descripción: Es un pez de talla media; en la cuenca del río Porce se han registrado ejemplares entre 157 y 255.7 mm de LE. Su cuerpo es comprimido y totalmente escamado. Sus escamas son pequeñas y del tipo cicloide. Menos de 43 escamas en la línea lateral. Su boca es terminal y los ojos están ubicados lateralmente. Presenta todas las aletas. Posee una mancha oscura semi-redonda cerca al opérculo. Su color va de plateado a amarillo. Su aleta caudal es de color rojo o amarillo intenso y los primeros radios de la aleta anal son anaranjados y el resto hialinos. Presenta dientes en las dos mandíbulas (Jimenez-Segura, y otros, 2014).</p> <p>Distribución: Centro América hacia Suramérica. En Colombia se encuentra en cuencas de la región Caribe, Pacífico y Catatumbo. Altitudinalmente, prefiere los hábitats por debajo de los 500 m (Jimenez-Segura, y otros, 2014).</p> <p>IUCN: La especie no se encuentra registrada en la lista roja</p> <p>Libro rojo de peces de Colombia: La especie no se encuentra registrada en la lista roja</p>	

CLASIFICACIÓN	
Clase: Actinopterygii Orden: Characiformes Familia: Characidae Especie: <i>Astyanax magdalenae</i>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
<p>Descripción: LE aproximadamente 2 veces la altura; A 36 – 37; línea predorsal escamada y área preventral quillada; las hembras adultas son de mayor altura que los machos; el segundo hueso suborbital no está en contacto con el preopérculo; posee una mancha humeral de forma circular u ovalada en sentido vertical y otra mancha en la base de la aleta caudal; crece hasta 10 cm de LE. (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997)</p> <p>Biología: Dieta omnívora constituida por restos de plantas, fitoplancton e invertebrados, mezclados con partículas de limo.</p> <p>IUCN: La especie no se encuentra registrada en la lista roja</p> <p>Libro rojo de peces de Colombia: La especie no se encuentra registrada en la lista roja</p>	


CLASIFICACIÓN	
Clase: Actinopterygii Orden: Characiformes Familia: Characidae Especie: <i>Roebooides occidentalis</i>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
<p>Descripción: Esta especie presenta un cuerpo alargado y comprimido, presenta un perfil dorsal característico, el cual es fuertemente convexo, dando la forma de una joroba, desde el final de la cabeza hasta el origen de la dorsal; el perfil ventral es ligeramente convexo desde el extremo del</p>	

hocico hasta el origen de la anal; aleta caudal escamada en la base de los radios, bifurcada y simétrica; línea lateral completa y recta; boca terminal y ojos lateroventrales. El color de su cuerpo es plateado, con una margen del dorso verde y una mancha humeral negra ovalada; la banda lateral presenta un tono amarillo iridiscente que inicia en la mancha humeral hasta el último radio de la aleta anal (Maldonado-Ocampo, y otros, 2012).

Biología: Esta especie es omnívora con tendencia a la carnivoría, su dieta se basa principalmente de invertebrados como oligochaetos, camarones e insectos terrestres y acuáticos, además de material vegetal, lombrices y restos de peces. Los individuos de esta especie presentan su etapa de reproducción en el segundo semestre del año, durante el periodo de lluvias. (Maldonado-Ocampo, y otros, 2012)

IUCN: En Colombia, se distribuye en los ríos Atrato, San Juan, Baudó, Anchicayá. Dagua, Patía, Jurubidá y Juradó. (Maldonado-Ocampo, y otros, 2012)

Libro Rojos de Peces de Colombia: No se encuentran en la lista del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia

<p style="text-align: center;">CLASIFICACIÓN</p>	
<p>Clase: Actinopterygii</p> <p>Orden: Characiformes</p> <p>Familia: Triportheidae</p> <p>Especie: <i>Triportheus magdalenae</i></p>	
<p style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS GENERALES</p>	
<p>Descripción: Se distingue de todos los demás peces del río por la forma del pecho que es quillado (Miles, 1943); línea lateral fuertemente curvada hacia abajo, más cercana a la aleta anal que al eje del cuerpo; dientes en la parte anterior de la mandíbula triangulares, multicúspides, detrás de la hilera completa hay dos dientes cónicos junto a la Sínfisis; esta especie es de color blanco brillante plateado; presenta una banda ancha negra sobre la línea lateral; la aleta caudal es anaranjada (Dahl, 1971).</p> <p>Biología: No crece a tamaños muy grandes; es muy abundante, especialmente en ciertas épocas del año y por lo regular es una de las primeras especies en aparecer en las «subiendas»; habita ríos de corrientes rápidas, fondos de guijarros y rocas y vegetación Perifítica (Miles, 1943)</p> <p>IUCN: La especie registra preocupación menor (LC) Libro rojo de peces de Colombia: No se encuentra registrado.</p>	



Lewis Energy Colombia, Inc.*

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR
LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL
GLOBAL DEL PROYECTO "ÁREA DE EXPLOTACIÓN
SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1"**

SGS

ETSA
ESTUDIOS TÉCNICOS

Versión No. 0. 12.2021

CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

CLASIFICACIÓN

Clase: Actinopterygii
Orden: Characiformes
Familia: Curimatidae
Especie: *Cyphocharax magdalenae*



CARACTERÍSTICAS GENERALES

Descripción: De 11 a 12 espinas dorsales, difiere de otros miembros del género al no presentar puntos oscuros en el cuerpo y en la aleta caudal (Vari, 1992). El género incluye 33 especies, y a diferencia de otros characiformes por la ausencia de dentición en sus dos mandíbulas.

Biología: habita en ríos o arroyos de corriente moderada. Abundante sobre lechos de arena o lodo donde se alimenta de detritos, diatomeas o algas en aguas pandas (Busing, 1998). Es netamente de agua dulce y puede vivir en cuerpos lóticos o lénticos (Taphorn, 2003).

UICN: La especie no se encuentra evaluada

Libro rojo de Peces de Colombia: No se encuentra en ningún grado de amenaza en Colombia hasta el 2012

CLASIFICACIÓN

Clase: Actinopterygii
Orden: Characiformes
Familia: Erythrinidae
Especie: *Hoplias malabaricus*




CARACTERÍSTICAS GENERALES

Descripción: peces grandes que alcanzan 49 cm de LE. De cuerpo alargado y cilíndrico. De color marrón rojizo más claro hacia el vientre. Cabeza con tres manchas alargadas que se extienden desde el ojo hasta el opérculo. Radios de las aletas con puntos oscuros. Aleta caudal redondeada. Ojo pequeño que está contenido de 18 a 20 veces en la LE en adultos. Escamas LL 37-43; RD iii, 11-12; RA 10; RP 13; RV 8 (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).

Biología: especie carnívora que se alimenta de otros peces e insectos acuáticos y terrestres que caen al agua. Puede soportar períodos de tiempo largos fuera del agua, siempre y cuando se

mantenga húmeda. Esta especie de amplia distribución en Centro y Suramérica, desde Costa Rica hasta Argentina. Se capturó en los ríos Orotoy, Acacías, y los caños Cola de Pato, Seco, Iraca, Siete Vueltas, Pecuca, La Esmeralda, Salina en el municipio de Acacías y en los caños La Berraquera, Porfía, así como en el río Manacacías y los esteros La Primavera y La Vencedora del municipio de Puerto Gaitán y en la Laguna la Bruja en Puerto Inírida (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).
 UICN: No evaluado
 Libro Rojos de Peces de Colombia: no se encuentra reportado

CLASIFICACIÓN	
Clase: Actinopterygii Orden: Perciformes Familia: Cichlidae Especie: <i>Andinoacara latifrons</i>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
<p>Descripción: Pez de talla moderada (8-30 cm de longitud total), seis preoperculares y cuatro foraminas dentales laterales. Cartílago interarcual presente, reducido o ausente. Patrón uniserial predorsal, muesca en el margen dorsal del ceratohyal anterior, con salientes laminares que bordean el surco arterial, solo tres espinas en la aleta anal, seis cribadores de branquias ceratobranquiales en el primer arco, manchas opalescentes y vermiculaciones en cabeza, cuerpo y aletas, la parte posterior de la franja medio lateral inclinada dorsalmente (Musilová, Říčan, O, & Novák, J, 2009).</p> <p>Biología: Son comunes en sistemas lénticos, generalmente son omnívoros con tendencia la insectivoría, prácticamente el consumo de plantas, algas o restos vegetales es mínimo. Pueden alimentarse de otros peces o partes de ellos (Rojas, J. E, Soca, L . A, & García, G. I, 2005).</p> <p>Distribución: La especie se distribuye por la zona andina de Colombia, abarcando desde el Cauca y Valle del Cauca, hasta la costa Caribe y región pacífica (Chocó y Urabá). También se localiza en la zona fronteriza de Venezuela.</p> <p>IUCN: La especie presenta preocupación menor.</p> <p>Libro rojo de Peces de Colombia: No se encuentra reportado con alguna categoría de amenaza</p>	



Lewis Energy Colombia, Inc.*

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”



Versión No. 0. 12.2021

CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

CLASIFICACIÓN

Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Familia: Cichlidae
Especie: *Caquetaia kraussii*



CARACTERÍSTICAS GENERALES

Descripción: Las escamas de los lados del cuerpo son grandes; ELL 29 - 30; D XV - XVI 11; A V-VI (Dahl, 1971) (Ortega-Lara, Aguiño, & Sánchez, 2002), como todas las especies del género, tienen la boca protráctil de largo alcance que le da una forma aguda a la cabeza; el color del cuerpo es amarillo o marrón claro, con franjas negras verticales ubicadas a todo lo largo; presenta un punto negro en la región posterior superior del pedúnculo caudal, otro más grande en la parte media del cuerpo, otro en la hendidura opercular y en la parte baja del opérculo un punto blanco con bordes negros gruesos; el primer radio de la aleta pectoral es de color blanco y termina en un filamento del mismo color; todas las aletas tienen tonos amarillos; pueden llegar a medir 30 cm de LT (Ortega-Lara, Aguiño, & Sánchez, 2002).

Biología: Tiene hábitos alimenticios omnívoros, presenta preferencia por los camarones y peces; la proporción de machos es 1:1, la reproducción se reproduce durante casi todo el año, aunque en los llanos presenta picos en septiembre y octubre y febrero a abril, el número de ovocitos se encuentra entre 2,008 y 5,570.

Distribución: ríos Atrato, Sucio, Sinú, San Jorge, Cesar, Ranchería, Cauca, Magdalena, Lebrija, Catatumbo y cuenca baja del río San Juan.

IUCN: Especie no evaluada.


Libro rojo de Peces de Colombia: La especie no se encuentra en la lista roja.

CLASIFICACIÓN

Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Familia: Cichlidae
Especie: *Oreochromis niloticus*





<p align="center">CARACTERÍSTICAS GENERALES</p>
<p>Descripción: Los machos pueden llegar alcanzar los 60 cm de longitud total y los 4,324 kg de peso. (Eccles, 1992) Como es típico de la tilapia, los machos alcanzan un tamaño mayor y crecen más rápido que las hembras.</p> <p>Las tilapias del Nilo silvestres de tipo natural son de color marrón o grisáceo en general, a menudo con bandas indistintas en su cuerpo y la cola tiene rayas verticales. Cuando se reproducen, los machos se vuelven rojizos, especialmente en sus aletas. (Nico, Schofield, & Neilson, 2019) Aunque comúnmente se confunde con la tilapia azul (<i>O. aureus</i>), esta especie carece del patrón de cola rayada, tiene un borde rojo en la aleta dorsal (este borde es gris o negro en la tilapia del Nilo) y los machos son azulados en general cuando se reproducen. Las dos especies también se pueden separar por merística. Debido a que muchas tilapias en la acuicultura e introducidas en todo el mundo son variantes y/o híbridos criados selectivamente, identificarlos utilizando las características estándar que se pueden usar en la naturaleza, los tipos naturales a menudo no es posible. (Neumann, Obermaier, & Moritz, 2016)</p> <p>Biología: Es un omnívoro especies con cuidado parental y hábitos territoriales. Después de la carpa común (<i>Cyprinus carpio</i>). (GARCÍA, y otros, 2010)</p> <p>IUCN: Especie en la categoría de LC (preocupación menor).</p> <p>Libro rojo de Peces de Colombia: La especie no se encuentra en la lista roja.</p>


<p align="center">CLASIFICACIÓN</p>	
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Siluriformes Familia: Pimelodidae Especie: <i>Megalonema xanthum</i></p>	
<p align="center">CARACTERÍSTICAS GENERALES</p>	
<p>Descripción: es un pimelódido de tamaño mediano con una longitud máxima conocida en el estudio de 159,3 mm SL en el holotipo (tenga en cuenta que la longitud de 202 mm informada por Eigenmann (1912b) es consistente con Longitud total). Dorsal perfil de la cabeza y la nuca suavemente convexo desde la punta del hocico hasta vertical en la inserción de la barbilla maxilar, luego casi recta a origen de la aleta dorsal, luego el perfil del cuerpo apenas convexo a lo largo base de la aleta dorsal, inserción recta a posterior de la aleta adiposa, y un poco cóncavo a lo largo del pedúnculo caudal. Perfil ventral inclinada convexamente ventralmente desde la punta del hocico hasta las barbillas mentales, casi recto al origen de la aleta pectoral, recto o convexo a lo ancho abdomen al origen de la aleta anal, luego inclinado dorsalmente a caudal pedúnculo y ligeramente cóncavo a lo largo del pedúnculo caudal. Forma de sección transversal aproximadamente trapezoidal desde el hocico hasta supraoccipital, luego profunda y ampliamente triangular al origen de la aleta dorsal, y cada vez más comprimido a la aleta caudal. La profundidad máxima del cuerpo en el origen de la aleta dorsal contenía 4.5-6.3 veces en SL. Anchura máxima del cuerpo a través de la cleitra delante de inserción de la columna pectoral, contenida 5.8-6.8 veces en SL. Cabeza de longitud moderada, contenida 4.1-4.8 veces en SL y relativamente profundo, su profundidad en la base del supraoccipital proceso posterior ligeramente menor que el ancho del cuerpo. Cabeza cubierta. (Lundberg & Dahdu, 2008)</p> <p>Biología: se desconoce su biología y ecología</p>	

Distribución: Endémica de la cuenca del río Magdalena, Colombia. (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005) parcela dos localidades de la especie en o cerca del cauce principal del río Magdalena por encima del contorno de elevación de 90 m. Todos los tipos son de localidades por encima de los 90 m.

IUCN: Especie en la categoría de LC (preocupación menor)
 Libro rojo de Peces de Colombia: La especie se encuentra en la categoría de NT (casi amenazado)

<p>CLASIFICACIÓN</p>	
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Siluriformes Familia: Callichthyidae Especie: <i>Callichthys fabricioi</i></p>	
<p>CARACTERÍSTICAS GENERALES</p>	
<p>Descripción: Bagre acorazado con dos series de placas laterales. Hocico redondeado o suavemente achatado en su vista dorsal. Boca ligeramente inferior; labio superior e inferior con una muesca en cada extremo, haciéndose más notables en ejemplares adultos; labio inferior laminar con muesca más o menos profunda; barbilla superior llega hasta la parte media de la aleta pectoral; barbilla inferior sobrepasa 2/3 partes el extremo de la base de la aleta pectoral (Mojica, J. I, Usma, Álvarez-León, & Lasso, 2012).</p> <p>Biología y ecología: Habita en sistemas lénticos con bajas concentraciones de oxígeno disuelto (0.4 - 6.8 ppm) y sustrato fangoso con material vegetal en descomposición y detritos, como piscinas estancadas y canales con un ancho promedio de 3 m y profundidad entre 0.7 m y 1.3 m. Puede vivir en aguas con temperaturas superficiales superiores a 28 ° C. Se alimenta de insectos (Coleoptera, Diptera) (Román-Valencia, Lehmann, & Muñoz, 1999). Construye nidos en condiciones hipóxicas durante la temporada de lluvias, tomando aire de la superficie del agua directamente a través de su boca y tragándolo a través de un órgano respiratorio en su intestino, desde donde se absorbe el oxígeno. Migra distancias cortas para reproducirse Se presume que la calidad del hábitat de esta especie está disminuyendo debido a la contaminación, la erosión y la sedimentación de las actividades agrícolas (Mojica, J. I, Usma, Álvarez-León, & Lasso, 2012).</p> <p>IUCN: La especie se encuentra vulnerable (VU). Libro rojo de Peces de Colombia: La especie se encuentra vulnerable (VU).</p>	

CLASIFICACIÓN	
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Gymnotiformes Familia: Sternopygidae Especie: <i>Eigenmannia</i> sp.</p>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
<p>Descripción: Posee su cuerpo la forma de un cuchillo comprimido; no presenta ni aletas pélvicas ni dorsal, siendo la aleta anal extremadamente larga y ondulante para permitirle moverse tanto hacia delante como hacia atrás. También poseen un órgano que genera descargas eléctricas. (Albaret, 2003)</p> <p>Biología y ecología: Habitan en llanuras aluviales, arroyos de tierra firme, canales de ríos o cuevas, y utilizan una descarga de órganos eléctricos monofásicos para descargas que van de 100 a 780 Hz para comunicarse y explorar el medio ambiente. (Crampton, 1996)</p> <p>IUCN: No se encuentra reportado el género</p> <p>Libro rojo de Peces de Colombia: El género no se encuentra reportado</p>	


CLASIFICACIÓN	
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Cyprinodontiformes Familia: Poeciliidae Especie: <i>Poecilia caucana</i></p>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
<p>Descripción: Gonopodio del macho largo y angular, no sobrepasa la base de la aleta dorsal; D 7; aletas pélvicas igualmente formadas en los dos sexos; V 11 -13; A 7-9 en las hembras; 18-19 dientes en los premaxilares; presenta escamas que dan visos de color metálico, especialmente en la zona humeral; aleta dorsal con una banda amarilla bien notoria delineada por dos bandas negras; es una especie pequeña que no sobrepasa los 4 cm de LT. (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005)</p> <p>Biología: Esta especie se encuentra asociada a sitios con vegetación acuática y terrestre sumergida en zonas donde la velocidad de la corriente es baja y no se presenta turbulencia; prefiere sustratos con acumulación de material vegetal donde abundan los insectos inmaduros; por lo general las</p>	

especies de la familia tienen un dimorfismo sexual muy marcado, los machos presentan un órgano intromitente en la aleta anal, que es usado en la copula; son especies vivíparas y con lapsos muy cortos entre cada reproducción, aproximadamente entre 6 y 8 semanas; su alimentación se basa principalmente en larvas de insectos especialmente de mosquitos. (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005)


Distribución: En Colombia se distribuye en el río Catatumbo, Magdalena, Cesar, Rancheria, Cauca, San Jorge, Sinú y Atrato, así como en la cuenca del Alto Magdalena y la Costa Atlántica (Mojica, 1999).

IUCN: Este taxón no ha sido evaluado por el UICN

Libro rojo de Peces de Colombia: No se encuentran en la lista del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia.

CLASIFICACIÓN	
Clase: Actinopterygii Orden: Cyprinodontiformes Familia: Poeciliidae Especie: <i>Poecilia reticulata</i>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
<p>Descripción: Pez de talla pequeña con la cabeza deprimida y la boca superior. Su cuerpo es ancho anteriormente y delgado en la región caudal. Aleta caudal redondeada. Se caracteriza por poseer un punto en la base y franja negra en la margen de su aleta dorsal. Tiene una coloración plateada y forma un enrejado oscuro bajo sus escamas. El macho de esta especie se caracteriza por tener el gonopodio blanco además es más pequeño que la hembra. (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997)</p> <p>Biología: suramericano, de amplia distribución. Prefiere aguas cálidas de 20-24 °C en ríos, arroyos y canales con abundante vegetación. Sin embargo, es poco exigente en cuanto a la salinidad del agua, su turbidez o la altura sobre el nivel del mar. Se alimenta de zooplancton, insectos y detritus. Es una especie ovovivípara. Los machos maduran a los dos meses de edad y las hembras a los tres (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997)</p> <p>IUCN: Este taxón no ha sido evaluado por el UICN</p> <p>Libro rojo de Peces de Colombia: No se encuentran en la lista del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia.</p>	

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

CLASIFICACIÓN	
Clase: Elasmobranchii Orden: Myliobatiformes Familia: Potamotrygonidae Especie: <i>Potamotrygon magdalenae</i>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
<p>Descripción: Cuerpo discoidal, su largo total es mayor que el ancho discal (la longitud del disco es 1,06 a 1,18 veces el ancho discal-AD). Aletas pélvicas cubiertas generalmente por el disco. Cola relativamente larga, su longitud representa 1,1 a 2 veces el AD; con un pliegue dorsal y ventral bien desarrollado. Coloración variable, superficie dorsal marrón brillante a marrón oliváceo oscuro o grisáceo, por lo general moteado con pequeñas manchas amarillentas o claras que pueden formar un patrón reticulado más evidente en juveniles; estas manchas suelen ser más pequeñas que el diámetro del ojo. (Lasso, y otros, 2011)</p> <p>Biología: Común tanto en el cauce principal del río como las ciénagas. Generalmente prefiere aguas turbias, fondos de arena y fango, con corrientes lentas (Dahl, 1971).</p> <p>Distribución: Endémica de Colombia, cuencas del Caribe y Magdalena-Cauca (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005). Cuenca del Atrato y el río Magdalena hasta el Huila, en el Cauca hasta Puerto Valdivia y en el río San Jorge hasta unos 50 km arriba de Monte Líbano. (Dahl, 1971). La fecundidad observada varió de 1 a 3 embriones, con el ovario derecho más desarrollado que el izquierdo. Los neonatos cuando nacen tienen una talla de 8,7 a 9,5 cm AD (Lasso, y otros, 2011). detritívora de hábitos bentónicos, con consumos ocasionales de invertebrados acuáticos e insectos. (Villa-Navarro F. A., 1999)</p> <p>IUCN: Especie en la categoría LC (preocupación menor)</p> <p>Libro rojo de Peces de Colombia: La especie se encuentra en la categoría de NT (casi amenazada)</p>	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

3.3.3.3 Temporada 2 – junio 2021



3.3.3.3.1 Sistemas lénticos

En esta temporada es importante destacar que no se presentaron resultados para LEN1, ya que el acceso a este punto no fue posible. Además se presentaron 13 sistemas lóuticos evaluados, a comparación de los 8 sistemas en la temporada 1.

a. Fitoplancton

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

Para la comunidad fitoplanctónica de los sistemas lénticos evaluados en la temporada de Junio del 2021 se obtuvieron los mismos 6 filos que en la temporada 1: Bacillariophyta, Miozoa, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa y Charophyta.

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

Además, se hallaron 12 clases, 27 órdenes, 43 familias y 68 taxa en total. Es así como el filo Chlorophyta obtuvo el mayor número con 21 taxa; mientras que, Miozoa solo reportó 1 taxa (*Peridinium sp.*) (ver **Tabla 3.3.3-23**).

Tabla 3.3.3-23 Composición de Fitoplancton en los Sistemas Lénticos Temp. 2

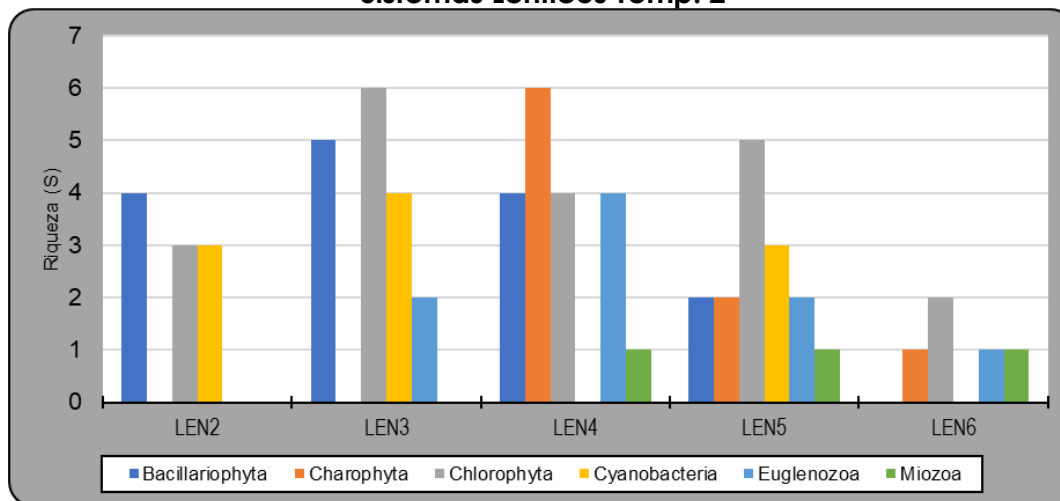
FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/mL
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola sp.	0,027
		Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria sp.	0,028
		Cymbellales	Gomphonemataceae	Encyonema sp.	0,061
			Cymbellaceae	Gomphonema sp.	0,143
	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sp.	0,263	
			Hantzschia sp.	0,033	
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira sp.	0,036
Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	Cyclotella sp.	0,274	
Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	Peridinium sp.	0,345
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Characiaceae	Ankyra sp.	0,153
			Selenastraceae	Monoraphidium sp.	0,196
				Selenastrum sp.	0,019
			Scenedesmaceae	Coelastrum sp.	0,038
			Radiococcaceae	Radiococcus sp.	1,768
			Gloeocystis sp.	0,093	
		Neochloridaceae	Golenkinia sp.	0,037	
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium sp.	0,121
	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Pandorina sp.	0,055	
			Sphaerocystidaceae	Sphaerocystis sp.	0,112
			Chlorellaceae	Dictyosphaerium sp.	0,028
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis sp.	0,027	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium sp.	0,056
			Microcoleaceae	Planktothrix sp.	0,287
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	Raphidiopsis sp.	1,701
		Synechococcales	Pseudanabaenaceae	Pseudanabaena sp.	0,028
				Limnothrix sp.	0,028
		Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis sp.	4,043
		Nostocales	Nostocaceae	Anabaena sp.	0,072
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Phacidae	Lepocinclis acus	0,056
				Phacus sp.	0,092
				Lepocinclis sp.	0,091
		Euglenidae	Trachelomonas sp.	0,150	
			Morfo 1	0,112	
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	Mougeotia sp.	0,525
				Spirogyra sp.	0,103
		Desmidiiales	Desmidiaceae	Closterium sp.	0,047
				Actinotaenium sp.	0,084
				Staurastrum sp.	0,066
				Cosmarium sp.	0,047
				Xanthidium sp.	0,037
Total general					11,612

Fuente: ETSa, 2021

La distribución de los filios fue liderada por Chlorophyta, el cual se encontró en los 5 puntos muestreados, seguido por Bacillariophyta y Euglenozoa con 4 reportes, y por último, Charophyta, Miozoa y Cyanobacteria con 3 registros (**Figura 3.3.3-44**). Los

filos con mayor riqueza se presentaron en LEN3 y LEN4, los cuales fueron Chlorophyta y Charophyta con 6 taxa cada uno; por el contrario, el menor reporte lo obtuvo Miozoa, Euglenozoa y Charophyta con un taxa en los sistemas LEN4, LEN5 y LEN6.

Figura 3.3.3-44 Riqueza de géneros en los filos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2

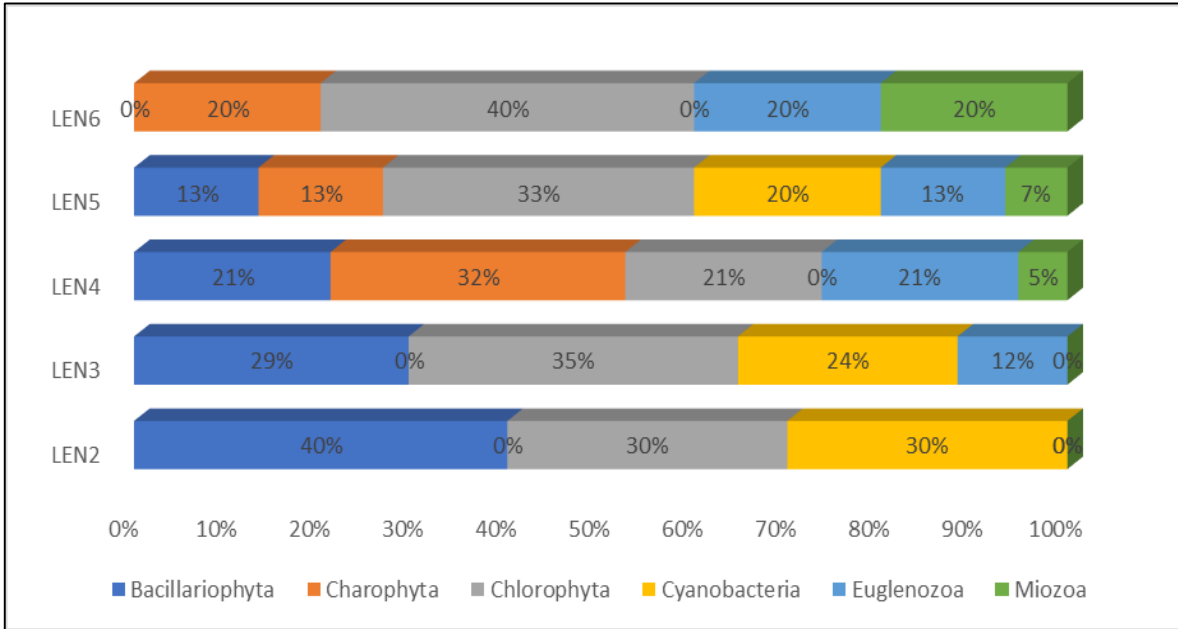


Fuente: ETSA, 2021

Si se observa la **Figura 3.3.3-45**, el sistema con la riqueza mejor distribuida entre los filos registrados fue LEN2 (40%, 30% y 30%), asimismo, el restante de sistemas presenta una distribución moderadamente homogénea entre todos los taxa reportados en sus respectivos filos. Además, Bacillariophyta fue el filo con un mayor porcentaje de registro, un 40% en LEN2, mientras que el menor fue Miozoa con un 5% en LEN5.

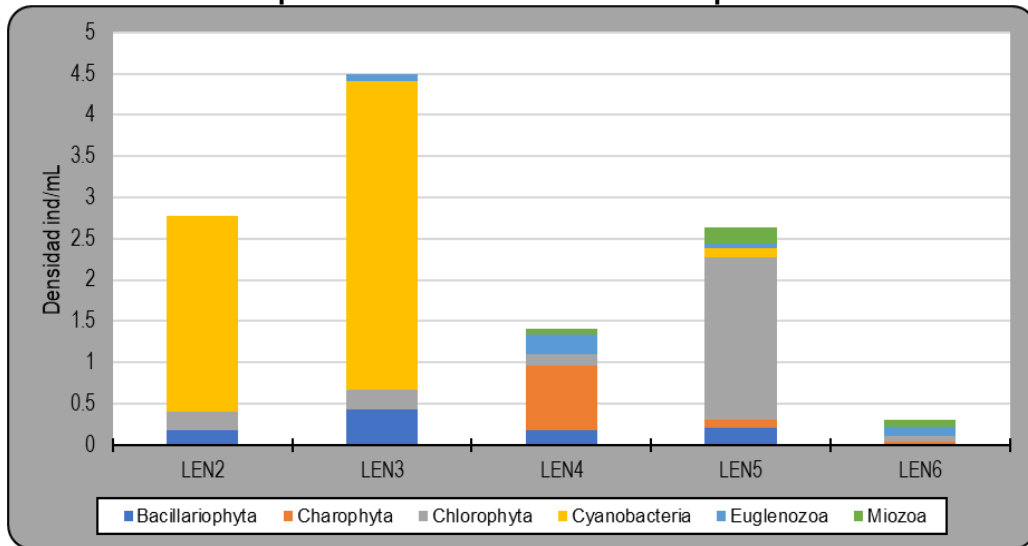
La densidad acumulada de fitoplancton para la segunda temporada fue de 11,61 ind/mL, encontrando que el mayor aporte a este número fue por parte de LEN3 con un total de 4,49 ind/mL. Detrás de este sitio se ubicó LEN2 con 2,77 ind/mL y LEN5 con una densidad de 2,63 ind/mL; y en último lugar se registró a LEN6 con 0,26 ind/mL (**Figura 3.3.3-46**).

Figura 3.3.3-45 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2



Fuente: ETSa, 2021

Figura 3.3.3-46 Abundancia de géneros en los filamentos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2

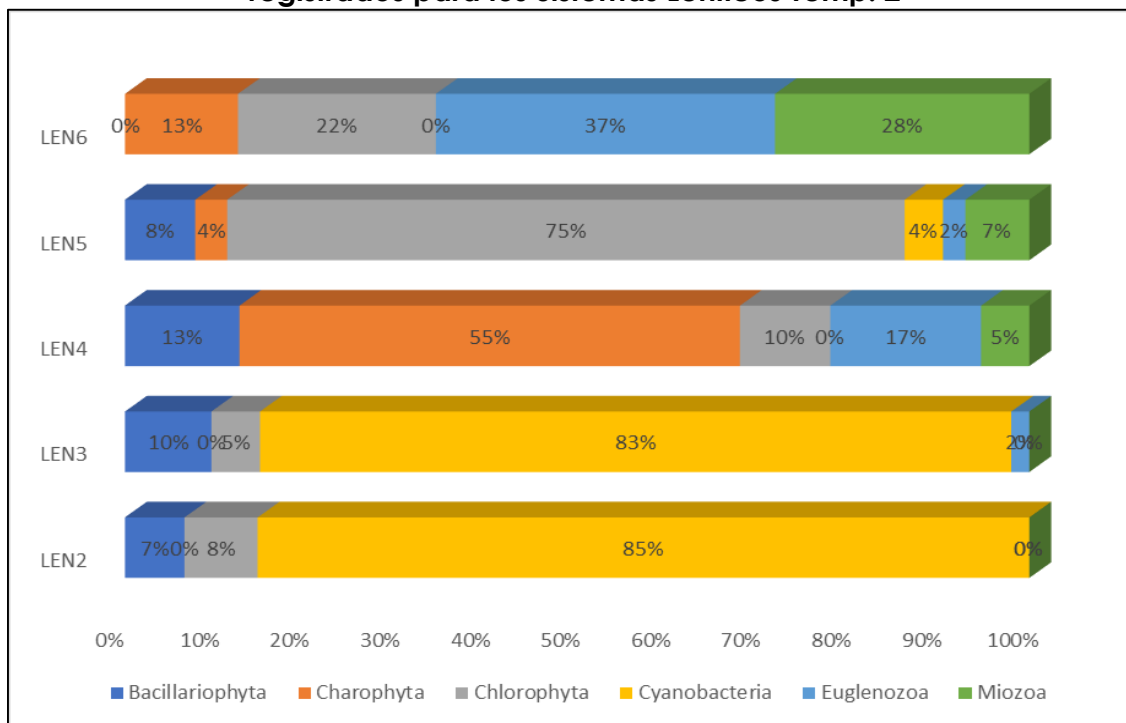


Fuente: ETSa, 2021

Para continuar, se obtuvo que Cyanobacteria y Chlorophyta tuvieron las densidades poblacionales más altas con 6,91 ind/mL y 12,64 ind/mL respectivamente, a estos le siguió Charophyta y Bacillariophyta con 0,90 y 0,99

ind/mL. Dentro de los taxones más importantes en el estudio se halló a *Microcystis* sp., perteneciente al filo Cyanobacteria, el cual presentó una abundancia de 4 ind/mL. Por último, de la (Figura 3.3.3-47) se pudo extraer que Cyanobacteria presentó un porcentaje de representatividad en sus taxa mayor al 75% en los sistemas LEN2 y LEN3, al igual que Chlorophyta en LEN5.

Figura 3.3.3-47 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

Las diatomeas pertenecientes al filo Bacillariophyta, hacen parte de las algas más comunes, diversas y numerosas de los ecosistemas acuáticos (Streble & Krauter, 1987); y pueden hallarse en una variedad de ambientes que presentan múltiples grados de eutrofización, pero prefieren sistemas con una contaminación orgánica media y alta (Roldán & Ramírez, 2008) (Pinilla, 2000).

Por otro lado, se considera que los euglenoides, a pesar de tener una importancia leve en bioindicación, prefieren aguas altamente cargadas de materia orgánica, normalmente de bajo flujo (Ramírez J. J., 2000) (Ramírez J. J., 2000).

- *Índices Ecológicos*

Para los índices ecológicos de fitoplancton, se encontró que en la diversidad basada en la riqueza de especies (d) el LEN2 y LEN6 tuvieron una diversidad baja

(menor a 2.00 unidades), LEN3 y LEN5 obtuvieron diversidades medias (mayor a 2.00) y LEN4 resultó con una diversidad media-alta con un valor mayor a 3.00 unidades. Continuando con el índice de Shannon, este también presentó valores que se refieren a diversidades medias y bajas (menor a 3,00). El mayor valor reportado fue LEN4 con 2,40 y el menor fue otra vez LEN2 con 1,31 (**Tabla 3.3.3-24**).

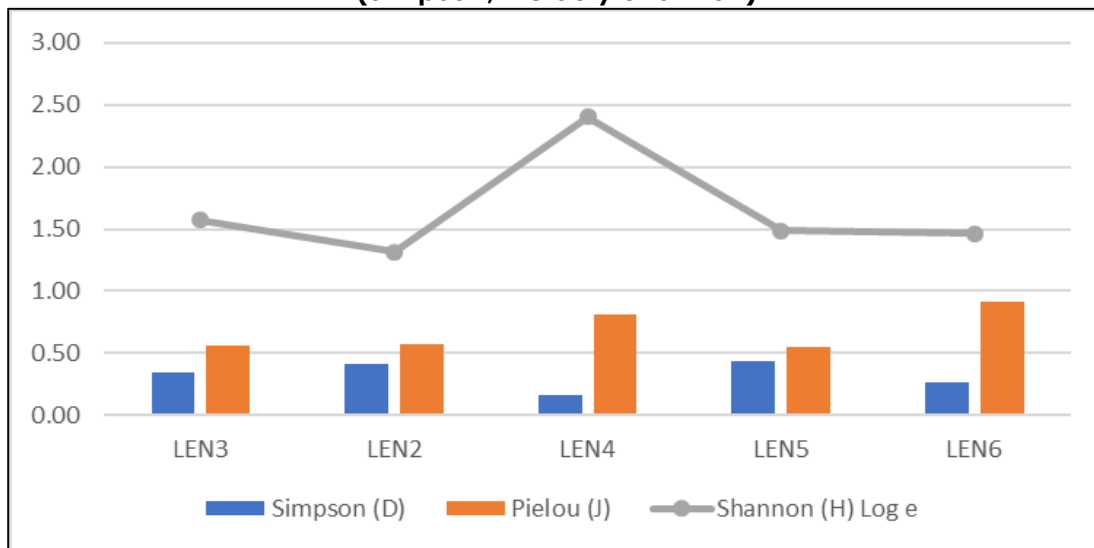
Asimismo, el índice de Simpson (D) presentó una baja dominancia ($D \leq 0.35$), en más de la mitad de los puntos evaluados (LEN3, LEN4 y LEN6) indicando una baja dominancia, concordante con los resultados de diversidad (**Figura 3.3.3-48**). Por el contrario, los sitios restantes (LEN2 LEN5), con 0.41 y 0.44 unidades, tuvieron una dominancia media, lo que concuerda con su diversidad media. Para finalizar, el índice de Pielou expresó resultados de uniformidad media y alta en las ubicaciones, donde LEN5 obtuvo el valor inferior de 0.55 unidades; y el mayor fue LEN6 con 0.91 unidades.

Tabla 3.3.3-24 Índices Ecológicos calculados para Fitoplancton en los Sistemas Lenticos Temporada 2



LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LEN2	10	334	0,41	1,31	1,55	0,57
LEN3	17	502	0,34	1,57	2,57	0,56
LEN4	19	150	0,17	2,40	3,59	0,82
LEN5	15	283	0,44	1,49	2,48	0,55
LEN6	5	32	0,26	1,47	1,15	0,91

Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-48 Índices de Diversidad calculados para Fitoplancton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

b. Zooplancton

- Riqueza, Composición Y Abundancia

La composición del zooplancton para la temporada 2 en los 5 sistemas lénticos evaluados esruvo compuesta por los filos Arthropoda, Cilophora, Gastrotricha, Nematoda, Protozoa y Rotifera, dentro de los cuales se hallaron 10 clases, 13 órdenes, 25 familias y 33 taxa. A partir de esto, se observó que Rotifera obtuvo el mayor número de taxa con 13; mientras que Gastrotricha y Nematoda reportaron 1 solo taxa (**Tabla 3.3.3-25**).

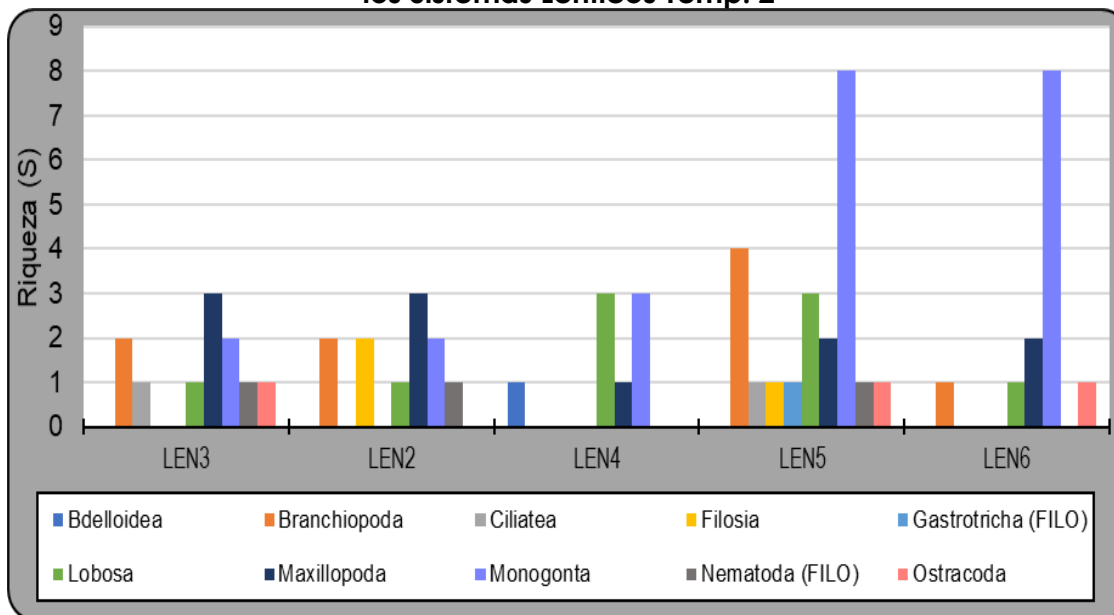
Tabla 3.3.3-25 Composición de Zooplancton en los Sistemas Lénticos Temp. 2

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/mL	
Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	-	Morfo 14	0,007	
		Cyclopoida	-	Morfo 26	0,013	
		-	-	Morfo 6	0,107	
	Ostracoda	-	-	Morfo 15	0,006	
	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	Diaphanosoma sp.	0,023	
				Daphniidae	Ceriodaphnia sp.	0,008
			Chydoridae	Simocephalus sp.	0,001	
				Alonella sp.	0,001	
				Pseudochydorus sp.	0,004	
				Alona sp.	0,003	
Ciliophora	Ciliatea	Peritrichida	Vorticellidae	Zoothamnium sp.	0,001	
			Vorticella sp.	0,002		
Gastrotricha	Gastrotricha (FILO)	Chaetonotida	Dasydytidae	Dasydytes sp.	0,003	
Nematoda	Nematoda (FILO)	-	-	Morfo 34	0,004	
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropxyidae	Centropxyis sp.	0,016	
			Arcellidae	Arcella sp.	0,006	
			Diffugiidae	Diffugia sp.	0,011	
			Lesquereusiidae	Lesquereusia sp.	0,001	
	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	Trinema sp.	0,001	
			Euglypha sp.	0,004		
Rotifera	Monogonta	Ploima	Notommatidae	Cephalodella sp.	0,012	
			Brachionidae	Brachionus sp.	0,008	
				Keratella sp.	0,007	
				Anuraeopsis sp.	0,007	
				Lecanidae	Lecane sp.	0,016
			Lepadellidae	Colurella sp.	0,001	
				Lepadella sp.	0,001	
			Synchaetidae	Polyarthra sp.	0,081	
			Trichocercidae	Trichocerca sp.	0,012	
			Trichotriidae	Macrochaetus sp.	0,001	
			Flosculariaceae	Filiniidae	Filinia sp.	0,002
				Hexarthridae	Hexarthra sp.	0,001
	Bdelloidea	-	-	Morfo 33	0,002	
Total general					0,374	

Fuente: ETSA, 2021

El análisis de riqueza se realizó con las clases reportadas, en lo que se encontró que ninguno de los sistemas contuvo la totalidad de las clase, sin embargo, LEN5 fue el que más clases tuvo con 10. A este le siguió LEN3 con 7, LEN2 con 6, y por último LEN4 con 4 clases reportadas: Bdelloidea, Lobosa, Maxillopoda y Monogonta (Figura 3.3.3-49).

Figura 3.3.3-49 Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2

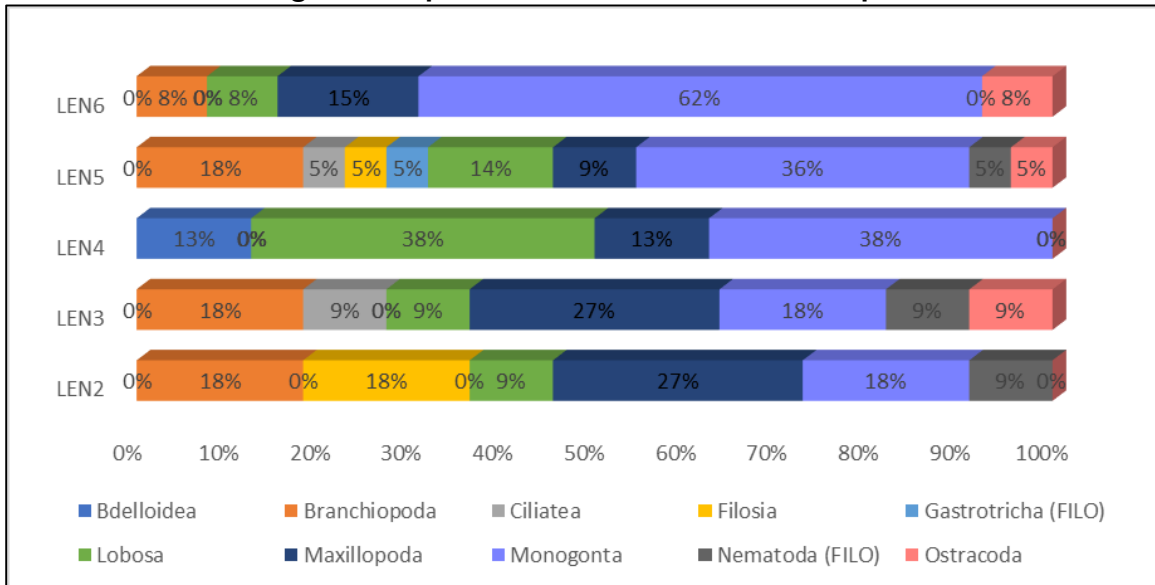


Fuente: ETSA, 2021

Aparte, la distribución de cada clase a lo largo de los 5 sistemas monitoreados demostró que Lobosa, Maxillopoda y Monogonta estuvieron en todos los puntos. Por otra parte, se observó que el punto de muestreo con mayor riqueza fue LEN5 con un total de 22 taxa, seguido por LEN 2 y 3 con 11 taxa cada uno; y, últimamente, el punto más bajo con 8 taxa fue LEN4 (Figura 3.3.3-50).

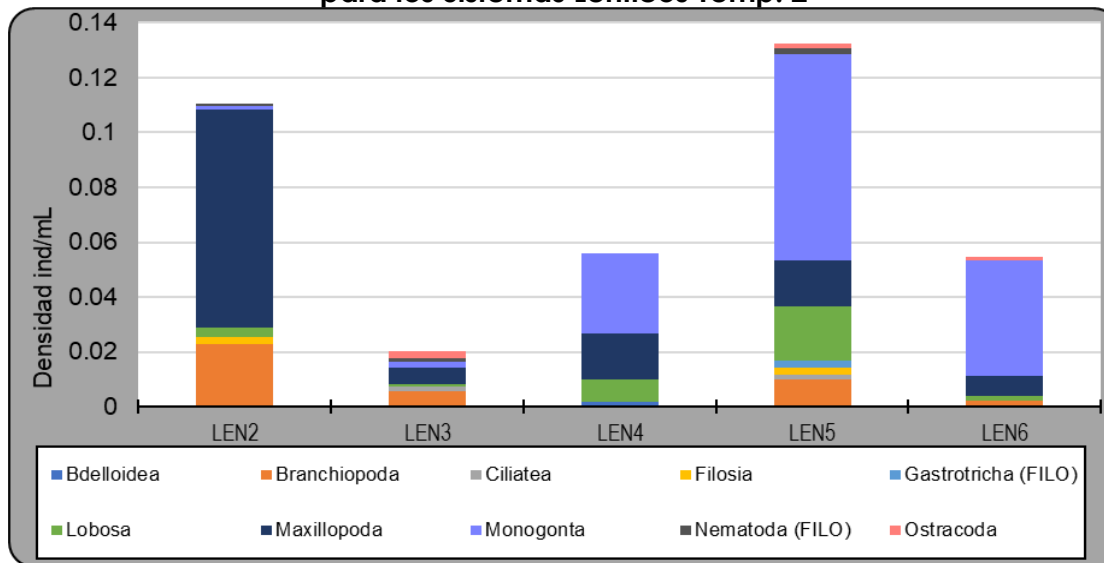
En el análisis de abundancia, la densidad acumulada fue de 0,37 ind/mL, donde el mayor aporte a este número fue por parte de LEN5 con 0,13 ind/mL. Detrás de este sitio se ubicó LEN2 con 0,11 ind/mL, Len4 y 6 con 0,05 ind/mL y en último lugar LEN3 con 0,02 ind/mL (Figura 3.3.3-51). Además, la clase Monogonta fue la única en obtener una representatividad en su abundancia mayor al 50% en un sistema (LEN6) como se puede apreciar en la Figura 3.3.3-52.

Figura 3.3.3-50 Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-51 Abundancia de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2

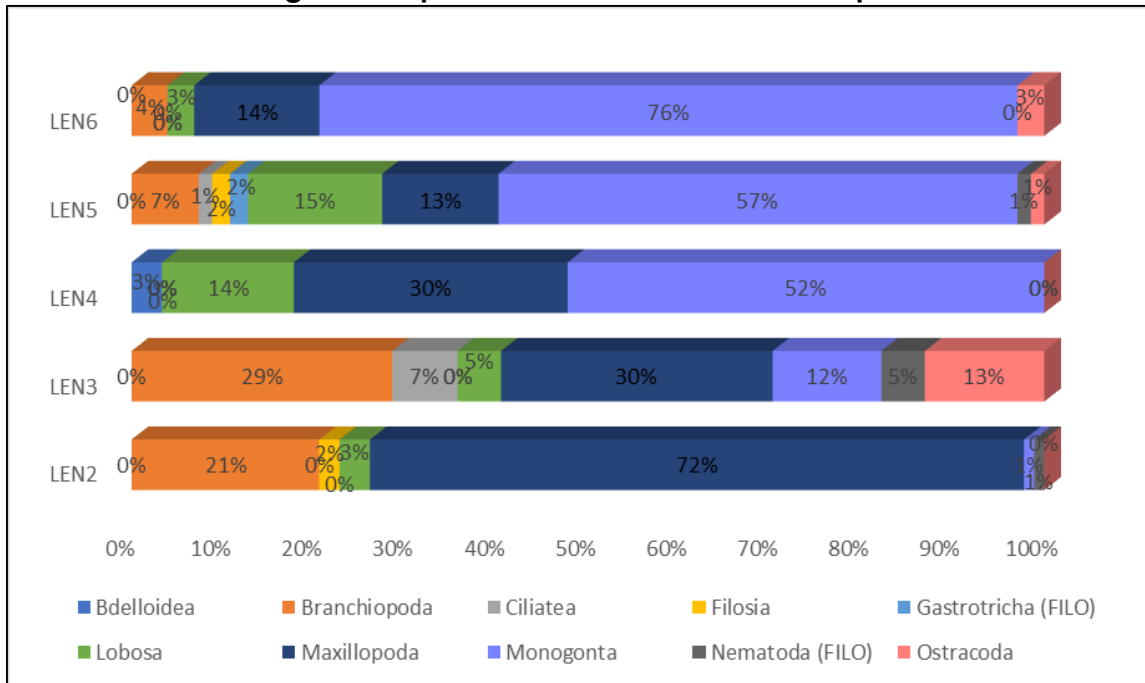


Fuente: ETSA, 2021

Asimismo, tomando de referencia la (Figura 3.3.3-51) se observó que Monogonta y Maxillopoda obtuvieron las densidades más altas con 0,15 y 0,12 ind/mL respectivamente, lo que significó un 40,12% y 32,8% de la densidad total de todos

los puntos. A estos le siguió la clase Branchiopoda con 0,04 ind/m² (10,8%), Lobosa con 0,03 ind/mL (9%), y finalmente, Bdelloidea con menos del 1% (0,001 ind/mL).

Figura 3.3.3-52 Porcentaje de Riqueza de géneros en las clases de Zooplancton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

Al analizar los resultados de composición de zooplancton es posible resaltar los rotíferos, los cuales no son usualmente usados como bioindicadores, pero en el caso del género *Brachionus*, este puede resistir pH elevados y aguas con abundancia de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos; por lo que se han considerado indicadores de aguas muy eutrofizadas (Streble & Krauter, 1987) (Roldán & Ramírez, 2008).

Además, los maxilópodos fueron los más abundantes gracias al Morfo 6 con una abundancia de 0,1 ind/mL. Estos organismos son muy abundantes en los ecosistemas acuáticos, puesto que presentan gran variedad morfológica, además juegan un rol importante en el proceso de transferencia de energía a los niveles superiores de la red trófica como los peces (Morales-Ramírez, 2001). En general se caracterizan por habitar cuerpos de agua eutróficos con alta sedimentación y materia orgánica, por lo general son indicadores de bajas concentraciones de oxígeno (Pinilla, 2000) (Roldán & Ramírez, 2008).

- *Índices Ecológicos*

Para el análisis de los índices ecológicos se detectó en los resultados de la diversidad de Margalef un registro medio-alto, ya que estuvo entre valores de 1,56 de LEN4 y 3,95 en LEN5. En cambio, con el índice de Shannon se encontraron valores medios y bajos, donde el mayor dato reportado fue de 2,70 en LEN5 y el menor de 1,35 en LEN2, lo que se pudo haber presentado gracias a la cantidad de taxa registrados (**Figura 3.3.3-53**).

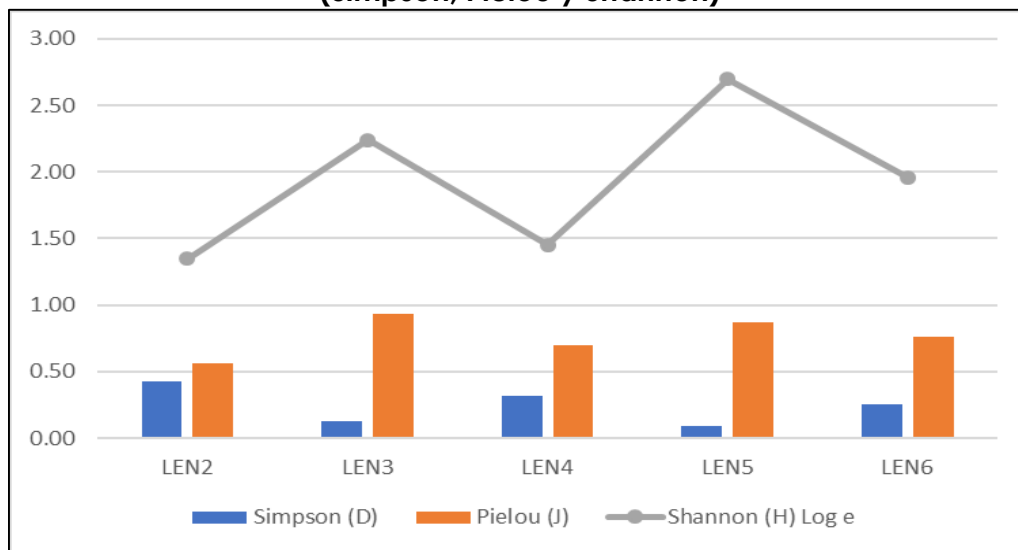
En tercer lugar se analizó el índice de Simpson, el cual reflejó una dominancia baja en casitodos los puntos exseptuando a LEN2 con 0,42 puntos. Esto se pudo deber al gran registro obtenido en los taxa de la clase Maxillopoda, como se analizó anteriormente. Por último, el índice de igualdad Pielou reportó una respuesta mayor a 0,50, lo que indica un comportamiento contrario a los resultados de dominancia, lo que concuerda con la teoría (**Tabla 3.3.3-26** y **Figura 3.3.3-53**)

Tabla 3.3.3-26 Índices Ecológicos calculados para Zooplancton en los Sistemas Lenticos Temporada 2



LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LEN2	11	180	0,42	1,35	1,93	0,56
LEN3	11	84	0,13	2,24	2,26	0,93
LEN4	8	90	0,32	1,45	1,56	0,70
LEN5	22	204	0,09	2,70	3,95	0,87
LEN6	13	102	0,25	1,96	2,60	0,76

Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-53 Índices de Diversidad calculados para Zooplancton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

c. *Perifiton*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

La composición en la comunidad perifítica en los sistemas lénticos evaluados en la temporada 2, presentó filos como Cyanobacteria, Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Ochrophyta y Euglenozoa, También se hallaron 9 clases, 18 órdenes, 38 familias y 47 taxa. Cyanobacteria fue el filo que obtuvo el mayor número de taxa con 12; mientras que el menos fue equitativo entre los filos Orchophyta y Euglenozoa con 3 taxa cada uno. **(ver Tabla 3.3.3-27).**



Tabla 3.3.3-27 Composición de Perifiton en los Sistemas Lénticos Temp. 2

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA IND/cm ²	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis sp.	313,5	
			Chroococcaceae	Chroococcus sp.	13,1	
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	Planktothrix sp.	23,9	
			Coleofasciculaceae	Geitlerinema sp.	11,0	
			Oscillatoriaceae	Phormidium sp.	575,2	
				Oscillatoria sp.	3,8	
			Gomontiellaceae	Komvophoron sp.	10,7	
		Nostocales	Nostocaceae	Cylindrospermum sp.	11,0	
			Aphanizomenonaceae	Raphidiopsis sp.	14,7	
			Rivulariaceae	Rivularia sp.	11,7	
		Synechococcales	Merismopediaceae	Synechocystis sp.	22,0	
			Leptolyngbyaceae	Leptolyngbya sp.	200,7	
			Pseudanabaenaceae	Pseudanabaena sp.	19,6	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sp.	411,8	
				Tryblionella sp.	16,3	
		Naviculales	Naviculaceae	Frustulia sp.	41,2	
				Navicula sp.	41,5	
				Gyrosigma sp.	18,9	
				Pinnularia sp.	58,4	
		Cymbellales	Gomphonemataceae	Sellaphoraceae	Sellaphora sp.	5,0
				Gomphonema sp.	221,3	
		Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia sp.	128,0	
		Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	Cyclotella sp.	9,2
		Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	Melosira sp.	10,1
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Characiaceae	Ankyra sp.	3,7	
				Characium sp.	35,2	
			Hydrodictyaceae	Stauridium sp.	3,8	
			Radiococcaceae	Radiococcus sp.	10,3	
		Selenastraceae	Ankistrodesmus sp.	13,2		
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	Eudorina sp.	3,8	
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium sp.	46,6	
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Closteriopsis sp.	14,9



Lewis Energy Colombia, Inc.*

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN
DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO "ÁREA DE
EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1"**



Versión No. 0. 12.2021

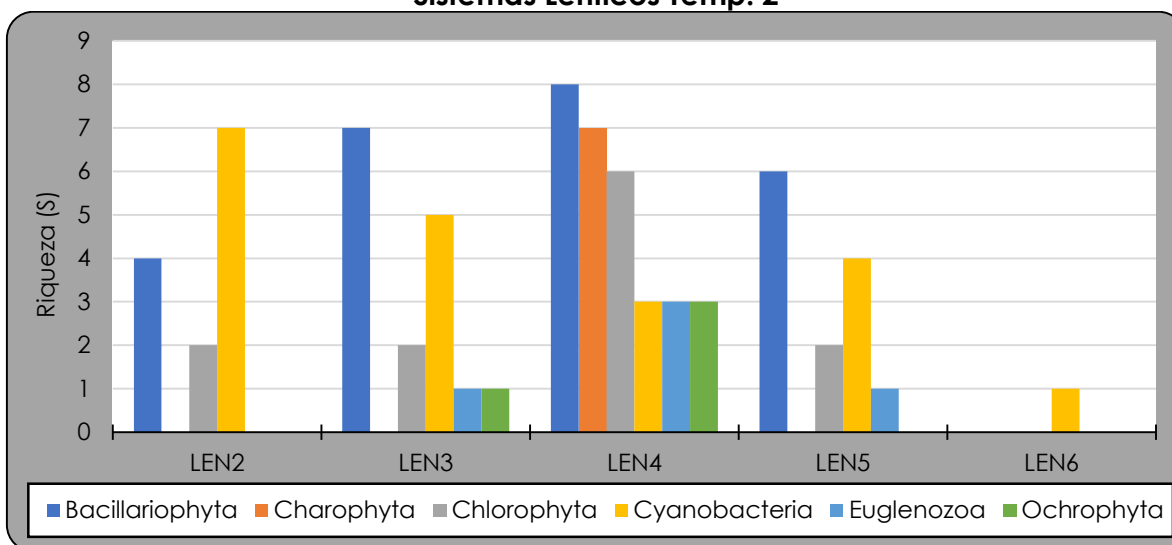
CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA IND/cm ²	
			Oocystaceae	Oocystis sp.	5,7	
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	Cosmarium sp.	166,2	
				Staurastrum sp.	20,8	
				Euastrum sp.	3,8	
				Actinotaenium sp.	5,7	
		Zygnematales	Zygnemataceae	Closteriaceae	Closterium sp.	7,6
				Mesotaeniaceae	Netrium sp.	3,8
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Characiopsidaceae	Characiopsis sp.	21,6	
			Centritractaceae	Centritractus sp.	7,6	
			Pleurochloridaceae	Tetraplektron sp.	15,1	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Euglenidae	Morfo 1	51,0	
				Trachelomonas sp.	27,1	
			Phacidae	Lepocinclis sp.	12,8	
Total general					3183,5	

Fuente: ETSA, 2021

La mayor riqueza registrada por sistema fue encontrado en LEN4 con 30 taxa, luego siguió LEN3 con 16 taxa, para posteriormente posicionarse LEN2 y LEN5 con 13, y finalmente LEN6 con 1 taxa reportado. El filo de mayor riqueza fue Bacillariophyta con 25 registros, además de encontrarse en 4 de los 5 sistemas lénticos evaluados. El único filo que se detectó en los 5 sistemas fue Cyanobacteria (**Figura 3.3.3-54**). Siguiendo con los datos de riqueza por filo, el segundo con mayor resultado fue Cyanobacteria con 20 taxa, luego Chlorophyta con 12, Charophyta con 7, Euglenozoa con 5 y Orchophyta con 4.

Figura 3.3.3-54 Riqueza de géneros en los fillos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2

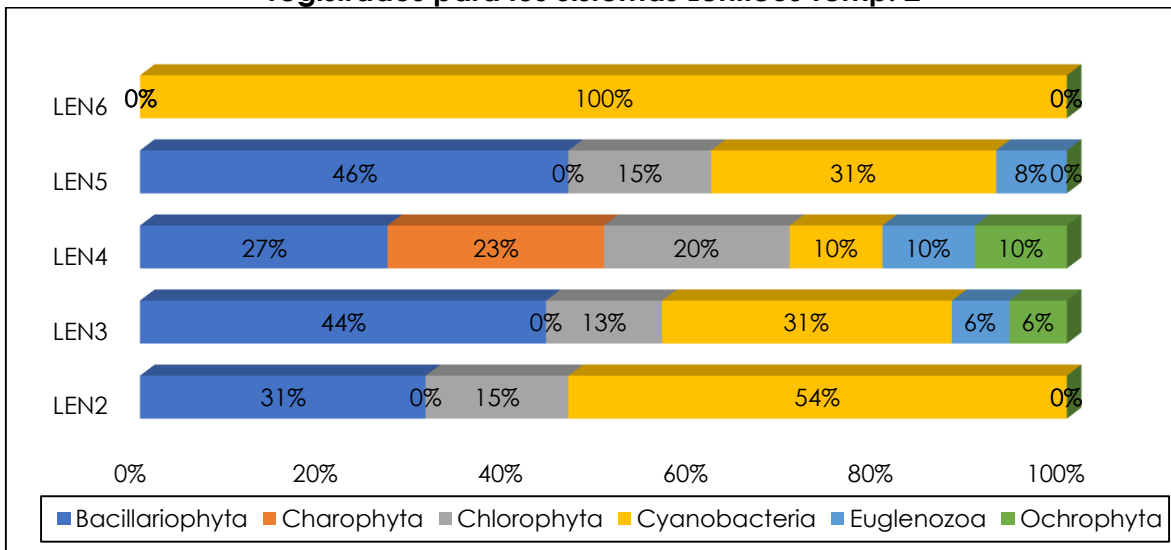


Fuente: ETSA, 2021

Ahora, si se observa la **Figura 3.3.3-55** es posible evidenciar que los fillos Bacillariophyta y Chlorophyta fueron los que se encontraron en 4 sistemas, seguidos por Euglenozoa (3), Ochrophyta (2) y Charophyta con 1 registro del 23% en LEN4. Continuando con esta gráfica, es claro que el porcentaje mayor de representatividad lo obtuvo Cyanobacteria en LEN6 gracias a que fue el único registro en este ambiente, y este filo fue también el único en sobrepasar el 50% de representatividad en el resto de sistemas (LEN2). Por el contrario, el menor porcentaje fue en LEN3 con los fillos Euglenozoa y Orchophyta con un 6% cada uno.

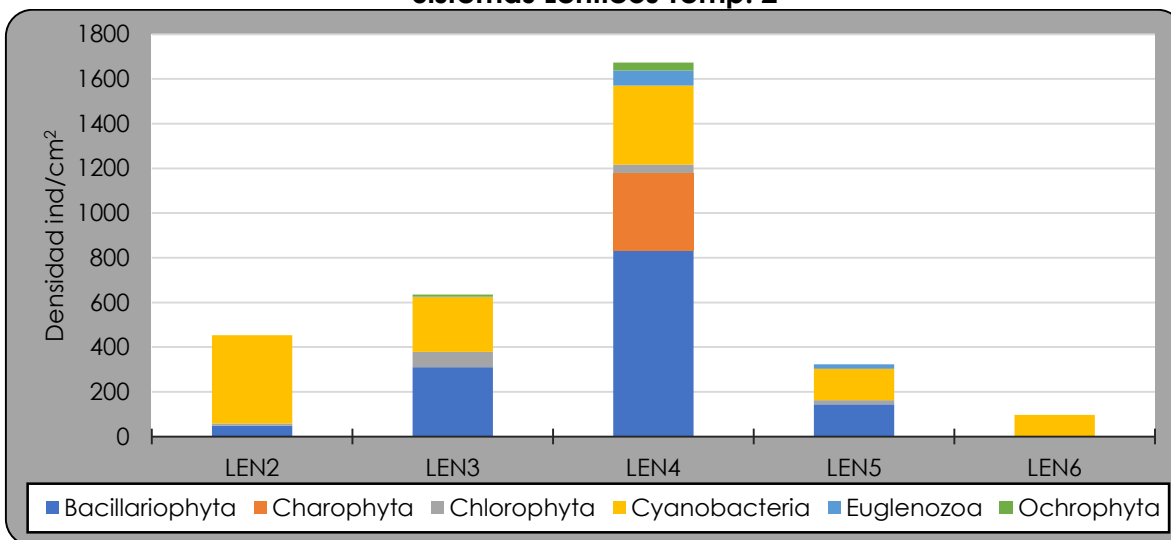
En cuanto a la densidad acumulada del perifiton en este reporte, la ubicación que claramente registró la mayor abundancia fue Len4 con 1230 ind/cm², mientras que los demás sistemas no sobrepasaron los 700 ind/cm². El menor reporte fue de LEN6 con solo 97 ind/cm² (**Figura 3.3.3-56**). También se encontró una alta densidad en el filo Bacillariophyta en el LEN4 con 831 ind/cm², seguido por Cyanobacteria en LEN2 con 394 ind/cm²; finalmente se encontró a Ochrophyta en LEN3 con 8 ind/cm².

Figura 3.3.3-55 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-56 Abundancia de géneros en los fillos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2

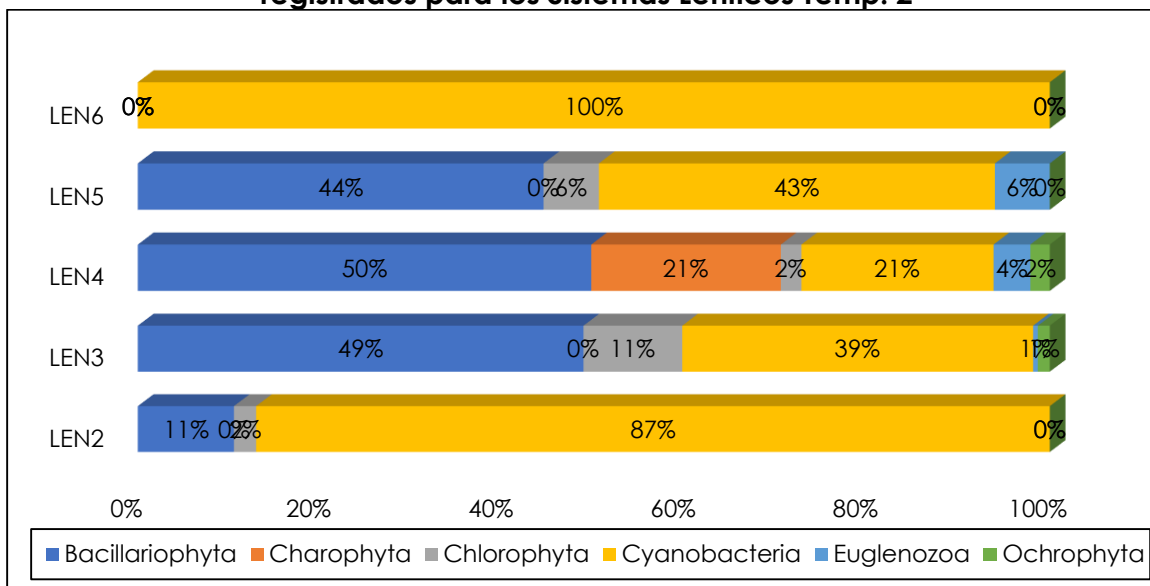


Fuente: ETSA, 2021

Ahora, al observar los porcentajes de la **Figura 3.3.3-57**, al igual que en la **Figura 3.3.3-55**, el filo Cyanobacteria obtuvo el 100% de representatividad en el LEN6 al ser el único registro en el sistema; siguiendo con el segundo mayor porcentaje, también fue de Cyanobacteria en LEN2 con un 87%. El menor porcentaje lo presentó Orchophyta con el 1% en LEN3. Para continuar, el filo Bacillariophyta fue el otro filo,

aparte de Cyanobacteria, que obtuvo un porcentaje mayor al 50% en alguno de los sistemas, específicamente en LEN4.

Figura 3.3.3-57 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

- *Índices Ecológicos*

En los índices ecológicos se encontró que la diversidad de Margalef tuvo resultados variados, que fueron desde 0 en LEN6 (gracias a su único registro) hasta 4,27 en LEN4. El índice de Shannon también reportó 0 unidades para LEN6, mientras que para puntos como LEN4 y LEN5 se obtuvieron valores mayores a 2.00 unidades, indicando así una diversidad media.

Si siguiendo con los índices de diversidad, el registro en Simpson reflejó una diversidad mínima de 1 unidad en LEN6, como era de esperarse, mientras que en los demás sistemas presentó una diversidad menor a 0,50 unidades, es decir una diversidad media-alta. Por último, el índice de igualdad reportó un Puntaje mínimo para LEN6, y una respuesta alta en LEN2, LEN3, LEN4 y LEN5 que va desde los 0,53 hasta 0,89 (LEN5). Cabe resaltar que los puntajes de Shannon siempre fueron mayores a los de Pielou y Simpson, con excepción de LEN6 (Tabla 3.3.3-28 y Figura 3.3.3-58).

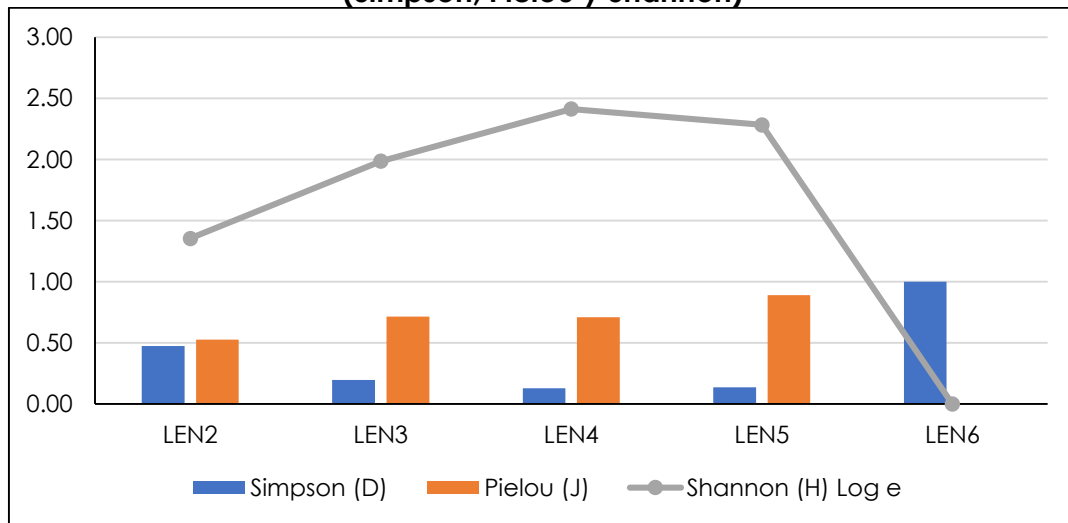
Tabla 3.3.3-28 Índices Ecológicos calculados para Perifiton en los Sistemas Lenticos Temporada 2

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LEN2	13	247	0,47	1,36	2,18	0,53

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LEN3	16	379	0,20	1,99	2,53	0,72
LEN4	30	886	0,13	2,41	4,27	0,71
LEN5	13	99	0,14	2,28	2,61	0,89
LEN6	1	35	1,00	0,00	0,00	

Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-58 Índices de Diversidad calculados para Perifiton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

d. *Bentos*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos estuvo compuesta por los filos Annelida, Arthropoda y Mollusca, con 4 clases, 9 órdenes, 15 familias y 16 taxa en total. Fue el filo Arthropoda el que obtuvo el mayor número de taxa (11); mientras que, Annelida solo reportó 1 taxa (Morfo 74) **(Tabla 3.3.3-29)**

Tabla 3.3.3-29 Composición de Bentos en los Sistemas Lénticos Temp. 2

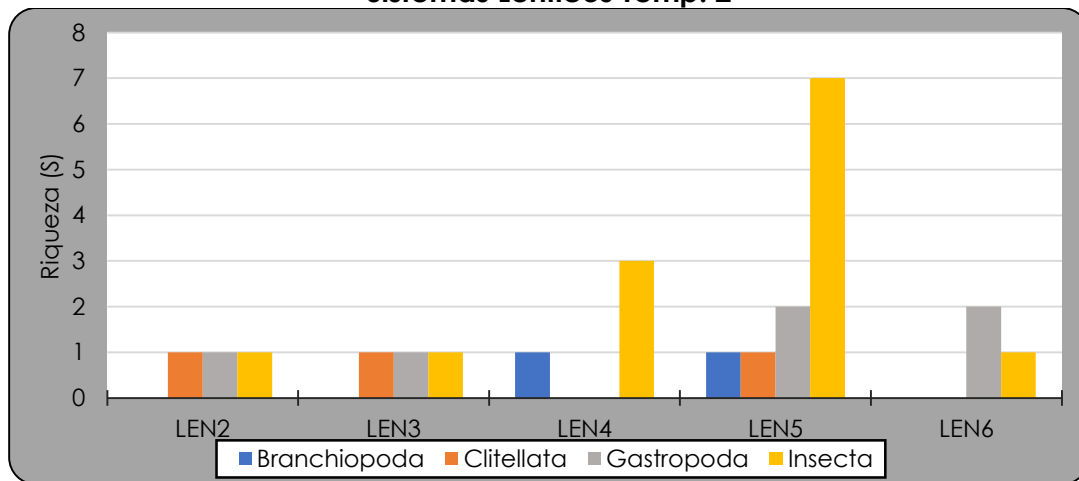
FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/m2
Annelida	Clitellata	Tubificida	---	Morfo 74	52
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfo 1	202,667
			Ceratopogonidae	Alluaudomyia sp.	56
			Culicidae	Anopheles sp.	16
		Hemiptera	Micronectidae	Tenagobia sp.	8

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/m2
			Pleidae	Neoplea sp.	12
			Belostomatidae	Belostoma sp.	4
		Coleoptera	Dytiscidae	Megadytes sp.	4
		Odonata	Libellulidae	Miathyria sp.	8
			Coenagrionidae	Acanthagrion sp.	4
		Trichoptera	Odontoceridae	Morfo 89	4
		Branchiopoda	Diplostraca	Cycletheriidae	Cycletheria sp.
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	Pomacea sp.	20
				Marisa sp.	52
		Neotaenioglossa	Cochliopidae	Pyrgophorus sp.	21,333
			Thiaridae	Melanooides sp.	440
Total general					1020

Fuente: ETSA, 2021

Para el análisis de riqueza de las clases de macroinvertebrados bentónicos se encontró que la clase Insecta fue la que obtuvo la mayor riqueza total con 13 taxa, además esta clase fue la única que se encontró en todos los puntos de muestreo (**Figura 3.3.3-59**). Continuando, la segunda clase con más riqueza de taxa fue Gastropoda con 6 taxa, luego Clitellata con 3 y finalmente Branchiopoda con 2. Siguiendo con el análisis, el lugar que presentó la mayor riqueza fue LEN5 con 11 taxa, seguido por LEN4 con 4 y LEN2, 3 y 6 con 3 taxa. También, la clase Gastropoda se encontró en todas las ubicaciones menos LEN4, la clase Clitellata se encontró en LEN2, LEN3 y LEN5, y Branchiopoda en LEN4 y 5.

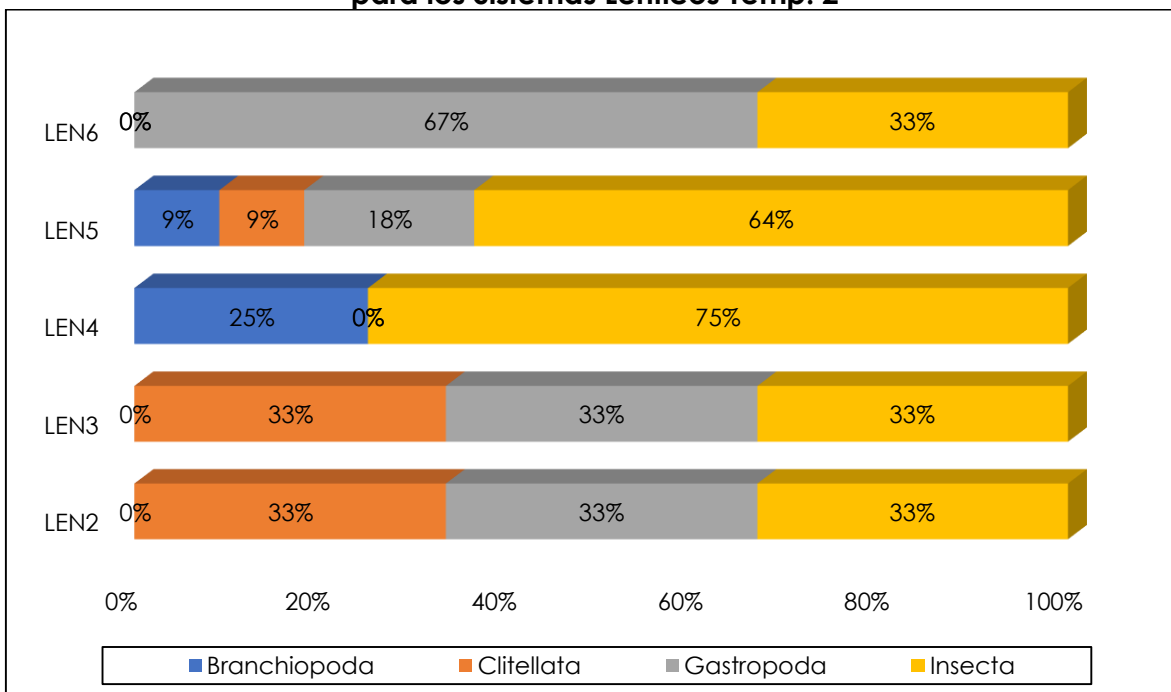
Figura 3.3.3-59 Riqueza de géneros en los filos de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

Se puede observar en la **Figura 3.3.3-60** que en LEN3 y LEN2 se obtuvo una representación equitativa entre las 3 clases halladas (Clitellata, Gastropoda y Insecta), mientras que en LEN6 la clase Gastropoda evidenció el doble de representatividad que los anteriores puntos mencionados, y Insecta permaneció con el 33%. que Insecta fue la única clase que presentó una representatividad mayor al 50% en todos los puntos evaluados. Por el otro lado, Branchiopoda fue el que obtuvo un menor porcentaje ya que solo presentó un 7% en el LOT3.

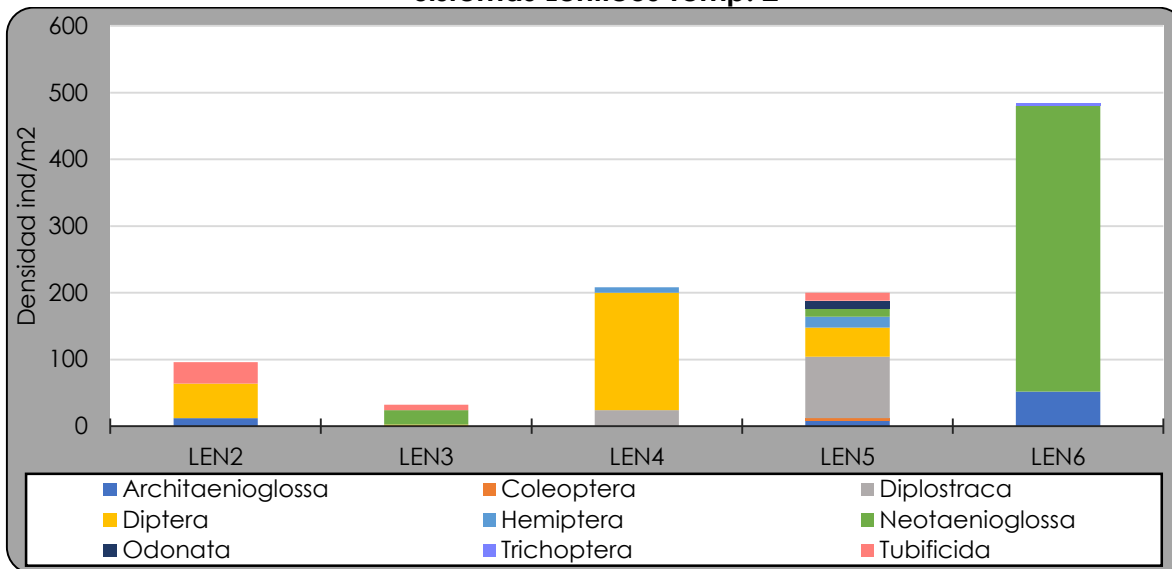
Figura 3.3.3-60 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

La densidad acumulada fue de 1020 ind/m² para todos los puntos, encontrando que el mayor aporte fue por parte de LEN6 con un total de 484 ind/m², asimismo, el mayor aporte a la abundancia de este punto lo presentó el orden Neotaenioglossa con 428 ind/m². Continuando con la abundancia por punto, el segundo puesto lo ocupa LEN4 y LEN5 con 208 y 200 ind/m², seguido por LEN2 con 96 puntos y LEN3 con 36 ind/m² (**Figura 3.3.3-61**). Además en LEN4 el mayor porcentaje fue ocupado por Diptera (176 ind/m²) y en LEN5 por Diplostraca con 92 ind/m².

Figura 3.3.3-61 Abundancia de géneros en los filos de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

En la **Figura 3.3.3-62** se observa una dominancia en porcentaje por punto por parte de Neotaenioglossa (88%) en LEN6, Diplostraca (46%) en LEN5, Diptera (85%) en LEN4, otra vez Neotaenioglossa (67%) en LEN3, y de nuevo Diptera (54%) en LEN2. También se resalta que ninguna clase estuvo presente en los 5 sistemas lénticos, no obstante, Diptera se encontró en 4, Tubificida, Neotaenioglossa y Architaenioglossa en 3, y Diplostraca, y Hemiptera en 2 puntos.

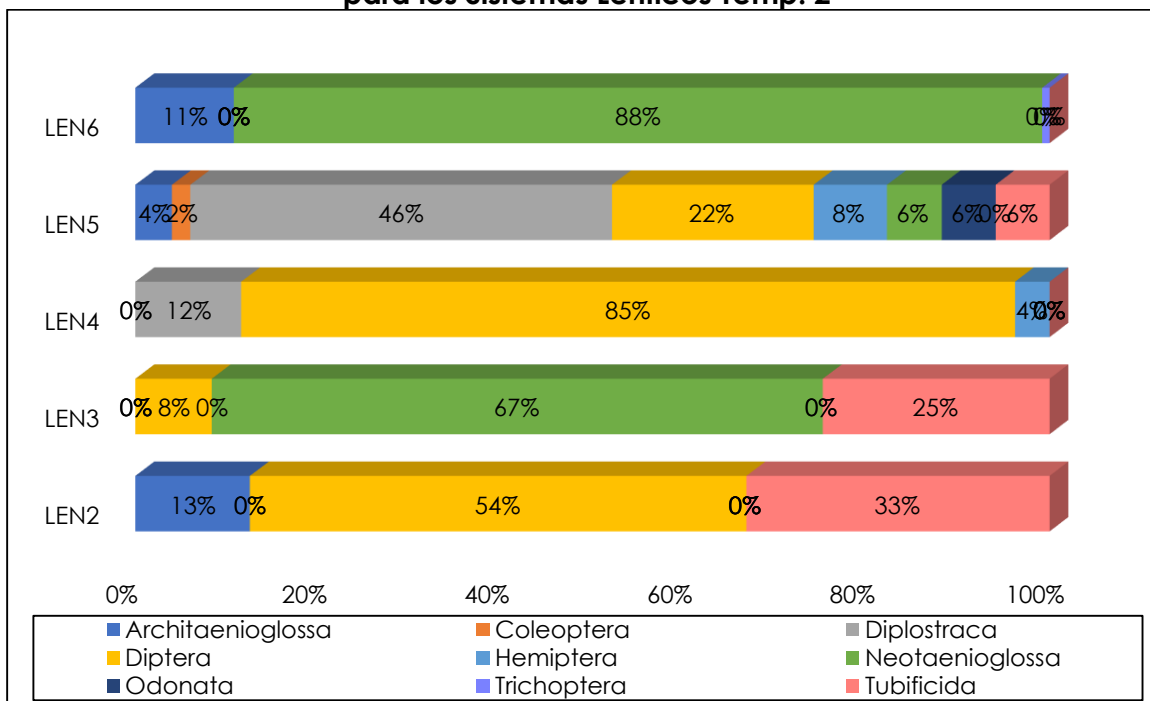
Para la fauna bentónica se obtuvo que los taxa más importantes pertenecieron a Insecta, donde Diptera presentó a Morfo 1 (Chironomidae), este se vio mayormente representado por el lugar LEN4 con una densidad mayor a 20 ind/m².

Comparando los resultados de riqueza y abundancia de las comunidades bentónicas de los sistemas lénticos de la temporada 2 junto se encuentra en este caso, al igual que en la temporada 1, que la clase Insecta gobernó este análisis, seguido por Gastropoda. De nuevo se encuentran familias bioindicadoras de acumulación de materia orgánica como Chironomidae y Ceratopogonidae (Roldán, 2003) (Domínguez y Fernández, 2009), y nuevas familias de la clase Gastropoda, como Thiaridae, que indican igualmente una acumulación de materia orgánica y una contaminación media, de acuerdo al índice BMWP/Col de Roldán (2003).

También, al encontrar familias como Hemiptera, y en específico el género *Tenagobia*, se rectifica que estos hábitats en los que se encuentran son de bajo

flujo, alcalinas y transparentes (Padilla-Gill, 2017) Rivera-Usme, Camacho-Pinzón, D. L, & Botero-Botero, A, 2008).

Figura 3.3.3-62 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filos de Bentos registrados para los Sistemas Lénticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

- *Índices Ecológicos*

Con respecto a los índices ecológicos para las comunidades bentónicas registradas, en los resultados del índice de diversidad de Margalef se encontró una diversidad baja en todos los puntos exepctuando el LEN5 que obtuvo 2,56 puntos; es decir una diversidad media. Asimismo, el índice de Shannon destacó una diversidad específica baja en todos los puntos menos en LEN5 (1,85). Ahora, comparando los índices de Shannon y Pielou como se aprecia en la **Figura 3.3.3-63**, las diversidades y las uniformidades en los puntos LEN2, LEN3 y LEN6 son casi iguales, mientras que en LEN4 y 5 la diversidad es mucho mayor que la uniformidad de abundancias entre los taxa. Pasando al índice de Simpson, en todos los puntos se obtuvo una diversidad media menos LEN5 con 0,25 puntos (**Tabla 3.3.3-30**).

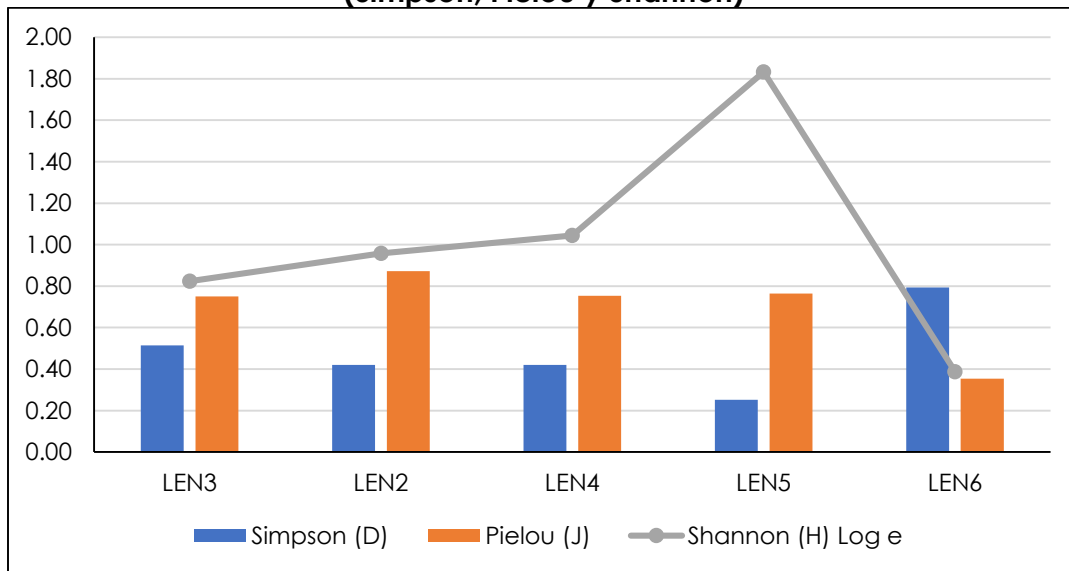
Tabla 3.3.3-30 Índices Ecológicos calculados para Bentos en los Sistemas Lenticos Temporada 2

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LEN3	3	24	0,51	0,82	0,63	0,75

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LEN2	3	24	0,42	0,96	0,63	0,87
LEN4	4	52	0,42	1,05	0,76	0,75
LEN5	11	50	0,25	1,83	2,56	0,76
LEN6	3	121	0,79	0,39	0,42	0,35

Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-63 Índices de Diversidad calculados para Bentos Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

e. *Macrófitas*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

La comunidad de macrófitas para los ambientes lénticos de la temporada de Junio del 2021 estuvo representada por 8 familias y 8 taxa; entre los taxa la especie más abundante fue *Typha sp.* con el 59% de cobertura total (**Tabla 3.3.3-31**). Todas las familias presentaron 1 taxa por cada una, teniendo así la misma abundancia.

Seguidamente, las especies frecuentes fueron *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Ludwigia helminthoriza*, *Ceratophyllum sp.* y *Luziola subintegra* con coberturas dede el 20% hasta el 50% (**Tabla 3.3.3-32**).

Tabla 3.3.3-31 Abundancia y porcentaje de cobertura de macrófitas en Sistemas lénticos Temp.2

LOCALIDAD	FAMILIA	TAXA	% de cobertura	Escala de abundancia				
				1	2	3	4	5
LEN2	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	50			X		

LOCALIDAD	FAMILIA	TAXA	% de cobertura	Escala de abundancia				
				1	2	3	4	5
LEN3	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	45			X		
	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>				X		
LEN4	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	30			X		
	Pteridaceae	<i>Ceratopteris pteridoides</i>	11			X		
	Fabaceae	<i>Neptunia oleracea</i>	9		X			
	Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i>	30			X		
	Characeae	<i>Chara sp.</i>	20			X		
LEN5	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthoriza</i>	41			X		
	Typhaceae	<i>Typha sp.</i>	59				X	
LEN6	Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum sp.</i>	30			X		
	Poaceae	<i>Luziola subintegra</i>	40			X		
LEN7	Fabaceae	<i>Neptunia oleracea</i>	10			X		
	Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>	28			X		
	Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>	58				X	
	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	4		X			

*1= Especie rara (<1%); 2 = Especie ocasional (cobertura del 1 – 10%); 3 = Especie frecuente (cobertura del 10 – 50%); 4 = Especie abundante (cobertura del 50 – 70%); 5 = Especie muy abundante - dominante (Cobertura >70%).

Fuente: ETSA, 2021

Como fue mencionado con anterioridad, las especie más abundante fue *Typha sp.*, la cual es una hierba cosmopolita que se caracteriza por crecer en aguas inundadas y/o empantanadas y son polinizadas por diversos insectos. También es importante mencionar que plantas como *Pistia stratiotes* presentaron una cobertura frecuente, y teniendo en cuenta que esta suele ser una planta invasora de rápido crecimiento; puede estar implicando un aumento en el grado de eutrofización de los cuerpos de agua, perjudicando el balance del ecosistema y los niveles de biodiversidad.

Tabla 3.3.3-32 Macrófitas halladas en sistemas Lénticos y Lóticos Temp. 2

Especie	
<i>Eichhornia sp.</i>	

**Características**

Descripción: Es una especie flotante de raíces sumergidas, esta carece de tallo aparente, se encuentra provista de un rizoma muy particular emergente, del que se abre un rosetón de hojas que tienen una superficie esponjosa notablemente inflada en forma de globo formando una vejiga llena de aire, la cual le ayuda a mantenerse sobre la superficie acuática. **Ecología:** La planta necesita aguas estancadas o con poca corriente y con intensa iluminación, se desarrolla en un rango de temperatura de 18 a 30 °C (Brünner & Beck, 1990) (Roldán & Ramírez, 2008).

Especie*Neptunia oleracea***Características**

Es una hierba acuática; tiene tallos rastreros, generalmente flotantes, hinchados con aerénquimas y enraizados en los nudos, se extienden en el agua 90 a 150 cm. Sembrada en tierra puede alcanzar hasta 180 cm de altura. Las hojas son sensibles (se cierran al tocarlas); pinadas, con 2 a 4 pares de pinnas; con raquis, incluido el pecíolo de hasta 13 cm de largo; folíolos 7 a 22 pares, oblongos, de 5 a 20 mm de largo por 1,5 a 4 mm de ancho. Inflorescencia orbicular (Hannan-Jones & Csurhes, 2008).

Especie*Ludwigia peploides***Características**

Descripción: Hierbas acuáticas perennes, sumergidas, rastreras. Tallos de 10-50 cm con tonalidad rojiza, de hojas simples, elípticas u ovaladas, flotantes hacia el ápice del tallo. Las flores son de color verde, solitarias, ubicadas en las axilas. El fruto tiene forma de capsula acampanada con bandas longitudinales verdosas. **Ecología:** Poco común, habita pequeños cuerpos de agua desde temporales a permanentes y en el borde de lagunas. Se asocia con sustratos arcillosos. Se considera una especie potencialmente vulnerable debido a la destrucción de su hábitat. **Distribución:** Desde Norteamérica hasta Colombia, Antillas Mayores, Eurasia y África (Posada-García & López-Muñoz, 2011).



Especie	
<i>Cyperus sp.</i>	
Características	
<p>Descripción: hierbas perennes o anuales, frecuentemente rastreras, rizomatosas sin crecimiento secundario y aspecto general de gramínea. Los tallos son macizos y de sección trigona sin diferenciación de nudos y entrenudos, presenta hojas alternas con vaina cerrada y lamina elongada paralelinervia o reducida. Las flores son incospicuas, perfectas o imperfectas, monoicas, sésiles en las axilas de brácteas dispuestas en espiral o formando espigas o espiguillas solitarias o terminales. Frecuentemente formando inflorescencias umbeliformes, recemiformes o capituliformes. Ecología: la polinización es anemófila, sin embargo, existe alguna realizada por insectos en especies con brácteas coloreadas o blancas. Distribución general: son cosmopolitas, habitan ambientes templados a cálidos (Cabral, y otros, 2010).</p>	
Especie	
<i>Pistia stratiotes</i>	
Características	
<p>Descripción: Especie flotante de raíces sumergidas. Carece de tallo aparente, provisto de un rizoma, muy particular, emergente, del que se abre un rosetón de hojas que tienen una superficie esponjosa notablemente inflada en forma de globo que forma una vejiga llena de aire, mediante la que el vegetal puede mantenerse sobre la superficie acuática. Necesita aguas estancadas o con poca corriente e intensa iluminación (Roldán & Ramírez, Fundamentos de limnología neotropical, 2008). Ecología general: Habita en aguas tranquilas eutróficas, en zonas tropicales y subtropicales, en varios lugares se encuentra como planta exótica, posee gran capacidad de crecimiento y propagación, cuando las condiciones son favorables impide el paso de la luz sobre la superficie del agua, y consume rápidamente el oxígeno del agua (García-Murillo, Fernández-Zamudio, & Cirujano-Bracamonte, 2009).</p>	



Especie

Luziola (Luziola subintegra)



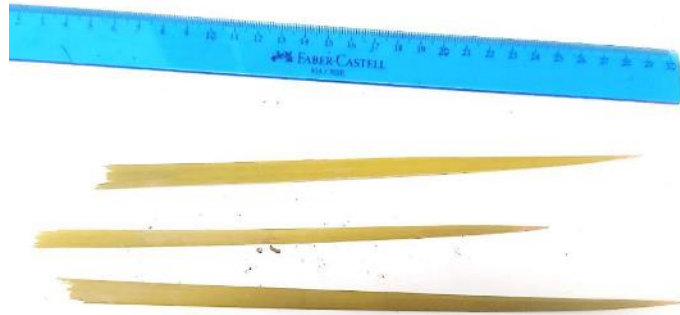
Características

Descripción: Las plantas de *Luziola* son monoicas, pequeñas, generalmente estoloníferas y perennes, con tallos delgados, vainas esponjosas y carecen de hojas basales y glumas (Nicora & Rógolo de Agrasar, Z. E., 1987).

La mayoría de las especies se encuentran en Brasil, creciendo en humedales y en el agua estancada o en movimiento lento de estanques, lagos, pantanos, estanques y arroyos lentos (Hoyer, Canfield Jr, D. E., Horsburgh, C. A., & Brown, K., 1996).

Especie

Typha sp.





Características



Descripción: Hierba acuática enraizada emergente, perenne, rizomatosa. Tallos erectos, 2,5-4 m de alto. Hojas 6- 10, erectas, basales, angostas, largolineares, planas en una superficie (adaxial) y redondeadas en la otra (abaxial), glabras, sésiles, envainadoras en la base. Plantas monoicas. Inflorescencia en forma de una densa espiga cilíndrica terminal, color pardo rojizo claro, la espiga masculina sobre la femenina, las dos espigas separadas por una porción estéril de 4-6 cm; las flores estaminadas y pistiladas separadas. Las flores estaminadas sin perianto, pero con bracteolas largas y delgadas como pelos; estambres 1-7, los filamentos largos; las flores pistiladas con bracteolas delgadas, clavadas o espatuladas, el perianto con pelos numerosos; ovarios 1 (fértil o abortado), levantado en un pedículo (ginóforo). Frutos diminutos.

Ecología: Crecen en aguas salobres a dulces, en pantanos, zanjas y áreas inundadas. Distribución general: En Europa y desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina (Posada-García & López-Muñoz, 2011).







Especie	
<i>Lemna sp.</i>	
Características	
<p>Descripción: Frondes solitarias o formando grupos de 2-50 orbiculares, elípticos, obovadas o lanceoladas, en ocasiones pigmentadas de color rojo, con rafidios parenquimatosos. Cara superior con siete nervios (solo 1 a 5 visibles), cara inferior con una o varias capas de arénquima que hacen giboso al fronde. Solo una (1) raíz por fronde, caliptra recta o curvada, obtusa, mucronada o aguda. La inflorescencia está conformada por dos flores masculinas y una femenina. Fruto globoso, áptero o alado, semillas con costillas longitudinales, poco frecuente lisas (Galán de Mera, 2007). Comúnmente llamada "lenteja de agua", Se observan flotando sobre la superficie del cuerpo de agua, no tienen hojas verdaderas ni tallos, sólo un pequeño cuerpo flotante verde llamado talo. Funcionan como hábitat de larvas de insectos y cuando son muy abundantes interfieren en el proceso de fotosíntesis de las plantas sumergidas, generando ambientes de anoxia y por ello son asociadas a estados de eutrofia (Smagula & Connor, 2007).</p>	
Especie	
<i>Ceratopteris pteridoides</i>	
Características	
<p>Descripción: Las hojas flotantes de las plantas jóvenes son enteras, las de las plantas más viejas y grandes tienen lóbulos anchos. Su contorno es un triángulo ancho. En las hojas más viejas, muchas plantas jóvenes se forman a partir de bulbos en las profundas grietas de los lóbulos. Los tallos de las hojas son gruesos y se ensanchan aún más hacia el limbo; consisten en tejido esponjiforme y sirven como boyas. (Los tallos de las hojas de <i>Ceratopteris cornuta</i> y <i>C. thalictroides</i>, sin embargo, son relativamente delgados y de un ancho uniforme.) Los lóbulos de las hojas de <i>C. pteridoides</i> son en su mayoría opuestos. Las frondas portadoras de esporas tienen hasta cuatro pabellones auditivos y un hábito de crecimiento erguido y están segmentados. Se forman raramente en tanques (E. DeVol, 1957). Distribución: se distribuye desde el subtropical y trópico americano desde Florida y Louisiana hacia el sur. No crece sumergido, solo flota en el agua y como planta de pantano en suelo fangoso. La forma y el tamaño varían, dependiendo de las condiciones del lugar en el que crece (E. DeVol, 1957).</p>	



Especie	
<i>Chara sp.</i>	
Características	
<p>Descripción: El talo vegetal de <i>Chara</i> consiste en un tallo con entrenudos multinucleados unicelulares alargados separados por nodos multicelulares. Las ramillas (también llamadas ramas), con una estructura modular similar al eje, surgen de los nodos. En la mayoría de las especies de <i>Chara</i>, pero no en todas, las células del entrenudo y las ramillas están superpuestas por una capa de células laterales de una célula de espesor, denominada corteza. La corteza del tallo puede ser (i) haplostica (el número de filas de células de la corteza corresponde al número de ramillas), diplostichous (el doble de filas de células de la corteza que el número de ramillas) o triplostico (tres veces más filas de células de la corteza que el número de ramillas).</p> <p>En los nodos axiales, los estípulos forman un anillo (a menudo doble) que subtiende las ramillas. En la mayoría de las especies de <i>Chara</i>, las ramillas tienen una corteza simplificada y las células de las brácteas surgen en los nodos de las ramillas (Schneider, Nowak, P, Von Ammon, U, & Ballot, A, 2016).</p>	
Especie	
<i>Heliconia (rostrata)</i>	
Características	
<p>Descripción: Las heliconias son plantas monocotiledóneas, herbáceas, perennes, con rizoma simpodialmente ramificado (emite brotes o vástagos) y un pseudotallo aéreo, erecto, formado por un eje recubierto por las bases de hojas alternas que se solapan (posición dística).</p> <p>Constituyen un género de plantas de grandes dimensiones, con hojas de nervadura pinnada, cuyos nervios se prolongan paralelos hacia los bordes del limbo; esta característica y la ausencia de un tejido de refuerzo en los márgenes, hacen que ellos se desgarran en forma típica de lacinias. Su verdadero tallo está constituido por un vigoroso rizoma provisto de yemas vegetativas y abundantes, largas y fuertes raíces fibrosas (Jerez, 2007).</p>	



Especie	
<i>Ceratophyllum sp.</i>	
Características	
<p>Descripción: Plantas herbáceas, perennes. Sin raíces, fijadas al substrato por medio de ramillas decoloradas. Tallos ramificados, nudosos, rígidos, redondeados. Hojas en verticilos de 3-10, sésiles, cada una bifurcada 1-4 veces. Flores axilares, solitarias, sésiles; las masculinas en diferente verticilo que las femeninas. Perianto nulo, sustituido por 8-10 piezas bracteiformes. Estambres con filamento muy corto o incluso sin filamento. Gineceo 1- carpelar, con estilo tubulado. Aquenio terminado generalmente por 1 espina apical, acompañada o no por otras 2 basales (Menéndez-Valderrey, 2021).</p>	
Especie	
<i>Ipomoea sp.</i>	
Características	
<p>Descripción: Hierbas o arbustos anuales o perennes por lo general con tallos colgantes o entrelazados, rara vez erectos. Hojas simples [o rara vez compuestas], márgenes enteros a profundamente lobuladas, glabras o con pelos simples, ocasionalmente con pseudoestípulas. Inflorescencia axilar, cimas de 1 – muchas flores, bracteolate. 5 sépalos, libres, generalmente desiguales y superpuestos. Corola en forma de embudo, campanulada o raramente en forma de trompeta, entera o ligeramente de 5 lóbulos con distintas bandas de pétalos medios glabras o pilosas. 5 estambres, generalmente ± desiguales, peludos por encima del punto de unión. Ovario 2-4-locular con 2 óvulos por loculus, glabro [o raramente piloso]; estilo 1, estigma capitado o biglobose. Cápsula globosa u ovoide, por lo general dividiéndose longitudinalmente en 4 a 6 válvulas, rara vez indehiscente (Johnson, 2021).</p>	
Especie	
<i>Heteranthera limosa</i>	

<p align="center">Características</p>	
<p>Descripción: Se trata de una especie hidrófita cuyos tallos enraízan en el fango. Sus hojas, que forman una roseta basal, son largamente pecioladas, presentando un limbo de es-trecha a ampliamente elíptico-lanceolado, o casi oval; de obtuso a ligeramente agudo en el ápice. Sus flores son solitarias, de color azulado (f. limosa) o blanco (f.al-biflora Benke). Tiene su origen en las zonas tropicales y subtropicales de América del Sur, donde muestra una amplia distribución natural, y relativamente reciente como arvense en cultivos con requerimientos hídricos importantes (arrozales). Es propia de los márgenes de lagunas con aguas someras, ríos, acequias y canales, habiéndose naturalizado en otros continentes (Guara-Requena, Ferrer-Gallego, P. P. & Olivares-Tormo, A, 2003).</p>	
<p align="center">Especie</p>	
<p><i>Hymenachne amplexicaulis</i></p>	
<p align="center">Características</p>	
<p>Descripción: especie estolonífera, con tallos que se extienden sobre el suelo húmedo o flotan sobre la superficie del agua, a partir de cuyos nudos se producen raíces y hojas de nuevos brotes. Estas características le confieren gran plasticidad morfológica, como a otras especies que crecen en condiciones similares (Fabbri, L. T, Rua, G. H, & Bartoloni, N, 2005). Este pasto puede desarrollar entrenudos largos en inundaciones de profundidad elevada o entrenudos cortos en profundidades someras; lo anterior resulta en producción de raíces en cada nudo; las cuales promueven crecimiento cespitoso conforme se reduce el nivel de agua y, por tanto follaje cerrado al reducirse la humedad, que reduce las pérdidas hídricas por evaporación en hojas, cuando los niveles de inundación se reducen hasta la estación de estiaje (Arellano-Cueto, A, y otros, 2017).</p>	

Fuente: ETSA, 2021

f. *Análisis de correlación con parámetros fisicoquímicos*

En la **Figura 3.3.3-64** se muestra la representación gráfica del análisis de correlación entre parámetros fisicoquímicos y el ensamble perifítico, usando r de Spearman como calificador. Los círculos azules de mayor tamaño indican correlaciones fuertes.

Se aprecia un ensamble importante entre las concentraciones de compuestos como DQO, DBO y Dureza, con las abundancias de taxa como *Encyonema sp.*, *Euastrum sp.*, *Eudorina sp.*, *Navicula sp.*, *Netrium sp.*, *Nitzschia sp.*, las cuales fueron taxas que presentaron mayor abundancia.

3.3.3.4 Sistemas lóticos

a. Fitoplancton

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

Para los 13 sistemas lóticos evaluados en la temporada 2 se encontraron en las comunidades fitoplanctónicas 7 filos: Bacillariophyta, Miozoa, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa y Charophyta. También se encontraron 12 clases, 26 órdenes, 42 familias y 68 taxa. Además, el taxa con mayor abundancia fue *Arthrospira* sp., perteneciente a las cianobacterias, con un total de 7.46 ind/mL (**Tabla 3.3.3-33**).

Tabla 3.3.3-33 Composición de Fitoplancton en los Sistemas Lóticos Temp. 2

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/mL	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	0,314	
				<i>Gyrosigma</i> sp.	0,041	
			Diploneidaceae	<i>Diploneis</i> sp.	0,015	
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	0,403	
			Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i> sp.	0,011	
			Diadesmidaceae	<i>Luticola</i> sp.	0,392	
		Licmophorales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.	0,480	
				<i>Ulnaria</i> sp.	0,052	
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Encyonema</i> sp.	0,163	
				<i>Gomphonema</i> sp.	0,106	
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	3,015	
				<i>Tryblionella</i> sp.	0,017	
				<i>Cf. Simonsenia</i> sp.	0,300	
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp.	1,134	
		Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i> sp.	0,030	
Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	0,138			
Coccinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp.	0,007		
			<i>Aulacoseira</i> sp.	0,723		
			<i>Stephanodiscus</i> sp.	3,578		
Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp.	3,578		
Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i> sp.	0,133	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium</i> sp.	0,883	
				<i>Quadrigula</i> sp.	0,037	
				<i>Selenastrum</i> sp.	0,034	
			Radiococcaceae	<i>Radiococcus</i> sp.	0,233	
			Hydrodictyceae	<i>Tetraedron</i> sp.	0,034	
				<i>Pediastrum</i> sp.	0,097	
			Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus</i> sp.	2,591	
				<i>Acutodesmus</i> sp.	0,283	
				<i>Coelastrum</i> sp.	0,726	
				<i>Verrucodesmus</i> sp.	0,235	
				<i>Scenedesmus</i> sp.	0,268	
			Treubariaceae	<i>Treubarina</i> sp.	0,156	
			Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina</i> sp.	0,528
					<i>Eudorina</i> sp.	0,019
			Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis</i> sp.	0,008	
Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Sfigeoclonium</i> sp.	0,011			
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Micractinium</i> sp.	0,302		

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/mL
				Actinastrum sp.	0,060
				Dictyosphaerium sp.	0,082
			Oocystaceae	Oocystis sp.	0,141
				Crucigeniella sp.	0,652
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium sp.	0,497
				Oscillatoria sp.	0,015
			Microcoleaceae	Planktothrix sp.	6,030
				Arthrospira sp.	7,468
		Synechococcales	Pseudanabaenaceae	Pseudanabaena sp.	0,514
				Limnothrix sp.	0,163
			Merismopediaceae	Synechocystis sp.	0,019
				Merismopedia sp.	0,021
		Leptolyngbyaceae	Leptolyngbya sp.	0,453	
		Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis sp.	0,724
Nostocales	Nostocaceae	Anabaena sp.	0,263		
Nostocales	Rivulariaceae	Rivularia sp.	0,019		
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Phacidae	Lepocinclis acus	1,068
				Phacus sp.	0,629
				Lepocinclis sp.	2,660
			Euglenidae	Trachelomonas sp.	5,239
				Euglena sp.	0,747
				Strombomonas sp.	1,442
				Trachelomonas armata	0,007
Ochrophyta	Eustigmatophyceae	Goniochloridales	Goniochloridaceae	Pseudostaurastrum sp.	0,026
	Xanthophyceae	Mischococcales	Centrtractaceae	Centrtractus sp.	0,022
	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	Dinobryon sp.	0,015
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	Closterium sp.	1,376
				Desmidiaceae	Onychonema sp.
			Cosmarium sp.	0,015	
		Zygnematales	Zygnemataceae	Spirogyra sp.	0,015
				Mougeotia sp.	0,019
Total general					47,911

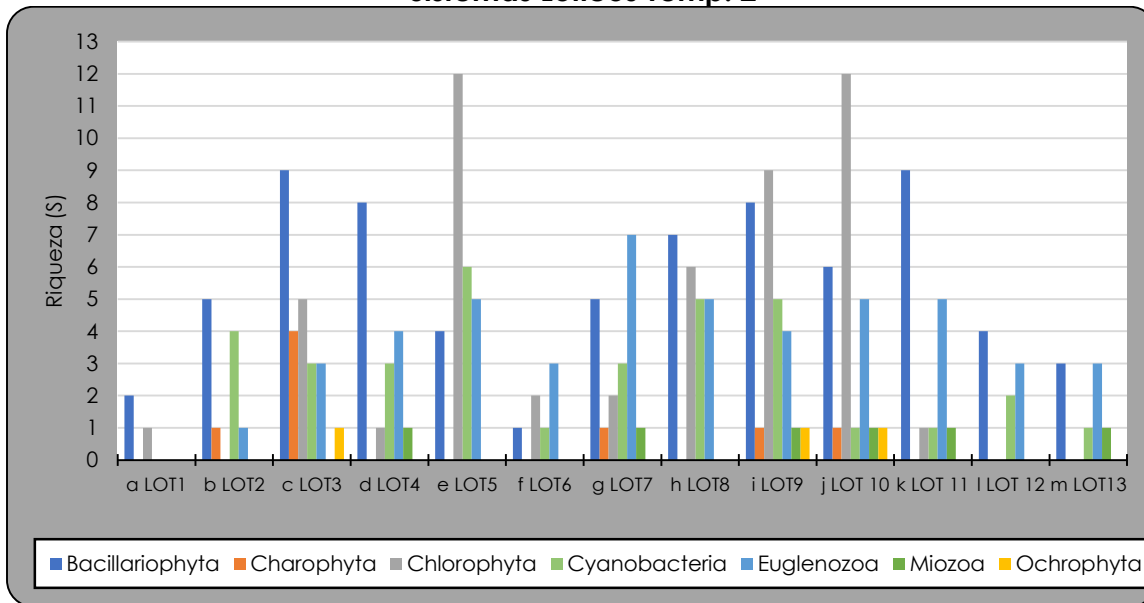
Fuente: ETSA, 2021

En el análisis de riqueza para los filos de fitoplancton se encontró una riqueza acumulada total de 222 taxa registrados. Además, el filo con una mayor riqueza de taxa fue Chlorophyta con 12 taxa en los sistemas LOT5 y LOT10, le siguió el filo Bacillariophyta con 9 taxa en LOT3 y LOT11. Por el contrario, el menor reporte de taxa por punto en un filo fue de Ochrophyta con 1 taxa registrado en LOT3, 9 y 10. También se registró 1 taxa por punto en los filos Chlorophyta (LOT1), Charophyta y Euglenozoa en LOT2, Chlorophyta y Miozoa en LOT4, Bacillariophyta y Cyanobacteria en LOT6, Charophyta y Miozoa en LOT7, Charophyta en LOT9, entre otros (**Figura 3.3.3-65**).

Continuando, se observó que el punto de muestreo con mayor riqueza fue LOT9 con un total de 29 taxa registrados, seguido por LOT5 y LOT10 con 27 taxa; y, por

último, el punto más bajo con 3 taxa fue LOT1, ya que solo registró 2 taxa de Bacillariophyta y 1 de Chlorophyta (**Figura 3.3.3-65**).

Figura 3.3.3-65 Riqueza de géneros en los filos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



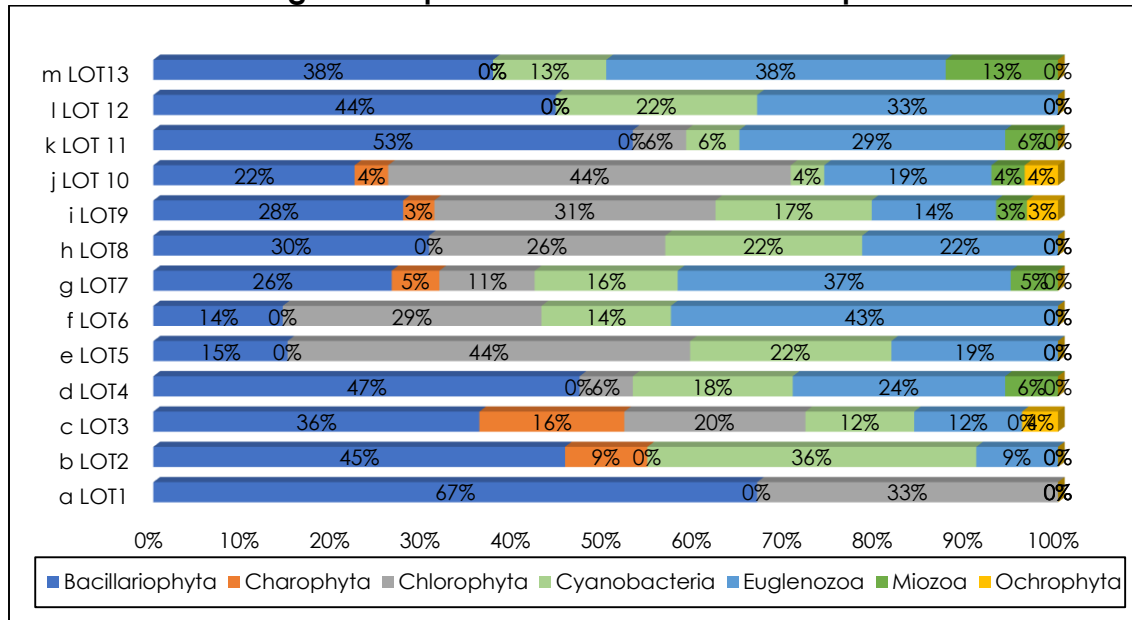
Fuente: ETSA, 2021

Finalmente, con respecto al análisis porcentual, es claro apreciar que el filo Bacillariophyta es el único que obtuvo más del 50% de representatividad por punto; en este caso en el punto LOT11 y LOT1 con 53 y 67%. Por el contrario, el filo que obtuvo menos porcentaje en un punto fue Ochrophyta con un 3% en LOT9 (**Figura 3.3.3-66**). Además, es posible apreciar que los 3 filos que se encontraron en todos los puntos fueron Bacillariophyta, Cyanobacteria y Euglenozoa.

En el análisis de abundancia, la densidad acumulada de fitoplancton fue de 47,91 ind/mL, encontrando que el mayor aporte a este número fue por parte de LOT5 con un total de 19,62 ind/mL, mientras que los demás puntos no superaron los 15 ind/mL. Detrás de LOT5 se ubicó LOT10 y LOT3 con densidades de 10,6 ind/mL y 3,04 ind/mL respectivamente; y en último lugar se registró a LOT1 con 0,06 ind/mL (**Figura 3.3.3-67**).

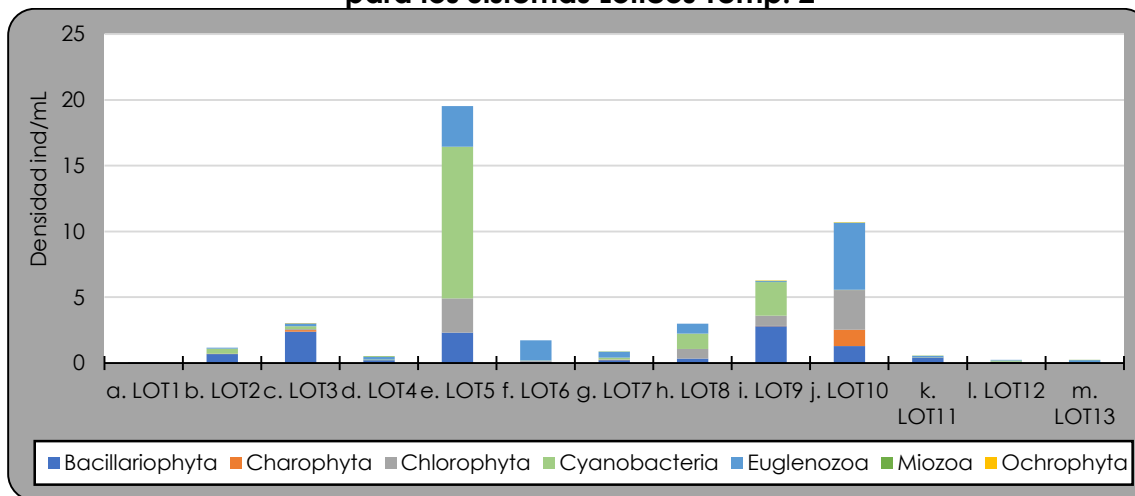
Además, se obtuvo que Cyanobacteria tuvo la densidad más alta por punto con 11,52 ind/mL, al igual que la mayor densidad por filo (16,18 ind/mL). Luego, el filo con mayor densidad acumulada fue Euglenozoa con 11 ind/mL y Bacillariophyta con 10 ind/mL. También hay que resaltar que el filo menos representado fue Ochrophyta con 0,06 ind/mL.

Figura 3.3.3-66 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

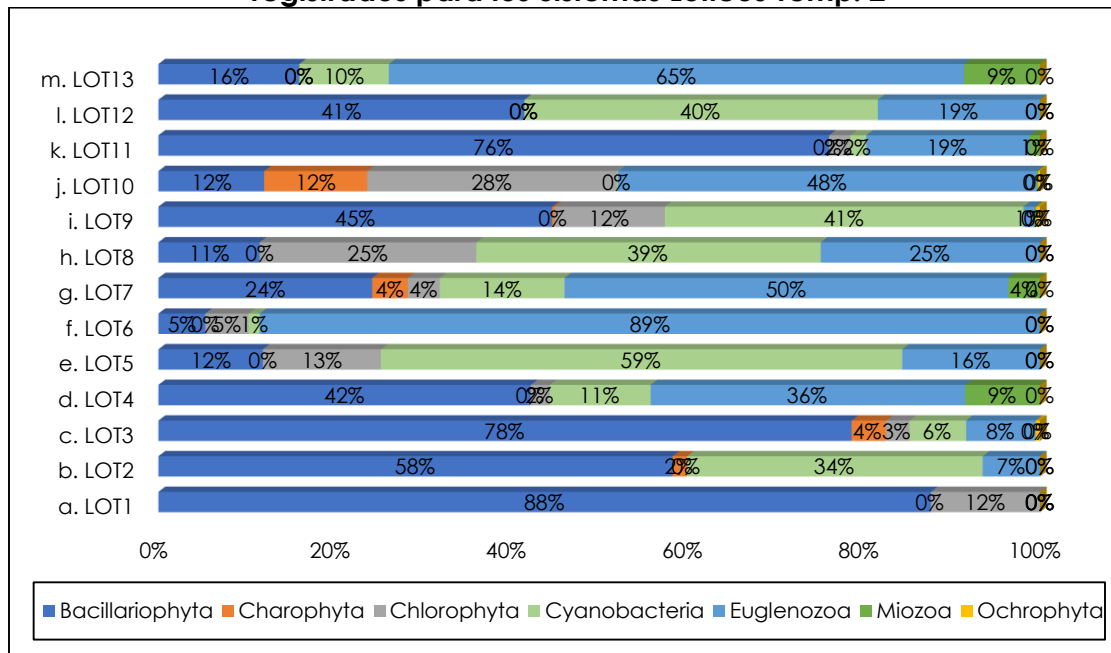
Figura 3.3.3-67 Abundancia de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

Para finalizar, en la gráfica de porcentajes (**Figura 3.3.3-68**) se expresa que los fillos Bacillariophyta, Euglenozoa y Cyanobacteria alcanzaron una representación mayor al 50% en algunos puntos en los que fueron hallados.

Figura 3.3.3-68 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Fitoplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

Como se observó en el análisis de riqueza, composición y abundancia, uno de los fillos más representados fueron las cianobacterias, las cuales registraron especies como *Planktothrix* sp. Y *Microcystis* sp.; especies que presentan reportes en ecosistemas con un alto flujo producto de los cambios en el régimen pluvial, favoreciendo su permanencia durante época de lluvias (Peinador, 1999).

Por otro lado, distintos géneros de cianobacterias han sido estudiados por el potencial en la producción de cianotoxinas, compuestos que pueden llegar a producir mortandad en otras especies acuáticas (Rego, A. H. G, Rangel-Junior, & Costa, I. A. S, 2020), lo que explica en parte porque hay una generalidad en donde al existir proliferación de cianobacterias, la riqueza del ambiente es baja (Arfi, 2005).

- *Índices Ecológicos*

Con respecto al análisis de índices ecológicos se encontró una diversidad de Margalef baja a media-alta; ya que se presentaron valores entre 0,42 en el LOT6 y 4,8 en el contiguo LOT7, como se puede apreciar en la (Tabla 3.3.3-34). Siguiendo al índice de Shannon-Weaver, se obtuvo una diversidad específica media-baja, donde el mayor dato reportado se presentó en LOT7 con 2,37 unidades, mientras que el menor fue LOT15 con 0,44 unidades.

El estimador de Simpson reflejó una dominancia baja en casi todos los puntos, menos en los LOT12 y 13, donde el puntaje de Simson superó el de Pielou; indicando una dominancia de tasas específicos alta. Continuando con el índice de igualdad, la mayoría de puntos obtuvo un puntaje mayor a 0,5, sin tener en cuenta a LOT13 con 0,23 puntos (**Tabla 3.3.3-34**)

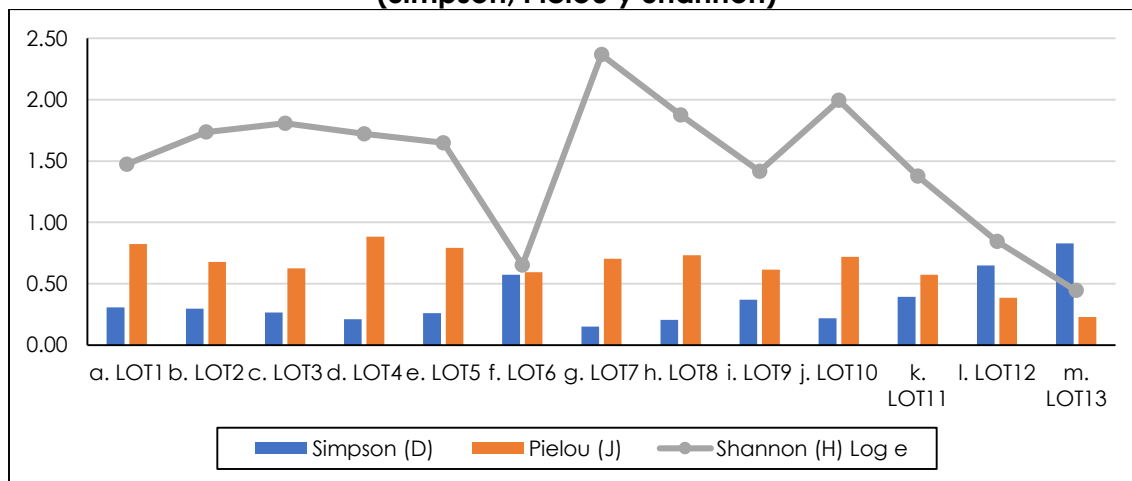
Tabla 3.3.3-34 Índices Ecológicos calculados para Fitoplancton en los Sistemas Lóticos Temporada 2

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LOT1	6	12	0,31	1,47	2,01	0,82
LOT2	13	75	0,30	1,74	2,78	0,68
LOT3	18	263	0,27	1,81	3,05	0,63
LOT4	7	47	0,21	1,72	1,56	0,88
LOT5	8	89	0,26	1,65	1,56	0,79
LOT6	3	122	0,57	0,65	0,42	0,59
LOT7	29	343	0,15	2,37	4,80	0,70
LOT8	13	154	0,21	1,88	2,38	0,73
LOT9	10	149	0,37	1,42	1,80	0,61
LOT10	16	222	0,22	1,99	2,78	0,72
LOT11	11	217	0,39	1,38	1,86	0,57
LOT12	9	200	0,65	0,85	1,51	0,38
LOT13	7	165	0,83	0,44	1,18	0,23

Fuente: ETSA, 2021

En la **Figura 3.3.3-69** se observa más detalladamente la tendencia de LOT12 y 13, donde poseen una dominancia alta y una diversidad baja, mientras que en los demás puntos la diversidad es mucho mas alta que la dominancia.

Figura 3.3.3-69 Índices de Diversidad calculados para Fitoplancton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

b. Zooplancton

- Riqueza, Composición Y Abundancia

El zooplancton en los 13 sistemas lóticos evaluados estuvo compuesto por los 6 filos, los cuales son Arthropoda, Ciliophora, Gastrotricha, Nematoda, Protozoa y Rotifera, dentro de los cuales se hallaron 10 clases, 13 órdenes, 28 familias y 34 taxa. Rotifera obtuvo el mayor número de taxa (17); mientras que los filos que obtuvieron menor representatividad de taxa fueron Ciliophora, Gastrotricha y Nemátoda con 1 taxa cada uno. **(Tabla 3.3.3-35).**

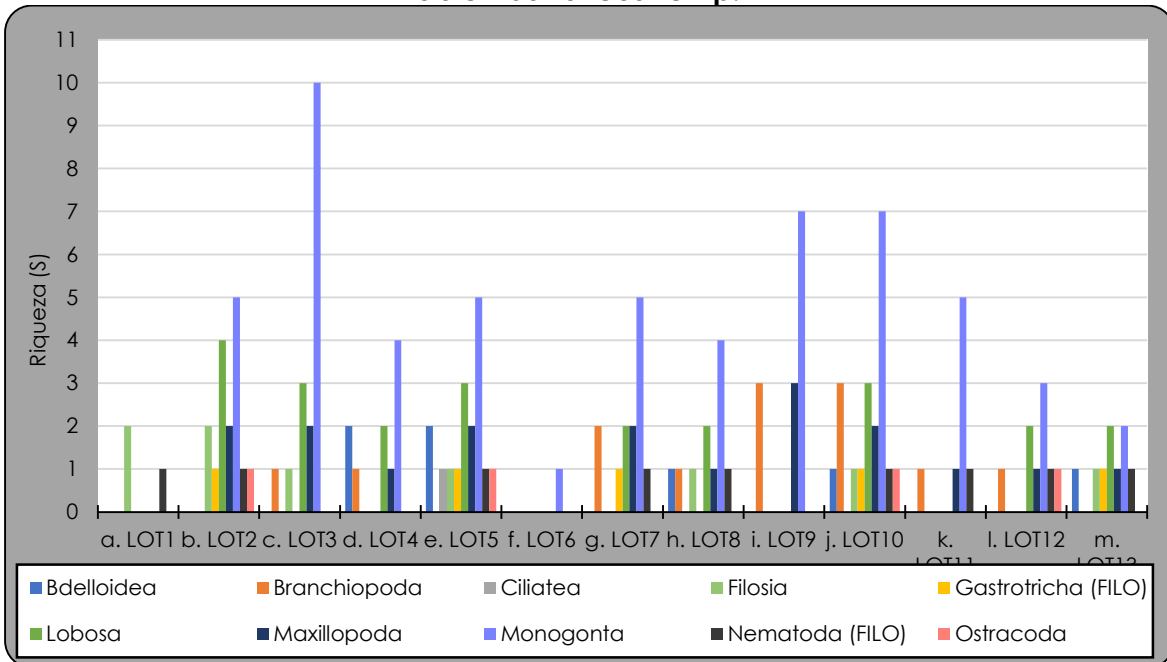
Tabla 3.3.3-35 Composición de Zooplancton en los Sistemas Lóticos Temp. 2

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/mL
Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	-	Morfo 14	0,002
		Cyclopoida	-	Morfo 26	0,073
		-	-	Morfo 6	0,197
	Ostracoda	-	-	Morfo 15	0,007
	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	Diaphanosoma sp.	0,023
			Daphniidae	Ceriodaphnia sp.	0,011
			Moinidae	Moina sp.	0,008
Macrothricidae			Macrothrix sp.	0,006	
Ciliophora	Ciliatea	Peritrichida	Vorticellidae	Vorticella sp.	0,001
Gastrotricha	Gastrotricha (FILO)	-	-	Morfo 17	0,011
Nematoda	Nematoda (FILO)	-	-	Morfo 34	0,024
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropxyidae	Centropxyis sp.	0,056
			Arcellidae	Arcella sp.	0,093
			Diffugiidae	Diffugia sp.	0,053
			Lesquereusiidae	Lesquereusia sp.	0,002
	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	Trinema sp.	0,013
Rotifera	Monogonta	Ploima	Notommatidae	Cephalodella sp.	0,021
			Brachionidae	Monommata sp.	0,001
				Brachionus sp.	0,685
				Keratella sp.	0,056
				Anuraeopsis sp.	0,014
				Platylas sp.	0,006
			Lecanidae	Lecane sp.	0,050
			Lepadellidae	Colurella sp.	0,018
				Lepadella sp.	0,001
			Synchaetidae	Polyarthra sp.	0,085
			Euchlanidae	Euchlanis sp.	0,010
			Trichocercidae	Trichocerca sp.	0,009
			Asplanchnidae	Asplanchna sp.	0,003
	Flosculariaceae	Filiniidae	Filinia sp.	0,191	
		Hexarthridae	Hexarthra sp.	0,011	
	Bdelloidea	-	-	Morfo 33	0,010
		-	-	Adinetidae	Adineta sp.
Total general					1,808

Fuente: ETSA, 2021

Primero se trató la riqueza de las comunidades zooplanctónicas, en lo que se halló una riqueza máxima total por clase en el clado Monogonta con 58 taxa, seguido por Lobosa con 23, para luego encontrar 18 taxa pertenecientes a la clase Maxillopoda; finalizando se encontró la clase Ciliata con 1 taxa reportado en los 13 puntos de muestreo (**Figura 3.3.3-70**). Entre tanto, ninguna clase se encontró en la totalidad de puntos muestreados, sin embargo, las clases Monogonta y Maxillopoda se registraron en 12 de los 13 sistemas lóticos.

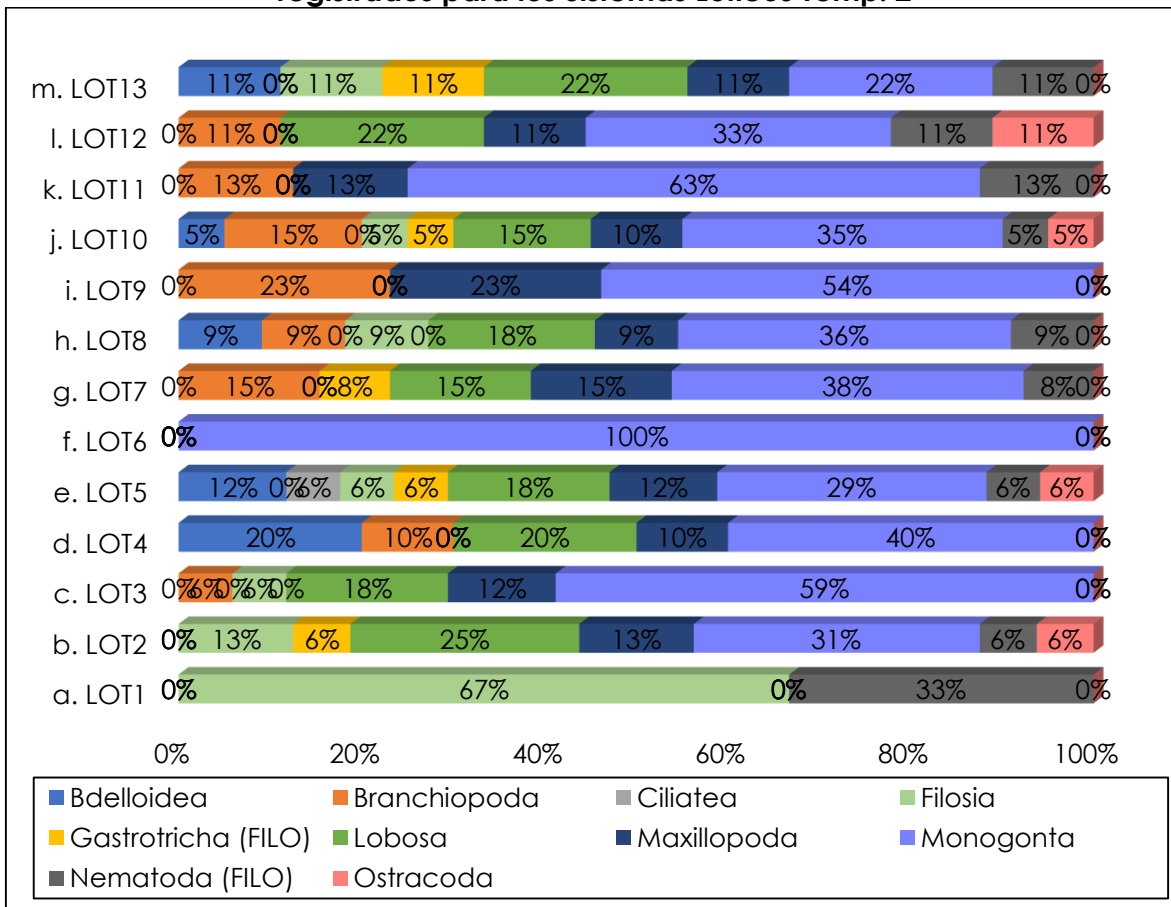
Figura 3.3.3-70 Riqueza de géneros en los fillos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

Continuando con el análisis de riqueza, se observó que el punto de muestreo con mayor riqueza fue LOT10 con 20 taxa registrados, seguido por LOT3 y 5 con 17 taxa; para finalizar con LOT6 que solo registró la presencia de Monogonta; lo que explica la **Figura 3.3.3-71**. en donde LOT6 obtuvo 100% de representatividad por parte de la clase Monogonta.

Figura 3.3.3-71 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2

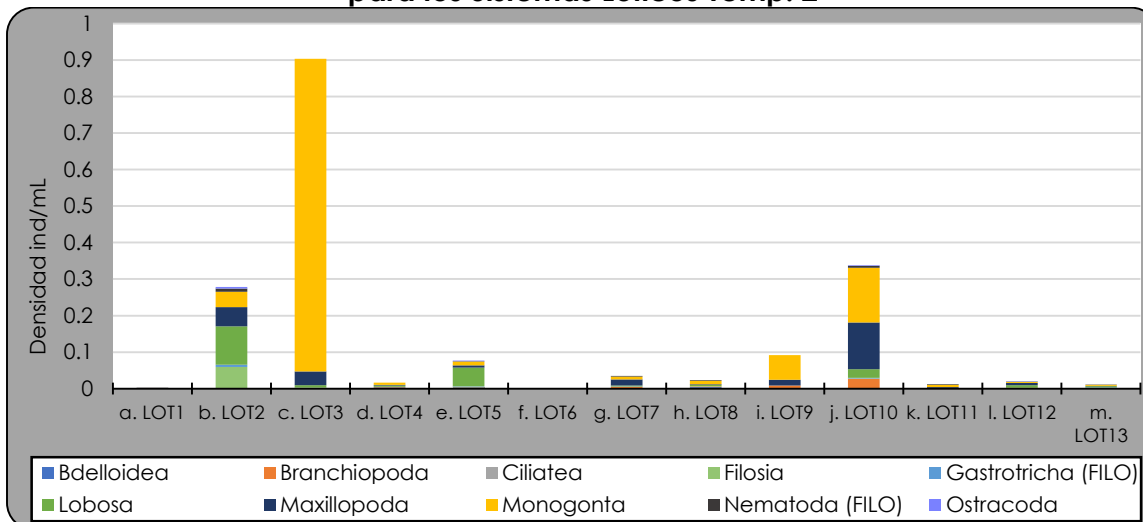


Fuente: ETSA, 2021

En abundancia, la densidad acumulada fue de 1,8 ind/mL, encontrando que el mayor aporte a este número fue por parte de LOT3 con 0,9 ind/mL, seguido por LOT10 con un total de 0,3 ind/mL y LOT2 con 0,2 ind/mL; mientras que el resto de puntos no superan el 0,1 ind/mL. La clase con mayor densidad fue Monogonta con 1,16 ind/mL, y por el contrario el menor puntaje fue dado por la clase Ciliata con 0,001 ind/mL.

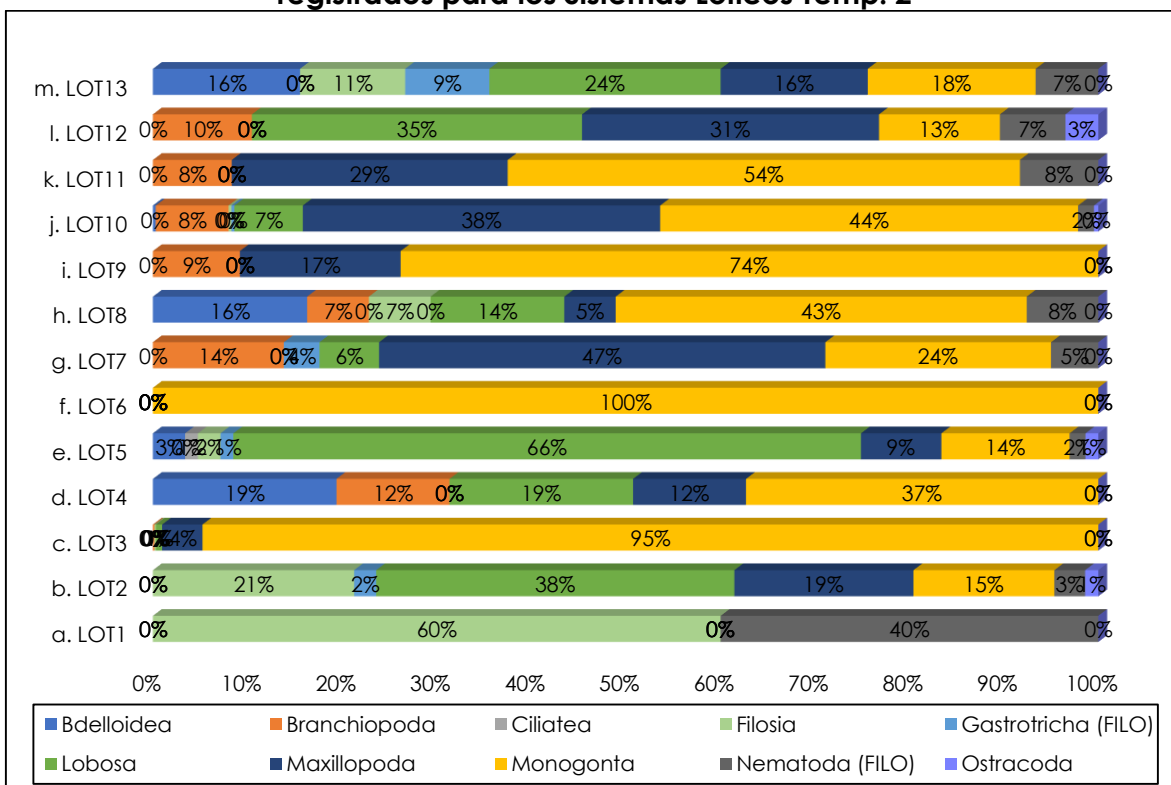
Continuando, la clase Monogonta le brindó la mayor abundancia a LOT3 con una abundancia de 0,85 ind/mL, al igual que en LOT10 con 0,14 ind/mL (**Figura 3.3.3-72**). Además de lo ya mencionado, si se observa la (**Figura 3.3.3-73**) se continúa con la misma tendencia en donde Monogonta representa más del 40% de los sistemas LOT11, 10, 9, 8, 6 y 3. De forma semejante, las clases Filosia y Maxillopoda superan el umbral del 40% en LOT 1 y 7 respectivamente con el 60% y el 47%.

Figura 3.3.3-72 Abundancia de géneros en los fillos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



Fuente: ETSa, 2021

Figura 3.3.3-73 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Zooplancton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



Fuente: ETSa, 2021

A partir de la análisis anterior, es claro observar una dominancia de la clase Monogonta (rotíferos); dentro de esta clase el taxa más representativo en número de individuos por unidad de volumen correspondió a *Brachionus sp.* con 0.68 ind/mL. Desafortunadamente la generalidad y abundancia de los rotíferos a través de diversos ecosistemas no permite usarlos como un indicador biológico para establecer el grado de eutrofización del ambiente en el que se encuentren (Roldán & Ramírez, 2008), sin embargo, el género *Brachionus* es capaz de resistir un pH y concentraciones de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos elevados; por lo que estos individuos si indican la presencia de aguas muy eutrofizadas (Streble & Krauter, 1987) (Roldán & Ramírez, 2008).

- *Índices Ecológicos*

Para el análisis de los índices ecológicos se evaluó primero la diversidad de Margalef, la cual estuvo entre valores muy bajos (0,00 en LOT6) hasta valores medios (LOT5 con 2,86) unidades (**Tabla 3.3.3-36**). Siguiendo al índice de Shannon, este presentó diversidades medias y bajas, otra vez con un valor de 0 para LOT6, pero con un valor mayor en LOT2 con 2,38 puntos.

Continuando con el estimador de Simpson, este reflejó una dominancia baja en 11 puntos, una dominancia media en LOT3 y una dominancia máxima de 1 unidad en LOT6. Por último, como se puede observar en la (**Tabla 3.3.3-36**) el índice de Pielou reportó una igualdad de los taxa máximo con 1 unidad en LOT4, unas cercanas a la uniformidad con 0,99 (LOT2), 0,98 (LOT13) y 0,91 (LOT11), y por último, una uniformidad nula en LOT6 (0,00).

Finalizando, al analizar la (**Fuente:** ETSA, 2021

Figura 3.3.3-74) se encontró unos resultados variados diversidades representadas por el índice de Shannon, y unos valores de equidad muy altos en casi todos los puntos.

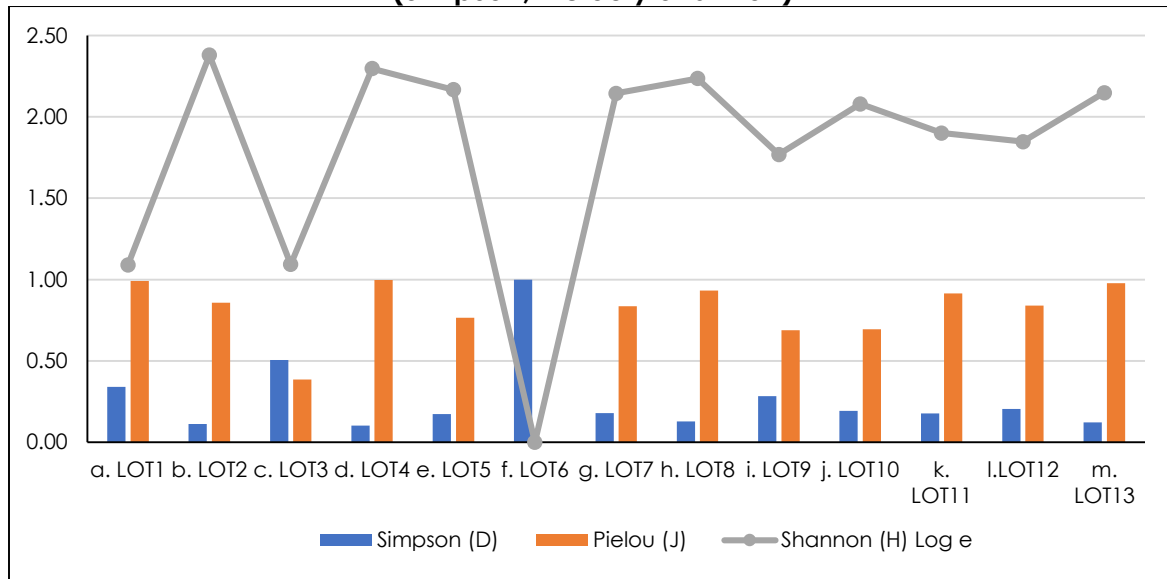
Tabla 3.3.3-36 Índices Ecológicos calculados para Zooplancton en los Sistemas Lóticos Temporada 2

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LOT1	3	10	0,34	1,09	0,87	0,99
LOT2	16	428	0,11	2,38	2,48	0,86
LOT3	17	3475	0,51	1,09	1,96	0,39
LOT4	10	67	0,10	2,30	2,14	1,00
LOT5	17	294	0,17	2,17	2,82	0,76
LOT6	1	5	1,00	0,00	0,00	
LOT7	13	159	0,18	2,14	2,37	0,84
LOT8	11	92	0,13	2,24	2,21	0,93
LOT9	13	359	0,28	1,77	2,04	0,69
LOT10	20	1300	0,19	2,08	2,65	0,69

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LOT11	8	48	0,18	1,90	1,81	0,91
LOT12	9	86	0,20	1,85	1,80	0,84
LOT13	9	45	0,12	2,15	2,10	0,98

Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-74 Índices de Diversidad calculados para Zooplancton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

c. *Perifiton*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

La composición de la comunidad perifítica se basó en 6 filos: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Ochrophyta, Euglenozoa, Chlorophyta y Charophyta, dentro de estos se hallaron 11 clases, 25 órdenes, 45 familias y 64 taxa. Bacillariophyta obtuvo el mayor número de taxa con 27; mientras que Ochrophyta fue el filo que reportó menor taxa, con 3 especies (**Tabla 3.3.3-37**).



Tabla 3.3.3-37 Composición de Perifiton en los Sistemas Lóticos Temp. 2

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/cm ²
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium sp.	9231,9
				Oscillatoria sp.	30,9
			Microcoleaceae	Planktothrix sp.	122,8
			Gomontiellaceae	Arthrospira sp.	196,6
		Chroococcales	Chroococcaceae	Komvophoron sp.	64,9
				Chroococcus sp.	23,5
		Synechococcales	Merismopediaceae	Asterocapsa sp.	7,3
				Merismopedia sp.	9,0
			Pseudanabaenaceae	Limnothrix sp.	936,6
				Pseudanabaena sp.	44,8
				Leptolyngbyaceae	Leptolyngbya sp.
		Nostocales	Rivulariaceae	Rivularia sp.	181,6
			Nostocaceae	Anabaena sp.	26,5
		Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Licmophoraceae
Ulnariaceae	Ulnaria sp.				591,8
Cymbellales	Gomphonemataceae			Gomphonema sp.	2940,7
				Encyonema sp.	2459,5
Bacillariales	Bacillariaceae			Nitzschia sp.	20447,1
				Tryblionella sp.	102,5
				Psammodictyon sp.	76,9
				Cf. Simonsenia sp.	134,0
Naviculales	Amphipleuraceae			Frustulia sp.	372,6
	Naviculaceae			Navicula sp.	2015,6
				Gyrosigma sp.	110,8
	Pinnulariaceae			Pinnularia sp.	785,6
	Sellaphoraceae			Sellaphora sp.	47,3
Diadesmidaceae	Luticola sp.			358,5	
Eunotiales	Eunotiaceae			Eunotia sp.	523,8
Surirellales	Surirellaceae			Surirella sp.	712,4
Cocconeidales	Cocconeidaceae			Cocconeis sp.	22,0
Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	Cyclotella sp.	469,1	
Coccinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira sp.	14,5	
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Characiopsidaceae	Characiopsis sp.	369,1



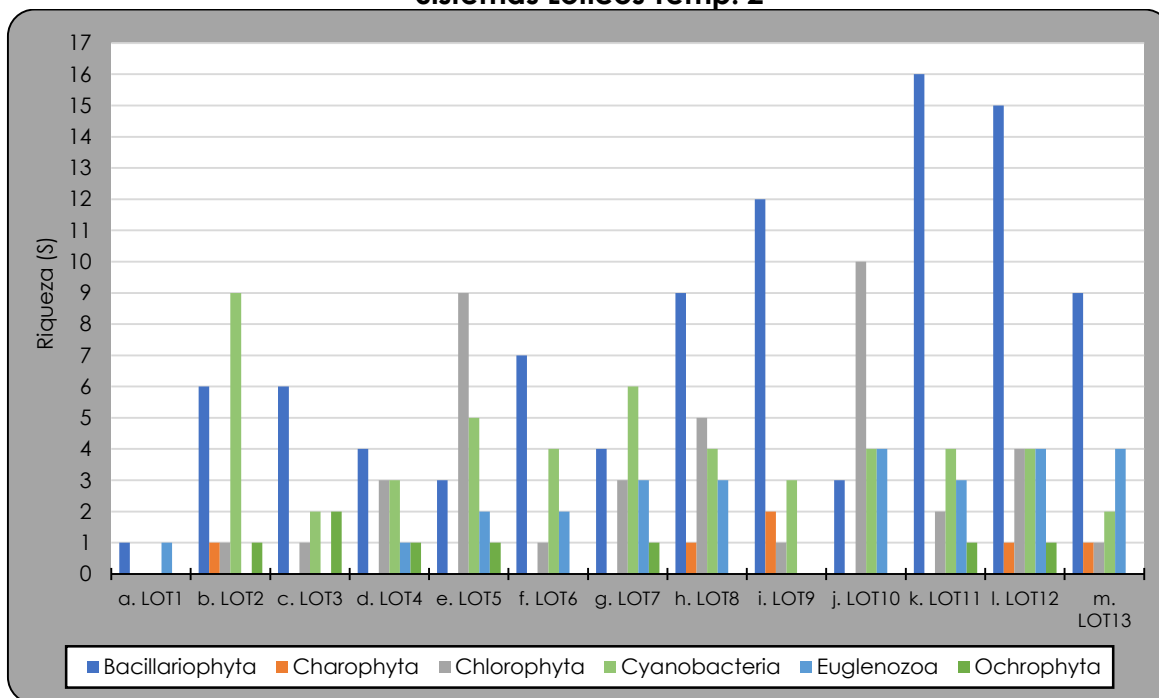
FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/cm ²	
		Tribonematales	Tribonemataceae	Tribonema sp.	28,7	
	Eustigmatophyceae	Eustigmatales	Eustigmataceae	Pseudocharaciopsis sp.	14,3	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Phacidae	Lepocinclis sp.	597,1	
				Lepocinclis acus	443,3	
				Phacus sp.	100,1	
			Euglenidae	Trachelomonas sp.	532,9	
				Strombomonas sp.	24,3	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Characiaceae	Characium sp.	139,7	
				Korshikoviella sp.	5,3	
			Scenedesmaceae	Desmodesmus sp.	225,7	
				Tetrastrum sp.	41,7	
				Coelastrum sp.	21,0	
				Scenedesmus sp.	21,2	
			Selenastraceae	Monoraphidium sp.	114,9	
			Radiococcaceae	Radiococcus sp.	31,3	
			Treubariaceae	Treubaria sp.	34,8	
			Hydrodictyceae	Tetraedron sp.	17,6	
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium sp.	249,6	
				Oedocladium sp.	9,2	
				Bulbochaete sp.	158,8	
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	Stigeoclonium sp.	247,1	
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	Pandorina sp.	24,9	
			Chlorococcaceae	Cf. Chlorococcum sp.	1074,5	
		Ulvophyceae	Ignatiales	Ignatiaceae	Pseudocharacium sp.	166,1
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Closteriopsis sp.	236,4
				Oocystaceae	Crucigeniella sp.	264,2
					Oocystis sp.	55,9
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	Closterium sp.	62,0	
			Desmidiaceae	Cosmarium sp.	10,0	
		Zygnematales	Zygnemataceae	Spirogyra sp.	338,0	
			Mesotaeniaceae	Cylindrocystis sp.	28,0	
Total general					49392,4	

Fuente: ETSA, 2021

Primero se realizó el análisis de riqueza, para el cual se encontró que el filo Bacillariophyta tuvo el mayor valor de riqueza por punto, en LOT11 con 16 taxa, a este valor le siguió el mismo filo en LOT12 con 15 taxa, y LOT9 con 12 taxa. En el LOT10 se presentó la mayor riqueza por parte del filo Chlorophyta con 10 taxa, y subsecuentemente, en LOT5 con 9 taxa. En cambio, los registros de 1 taxa; es decir la menor riqueza reportada, se encontraron en todos los puntos exceptuando a LOT10. Los reportes de 1 taxa los obtuvieron todos los filos menos Cyanobacteria. En cuanto a la riqueza por punto, LOT12 obtuvo el mayor puntaje con 29 taxa, siguió LOT1 con 26 y LOT8 con 20, y, por último, LOT1 estuvo en último lugar con 2 taxa (**Figura 3.3.3-75**).

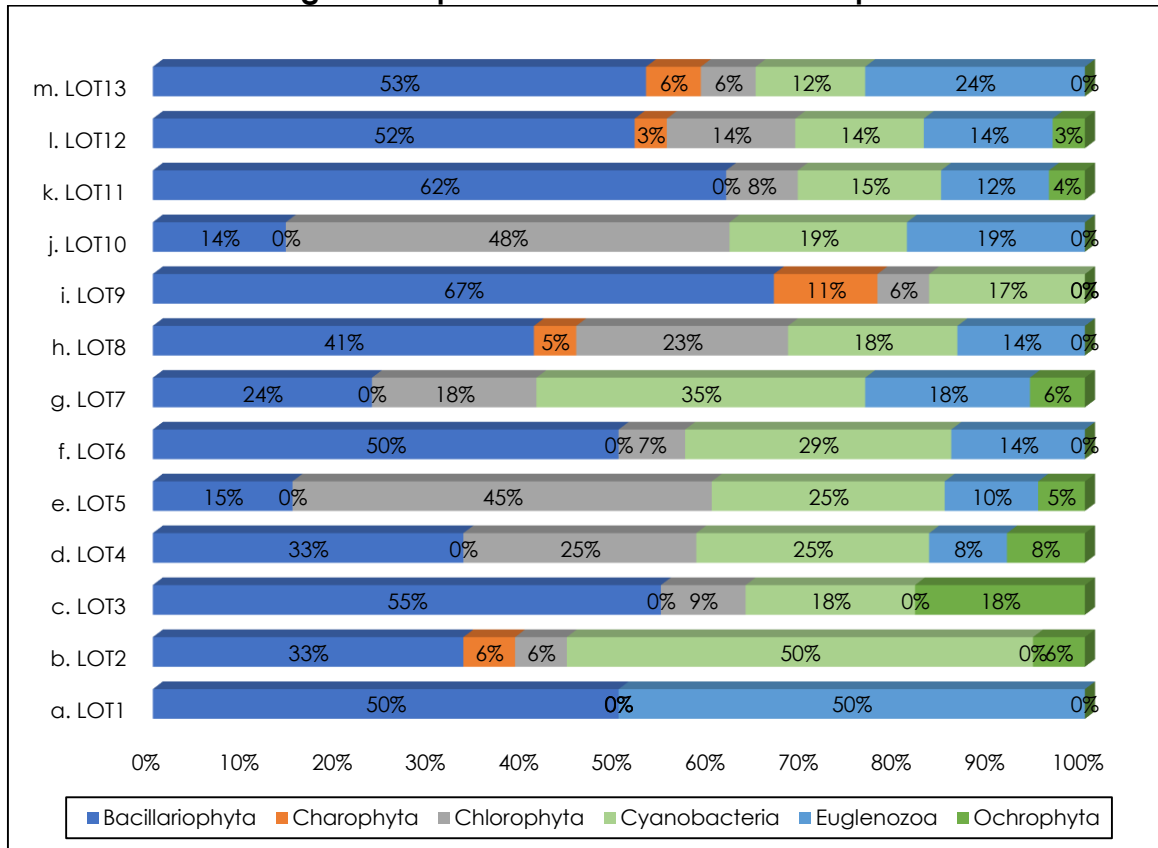
Como segundo punto, se analizó la (**Figura 3.3.3-76**) en donde se encontró que el filo Bacillariophyta es el único que se encontró en la totalidad de puntos de muestreo, seguido por Cyanobacteria, Chlorophyta y Euglenozoa con 12 apariciones, luego Ochrophyta con 7 y finalmente Charophyta con 5. A modo de cierre, al LOT1 obtener solo 2 taxa con la misma riqueza, estos representaron el 50% de representatividad cada uno, en cambio, sitios como LOT9, LOT2, LOT11, LOT12 y LOT13 tienen una clara tendencia de dominancia de una de los filos registrados en cada uno.

Figura 3.3.3-75 Riqueza de géneros en los filos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-76 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2

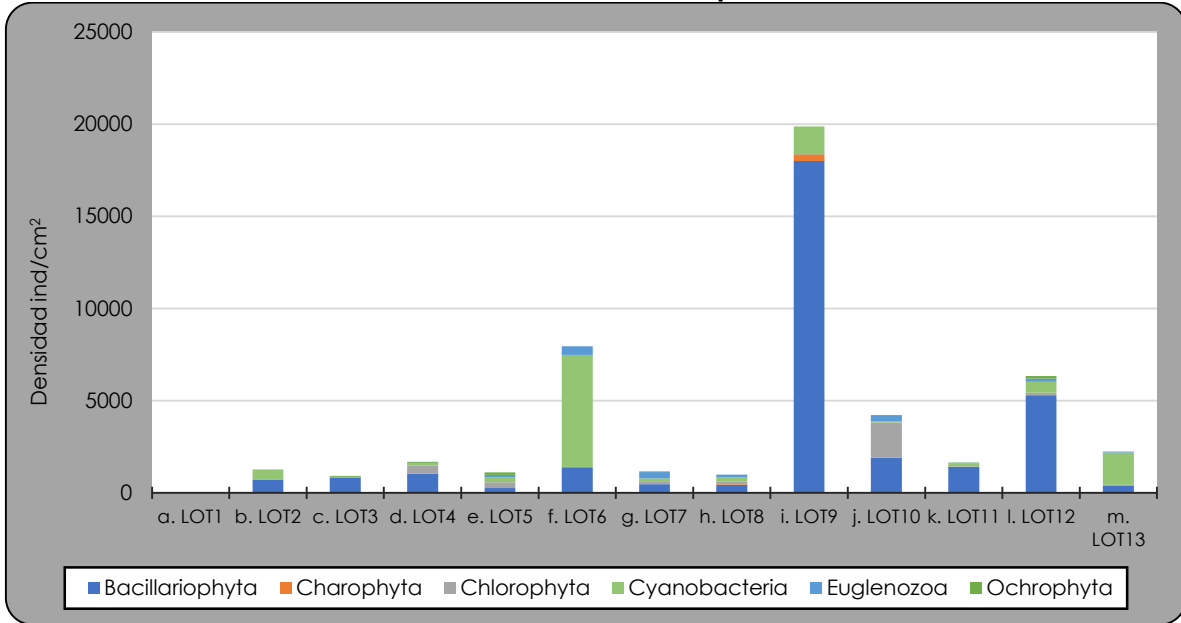


Fuente: ETSA, 2021

En el análisis de abundancia se halló que el mayor valor por filo fue para Bacillariophyta con 32190 ind/cm², seguido por Cyanobacteria con 11514 ind/cm², mientras que el menor registro lo presentó Ochrophyta con 412 ind/cm². Continuando con la abundancia por punto de muestreo fue LOT9 el que obtuvo el mayor valor con 19868 ind/cm², luego estuvo LOT6 con 7944 ind/cm² y LOT12 con 6326 ind/cm². En el último lugar estuvo el sistema LOT 1 con solo 38 ind/cm² (**Figura 3.3.3-77**). Por último, en términos de la densidad acumulada, esta fue de 49392 ind/cm².

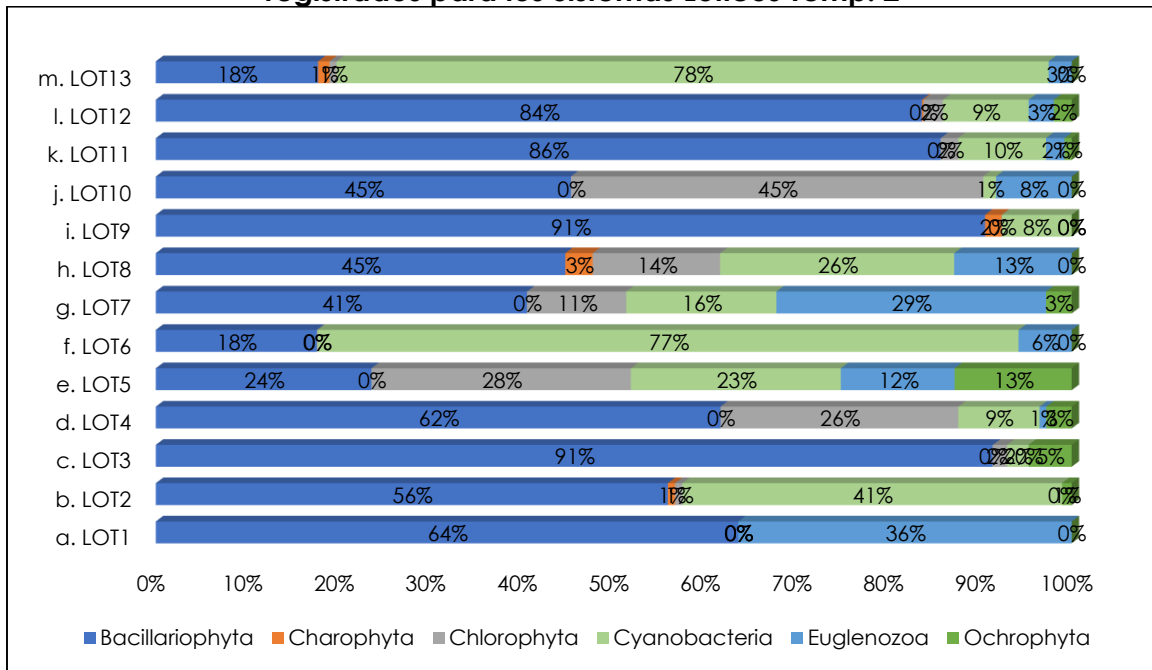
Ahora, analizando la **Figura 3.3.3-78** se evidencia que el filo Bacillariophyta posee una dominancia en la abundancia de los sistemas 12, 11, 10, 9, 8, 7, 4, 3, 2, 1, mientras que en LOT6 y 13 la dominancia en abundancia la presenta Cyanobacteria. Además, el porcentaje de representatividad menor lo obtuvo Ochrophyta en LOT12, 11, 7 y 2, Euglenozoa en LOT6 y 1, y Charophyta en LOT13 y 8.

Figura 3.3.3-77 Abundancia de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2




Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-78 Porcentaje de Riqueza de géneros en los filamentos de Perifiton registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

A partir del análisis de composición se extrae que las diatomeas mejor representadas fueron *Nitzschia* sp. (20447 ind/cm²) y *Navicula* sp. (2015 ind/cm²). El género *Nitzschia* se caracteriza por vivir en lugares con corrientes reducidas y con alta cantidad de sólidos, lo que les permite tener una tolerancia media a la contaminación orgánica (Ramírez J. J., 2000) (Pinilla, 2000); mientras que el género *Navicula* habita en aguas turbulentas, mesotróficas y pueden sobrevivir en sistemas con baja incidencia lumínica (Ramírez J. J., 2000). Estos datos poblacionales sugieren que el LOT9 presentó características de hábitat que permiten la proliferación de estas algas.

Para el caso de *Encyonema*, se ha mencionado a este género como un alga propia de ecosistemas oligotróficos con baja mineralización y pH (Morales-Velasco & Salazar-Sánchez, 2012) (Carmona-Jiménez, Ramírez-Rodríguez, Bojorge-García, González-Hidalgo, & Cantoral- Uriza, 2016); lo que no corresponde a lo esperado debido a la turbidez y las otras especies reportadas en el sitio.

Por último, un afloramiento de cianobacterias (*Phormidium* sp., principalmente) es indicador de una modificación en las características naturales de un cuerpo de agua, causadas principalmente por el impacto antrópico de diversa índole (Chorus & Bartram, 1999). Dentro de los factores limitantes para su crecimiento se encuentran el fósforo y nitrógeno (Polanía, 2010); por lo que su alta densidad poblacional en LOT6 y 13 es probablemente una respuesta ante la alta disponibilidad de estos elementos.

- *Índices Ecológicos*

Para el análisis de los índices ecológicos se halló que la diversidad de Margalef estuvo entre el valor mínimo (0) (LOT6) y máximo de 2,14 (LOT4), lo que indica medidas de diversidad bajas y medias. Siguiendo al índice de Shannon-Weaver, en este índice se obtuvo una diversidad media-baja, donde el mayor dato reportado se presentó en LOT2 con 2,38 unidades, mientras que el menor fue LOT6 con 0 unidades (**Tabla 3.3.3-38**).

El estimador de Simpson reflejó una dominancia máxima en LOT6 con 1 unidad, mientras que el resto de puntos presentó una dominancia media en LOT3 y baja en el resto de puntos. Por último, como se puede observar en la **Tabla 3.3.3-38**, el índice de igualdad reportó una respuesta contraria a los datos de dominancia, con valores entre 1 en LOT4 y 0 en LOT6.

Para finalizar el análisis ecológico (**Fuente:** ETSA, 2021

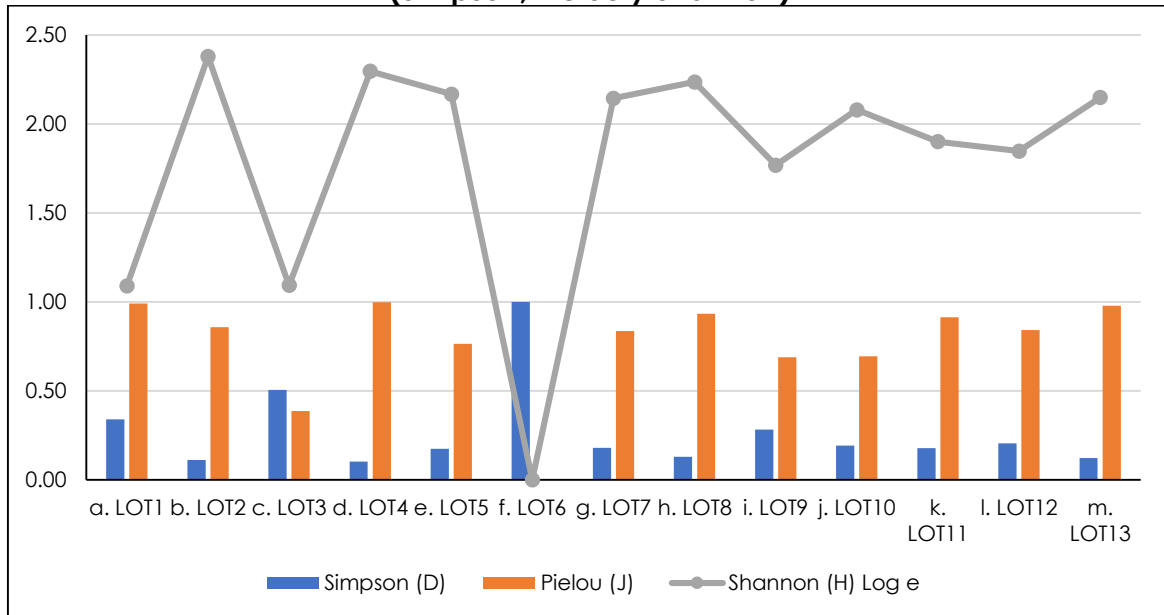
Figura 3.3.3-79), se observó que los resultados del índice de Shannon fue muy bajo en LOT6, donde se presentó una dominancia máxima y una diversidad baja. El resto de puntos evidencian una diversidad media y una dominancia media-baja.

Tabla 3.3.3-38 Índices Ecológicos calculados para Perifiton en los Sistemas Lóticos Temporada 2

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LOT1	3	10	0,34	1,09	0,87	0,99
LOT2	16	428	0,11	2,38	2,48	0,86
LOT3	17	3475	0,51	1,09	1,96	0,39
LOT4	10	67	0,10	2,30	2,14	1,00
LOT5	17	294	0,17	2,17	2,82	0,76
LOT6	1	5	1,00	0,00	0,00	
LOT7	13	159	0,18	2,14	2,37	0,84
LOT8	11	92	0,13	2,24	2,21	0,93
LOT9	13	359	0,28	1,77	2,04	0,69
LOT10	20	1300	0,19	2,08	2,65	0,69
LOT11	8	48	0,18	1,90	1,81	0,91
LOT12	9	86	0,20	1,85	1,80	0,84
LOT13	9	45	0,12	2,15	2,10	0,98

Fuente: ETSA, 2021

Figura 3.3.3-79 Índices de Diversidad calculados para Perifiton Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

d. *Bentos*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

Los organismos encontrados en el bentos de los sistemas lóticos de la temporada 2 estuvieron distribuidos en los filos Annelida, Arthropoda y Mollusca, estos a su vez

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

estuvieron divididos en 6 clases, 15 órdenes, 32 familias y 54 taxa. Arthropoda presentó el mayor número de taxa con 44, luego le siguió Mollusca con 7, y por último se encontró Annelida con 3 taxa (**Tabla 3.3.3-39**).

Tabla 3.3.3-39 Composición de Bentos en los Sistemas Lóticos Temp. 2

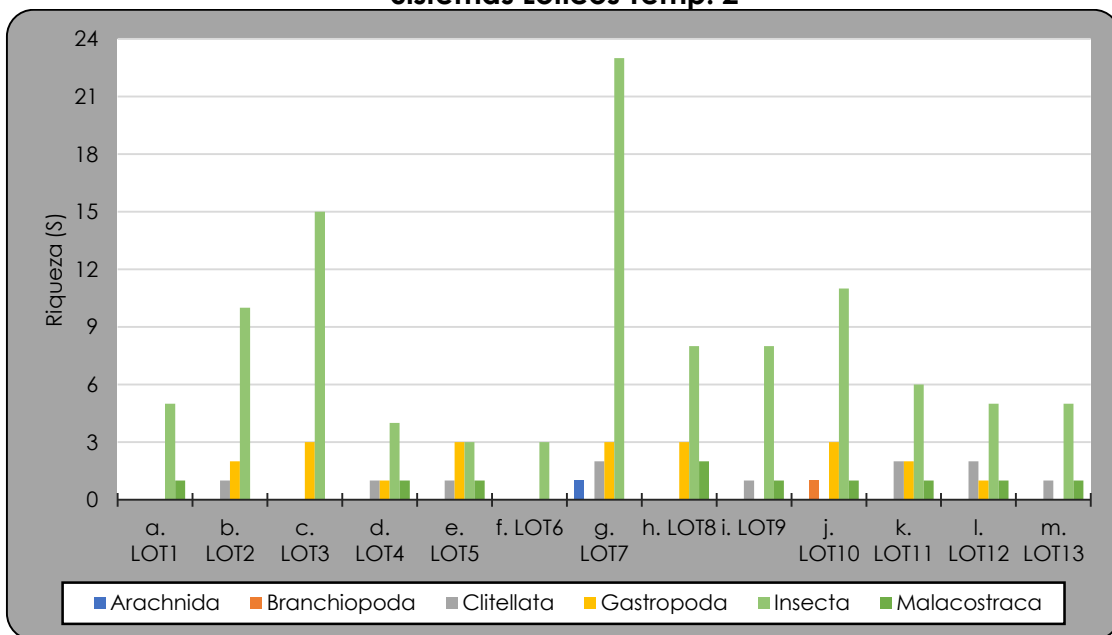
FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/m ²	
Annelida	Clitellata	Tubificida	---	Morfo 74	278,9	
		Hirudinida	Glossiphoniidae	Morfo 7	2,7	
		Lumbriculida	Lumbriculidae	Morfo 36	2,7	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfo 1	629,6	
			Ceratopogonidae	Alluaudomyia sp.	335,9	
				Probezzia sp.	9,3	
			Tabanidae	Chrysops sp.	10,9	
			Tipulidae	Molophilus sp.	1,3	
				Tipula sp.	1,3	
			Culicidae	Culex sp.	25,3	
				Mansonia sp.	6,7	
				Anopheles sp.	1,3	
			Stratiomyidae	Odontomyia sp.	5,3	
			Corethrellidae	Corethrella sp.	4,0	
			Hemiptera	Notonectidae	Martarega sp.	1,3
					Buenoa sp.	8,0
		Micronectidae		Tenagobia sp.	393,9	
		Pleidae		Neoplea sp.	80,1	
		Belostomatidae		Lethocerus sp.	4,0	
			Belostoma sp.	8,0		
		Naucoridae	Limnocoris sp.	1,3		
			Pelocoris sp.	2,7		
		Ephemeroptera	Baetidae	Callibaetis sp.	33,5	
				Morfo 3	9,5	
			Caenidae	Caenis sp.	100,9	
		Coleoptera	Hydrophilidae	Derallus sp.	9,4	
				Tropisternus sp.	21,4	
				Berosus sp.	24,0	
				Enochrus sp.	6,7	
				Helochares sp.	6,7	
			Noteridae	Hydrocanthus sp.	69,4	
				Suphis sp.	4,0	
				Suphisellus sp.	26,7	
			Dytiscidae	Laccophilus sp.	37,3	
				Pachydus sp.	17,3	
				Morfo 56	6,7	
				Celina sp.	4,0	
			Odonata	Coenagrionidae	Acanthagrion sp.	15,1
		Argia sp.			1,4	
		Libellulidae		Telebasis sp.	12,0	
				Macrothemis sp.	8,3	
		Lepidoptera	Crambidae	Sympetrum sp.	2,7	
				Morfo 37	1,3	
		Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Macrobrachium sp.	82,1
				Trichodactylidae	Morfo 97	14,8
		Branchiopoda	Diplostraca	Cyclestheriidae	Cyclestheria sp.	41,3
		Arachnida	Acari (Subclase)	---	Morfo 84	18,7
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	Pomacea sp.	144,1	

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	ABUNDANCIA ind/m ²
				Marisa sp.	25,3
		Basommatophora	Planorbidae	Morfo 75	168,2
				Ferrissia sp.	8,0
			Physidae	Physa sp.	6,7
		Neotaenioglossa	Thiaridae	Morfo 104	18,9
			Cochliopidae	Pyrgophorus sp.	6,7
Total general					2767,6

Fuente: ETSA, 2021

En el análisis de riqueza de las comunidades bentónicas para cada clase, se encontró que la clase con mayor riqueza fue Insecta con 106 taxa identificados; cabe agregar que también Insecta fue el que obtuvo una mayor riqueza en todos los puntos evaluados, con excepción del punto LOT5 donde comparte la misma riqueza de Gastropoda (3 taxa). El mayor puntaje de Insecta es encontrado en LOT7 con 23 taxa; seguido por LOT3 con 15 y LOT10 con 11. Además, la segunda clase en obtener la mayor riqueza total fue Gastropoda con 21 taxa, y las clases que consiguieron la menor riqueza fueron Arachnida y Branchiopoda con 1 taxa reportado cada uno como se puede observar en la **(Figura 3.3.3-80)**.

Figura 3.3.3-80 Riqueza de géneros en los filos de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2

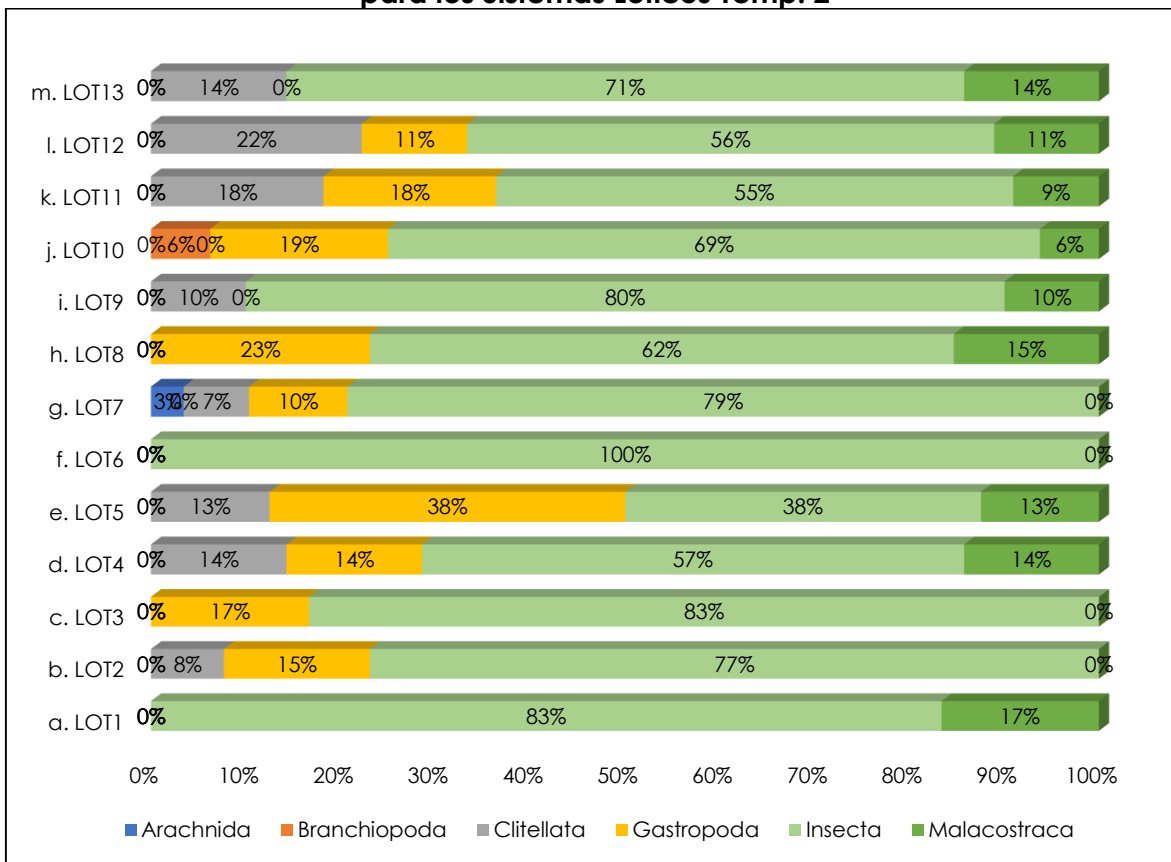


Fuente: ETSA, 2021

La riqueza por punto, LOT7 fue el que logró el mayor registro con 29 taxa (aportados principalmente por Insecta), siguió LOT3 con 18 taxa, y LOT10 con 16 taxa. Finalmente el menor registro por punto fue de LOT6 con 3 taxa pertenecientes a la clase Insecta. Para finalizar con el análisis de riqueza, se puede observar en la

(Figura 3.3.3-81) que Insecta fue la única clase que presentó una representatividad en todos los puntos y un porcentaje mayor al 50% en todos los puntos evaluados. La clase Gastropoda también obtuvo porcentajes considerables como en LOT5 con un 38%, mientras que las demás clases no sobrepasan el porcentaje de representatividad del 30%.

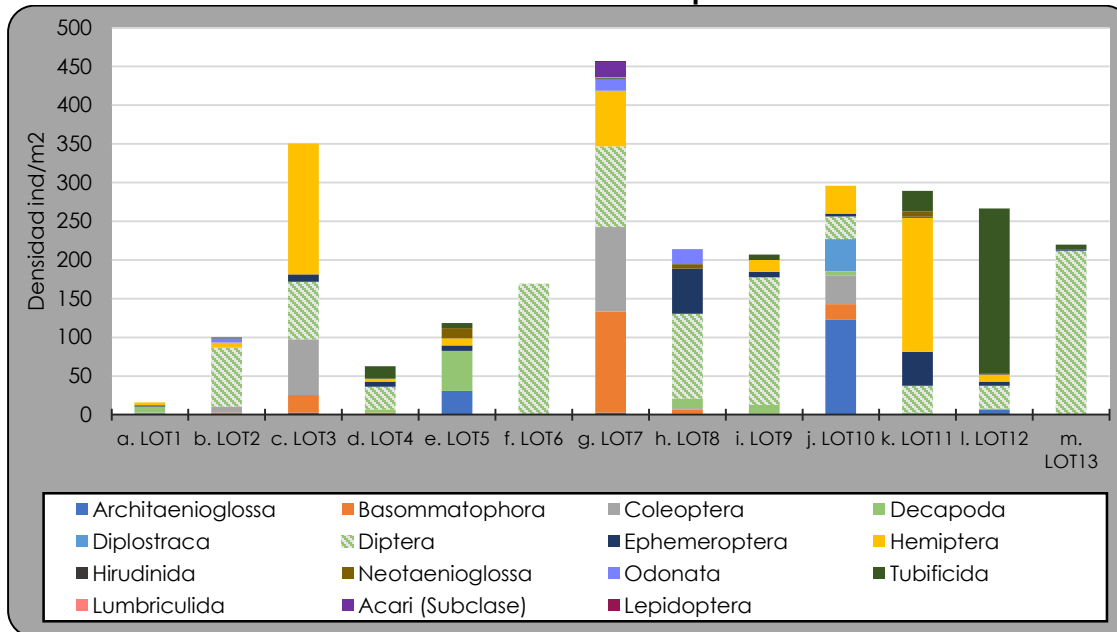
Figura 3.3.3-81 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

En el análisis de la abundancia de macroinvertebrados bentónicos se encontró que el orden con mayor riqueza fue Diptera con 1031,1 ind/m², seguido por Hemiptera con 499 ind/m²; y por último, Lepidoptera con 1,33 ind/m². La densidad acumulada fue de 2767 ind/m², encontrando que el mayor aporte a este número fue por parte de LOT7 con un total de 457 ind/m². Detrás de este punto se ubicó LOT3 con 350 ind/m² y LOT10 con 295 ind/m²; y en último lugar se registró a LOT1 con 15,99 ind/m² (Figura 3.3.3-82).

Figura 3.3.3-82 Abundancia de géneros en los filos de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



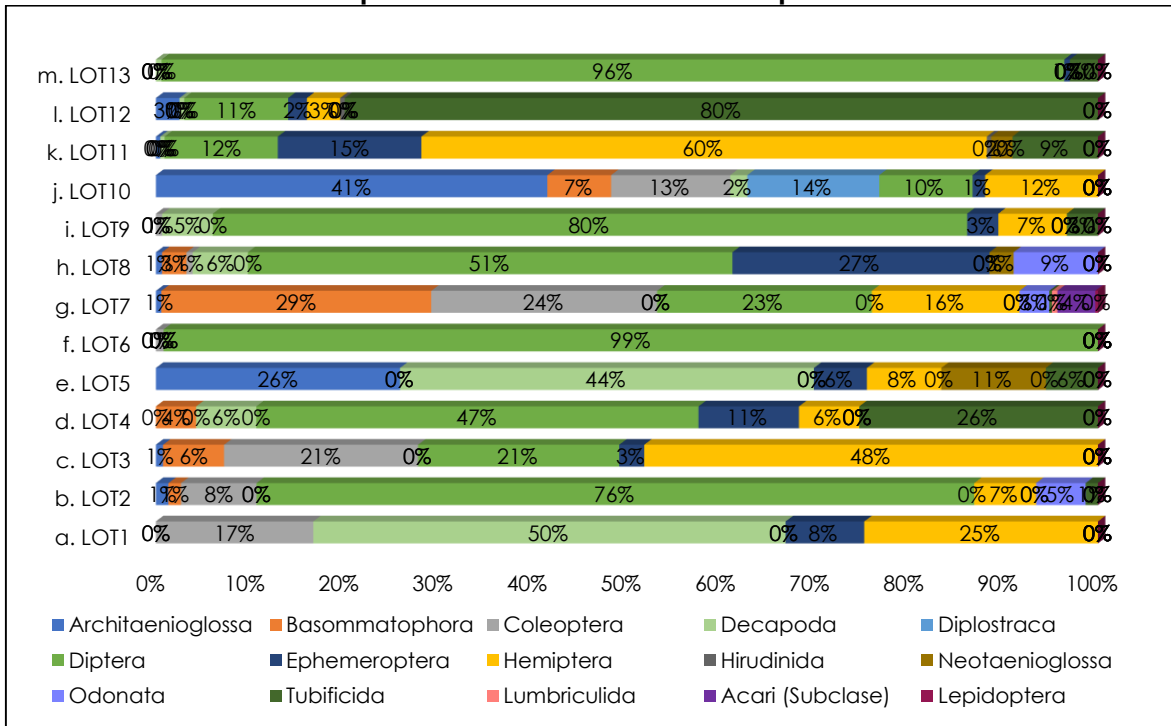
Fuente: ETSA, 2021

En la **(Figura 3.3.3-83)** se observa que en el LOT6 el orden Diptera presenta casi su 100% de representatividad, similarmente en LOT13 donde su representatividad fue de 96%, y en LOT9 donde es del 80%. El orden Odonata también presenta un alto porcentaje en LOT10 con un 41%, mientras que Ephemeroptera representa el 27% en LOT8 y Hemiptera el 60% en LOT11.

Comparando los resultados de riqueza y abundancia de las comunidades bentónicas, se vuelve a encontrar una alta abundancia de la familia Chironomidae, uno de los bioindicadores para aguas muy contaminadas con una alta acumulación de materia orgánica. Asimismo, se encuentra en abundancias mayores a los 300 ind/m² la familia Ceratopogonidae, caracterizada por vivir en aguas moderadamente contaminadas que presentan mesotrofia.

No obstante, también se encuentran organismos de la familia Micronectidae (393 ind/m²), una familia conocida por habitar en sistemas lóticos tropicales no tan contaminados que se alimentan de larvas de dípteros, ejerciendo así un control natural para las altas concentraciones de Dipteros hallados en los sistemas, al igual que la especie bentónica *Macrobrachium sp.*, que habita en esta agua a pesar de ser muy sensible a la contaminación ya que afecta directamente su desarrollo (Roldán & Ramírez, 2008), lo que puede implicar una eutrofización baja o mesotrofia.

Figura 3.3.3-83 Porcentaje de Riqueza de géneros en los fillos de Bentos registrados para los Sistemas Lóticos Temp. 2



Fuente: ETSA, 2021

Otra especie encontrada que es sensible a las aguas turbias y no alcalinas está *Tenagobia* de la familia Hemiptera, la cual se caracteriza por habitar ecosistemas de bajo flujo y en orillas de pozos (Padilla-Gill, 2017) (Rivera-Usme, Camacho-Pinzón, D. L, & Botero-Botero, A, 2008); lo cual se relaciona parcialmente con las características del agua, ya que el pH se acercó a la neutralidad en los puntos donde se halló su mayor número (LOT11 y LOT3). Los miembros del filo Annelida, específicamente de la clases Clitellata se caracterizan por ser recicladores de materia orgánica principalmente, en este caso, Tubificida se ha mencionado como un grupo de organismos altamente tolerantes a la contaminación acuática y baja oxigenación (Roldán & Ramírez, 2008).

- *Índices Ecológicos*

En los índices ecológicos para las comunidades bentónicas de los sistemas lóticos se encontró que la diversidad de Margalef fue media-baja en todos los puntos exepctuando LOT7 con un puntaje mayor a 4.00 unidades. Continuando con el índice de Shannon, este reportó medidas bajas y medias como en el caso de LOT1 con 1,47 unidades; no obstante, el único punto mayor a 2.00 unidades volvió a ser LOT7, indicando una diversidad específica alta (**Tabla 3.3.3-40**).

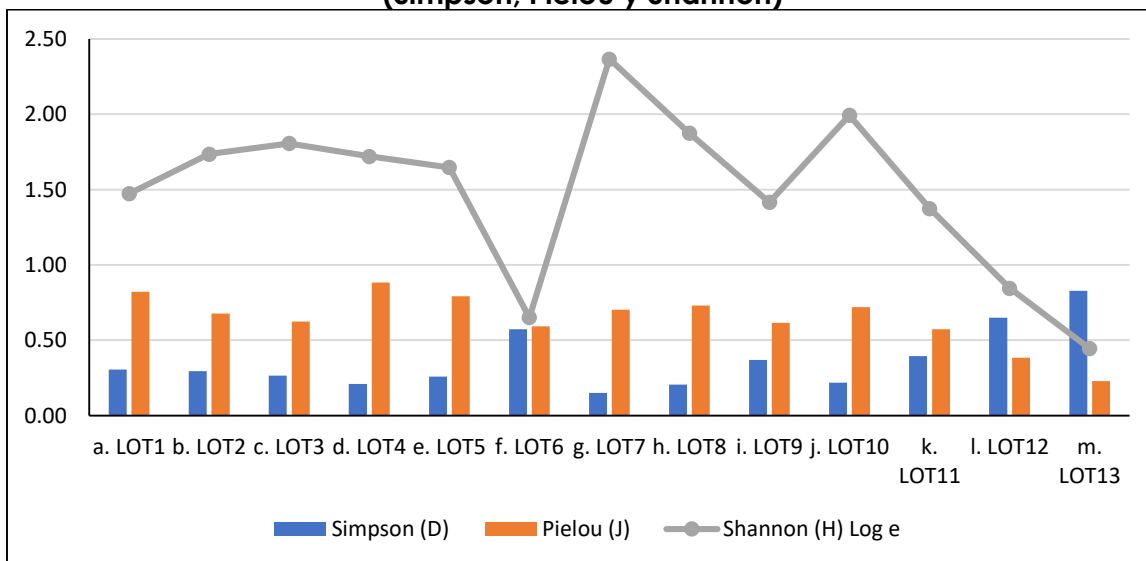
Tabla 3.3.3-40 Índices Ecológicos calculados para Bentos en los Sistemas Lóticos Temporada 2

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)
LOT1	6	12	0,31	1,47	2,01	0,82
LOT2	13	75	0,30	1,74	2,78	0,68
LOT3	18	263	0,27	1,81	3,05	0,63
LOT4	7	47	0,21	1,72	1,56	0,88
LOT5	8	89	0,26	1,65	1,56	0,79
LOT6	3	122	0,57	0,65	0,42	0,59
LOT7	29	343	0,15	2,37	4,80	0,70
LOT8	13	154	0,21	1,88	2,38	0,73
LOT9	10	149	0,37	1,42	1,80	0,61
LOT10	16	222	0,22	1,99	2,78	0,72
LOT11	11	217	0,39	1,38	1,86	0,57
LOT12	9	200	0,65	0,85	1,51	0,38
LOT13	7	165	0,83	0,44	1,18	0,23

Fuente: ETSA, 2021

Por otro lado, el índice de Simpson reflejó una dominancia media y baja; baja en los puntos LOT 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 y 11 ($D < 0.4$), y media en el resto de puntos, con el mayor registrado en LOT12 con 0,65. Por último, el índice de Pielou presentó resultados medios de uniformidad con un mínimo de 0,23 en LOT13 y un máximo en LOT4 con 0,88, lo que también se puede apreciar con más claridad en la **(Figura 3.3.3-84)**, donde los valores de diversidad son menores que los de dominancia solo en LOT13 y son equitativos en LOT6.

Figura 3.3.3-84 Índices de Diversidad calculados para Bentos Temporada 2 (Simpson, Pielou y Shannon)



Fuente: ETSA, 2021

e. *Macrófitas*

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

La comunidad de macrófitas para los ambientes lénticos de la temporada de Junio del 2021 estuvo representada por 17 familias y 17 taxa (un taxa por familia); entre los cuales las especies más abundantes fueron las poales *Cyperus sp.* con el 59% y *Hymenachne amplexicaulis* con un 88% de cobertura total (**Tabla 3.3.3-41**).

Continuando, las especies ocasionales que presentaron un porcentaje de cobertura desde el 4% hasta el 9% fueron *Lemna sp.* y *Ipomoea sp.*; mientras que las especies frecuentes fueron *Eichhornia crassipes*, *Ludwigia sp.*, *Heliconia rostrata*, *Hymenachne amplexicaulis* y *Ipomoea sp.* con porcentajes de cobertura de 14% hasta el 45%. Entre tanto, las especies *Pistia stratiotes*, *Neptunia oleracea* y *Heteranthera limosa* evidenciaron coberturas tanto ocasionales como frecuentes en distintos puntos de muestreo (**Tabla 3.3.3-41**).


Tabla 3.3.3-41 Abundancia y porcentaje de cobertura de macrófitas en Sistemas Lénticos Temp.2

LOCALIDAD	FAMILIA	TAXA	% de cobertura	Escala de abundancia				
				1	2	3	4	5
LOT1	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	30			X		
	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	9		X			
LOT2	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	45			X		
	Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>	14			X		
	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	41			X		
LOT3	Araceae	<i>Lemna sp.</i>	4		X			
	Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	88				X	
	Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>	8		X			
LOT4	Heliconiaceae	<i>Heliconia rostrata</i>	30			X		
LOT7	Fabaceae	<i>Neptunia oleracea</i>	10			X		
	Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>	28			X		
	Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>	58				X	
	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	4		X			
LOT10	Pontederiaceae	<i>Heteranthera limosa</i>	9		X			
	Fabaceae	<i>Neptunia oleracea</i>	4		X			
	Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	45			X		
	Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>	22			X		

*1= Especie rara (<1%); 2 = Especie ocasional (cobertura del 1 – 10%); 3 = Especie frecuente (cobertura del 10 – 50%); 4 = Especie abundante (cobertura del 50 – 70%); 5 = Especie muy abundante - dominante (Cobertura >70%).

Fuente: ETSA, 2021


Comparando los resultados de porcentaje de cobertura con la tabla de las características de cada especie **Tabla 3.3.3-41**, se observa que las especies más abundantes *Hymenachne amplexicaulis* y *Cyperus sp.*, ambas hierbas de ambientes pantanosos, poseen gran plasticidad morfológica y son capaces de habitar en lugares cálidos y templados.

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

Asímismo, es importante mencionar que se encontraron plantas en su mayoría flotantes como *Eichornia sp.* y *Neptunia oleracea*, especies que ayudan al estancamiento de aguas y la pérdida de iluminación en el cuerpo de agua, lo que potencialmente puede afectar la abundancia de otras especies que habiten allí. No obstante, también se encontró la especie potencialmente vulnerable *Ludwigia peploides* en una cobertura frecuente, lo que implica la conservación de su habitat arcilloso para la beneficencia de otras especies que también convivan en ese espacio.

f. *Análisis de correlación con parámetros fisicoquímicos*

En la **(Figura 3.3.3-85)** se presentan los resultados de análisis de correlación entre parámetros fisicoquímicos y abundancias del perifiton halladas en cuerpos lóticos durante la segunda temporada de monitoreo. Se usó la r de Spearman como calificador, de tal forma que los círculos azules de mayor tamaño indican correlaciones fuertes. Se observa las fuertes asociaciones entre las concentraciones de nitratos (NO₃) cloruros (Cl) y sulfatos (SO₄) – con abundancias de la mayoría del ensamble perifítico. Estas asociaciones son típicas de los ensambles de organismos fotosintéticos que usan el fósforo y nitrógeno como fuentes de energía y alimentación. Adicionalmente generos como *Bulbochaete*, *Desmodesmus*, *Tetraedron Planktothrix* con fuertes asociaciones con parámetros fisicoquímicos como PH, temperatura y Oxígeno disuelto.

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

g. Peces

- *Riqueza, Composición Y Abundancia*

La comunidad íctica de la segunda temporada estuvo representada por 1 clase Actinopterygii, por 6 órdenes, 10 familias y 12 taxa (**Tabla 3.3.3-42**). Las especies más abundantes fueron *Andinoacara latifrons*, *Caquetaia kraussii* y *Hoplosternum magdalenae* con abundancias de 26, 22 y 28 individuos respectivamente.

Tabla 3.3.3-42 Composición total de Peces en la Temporada 2

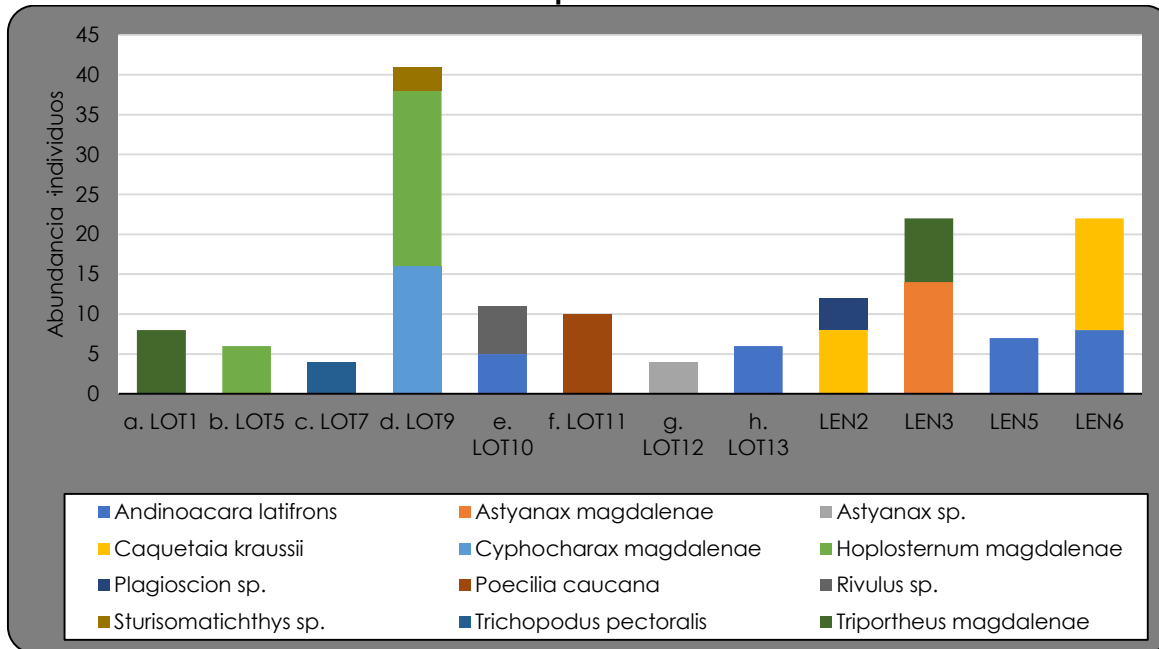
CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	Total
Actinopterygii	Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>	26
			<i>Caquetaia kraussii</i>	22
	Eupercaria / misc	Sciaenidae	<i>Plagioscion sp.</i>	4
	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax magdalenae</i>	14
			<i>Astyanax sp.</i>	4
			<i>Cyphocharax magdalenae</i>	16
	Siluriformes	Loricariidae	<i>Triportheus magdalenae</i>	16
			<i>Hoplosternum magdalenae</i>	28
	Anabantiformes	Osphronemidae	<i>Sturisomatichthys sp.</i>	3
			<i>Trichopodus pectoralis</i>	4
	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	10
		Rivulidae	<i>Rivulus sp.</i>	6
Total general				153

Fuente: ETSA, 2021

En relación a la abundancia de la comunidad íctica, esta estuvo representada por 12 taxa, de los cuales el más abundante fue *Hoplosternum magdalenae* con 28 individuos colectados, seguido por *Andinoacara latifrons* con 26 individuos, luego estuvo *Caquetaia kraussii* con 22 capturas; y finalmente *Sturisomatichthys sp.* con 3 capturas en total. Ahora, al analizar la abundancia por punto de muestreo se halló que el de mayor abundancia fue LOT9 con 41 individuos, seguido de LEN3 y LEN6 con 22 individuos por cada punto. Por último, el sistema que menos colectas obtuvo fueron LOT7 y LOT12 con 4 colectas cada uno (**Figura 3.3.3-86**).

Por otro lado, LOT 9 fue el que obtuvo un mayor porcentaje de colecta de la especie *H. Magdanelae* con 22 individuos, mientras que en LEN3 la mayoría de colectas fueron de la especie *Astyanax magdalenae* con 14, y por último, *Caquetaia kraussii* obtuvo la mayor acumulación de ejemplares en LEN6 con 14 individuos. Además, los sistemas LOT 1, 5, 7, 11, 12, 13 y LEN5 presentaron solo 1 especie colectada, como fue el caso de *Triportheus magdalenae* en LOT1 con 8 individuos colectados.

Figura 3.3.3-86 Abundancia total de especies de Peces registrados para la Temporada 2



Fuente: ETSA, 2021

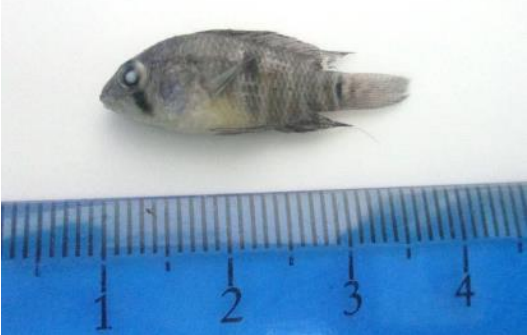

Los peces pueden ser utilizados como bioindicadores debido a que al alimentarse de organismos de niveles tróficos inferiores acumulan sustancias que pueden llegar a ser contaminantes; además de la facilidad de su captura y posterior identificación (Velandia, 2009). Es por esta razón que este estudio toma en cuenta los resultados de abundancia presentados en la **Figura 3.3.3-86** y las características biológicas, de distribución y el registro fotográfico de la **Tabla 3.3.3-43** para comprender la relación de la comunidad íctica encontrada en la temporada 2 con las características de los sistemas lóticos y lénticos evaluados.

En la **Tabla 3.3.3-43** se encuentra la información detallada para cada taxón, donde se incluyen los caracteres taxonómicos, el registro fotográfico, la información de su distribución y el estado de su conservación a nivel mundial y en Colombia.

Las tres especies más abundantes, *Andinoacara latifrons*, *Caquetaia kraussii* y *Hoplosternum magdalenae* todas son omnívoras, con dietas que pueden incluir insectos, caracoles y otros peces. *A. Latifrons* y *H. Magdalenae* se encuentran identificadas en la IUCN como especies de menor preocupación de amenaza, además de poseer una distribución muy amplia; lo que puede explicar su alta abundancia en el estudio. Por otra parte, una de las especies menos registradas fue *Sturisomatichthys*, el cual presenta especies que se encuentran en un peligro crítico en términos de conservación, por lo que encontrar especímenes de esta

índole puede significar un nivel de conservación de los sistemas de agua moderado.

Tabla 3.3.3-43 Peces capturados en todos los puntos de muestreo en la Temporada 2

Clasificación	Registro fotográfico
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Cichliformes Familia: Cichlidae Especie: <i>Andinoacara latifrons</i></p>	
<p>Características generales</p>	
<p>Características: Pez de talla moderada (8-30 cm de longitud total), seis preoperculares y cuatro foraminas dentales laterales. Cartílago interarcual presente, reducido o ausente. Patrón uniserial predorsal, muesca en el margen dorsal del ceratohyal anterior, con salientes laminares que bordean el surco arterial, solo tres espinas en la aleta anal, seis cribadores de branquias ceratobranquiales en el primer arco, manchas opalescentes y vermiculaciones en cabeza, cuerpo y aletas, la parte posterior de la franja medio lateral inclinada dorsalmente (Musilová, Řičan, O, & Novák, J, 2009).</p>	
<p>Biología: Son comunes en sistemas lénticos, generalmente son omnívoros con tendencia la insectivoría, prácticamente el consumo de plantas, algas o restos vegetales es mínimo. Pueden alimentarse de otros peces o partes de ellos (Rojas, J. E, Soca, L. A, & García, G. I, 2005).</p>	
<p>Distribución: La especie se distribuye por la zona andina de Colombia, abarcando desde el Cauca y Valle del Cauca, hasta la costa Caribe y región pacífica (Chocó y Urabá). También se localiza en la zona fronteriza de Venezuela.</p>	
<p>IUCN: La especie presenta preocupación menor.</p>	
<p>Libro rojo: No se encuentra reportado con alguna categoría de amenaza.</p>	
Clasificación	Registro fotográfico
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Cichliformes Familia: Cichlidae Especie: <i>Caquetaia kraussii</i></p>	

Características generales


Características: Las escamas de los lados del cuerpo son grandes; ELL 29 - 30; D XV - XVI 11; A V-VI (Dahl, 1971) (Ortega-Lara, Aguiño, & Sánchez, 2002), como todas las especies del género, tienen la boca protráctil de largo alcance que le da una forma aguda a la cabeza; el color del cuerpo es amarillo o marrón claro, con franjas negras verticales ubicadas a todo lo largo; presenta un punto negro en la región posterior superior del pedúnculo caudal, otro más grande en la parte media del cuerpo, otro en la hendidura opercular y en la parte baja del opérculo un punto blanco con bordes negros gruesos; el primer radio de la aleta pectoral es de color blanco y termina en un filamento del mismo color; todas las aletas tienen tonos amarillos; pueden llegar a medir 30 cm de LT (Ortega-Lara, Aguiño, & Sánchez, 2002).

Biología Tiene hábitos alimenticios omnívoros, presenta preferencia por los camarones y peces; la proporción de machos es 1:1, la reproducción se reproduce durante casi todo el año, aunque en los llanos presenta picos en septiembre y octubre y febrero a abril, el número de ovocitos se encuentra entre 2008 y 5570.

Distribución: ríos Atrato, Sucio, Sinú, San Jorge, Cesar, Ranchería, Cauca, Magdalena, Lebrija, Catatumbo y cuenca baja del río San Juan.

IUCN: Especie no evaluada.

Libro rojo de peces de Colombia: La especie no se encuentra en la lista roja.

Clasificación	Registro fotográfico
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Characiformes Familia: Characidae Especie: <i>Astyanax magdaleneae</i></p>	


Características generales

Características: LE aproximadamente 2 veces la altura; A 36 - 37; línea predorsal escamada y área preventral quillada; las hembras adultas son de mayor altura que los machos; el segundo hueso suborbital no está en contacto con el preopérculo; posee una mancha humeral de forma circular u ovalada en sentido vertical y otra mancha en la base de la aleta caudal; crece hasta 10 cm de LE (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997) (Maldonado-Ocampo J. A., y otros, 2005).

Biología: Dieta omnívora constituida por restos de plantas, fitoplancton e invertebrados, mezclados con partículas de limo.

IUCN: La especie no se encuentra registrada en la lista roja

Libro rojo de peces de Colombia: La especie no se encuentra registrada en la lista roja

Clasificación	Registro fotográfico
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Characiformes Familia: Curimatidae Especie: <i>Cyphocharax magdalenae</i></p>	


Características generales

Características: de 11 a 12 espinas dorsales, difiere de otros miembros del género al no presentar puntos oscuros en el cuerpo y en la aleta caudal (Vari, 1992). El género incluye 33 especies, y a diferencia de otros characiformes por la ausencia de dentición en sus dos mandíbulas.

Biología: habita en ríos o arroyos de corriente moderada. Abundante sobre lechos de arena o lodo donde se alimenta de detritos, diatomeas o algas en aguas pandas (Bussing, 1998). Es netamente de agua dulce y puede vivir en cuerpos lóticos o lénticos (Taphorn, 2003).

IUCN: No evaluado

Libro Rojo de Peces de Colombia: no se encuentra en ningún grado de amenaza en Colombia hasta el 2012.

Clasificación	Registro fotográfico
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Characiformes Familia: Triportheidae Especie: <i>Triportheus magdalenae</i></p>	


Características generales

Características: Se distingue de todos los demás peces del río por la forma del pecho que es quillado (Miles, 1943); línea lateral fuertemente curvada hacia abajo, más cercana a la aleta anal que al eje del cuerpo; dientes en la parte anterior de la mandíbula triangulares, multicúspides, detrás de la hilera completa hay dos dientes cónicos junto a la Sínfisis; esta especie es de color blanco brillante plateado; presenta una banda ancha negra sobre la línea lateral; la aleta caudal es anaranjada (Dahl, 1971).

Biología: No crece a tamaños muy grandes; es muy abundante, especialmente en ciertas épocas del año y por lo regular es una de las primeras especies en aparecer en las «subiendas»; habita ríos de corrientes rápidas, fondos de gujarros y rocas y vegetación Perifítica (Miles, 1943)

IUCN: La especie registra preocupación menor (LC)

Libro rojo de peces de Colombia: No se encuentra registrado.

Clasificación	Registro fotográfico
Clase: Actinopterygii Orden: Anabantiformes Familia: Osphronemidae Especie: <i>Trichopodus pectoralis</i>	


Características generales

Características: Aletas pélvicas muy largas. Aleta dorsal VII, 10-11 raídos largos ramificados. Aleta anal IX –XII, 33-88. Línea lateral simple con 55 a 63 escamas. Cuerpo color oliva marrón con numerosas barras oblicuas de color gris, una banda irregular extendida desde el ojo hasta la mitad de la base de la aleta caudal (Gutiérrez-Bonilla, Lasso-Alcalá, C. A, Baptiste, M. P, Sánchez-Duarte, P, & Díaz, A. M, 2012).

Biología: Pez bentopelágico, de aguas dulces, aunque también se le encuentra en estuarios. Es un pez muy común en bosques inundados, ambientes de poca corriente o aguas estancadas con bastante vegetación como charcas y lagunas. Las temperaturas ideales para la especie están entre los 23 a 28°C y a un pH entre 6,0 y 8,5. Generalmente se alimentan de plantas, crustáceos e insectos tanto acuáticos como terrestres y otros invertebrados. La madurez sexual se alcanza al año de edad y la hembra deja ver su vientre abultado, ante lo cual el macho adquiere especial colorido. Es una especie ampliamente introducida alrededor del mundo, nativa de las cuencas del Chao Phraya y Mekong en Indochina. En Colombia se ha registrado en la cuenca baja del río Magdalena-Cauca, San Jorge y Sinú. Es una especie que puede tolerar ambientes con una elevada salinidad y con bajas concentraciones de oxígeno ya que puede tomar el aire directamente de la atmosfera, por lo que puede migrar a través de la llanura de inundación (Gutiérrez-Bonilla, Lasso-Alcalá, C. A, Baptiste, M. P, Sánchez-Duarte, P, & Díaz, A. M, 2012).

IUCN: Preocupación Menor (LC).

Libro Rojo de Peces de Colombia: No se encuentra registrado.

Clasificación	Registro fotográfico
Clase: Actinopterygii Orden: Cyprinodontiformes Familia: Poeciliidae Especie: <i>Poecilia caucana</i>	

Características generales


Características: Gonopodio del macho largo y angular, no sobrepasa la base de la aleta dorsal; D 7; aletas pélvicas igualmente formadas en los dos sexos; V 11 -13; A 7-9 en las hembras; 18-19 dientes en los premaxilares; presenta escamas que dan visos de color metálico, especialmente en la zona humeral; aleta dorsal con una banda amarilla bien notoria delineada por dos bandas negras; es una especie pequeña que no sobrepasa los 4 cm de LT. (Maldonado-Ocampo J. A., y otros, 2005).

Biología: Esta especie se encuentra asociada a sitios con vegetación acuática y terrestre sumergida en zonas donde la velocidad de la corriente es baja y no se presenta turbulencia; prefiere sustratos con acumulación de material vegetal donde abundan los insectos inmaduros; por lo general las especies de la familia tienen un dimorfismo sexual muy marcado, los machos presentan un órgano intromitente en la aleta anal, que es usado en la copula; son especies vivíparas y con lapsos muy cortos entre cada reproducción, aproximadamente entre 6 y 8 semanas; su alimentación se basa principalmente en larvas de insectos especialmente de mosquitos. (Maldonado- Ocampo J. A., y otros, 2005)

Distribución: Se encuentra en Centro y Sudamérica. En sistemas del pacífico Darién en Panamá, en el lago de Maracaibo en Venezuela (Froese, 2019). En Colombia se distribuye en el río Catatumbo, Magdalena, Cesar, Rancheria, Cauca, San Jorge, Sinú y Atrato, así como en la cuenca del Alto Magdalena y la Costa Atlántica (Mojica, 1999).

IUCN: Este taxón no ha sido evaluado por el UICN

Libro Rojo de Peces de Colombia: No se encuentran en la lista del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia.

Clasificación	Registro fotográfico
Clase: Actinopterygii Orden: Cyprinodontiformes Familia: Rivulidae Especie: <i>Rivulus</i> sp.	

Características generales


Características: El género se distingue por tener el sistema sensorial de la línea lateral confinado a la cabeza y rudimentario o ausente en los costados del cuerpo, la cabeza tiene un número constante de escamas grandes dispuestas alrededor de una central más grande (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997).

Biología: Los miembros de este género viven desde el norte de Argentina hasta el sur de los estados unidos, se reproducen y se alimentan en aguas poco profundas (Maldonado-Ocampo J. , y otros, 2005).Toleran medios drásticamente reducidos y a bajas concentraciones de oxígeno, tiene la capacidad de estar fuera del agua en tiempos más o menos prolongados, soportar aumentos en la concentración salina (Vaz-Ferreira & Sierra, 1973)

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 0. 12.2021</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

IUCN: Este taxón no ha sido evaluado por el IUCN.

Libro Rojo de Peces de Colombia: No se encuentran en la lista del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia.

Clasificación	Registro fotográfico
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Siluriformes Familia: Loricariidae Especie: <i>Sturisomatichthys</i> sp.</p>	


Características generales

Descripción: Dimorfismo sexual y biología reproductiva de *Sturisomatichthys* similar a *Sturisoma*. *Sturisomatichthys* se distingue del *Sturisoma* principalmente por la ausencia de rostrum. Sólo una especie, *S. citurensis*, de Panamá, parece ser significativamente diferente de todas las especies congénéricas en tener una cubierta de placa abdominal que consiste en pequeñas plaquetas sin ninguna organización en particular. Otras especies pueden representar un complejo de especies con un hocico corto como en el género *Farlowella* con referencia a los representantes del grupo *F. curtirostra*. La debilidad de esta característica diagnóstica podría conducir a la sinonimia de *Sturisomatichthys* con *Sturisoma*. Las especies de *Sturisomatichthys* crecen hasta unos 18 a 25 centímetros (7.1 a 9.8 pulgadas) de largo (Froese, 2019).


Distribución y hábitat: las especies del género se distribuyen en la parte del noroccidente de Sur América, en las vertientes del Pacífico y Atlántico de la cordillera de los Andes. Aparentemente, ocupan el mismo nicho ecológico que *Sturisoma* (Cobain & Fisch-Muller, S, 2007).

IUCN: algunas especies como *S. frenatus* y *S. dariensis* se encuentran en peligro y peligro crítico (EN – CR). Las otras especies registradas no presentan datos de su estado de conservación o su preocupación es menor (LC).

Libro Rojo de Peces de Colombia: No se encuentran en la lista del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia.

Clasificación	Registro fotográfico
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Siluriformes Familia: Callichthyidae Especie: <i>Hoplosternum magdalenae</i></p>	



 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 0. 12.2021</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

<p>Características generales</p>	
<p>Descripción: Interoperculo expuesto en una pequeña área redondeada ventralmente al opérculo; pedúnculo caudal más profundo (17.4-19.5% de la longitud estándar en especímenes mayores de 55.0 mm SL). Longitud de la especie hasta 11.5 cm en machos y peso de hasta 43.30 gramos (Froese, 2019).</p>	
<p>Biología y distribución: Omnívoro, se alimenta de dafnias, los gusanos y los gusanos de sangre. <i>Hoplosternum magdalenae</i> se encuentra al oeste de los Andes, en la cuenca del Lago Maracaibo en Venezuela y en los drenajes del Río Sinú y Río Magdalena en Colombia (Froese, 2019).</p>	
<p>UICN: La especie presenta preocupación menor (LC).</p>	
<p>Libro Rojo de Peces de Colombia: No se encuentra registrada.</p>	
<p>Clasificación</p>	<p>Registro fotográfico</p>
<p>Clase: Actinopterygii Orden: Eupercaria / misc Familia: Sciaenidae Especie: <i>Plagioscion</i> sp.</p>	
<p>Características generales</p>	
<p>Descripción: Género de Sciaenidae de agua dulce, que se distingue de los otros tres géneros de sciaenidos sudamericanos (<i>Pachyurus</i>, <i>Pachypops</i> y <i>Petilipinnis</i>) por la siguiente combinación de caracteres: escamas grandes en la línea lateral cubiertas por escamas más pequeñas, dientes cónicos en la premaxila y dentales, branquiespinas alargadas en la primera branquia arco, una boca oblicua en vista lateral, una mancha axilar oscura presente y ausencia de barbillas mentales (frente a escamas en la línea lateral cubiertas por una sola escala, dientes cónicos ausentes, una boca inferior en vista lateral, ausencia de una mancha axilar oscura en <i>Pachypops</i>, <i>Pachyurus</i> y <i>Petilipinnis</i>; y barbillas mentales presentes en <i>Pachypops</i>, <i>Petilipinnis</i> y <i>Pachyurus adspersus</i>) (Casatti, 2005).</p>	
<p>Distribución: Sur América, cuenca del Amazonas y Magdalena (Froese, 2019) (Casatti, 2005).</p>	
<p>UICN: Todas las especies registradas con datos insuficiente o preocupación menor (LC).</p>	
<p>Libro Rojo de Peces de Colombia: <i>Plagioscion magdalenae</i> se encuentra vulnerable (VU).</p>	

Fuente: ETSA, 2021

3.3.3.5 Análisis de bioindicación

A partir del análisis de los resultados, junto con la **Tabla 3.3.3-44** de bioindicación de las familias encontradas, se evidencia que que la mayoría de los organismos del filo Insecta se encuentran asociados a material vegetal y materia orgánica en descomposición, lo que concuerda con los resultados hallados en macrófitas. Además, se encontró que la mayoría de los insectos detectados pertenece a

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 SGS ETSA ESTUDIOS TÉCNICOS
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

familias que habitan aguas poco o moderadamente contaminadas, lo que es un buen indicio para este análisis hidrobiológico.

En términos tanto en riqueza como en abundancia de especies, los insectos representan el mayor porcentaje de organismos bentónicos en los cinco (5) ambientes. Esto concuerda con la teoría, ya que de acuerdo a Roldán (2003), la alta presencia de insectos no es extraña; dentro de los macroinvertebrados de ecosistemas acuáticos la clase Insecta constituye generalmente entre el 85 y 95% del total de organismos presentes. Esto se da gracias a su amplia variedad de adaptaciones como lo son la presencia de branquias, de estructuras especializadas para el nado, de estructuras de fijación a sustratos, entre otras; que permiten su óptimo establecimiento y desarrollo en ambientes húmedos y de baja corriente.

Por otro lado, la presencia de la clase Malacostraca, la cual se tiene en cuenta que sus especies bentónicas (*Macrobrachium* sp.) se encuentran en todos los tipos de hábitats, desde fondos rocosos a blandos (arenas, fangos, cascajo, etc), así como en cuevas, fondos reductores con emisiones de metano e hidrotermales, etc (García, J & Ramírez, A, 2015). En términos de bioindicación *Macrobrachium* sp., se caracteriza por ser uno de los géneros más frecuentes dentro de los decápodos ya que es ampliamente usado en la acuicultura, sin embargo presenta requerimientos de hábitat específicos por lo que es muy sensible a la contaminación y requiere aguas limpias para su desarrollo (Roldán & Ramírez, 2008), explicando así que la presencia de este organismos podría estar indicando baja niveles de eutrofización y un control biológico debido a que este género tiende a alimentarse en gran proporción de larva de dípteros (mosquitos).

Tabla 3.3.3-44 Bioindicación de macroinvertebrados bentónicos presentes en los sistemas lénticos

FAMILIA	BIOINDICACIÓN	CITA	INDICACIÓN
Glossiphoniidae	Estos organismos poseen la capacidad de sobrevivir en condiciones de anoxia por varios días y de hiperoxia por largos periodos de tiempo, se encuentran principalmente en zonas de vegetación sumergida principalmente en sistemas lóticos.	(Gullo, 2014)	Limpias a poco contaminadas
Chironomidae	Las larvas o pupas suelen encontrarse sobre cualquier tipo de sustrato ya sea fangoso, arcilloso, arenoso, rocas y/o cantos rodados, vegetación sumergida en incluso sobre otros organismos, aunque se ubican mejor en zonas protegidas de las corrientes y remansos, generalmente suelen ser utilizados como indicadores de	(Roldan, 1988; Liévano y Ospina, 2007; Pinilla, 2000)	Muy contaminadas



FAMILIA	BIOINDICACIÓN	CITA	INDICACIÓN
	aguas medianamente contaminadas a muy contaminadas y su abundancia se encuentra relacionada principalmente a la concentración de materia orgánica en el cuerpo de agua.		
Ceratopogonidae	Tolerantes a aguas contaminadas. Se encuentran comúnmente en aguas lénticas con presencia de materia orgánica en descomposición, sin embargo, también se encuentran en sistemas lóticos indicando mesotrofia	(Roldán, 2016) (Dominguez y Fernández, 2009).	Aguas moderadamente contaminadas - contaminadas
Culicidae	Muy tolerantes a la contaminación	(Roldán, 2016)	Aguas muy contaminadas
Naucoridae	Están mejor adaptados a sistemas lóticos, principalmente en río y arroyos pedregosos, algunas especies habitan ambientes lénticos, con cobertura vegetal densa de plantas flotantes o sumergidas.	(Roldán, 2016)(Dominguez y Fernández, 2009)	Aguas poco contaminadas - moderadamente contaminadas
Libellulidae	Son indicadores de aguas poco contaminadas y generalmente se encuentran en aguas quietas, aunque, habitan todo tipo de cuerpos de agua, desde ríos y lagos, hasta huecos de árboles. Por lo general, son los primeros en colonizar charcas de aguas estacionales, además de habitar en ríos y lagos.	(Roldán, 2016)(Roldán, 2003; Ramírez, A. 2010)	Aguas Poco contaminadas - moderadamente contaminadas
Caenidae	Sensible a las guas contaminadas	(Roldán, 2016)	Limpias a poco contaminadas
Baetidae	Son de tamaño pequeño y las ninfas poseen un cuerpo modificado para nadar o arrastrarse, en general son abundantes en quebradas y ríos no contaminados y se encuentran adheridos a piedras, sin embargo, en algunos casos poseen la capacidad de tolerar cierto grado de contaminación y alteración de hábitat.	(Flowers & De La Rosa, 2010)	Limpias a poco contaminadas
Hydrophilidae	Se encuentran en aguas lentas, como pozos o en las orillas de las lagunas o charcos y en lugares húmedos; algunos se encuentran en pequeños espacios entre rocas o la arena de las orillas. Muchos toleran aguas salobres o contaminadas; son principalmente omnívoros - detritívoros alimentándose de algas, materia orgánica en descomposición de origen vegetal,	(Roldán, 2016)(Cubides-Becerra, 2006)	Contaminadas


FAMILIA	BIOINDICACIÓN	CITA	INDICACIÓN
	<p>aunque algunos otros son depredadores.</p>		
Palaemonidae	<p>Se adaptan a los diferentes ambientes, incluyendo marinos, salobres y de agua dulce. La mayoría de las especies son de vida libre, aunque algunas son comensales de otros invertebrados, mientras otros son los limpiadores de peces marinos; a menudo los camarones de la familia Palaemonidae son pequeños, pero otros son de mayor tamaño y tienen interés económico como alimento humano</p>	<p>(Román-Contreras & Martínez-Mayén, 2010)</p>	<p>Limpias a poco contaminadas</p>
Trichodactylidae	<p>Cangrejos de pequeño a mediano porte, exclusivamente dulceacuícolas extendiéndose, está presente en todas las grandes cuencas sudamericanas, son omnívoros y en general de hábitos nocturnos</p>	<p>(César, Armendáriz, Becerra & Liberto, 2005) (Cubides-Becerra, 2006)</p>	<p>Limpias a poco contaminadas</p>
Micronectidae	<p>Habitan aguas poco profundas o estancadas, en zonas tropicales se encuentran en arroyos en las zonas marginales con poca corriente, son carnívoros y se alimentan de larvas de dípteros</p>	<p>(Nieser y Chen, 2006)</p>	<p>Poco contaminadas</p>

Fuente: ETSA, 2021

3.3.3.6 Conclusiones


Temporada de Marzo 2021

- ◆ El fitoplancton tanto en sistemas lénticos con lóticos presentó la mayor representación por parte de especies de cianobacterias y diatomeas, los cuales son todos característicos de aguas con alta cantidad de sedimentos y de eutrofización debido a la materia vegetal en descomposición que allí se encontró. Sin embargo, esto no impidió que los índices de diversidad tuviesen resultados medios y dominancias bajas, lo que deja vislumbrar que no hay una contaminación lo suficientemente fuerte como para eliminar por completo la biodiversidad de las aguas estudiadas.
- ◆ En el zooplancton de sistemas lénticos y lóticos se encontró una abundancia similar, además de una alta diversidad y baja uniformidad dentro de las clases en la mayoría de los puntos evaluados, con excepción de LOT5. También se observó una gran abundancia de rotíferos y artrópodos, los cuales indicaron un alto nivel de eutrofización; lo que concuerda con el alto reporte de macrófitas

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 0. 12.2021</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	


que generan material orgánico que se descompone en los cuerpos de agua evaluados.

- ◆ En el perifiton se observó una densidad de individuos colectados mucho mas alta en los sistemas lénticos que lóticos donde las diatomeas de la clase Bacillariophyta y las cianobacterias abundaron; sugiriendo así que el desarrollo de algunos géneros como *Nitzschia*, *Navicula* y *Leptolyngbya* están asociados a una alta turbidez y elevadas concentraciones de nitrógeno y fósforo en las aguas analizadas. La proliferación de estos organismos también permite vislumbrar un alto grado de eutrofización, que se pudo deber a la presencia de material vegetal en descomposición y acciones antrópicas cercanas a los cuerpos de agua, lo que finalmente pudo haber desencadenado los índices de diversidad medios y bajos de todos los sistemas.
- ◆ En la comunidad bentónica el taxón más abundante fue un díptero de la familia Chironomidae – Morfo 1, el cual sugiere una acumulación de material orgánico posiblemente de origen vegetal que produce una eutrofización leve del ambiente. Igualmente se encontró una representatividad alta de taxa de las clases como Ostracoda y Malacostraca, que indican condiciones de contaminación leve en las aguas en las que se encuentran y un control trófico alto ya que estos suelen alimentarse de larvas de mosquitos (Dipteros); como el caso del taxón *Macrobrachium* sp. Finalmente, la abundancia en sistemas lénticos y lóticos estuvo balanceada, al igual que la uniformidad entre taxa, aunque la diversidad que se presentó fue media-baja.
- ◆ La presencia de macrófitas en la totalidad de las zonas, exepthuando LOT5 y 6, corresponden a una disponibilidad alta de nutrientes (eutrofia) y una disponibilidad no muy elevanda de oxígeno en los cuerpos de agua estudiados, especialmente en el sistema LOT2 donde se registró una cobertura alta de la planta *Pistia* sp. Especies poco registradas como *Lemna* sp. y *Najas* sp. indican una baja disponibilidad de hábitats aptos para el desarrollos de otras especies estudiadas, lo que explica en parte las diversidades bajas y medias de todos los cuerpos de agua. la permanencia de estos organismos responde a la adaptación que los géneros reportados tienen principalmente hacia ambientes eutróficos, además de las características de bajo flujo que presentaron los sistemas.
- ◆ Las características del hábitat presentadas en los puntos donde se registraron los organismos pertenecientes a la comunidad íctica parecen ser suficientes para la permanencia de las especies tanto cosmopolitas y sin amenaza como las escasas y vulnerables, ya que la mayoría son consumidoras de perifiton, macroinvertebrados y detritos, recursos alimenticios abundantes en esta zona; no obstante, no se encontraron individuos en todos los cuerpos de agua, lo que pudo deberse a condiciones del hábitat, tipo de sustrato y tipo de corriente.

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 0. 12.2021</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

Temporada de Junio 2021

- ◆ La composición del fitoplancton fue de mayor abundancia en los sistemas lóticos que en los sistemas lénticos; probablemente por la alta representatividad de cianobacterias como *Arthrospira* sp. que se desarrolla muy bien en época de lluvias por el aumento de flujo en los cuerpos de agua. Las diatomeas también estuvieron ampliamente presentes aunque con pocas taxa, sobresaliendo los que son resistentes a aguas contaminadas; lo que generó una dominancia alta en ciertos puntos y una diversidad general media y baja.
- ◆ Para el zooplancton se observó una abundancia general baja, sin embargo, la clase mas abundante fue Monogonta (rotíferos) gracias al género *Branchionus* que se caracteriza por presentarse en aguas de alta eutrofización; esta propiedad de los cuerpos de agua lo reafirma la presencia de artrópodos (maxilópodos) que proliferan en zonas con alta sedimentación y carga orgánica. No obstante, la eutrofización de las aguas no impidió que se presentaran diversidades medias y altas en casi todos los sistemas menos LOT6 en donde solo se presentó el género ya mencionado.
- ◆ Para el perifiton en la temporada de lluvias se observó una proliferación de diatomeas y cianobacterias, de las primeras su mayor número se registró los ambientes lóticos, donde especies como *Nitzchia* sp. y *Navicula* sp. indican un ambiente con alta cantidad de sólidos y poca luz; además, la especie más abundante fue *Phormidium* sp. que crece en condiciones de altas cantidades de fósforo y nitrógeno. Asimismo, se destaca que se presentaron diferentes hábitats en los cuerpos de agua que permitieron un mayor afloramiento de los distintos tipos de algas en cada punto, resultando en diversidades media y altas, exceptuando LEN6 donde la dominancia de un taxa fue máximo.
- ◆ En la comunidad bentónica se presento una abundancia de más del doble en los sistemas lóticos comparados con los lénticos; en la totalidad de ambientes fue característico la presencia de organismos asociados a materia orgánica en descomposición y ambientes con una eutrofización baja como los de las familias de dípteros Chironomidae y Ceratopogonidae y los hemípteros de la familia Micronectidae. La abundancia estuvo controlada por los insectos, lo que generó una diversidad media-baja.
- ◆ La vegetación acuática estuvo presente en varios de los puntos evaluados, donde la mayoría de los taxa presentó coberturas que los catalogó como especies ocasionales o frecuentes gracias a que pueden crecer en zonas con bajo flujo de agua o pantanosas; es importante resaltar que muchas de estas especies son invasoras y de rápido crecimiento, por lo que si no se logran manejar pueden producir el estancamiento de aguas y la pérdida de luminosidad en el cuerpo de agua. También se encontraron diversas especies

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 0. 12.2021</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

de plantas que actúan como hábitats para distintos insectos, lo que concuerda con los resultados de las comunidades bentónicas.

- ◆ Para finalizar, casi todos los peces registrados tienen una preocupación menor en términos de estar amenazados y presentan una distribución amplia, por lo que su presencia en la zona es normal. La presencia de especies, sobretodo las más abundantes en colectas como *Hoplosternum magdalenaceae*, se encontraron gracias a las condiciones de hábitat que presentaron los puntos de monitoreo, tales como el alto contenido de nutrientes, las temperaturas medias y altas y la alta disponibilidad de alimento como algas, insectos, caracoles y zooplancton principalmente.

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 SGS ETSA ESTUDIOS TÉCNICOS
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

3.3.3.7 Bibliografía

- APHA-AWWA-WPCF. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23 ed.). Washington D.C.
- Arellano-Cueto, A, Quero-Carrillo, A. R, Zavaleta-Mancera, H. A, Silva-Luna, M, Cobos-Peralta, M. A, & Pérez-Rodríguez, P. (2017). Caracterización anatómica de hoja de recursos genéticos de *Hymenache amplexicaulis*) Rudge NEES. *Fitotecnia Mexicana*, 40(1), 65- 72.
- Arfi, R. (2005). Seasonal ecological changes and water level variations in the Sélingué Reservoir (Mali, West Africa). *Physics and Chemistry of the Earth*, 30(6-7), 432-441.
- Barnes, C., & Massarini, S. (2008). *Curtis, Biología* (7 ed.). Madrid: Editorial Panamericana.
- Brünner, G., & Beck, P. (1990). *Nueva guía práctica de las plantas acuáticas*. Tetra-Verlag.
- Cabral, E., Casco, S., Medina, W., Salas, R., Ferber, O., Sobrado, S., & Martín, S. (2010). *Monocotiledóneas, Diversidad vegetal, biotaxonomía de espermatofitas*. Universidad Nacional del Nordeste. *Corrientes: Facultad de ciencias exactas, naturales y agrimensura*.
- Canosa, A., & Pinilla, G. (2001). Relaciones entre las abundancias del bacterioplancton y del fitoplancton en tres ecosistemas lénticos de los Andes Colombianos. *Revista de Biología Tropical*, 55(1). <https://doi.org/10.15517/rbt.v55i1.6064>
- Carmona-Jiménez, J., Ramírez-Rodríguez, R., Bojorge-García, M. G., González-Hidalgo, B., & Cantoral-Uriza, E. A. (2016). Estudio del valor indicador de las comunidades de algas bentónicas: una propuesta de evaluación y aplicación en el Río Magdalena, Ciudad de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(2), 139-152.
- Casatti, L. (2005). Revision of the South American freshwater genus *Plagioscion* (Teleostei, Perciformes, Scianidae). *Zootaxa*, 1080, 39-64.
- Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. En O. Sánchez, M. Herzig, E. Peters, R. Márquez, & L. Zambrano, *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en*

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 SGS ETSA ESTUDIOS TÉCNICOS
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

México. (págs. 37 - 67). México: Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Chorus, I., & Bartram, J. (1999). Toxic Cyanobacteria in Water - A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. London and New York: Routledge.

Cirujano, S., Cambra, J., & Gutiérrez, C. (2005). Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva MARCO del agua (Vol. Protocolos de muestreo y análisis para macrófitas). Zaragoza: Confederación Hidrográfica del Ebro, comisaría de aguas.

Cobain, R., & Fisch-Muller, S. (2007). The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. *Zootaxa*, 1462, 1- 40.

Dahl, G. (1971). Los peces del norte de Colombia. Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA). Ministerio de Agricultura.

Domínguez, E., & Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología. Tucumán: Fundación Miguel Lillo.

E. DeVol, C. (1957). The Geographical Distribution of *Ceratopteris pteridoides*. *American Fern Society*, 47(2), 67-72.



Fabbri, L. T, Rua, G. H, & Bartoloni, N. (2005). Different patterns of arenchyna formation in two hygrophytic species os *Paspalum* (Poaceae) as response to flooding. *Flora*, 200, 354-360.

Froese, R. a. (2019). FISHBASE. (World Wide Web electronic publication) Recuperado el 2021, de <https://www.fishbase.de/search.php>

Galán de Mera, A. (2007). *Lemna L.* En C. e. (coord), *Flora Iberica* (Vol. 18, págs. 312-315). Madrid.

Galvis, G., Mojica, J., & Camargo, M. (1997). Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte. Ministerio del Medio Ambiente.

García-Chicote, J. (2015). El zooplancton como indicador de la calidad del agua en embalses: un estudio en el ambito de actuación de la confederación hidrográfica del Júcar. Universitat de València. Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva.

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 SGS ETSA ESTUDIOS TÉCNICOS
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

- García-Murillo, P., Fernández-Zamudio, R., & Cirujano-Bracamonte, S. (2009). Habitantes del agua: Macrófitos. Andalucía: Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente.
- Guara-Requena, M., Ferrer-Gallego, P. P., & Olivares-Tormo, A. (2003). *Heteranthera limosa* (SW) Willd., neófito para la flora valenciana. *Flora Montiberica*, 25(XII), 52-55.
- Guiry, M. &. (2021). ALGAEBASE. (World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway.) Recuperado el 2021, de <https://www.algaebase.org/>
- Gutierrez, M., Suarez, M., Gutierrez, A., Silva, B., Granados, R., & Garfias, E. (2008). Cladocera y Copepoda. (F. d. Iztacala, Ed.) México: Universidad Nacional de México.
- Gutiérrez-Bonilla, F. d., Lasso-Alcalá, C. A., Baptiste, M. P, Sánchez-Duarte, P, & Díaz, A. M. (2012). VI Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá D.C: Instituto de investigación de los recursos biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Hannan-Jones, M., & Csurhes, S. (2008). Water mimosa, *Neptunia oleracea*, Dead and awake, *Neptunia plena*. Pest plant risk assessment. Brisbane: Biosecurity Queensland, Department of Primary Industries and Fisheries.
- Herrera, M. J. S. (2005). EL INDICE BIOLÓGICO BMWP (Biological Monitoring Working Party score),. 3(2), 15.
- Hiscock, P. (2003). Encyclopedia of Aquarium plants. Borron's Educational Series, Inc. Hoyer, M. V., Canfield Jr, D. E., Horsburgh, C. A., & Brown, K. (1996). Florida freshwater plants. A handbook of common aquatic plants in Florida Lakes. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences.
- ITIS. (2021). INTEGRATED TAXONOMY INFORMATION. Recuperado el 2021, de www.itis.gov
- Jerez, E. (2007). El cultivo de las heliconias. *Cultivos Tropicales*, 28(1), 29-35.
- Johnson, R. W. (12 de 07 de 2021). Genus *Ipomoea*. Obtenido de New South Wales Flora Online: <https://plantnet.rbgsyd.nsw.gov.au/cgi-bin/NSWfl.pl?page=nswfl&lvl=gn&name=ipomoea>

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO "ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1"	 SGS ETSA ESTUDIOS TÉCNICOS
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	


- Lagler, K., Bardach, J., Miller, R., & Passino, D. (1984). *Ictiología*. (A. Editor, Ed.) México.
- Lara-Lara, R., Arreola-Lizarraga, J. A., Calderon-Aguilera, L. E., Camacho-Ibar, V., Lanza-Espino, D., Escofet-Giansone, A., . . . Zertuche, J. (2008). *Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales (Vol. 1)*. México: Conocimiento actual de la biodiversidad, CONABIO.
- Lasso, C., Agudelo-Córdoba, E., Jiménez-Segura, L., Ramírez-Gil, H., Morales-Betancourt, M., Ajiaco-Martínez, R., . . . Sanabria-Ochoa, A. (2011). (I) *Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia*. Bogotá: Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Leal, J. (2002). *Gastropods: The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic (Vol. 1)*. (K. Carpenter, Ed.) Rome: The Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Liévano, A., & Ospina, R. (2007). *Guía Ilustrada de los macroinvertebrados acuáticos del río Bahamón*. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Lopretto, E., & Tell, G. (1995). *Ecosistemas de aguas continentales*. La Plata: Ediciones Sur.
- Maldonado-Ocampo, J., Ortega-Lara, A., Usma-Oviedo, J., Galvis, G., Villa-Navarro, F., Vásquez, L., . . . Rodríguez, C. (2005). *Peces de los Andes de Colombia. Guía de campo*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt".
- Menéndez-Valderrey, J. L. (13 de 07 de 2021). *Ceratophyllum (Magnoliophyta)*. Obtenido de Asturnatura.com: <https://www.asturnatura.com/genero/ceratophyllum.html>
- Miles, C. (1943). on three recently described species and a new genus of pygidiid fishes from Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, V(19), 367-369.
- Mojica , J. I. (1999). *Listapreliminar delasespeciesdulceacuícolasdeColombia*. *Revista. de la Academia Colombinana de Ciencias Exacatas, Físicas y Naturales*, 23:547–566.

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 SGS ETSA ESTUDIOS TÉCNICOS
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	


- Morales-Ramírez, A. (2001). Biodiversidad Marina de Costa Rica, Los microcrustáceos: Subclase Copepoda (Clase Maxillopoda). *Rev. Biol. Trop. Supl.*, 49(2), 115 - 133. Obtenido de www.rtb.ac.cr; www.ucr.ac.cr
- Morales-Velasco, S., & Salazar-Sánchez, M. (2012). Diatomeas perifíticas de lagos con diferente estado trófico en el departamento del Cauca (Colombia). *Luna Azul*(35), 10-27.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol. 1). Zaragoza: M&T MANuales y Tesis SEA.
- Musilová, Z., Říčan, O., & Novák, J. (2009). Phylogeny of the Neotropical cichlid fish tribe Cichlasomatini (Teleostei: Cichlidae) based on morphological and molecular data, with the description of a new genus. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 47(3), 234-247.
- Nelson, J., Grande, T., & Wilson, M. (2016). *Fishes of the World* (V ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Nicora, E. G., & Rúgolo de Agrasar, Z. E. (1987). Los géneros de Gramíneas de América Austral. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, S. A.
- Santillán-Aredo, S. R., & Guerrero-Padilla, A. M. (2018). Macroinvertebrados y fitoplancton como bioindicadores de contaminación en la cuenca del río Chicama, Perú. *Revista Tecnología en Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i4.3968>
- Ortega-Lara, A., Aguiño, A., & Sánchez, G. (2002). Caracterización de la ictiofauna nativa de los principales ríos de la cuenca alta del río Cauca en el departamento del Cauca. Popayán: Informe presentado a la Corporación Autónoma del Cauca, CRC. Fundación para la Investigación y el Desarrollo sostenible. Funindes.
- Padilla-Gill, D. N. (2017). Composición y estructura de heterópteros (Hemiptera) en ecosistemas lóticos costeros del Pacífico colombiano. *Actual Biol*, 39(107), 1-23.
- Pardo, I., García, L., Delgado, C., Costas, N., & Abraín, R. (2010). Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones Hidrográficas del Cantábrico y Miño-Sil. Convenio entre la Universidad de Vigo y las confederaciones Hidrográficas del Cantábrico y Miño-Sil.

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	 SGS ETSA ESTUDIOS TÉCNICOS
Versión No. 0. 12.2021	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

- Peinador, M. (1999). Las cianobacterias como indicadores de contaminación orgánica. *Revista de Biología Tropical*, 47(3), 381-391.
- Pinilla, G. A. (2000). *Indicadores Biológicos en Ecosistemas Acuáticos Continentales de Colombia: Compilación Bibliográfica*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Polanía, J. (2010). Indicadores biológicos para el monitoreo de puertos en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente*, 13(2), 75-86.
- Posada-García, J., & López-Muñoz, M. (2011). Plantas acuáticas del altiplano del oriente Antioqueño. (U. C. Oriente, Ed.) *Grupo de Limnología y recursos hídricos, dirección de investigación y desarrollo*.
- Ramírez, A., & Viña-Vizcaíno, G. (1998). *Limnología Colombiana, aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. Bogotá: Editorial Panamericana, Formas e Impresos S.A.
- Ramírez, J. J. (2000). *Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Rego, A. H. G, Rangel-Junior, A., & Costa, I. A. S. (2020). Phytoplankton scenario and microcystin in water during extreme drought in semiarid tropical water supplies, Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 80(1), 1-11.
- Reid, A., Carlson, A., Creed, I., Eliason, E., Gell, P., Johnson, P., . . . Cooke, S. (2018). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews*, 94(3), 849-873.
- Rivera-Usme, J. J., Camacho-Pinzón, D. L, & Botero-Botero, A. (2008). Estructura numérica de la entomofauna acuática en ocho quebradas del departamento del Quindío-Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 13(2), 133-146.
- Rojas, J. E, Soca, L . A, & García, G. I. (2005). Contenido del tracto digestivo de 4 especies de peces autóctonos y sus implicaciones como biorreguladores de larvas de mosquitos en Venezuela. *Rev Cubana Med Trop*, 57(3), 9-12.
- Roldán, G. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos*. Bogotá: Universidad de Antioquia - Centro de investigaciones - CIEN.
- Roldán, G. (2003). *Biindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Ciencia y tecnología.

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 0. 12.2021</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

- Roldán, G. (2012). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. (C. A. Cundinamarca, Ed.) Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Roldán, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua, cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la sociedad academica de ciencias exactas, fisicas y naturales*, 40(155), 254-274.
- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (2da edición ed.). Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Sarmiento-Morales, M. L. (2017). Microalgas como indicadores biológicos del estado trófico de las ciénagas de Malambo y Santo Tomás, en el departamento del Atlántico. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería.
- Schneider, S. C., Nowak, P, Von Ammon, U, & Ballot, A. (2016). Species differentiation in the genus *Chara* (Charophyceae): considerable phenotypic plasticity occurs within homogenous genetic groups. *European Journal of Phycology*, 51(3), 282-293.
- Smagula, A., & Connor, J. (2007). *Aquatic plants and algae of the New Hampshire's Lakes and Ponds* (1 ed.). New Hampshire: New Hampsgire Department of Environmental Services.
- Streble, H., & Krauter, D. (1987). *Atlas de los microorganismos de agua dulce*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Streble, H., & Krauter, D. (1987). *Atlas de Microorganismos de Agua Dulce*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Szczepocka, E, & Szulc, B. (2009). The use of benthic diatoms in estimating water quality of variously polluted rivers. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 38(1), 17-26.
- Vaz-Ferreira, R., & Sierra, B. (1973). El género *Cynolebias* Steindachner, 1876 (Atheriniformes, Cyprinodontidae). Caracteres, especies y distribución. V Congr. Lat. Amer. Zool (I).
- Velandia, D. (2009). Caracterización íctica a nivel altitudinal de las quebradas Mason y Santa Rosa en el parque Nacional Natural Tayrona, Caribe Colombiano. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 0. 12.2021</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

Whitford, L., & Shumacher, A. (1969). A manual of the fresh-water algae in North Carolina. North Carolina: North Carolina Agricultural Experiment Station.