

# **CAPÍTULO 5: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO BIÓTICO**

## **5.2 MEDIO BIÓTICO**

### **5.2.1 ECOSISTEMAS**

#### **5.2.1.2 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS**

#### **5.2.1.3 ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS, SENSIBLES Y / O ÁREAS PROTEGIDAS**

## Índice

Índice .....	5-1
Índice de tablas .....	5-1
Índice de figuras .....	5-4
<b>5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....</b>	<b>5-10</b>
<b>5.2 MEDIO BIÓTICO.....</b>	<b>5-10</b>
5.2.1 Ecosistemas.....	5-10

## Índice de tablas

TABLA 5.2-1 LISTA DE ESPECIES POTENCIALES DE LAS COMUNIDADES PLANCTÓNICAS PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA .....	5-12
TABLA 5.2-2 LISTA DE ESPECIES POTENCIALES DE LA COMUNIDAD PERÍFITICA PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA .....	5-13
TABLA 5.2-3 LISTA DE ESPECIES POTENCIALES DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA .....	5-15
TABLA 5.2-4 LISTA DE ESPECIES POTENCIALES DE LA COMUNIDAD ÍCTICA PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA .....	5-16
TABLA 5.2-5 LISTA DE ESPECIES POTENCIALES DE LA COMUNIDAD DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO SHANGRI-LA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA .....	5-17
TABLA 5.2-6 INFORMACIÓN GENERAL DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO .....	5-20
TABLA 5.2-7 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO .....	5-21
TABLA 5.2-8 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-32
TABLA 5.2-9 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS TAXONES DEL FITOPLANCTON REGISTRADOS EN LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-33
TABLA 5.2-10 COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-41
TABLA 5.2-11 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-46
TABLA 5.2-12 COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-51
TABLA 5.2-13 MORFOESPECIES DE FITOPLANCTON REGISTRADAS, PARA EL ÁREA DE ESTUDIO .....	5-56
TABLA 5.2-14 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-59
TABLA 5.2-15 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS TAXONES DEL ZOOPLANCTON REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-60

TABLA 5.2-16 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS ORGANISMOS REPORTADOS PARA LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA EN LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS .....	5-66
TABLA 5.2-17 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-70
TABLA 5.2-18 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS ORGANISMOS REPORTADOS PARA LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA EN LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS .....	5-75
TABLA 5.2-19 MORFOESPECIES DE ZOOPLANCTON REGISTRADAS, PARA EL ÁREA DE ESTUDIO .....	5-76
TABLA 5.2-20 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS .....	5-83
TABLA 5.2-21 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA LOTICOS MONITOREADOS .....	5-84
TABLA 5.2-22 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS TAXONES DEL PERIFITON REGISTRADOS EN LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-85
TABLA 5.2-23 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS ORGANISMOS REPORTADOS DE LA COMUNIDAD PERIFITICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-98
TABLA 5.2-24 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS ORGANISMOS REPORTADOS DE LA COMUNIDAD PERIFITICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS ESTACIONES E1- E7 .....	5-99
TABLA 5.2-25 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS ORGANISMOS REPORTADOS DE LA COMUNIDAD PERIFITICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS ESTACIONES E8- E14 .....	5-100
TABLA 5.2-26 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS .....	5-105
TABLA 5.2-27 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS ESTACIONES E1- E7 .....	5-106
TABLA 5.2-28 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS ORGANISMOS REPORTADOS DE LA COMUNIDAD PERIFITICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-116
TABLA 5.2-29 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS ORGANISMOS REPORTADOS DE LA COMUNIDAD PERIFITICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS ESTACIONES E1- E7 .....	5-117
TABLA 5.2-30 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS ORGANISMOS REPORTADOS DE LA COMUNIDAD PERIFITICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS ESTACIONES E8- E14 .....	5-119
TABLA 5.2-31 MORFOESPECIES DE PERIFITON REGISTRADAS, PARA EL ÁREA DE ESTUDIO .....	5-124
TABLA 5.2-32 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS .....	5-129
TABLA 5.2-33 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS .....	5-130
TABLA 5.2-34 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES TAXONES DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REPORTADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS... ..	5-130
TABLA 5.2-35 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES TAXONES DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REPORTADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS ESTACIONES E1- E7.....	5-149
TABLA 5.2-36 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES TAXONES DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REPORTADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS ESTACIONES E8- E14.....	5-151

TABLA 5.2-37 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES TAXONES DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REPORTADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-153
TABLA 5.2-38 RESULTADOS BMWPCOL PARA LAS ESTACIONES DE MUESTREO SOBRE LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS.....	5-160
TABLA 5.2-39 RESULTADOS BMWPCOL PARA LAS ESTACIONES DE MUESTREO SOBRE LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS.....	5-163
TABLA 5.2-40 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS .....	5-164
TABLA 5.2-41 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADA EN LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS .....	5-165
TABLA 5.2-42 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES TAXONES DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REPORTADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS ESTACIONES E1- E7.....	5-179
TABLA 5.2-43 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES TAXONES DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REPORTADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS ESTACIONES E8- E14.....	5-181
TABLA 5.2-44 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES TAXONES DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REPORTADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS .....	5-183
TABLA 5.2-45 RESULTADOS BMWPCOL PARA LAS ESTACIONES DE MUESTREO SOBRE LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS.....	5-190
TABLA 5.2-46 RESULTADOS BMWPCOL PARA LAS ESTACIONES DE MUESTREO SOBRE LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS.....	5-192
TABLA 5.2-47 MORFOESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS, TEMPORADA DE LLUVIAS.....	5-193
TABLA 5.2-48 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y COBERTURA (M <sup>2</sup> ) DE LAS ESPECIES DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS REPORTADAS EN LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-198
TABLA 5.2-49 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y COBERTURA (M <sup>2</sup> ) DE LAS ESPECIES DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS REPORTADAS EN LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-202
TABLA 5.2-50 DESCRIPCIÓN DE LAS MACRÓFITAS ACUÁTICAS REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS .....	5-206
TABLA 5.2-51 COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES ÍCTICAS REGISTRADAS EN LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS .....	5-212
TABLA 5.2-52. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PECES CON MAYOR REPRESENTACIÓN POR SU ABUNDANCIA ...	5-216
TABLA 5.2-53 REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PECES CON BAJA FRECUENCIA DE OCURRENCIA Y ABUNDANCIA	5-218
TABLA 5.2-54 ENDEMISMO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES ÍCTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS .....	5-220
TABLA 5.2-55 CATEGORÍA DE AMENAZA DE LAS ESPECIES ÍCTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS .....	5-223
TABLA 5.2-56 USO E IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES ÍCTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-225
TABLA 5.2-57 COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES ÍCTICAS REGISTRADAS EN LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS .....	5-230
TABLA 5.2-58. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PECES CON MAYOR REPRESENTACIÓN POR SU ABUNDANCIA ...	5-234
TABLA 5.2-59 REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PECES CON BAJA FRECUENCIA DE OCURRENCIA Y ABUNDANCIA	5-234

TABLA 5.2-60 ENDEMISMO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES ÍCTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS .....	5-235
TABLA 5.2-61 CATEGORÍA DE AMENAZA DE LAS ESPECIES ÍCTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS .....	5-236
TABLA 5.2-62 USO E IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES ÍCTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-238
TABLA 5.2-63 CARACTERÍSTICAS DE LOS ORGANISMOS DE LA COMUNIDAD ÍCTICA REPORTADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-239
TABLA 5.2-64 INDICES DE CONTAMINACIÓN E ÍNDICES DE CALIDAD BIÓTICA, TEMPORADA DE LLUVIAS Y TEMPORADA SECA. ....	5-257
TABLA 5.2-65 RESULTADOS DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DE LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS .....	5-260
TABLA 5.2-66 RESULTADOS DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DE LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS .....	5-268

## Índice de figuras

FIGURA 5.2-1 PUNTOS DE MUESTREO PARA LA CARACTERIZACIÓN HIDROBIOLÓGICA DE ÁREA DE INFLUENCIA FISICO-BIÓTICA DEL PROYECTO.....	5-19
FIGURA 5.2-2 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS PHYLLUM DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-36
FIGURA 5.2-3 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-37
FIGURA 5.2-4 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTONICA REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-38
FIGURA 5.2-5 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-40
FIGURA 5.2-6 DIVERSIDAD DE SHANON (H'). ....	5-43
FIGURA 5.2-7 DOMINANCIA DE SIMPSON (D). ....	5-43
FIGURA 5.2-8 EQUIDAD DE PIELUO (J).....	5-44
FIGURA 5.2-9 DENDROGRAMA DE SMILITUD DEL ÍNDICE DE BRAY-CURTIS. ....	5-45
FIGURA 5.2-10 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS PHYLLUM DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-47
FIGURA 5.2-11 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-48
FIGURA 5.2-12 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTONICA REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-49
FIGURA 5.2-13 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-50
FIGURA 5.2-14 DIVERSIDAD DE SHANON (H'). ....	5-53
FIGURA 5.2-15 DOMINANCIA DE SIMPSON (D). ....	5-54
FIGURA 5.2-16 EQUIDAD DE PIELUO (J). ....	5-54
FIGURA 5.2-17 DENDROGRAMA DE SMILITUD DEL ÍNDICE DE BRAY-CURTI. ....	5-55
FIGURA 5.2-18 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS PHYLLUM DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-62

FIGURA 5.2-19 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA.	5-63
FIGURA 5.2-20 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA REGISTRADOS PARA CADA UNO LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-64
FIGURA 5.2-21 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA REGISTRADAS PARA CADA UNO LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-65
FIGURA 5.2-22 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA REGISTRADAS PARA CADA UNO LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-66
FIGURA 5.2-23. DIVERSIDAD DE SHANON (H'). .....	5-68
FIGURA 5.2-24 DOMINANCIA DE SIMPSON (D). .....	5-68
FIGURA 5.2-25 EQUIDAD DE PIELUO (J). .....	5-69
FIGURA 5.2-26 DENDROGRAMA DE SIMILITUD DEL ÍNDICE DE BRAY-CURTIS. ....	5-70
FIGURA 5.2-27. PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS PHYLLUM DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-71
FIGURA 5.2-28. PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA.	5-72
FIGURA 5.2-29 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA REGISTRADOS PARA CADA UNO LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS.....	5-73
FIGURA 5.2-30 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA REGISTRADAS PARA CADA UNO LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-73
FIGURA 5.2-31 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA REGISTRADAS PARA CADA UNO LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS. ....	5-74
FIGURA 5.2-32 DIVERSIDAD DE SHANON (H'). .....	5-78
FIGURA 5.2-33 DOMINANCIA DE SIMPSON (D). .....	5-79
FIGURA 5.2-34 EQUIDAD DE PIELUO (J). .....	5-79
FIGURA 5.2-35 FIGURA V.32 DENDROGRAMA DE SIMILITUD DEL ÍNDICE DE BRAY-CURTIS. ....	5-80
FIGURA 5.2-36 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS PHYLLUM DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS.....	5-87
FIGURA 5.2-37 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS PHYLLUM DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-88
FIGURA 5.2-38 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON.....	5-89
FIGURA 5.2-39 RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS. ....	5-90
FIGURA 5.2-40 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-91
FIGURA 5.2-41 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS. ....	5-93
FIGURA 5.2-42 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-94
FIGURA 5.2-43 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS. ....	5-96
FIGURA 5.2-44 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-97
FIGURA 5.2-45 DIVERSIDAD DE SHANON (H'). .....	5-102
FIGURA 5.2-46 DOMINANCIA DE SIMPSON (D). .....	5-103
FIGURA 5.2-47 EQUIDAD DE PIELUO (J). .....	5-103
FIGURA 5.2-48 DENDROGRAMA DE SIMILITUD DEL ÍNDICE DE BRAY-CURTIS. ....	5-104
FIGURA 5.2-49 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS PHYLLUM DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS.....	5-107
FIGURA 5.2-50 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS PHYLLUM DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-108

FIGURA 5.2-51 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON.....	5-109
FIGURA 5.2-52 RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS. ....	5-109
FIGURA 5.2-53 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-110
FIGURA 5.2-54 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS. ....	5-112
FIGURA 5.2-55 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-112
FIGURA 5.2-56 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS. ....	5-114
FIGURA 5.2-57 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE LA COMUNIDAD DE PERIFITON REGISTRADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-115
FIGURA 5.2-58 DIVERSIDAD DE SHANON (H'). ....	5-121
FIGURA 5.2-59 DOMINANCIA DE SIMPSON (D). ....	5-122
FIGURA 5.2-60 EQUIDAD DE PIELUO (J). ....	5-122
FIGURA 5.2-61 DENDROGRAMA DE SIMILITUD DEL ÍNDICE DE BRAY-CURTIS. ....	5-124
FIGURA 5.2-62 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS PHYLLUM DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS. ....	5-133
FIGURA 5.2-63 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS PHYLLUM DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-133
FIGURA 5.2-64 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS. ....	5-134
FIGURA 5.2-65 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-135
FIGURA 5.2-66 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS. ....	5-137
FIGURA 5.2-67 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-138
FIGURA 5.2-68 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS. ....	5-141
FIGURA 5.2-69 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-142
FIGURA 5.2-70 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS (ESTACIONES E1-E7). ....	5-145
FIGURA 5.2-71 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS (ESTACIONES E8-E14). ....	5-146
FIGURA 5.2-72 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-147
FIGURA 5.2-73 DIVERSIDAD DE SHANON (H'). ....	5-155
FIGURA 5.2-74 DOMINANCIA DE SIMPSON (D). ....	5-156
FIGURA 5.2-75 EQUIDAD DE PIELUO (J). ....	5-157
FIGURA 5.2-76 DENDROGRAMA DE SIMILITUD DEL ÍNDICE DE BRAY-CURTIS. ....	5-158
FIGURA 5.2-77 CALIDAD DE AGUA DE LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS CONFORME A LOS VALORES OBTENIDOS POR EL ÍNDICE BMWPCOL. ....	5-163
FIGURA 5.2-78 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS PHYLLUM DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS. ....	5-166

FIGURA 5.2-79 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS.....	5-166
FIGURA 5.2-80 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-167
FIGURA 5.2-81 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS.....	5-169
FIGURA 5.2-82 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-170
FIGURA 5.2-83 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS.....	5-173
FIGURA 5.2-84 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-174
FIGURA 5.2-85 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS (ESTACIONES E1-E7).....	5-176
FIGURA 5.2-86 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS MONITOREADOS (ESTACIONES E8-E14).....	5-177
FIGURA 5.2-87 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-178
FIGURA 5.2-88 DIVERSIDAD DE SHANON (H'). .....	5-185
FIGURA 5.2-89 DOMINANCIA DE SIMPSON (D). .....	5-186
FIGURA 5.2-90 EQUIDAD DE PIELUO (J). .....	5-187
FIGURA 5.2-91 DENDROGRAMA DE SIMILITUD DEL ÍNDICE DE BRAY-CURTIS. ....	5-188
FIGURA 5.2-92 CALIDAD DE AGUA DE LOS CUERPOS DE AGUA MONITOREADOS CONFORME A LOS VALORES OBTENIDOS POR EL ÍNDICE BMWP/COL. ....	5-193
FIGURA 5.2-93 PORCENTAJE DE COBERTURA DE LOS ÓRDENES DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-199
FIGURA 5.2-94 PORCENTAJE DE COBERTURA DE LAS FAMILIAS DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-199
FIGURA 5.2-95 PORCENTAJE DE COBERTURA DE LAS MORFOESPECIES DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-200
FIGURA 5.2-96 PORCENTAJE DE COBERTURA DE LOS ÓRDENES DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-203
FIGURA 5.2-97 PORCENTAJE DE COBERTURA DE LOS ÓRDENES DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS REPORTADAS PARA CADA UNO DE LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-204
FIGURA 5.2-98 PORCENTAJE DE COBERTURA DE LAS FAMILIAS DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-204
FIGURA 5.2-99 PORCENTAJE DE COBERTURA DE LAS MORFOESPECIES DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-205
FIGURA 5.2-100 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD ÍTICA REPORTADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS.....	5-213
FIGURA 5.2-101 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA GENERAL DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD ÍTICA REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-214
FIGURA 5.2-102 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD ÍTICA REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-215
FIGURA 5.2-103 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE LA COMUNIDAD ÍTICA REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-216
FIGURA 5.2-104 DIVERSIDAD DE SHANON (H'). .....	5-226

FIGURA 5.2-105 DOMINANCIA DE SIMPSON (D). .....	5-227
FIGURA 5.2-106 EQUIDAD DE PIELUO (J). .....	5-228
FIGURA 5.2-107 DENDROGRAMA DE SIMILITUD DEL ÍNDICE DE BRAY-CURTIS. ....	5-229
FIGURA 5.2-108 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LOS ÓRDENES DE LA COMUNIDAD ÍTICA REPORTADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-231
FIGURA 5.2-109 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA GENERAL DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD ÍTICA REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-232
FIGURA 5.2-110 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS FAMILIAS DE LA COMUNIDAD ÍTICA REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-233
FIGURA 5.2-111 PORCENTAJE DE ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE LA COMUNIDAD ÍTICA REPORTADAS PARA LOS CUERPOS DE AGUA LÓTICOS Y LÉNTICOS MONITOREADOS. ....	5-234
FIGURA 5.2-112 RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ORGANISMOS PERIFÍTICOS EN DISTINTAS ÉPOCAS CLIMÁTICAS. ....	5-252
FIGURA 5.2-113 RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ORGANISMOS FITOPLANCTÓNICOS EN DISTINTAS ÉPOCAS CLIMÁTICAS. FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. Y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).....	5-253
FIGURA 5.2-114 RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ORGANISMOS ZOOPLANCTÓNICOS EN DISTINTAS ÉPOCAS CLIMÁTICAS. FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. Y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).....	5-254
FIGURA 5.2-115 ACC DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA Y LA COMUNIDAD PERIFÍTICA. ....	5-263
FIGURA 5.2-116 ACC DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA Y LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA. ....	5-264
FIGURA 5.2-117 ACC DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA Y LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA. ....	5-266
FIGURA 5.2-118 ACC DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA Y LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS. ....	5-267
FIGURA 5.2-119 ACC DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA Y LA COMUNIDAD PERIFÍTICA. ....	5-270
FIGURA 5.2-120 ACC DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA Y LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA. ....	5-271
FIGURA 5.2-121 ACC DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA Y LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA. ....	5-272
FIGURA 5.2-122 ACC DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA Y LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS. ....	5-273
FIGURA 5.2-123 PARQUES NACIONALES NATURALES CERCANOS AL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ..	5-276
FIGURA 5.2-124 PARQUES NATURALES REGIONALES CERCANOS AL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ..	5-277
FIGURA 5.2-125 RESERVAS FORESTALES PROTECTORAS CERCANAS AL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ....	5-278
FIGURA 5.2-126 DISTRITO REGIONAL DE MANEJO INTEGRADO CERCANO AL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. Y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)..	5-280
FIGURA 5.2-127 DISTRITOS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS CERCANOS AL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. Y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)..	5-282
FIGURA 5.2-128 RESERVAS NATURALES DE LA SOCIEDAD CIVIL ALEDAÑAS AL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. Y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021)..	5-283
FIGURA 5.2-129 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS) CERCANAS AL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ....	5-285

FIGURA 5.2-130 BOSQUES SECOS TROPICALES (BST) PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. FUENTE: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. Y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021). .....	5-287
FIGURA 5.2-131 HUMEDALES ALEDAÑOS AL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ....	5-288
FIGURA 5.2-132 ÁREAS CON PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN NACIONAL CONPES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ....	5-290

## 5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

---

### 5.2 MEDIO BIÓTICO

---

#### 5.2.1 Ecosistemas

---

Un ecosistema es un conjunto de hábitats y especies animales y vegetales que interactúan constantemente a través del intercambio de materia y energía; la clasificación y cartografía de ecosistemas debe considerar tanto la estructura vertical del ecosistema como la estructura horizontal, es decir su interacción con los alrededores o ecosistemas vecinos.

Por consenso de las instituciones que formaron parte del Convenio Marco 4206 de 2011, se planteó la metodología para el mapeo de ecosistemas del país a escala regional, basada en una aproximación de sistemas; es decir, en una estructura que va de jerarquías superiores a inferiores, centrada en la identificación de patrones espaciales generados por factores de estado, como clima, geología, agua, suelos y biota. Como base se tomó la clasificación de Bailey (2009), que contempla el estudio de estructuras vertical (la forma en que los componentes están integrados en un sitio con relaciones de dependencia) y horizontal (interacción espacial del ecosistema con los adyacentes a través del intercambio de materia y energía (IDEAM, 2017).

##### 5.2.1.1 Ecosistemas terrestres

---

Este contenido se presenta en un documento independiente con nomenclatura: "210010\_Capitulo\_5.2.1.1\_Ecosistemas Terrestres EIA\_PF\_Shangri-La\_v3.0", para facilitar la organización y revisión del EIA. El mismo responde a los TDR aplicables al proyecto.

### 5.2.1.2 Ecosistemas acuáticos

La caracterización de las comunidades hidrobiológicas se ha convertido en una herramienta valiosa para la complementación del estudio de los cuerpos de agua y sus condiciones de calidad debido a su gran capacidad natural para responder a los efectos de perturbaciones eventuales o permanentes en sus hábitats naturales, modificando su composición y estructura. En los últimos años, en muchos países se han aceptado la inclusión de las comunidades acuáticas como un hecho fundamental para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos (Roldan-Pérez & Ramírez, 2008). Los grupos con mayor uso para la calificación de calidad de una corriente son los peces, los invertebrados acuáticos y el plancton (Segnini, 2003).

Hay que tener en cuenta que los ecosistemas acuáticos presentan un grado de complejidad estructural bastante alto a causa de la cantidad y variedad de organismos que habitan allí. En términos más específicos, los ecosistemas acuáticos colombianos son poco profundos y por esta razón presentan una muy baja tasa de procesamiento y de retención de contaminantes, sin embargo, en algunos casos la poca mineralización y por ende una baja capacidad amortiguamiento los hace sensibles a la contaminación (Rivera-Rondón, y otros, 2010). Es importante saber que la dinámica en los sistemas acuáticos está íntimamente ligada a la dinámica de los ecosistemas circundantes. El material alóctono de fuentes naturales (semillas, hojarasca) o artificiales (vertimientos, actividades agropecuarias) condiciona el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

El estudio de los sistemas acuáticos debe estar enmarcado dentro de una variedad de objetivos que toquen los temas de espacio físico, hasta los procesos que puedan darse en el cuerpo de agua a estudiar. Ahora bien, uno de los enfoques más utilizados en los estudios de limnología es el desarrollo de caracterizaciones de índole taxonómico y ambientales de los ecosistemas, ya que la diversidad biótica puede dar una idea más clara del estado de los cuerpos de agua con el fin de resolver problemáticas relacionadas con la zonificación, ordenación, conservación y uso sostenible del recurso agua (Rivera-Rondón, y otros, 2010). Con el propósito de caracterizar las comunidades hidrobiológicas,

en el área de estudio se monitorearon los mismos ecosistemas hídricos y estaciones de muestreo que se evaluaron para el análisis fisicoquímico.

Los componentes evaluados hacen referencia a las especies animales y vegetales y demás micro y macro-organismos que habitan los sistemas acuáticos. Para el presente estudio se caracterizaron las comunidades del perifiton, fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados acuáticos, macrófitas acuáticas y fauna íctica. Estas comunidades pueden actuar como indicadores biológicos de las corrientes de agua proporcionando información del estado fisicoquímico y orgánico del agua, constituyéndose en una herramienta fundamental para lograr una evaluación integral de los ecosistemas. Los atributos de una población acuática, como la composición específica o la abundancia de organismos, están ligados a las oscilaciones de las condiciones hidroclimáticas.

#### 5.2.1.2.1 Contexto regional

Para obtener la información de cada uno de los componentes de los ecosistemas acuáticos en el área regional, se realizó una revisión de información secundaria, asociada a estudios en las cuencas hidrográficas, artículos científicos y toda la información disponible que ayudara a complementar los listados de la composición de la biodiversidad hidrobiológica de la zona.

#### ➤ Comunidades Plánctónicas

Para la zona de influencia del proyecto se reportaron veinticinco (25) especies de probable presencia para las comunidades planctónicas distribuidas en siete (7) Phylum, nueve (9) clases, diecisiete (17) órdenes y veintidós (22) familias (Tabla 5.2-1).

**Tabla 5.2-1 Lista de especies potenciales de las comunidades planctónicas para el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La en el departamento del Tolima**

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alona sp</i>	
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclopidae sp</i>	
	Bdelloidea	Flosculariaceae	Philodinida	Philodinidae	<i>Philodina sp.</i>
			Testudinellidae	<i>Testudinella sp</i>	
			Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
				<i>Keratella sp.</i>
				<i>Brachionus caudatus</i>
				<i>Platyias sp.</i>
Rotifera	Monogonta	Ploima	Lepadellidae	<i>Colurella sp.</i>
			Lecanidae	<i>Lecane sp</i>
			Notommatidae	<i>Monommata sp.</i>
			Synchaetidae	<i>Polyarthra sp.</i>
			Gastropodidae	<i>Gastropus sp</i>
Chrysophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>
		Araphidineae	Fragilariaceae	<i>Fragillaria</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i>
		Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>
		Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis</i>
Cyanophyta	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>
Pirrophyta	Dinophyceae	Peridiniaceae	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i>
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i>

Fuente: (Cortolima, 2007) Abundancia relativa de las clases del *fitoplancton* encontradas en el humedal Las Mellizas II (Anzoátegui) en el departamento del Tolima.

➤ Comunidad perifítica

Para las comunidades perifíticas se reportaron un total de treinta y dos (32) especies, distribuidos en treinta y un (31) familias, veintiocho (28) órdenes, diecinueve (19) clases y diecinueve (19) Phylum (Tabla 5.2-2).

Tabla 5.2-2 Lista de especies potenciales de la comunidad perifítica para el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La en el departamento del Tolima

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Especie
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp</i>
Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	<i>Carchesium sp</i>
Amoebozoa	Tubulinea	Euamoebida	Amoebidae	<i>Chaos sp</i>
Ciliophora	Spirotrichea	Euplotida	Euplotidae	<i>Euplotes sp</i>

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Especie
Ciliophora	Oligohymenophorea	Peniculida	Parameciidae	<i>Paramecium sp</i>
Rotifera	Monogononta	Ploima	Gastropodidae	<i>Ascomorpha sp</i>
Rotifera	Monogononta	Ploima	Notommatidae	<i>Cephalodella sp</i>
Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane sp.</i>
Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca sp</i>
Ciliophora	Oligohymenophorea	Peritrichida	Vaginicolidae	<i>Vaginicola sp</i>
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnantheaceae	<i>Achnanthes sp</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp</i>
Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp</i>		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Hydrodictyon sp</i>
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>
			Selenastraceae	<i>Monoraphidium sp</i>
		Volvocales	Volvocaceae	<i>Volvox sp</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp</i>
				<i>Coelastrum sp</i>
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp</i>
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas sp</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp</i>
Charophyta	Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales	Klebsormidiaceae	<i>Klebsormidium sp</i>
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium sp</i>
Chlorophyta	Ulvophyceae	Trebouxiales	Botryococcaceae	<i>Botryococcus sp</i>
		Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora sp</i>

Fuente: (Guevara, Reinoso, & Villa, 2006) (Gordillo Guerra, 2014)

➤ Comunidad de macroinvertebrados

Para la zona de influencia del proyecto se reportaron treinta y dos (32) géneros de probable presencia para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos distribuidas en seis (6) Phyllum, seis (6) clases, once (11) órdenes y veintisiete (27) familias (Tabla 5.2-3).

Tabla 5.2-3 Lista de especies potenciales de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos para el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La en el departamento del Tolima

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO
Anthropoda	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Donacia</i>
			Dytiscidae	<i>Copelatus</i>
			Elmidae	<i>Cylloepus</i>
		Diptera	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i>
			Chironomidae	<i>Cardiocladius</i>
			Dolichopodidae	<i>Rhaphium</i>
		Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>
				<i>Baetodes</i>
			Caenidae	<i>Caenis</i>
			Leptohyphidae	<i>Haplohyphes</i>
				<i>Leptohyphes</i>
				<i>Tricorythodes</i>
			Leptophlebiidae	<i>Choroterpes</i>
				<i>Thraulodes</i>
		<i>Traverella</i>		
		Polymitarcyidae	<i>Campsurus</i>	
		Hemiptera	Corixidae	<i>Tenagobia</i>
			Gerridae	<i>Trepobates</i>
			Naucoridae	<i>Cryphocricos</i>
			Pleidae	<i>Microvelia</i>
			Veliidae	<i>Platyvelia</i>
		Lepidoptera	Crambidae	<i>Oxyelophilac</i>
		Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i>
Odonata	Calopterigidae	<i>Hetaerina</i>		
	Libellulidae	<i>Brechmorhoga</i>		
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>		
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>		
	Glossosomatidae	<i>Protoptilia</i>		
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>		
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>		
	Odontoceridae	<i>Triplectidaes</i>		
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>		
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	-

Fuente: (Forero-Céspedes, Reinoso-Flórez, & Gutiérrez, 2013).

➤ Comunidad íctica

Para las comunidades ícticas se han reportado un total de treinta y seis 36 especies de potencial presencia en el área de estudio, distribuidos en diecisiete (17) familias y seis (6) clases (Tabla 5.2-4)

**Tabla 5.2-4 Lista de especies potenciales de la comunidad íctica para el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La en el departamento del Tolima**

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Characiformes	Parodontidae	<i>Parodon</i>	<i>magdalensis</i>
Characiformes	Crenuchidae	<i>Characidium</i>	<i>phoxocephalum</i>
	Characidae	<i>Argopleura</i>	<i>magdalensis</i>
		<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>
		<i>Creagrutus</i>	<i>affinis</i>
		<i>Gephyrocharax</i>	<i>melanocheir</i>
		<i>Hemibryco</i>	<i>raqueliae</i>
		<i>Microgenys</i>	<i>minuta</i>
	Anostomidae	<i>Leporinus</i>	<i>muyscorum</i>
	Erithrinidae	<i>Hoplias</i>	<i>malabaricus</i>
Gasteropelecidae	<i>Gasteropelecus</i>	<i>maculatus</i>	
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus</i>	<i>blochii</i>
		<i>Rhamdia</i>	<i>guatemalensis</i>
	Heptapteridae	<i>Cetopsorhamdia</i>	<i>molinae</i>
		<i>Pimelodella</i>	<i>chagresi</i>
	Cetopsidae	<i>Cetopsis</i>	<i>othonops</i>
	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i>	<i>retropinnis</i>
		<i>Trichomycterus</i>	<i>banneau</i>
	Loricariidae	<i>Chaetostoma</i>	<i>milesi</i>
		<i>Chaetostoma</i>	<i>thomsoni</i>
		<i>Lasiancistrus</i>	<i>caucanus</i>
		<i>Sturisomatichthys</i>	<i>leightoni</i>
<i>Spatuloricaria</i>		<i>gymnogaster</i>	
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i>	<i>homodon</i>	
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Eigenmaniia</i>	<i>virescens</i>
		<i>Sternopygus</i>	<i>aequilabiatus</i>

Ibagué y Piedras (Tolima)

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Cyprinodontiformes	Apterontidae	<i>Apterontus</i>	<i>eschmeyeri</i>
	Cynolebiidae	<i>Cynodonichthys</i>	<i>magdalenae</i>
	Poeciliidae	<i>Poecilia</i>	<i>caucana</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara</i>	<i>latifrons</i>
		<i>Kronoheros</i>	<i>umbrifer</i>
		<i>Geophagus</i>	<i>steindachner</i>

Fuente: (Montoya-Ospina, Villa-Navarro, & Lopez-Delgado, 2018)

➤ Macrófitas acuáticas

En relación con las macrófitas acuáticas potenciales, se reportaron diez (10) especies distribuidas en diez (10) familias, siete (7) órdenes, y cinco (5) clases (Tabla 5.2-5).

**Tabla 5.2-5 Lista de especies potenciales de la comunidad de macrófitas acuáticas para el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La en el departamento del Tolima**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Magnoliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Scleria sp.</i>
	Zingiberales	Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i>
	Poales	Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>
	Fabales	Fabaceae	<i>Senna reticulata</i>
	Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>
			<i>Lemna minor</i>
	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Persicaria hydropiperoides</i>
Amaranthaceae		<i>Alternanthera aquatica</i>	
Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Ceratopteris pteridoides</i>
	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>

Fuente: Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Azuceno. (Cortolima & Min Ambiente, Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Azuceno, 2017)

#### 5.2.1.2.2 Área de influencia fisico-biotica

##### 5.2.1.2.2.1 Generalidades del estudio

Con el fin de determinar la composición y estructura de la hidrobiota presente en los ecosistemas acuáticos del área de influencia fisico-biótica, se caracterizaron las comunidades hidrobiológicas a partir de muestreos de perifiton, macroinvertebrados acuáticos y fauna íctica en sistemas lóticos y lénticos y adicionalmente muestreos de plancton (fitoplancton y zooplancton) y macrofitas en sistemas lénticos identificados para la zona y que pudieran ser impactados por el desarrollo del proyecto.

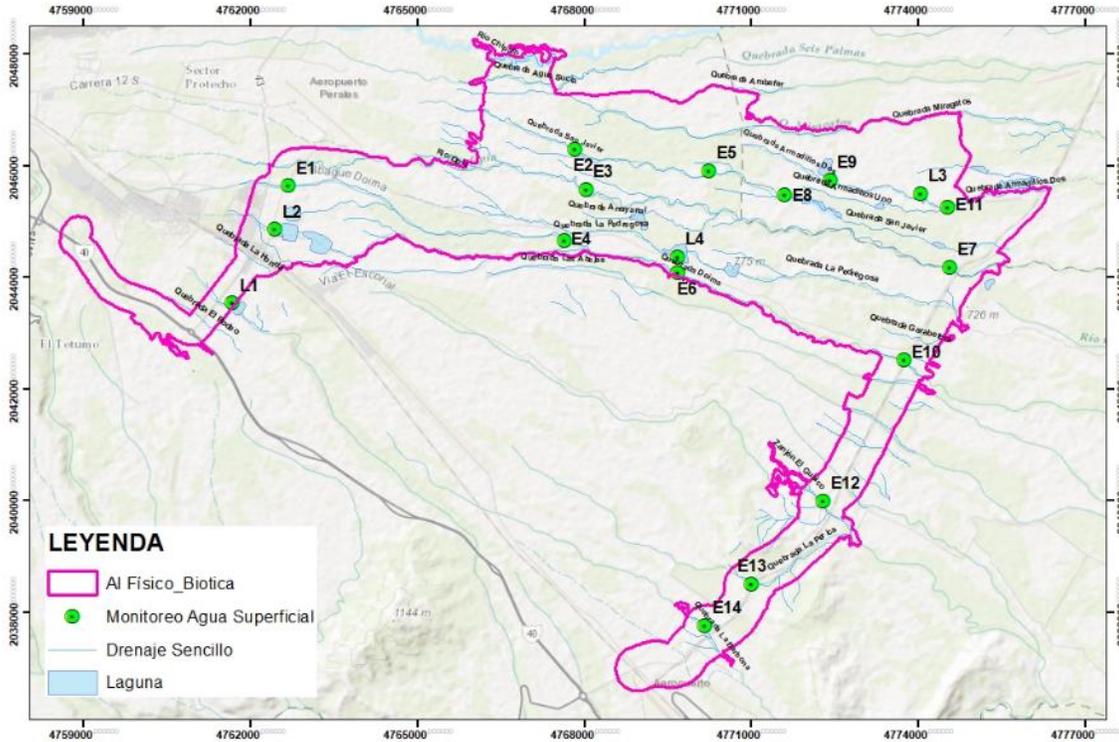
La medición de los parámetros *in situ*, la toma de muestras, el conteo y la determinación taxonómica de las muestras hidrobiológicas fueron realizadas por el Laboratorio de Biota Consultoría y Medio Ambiente, laboratorio acreditado por el IDEAM, siguiendo los procedimientos estipulados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Ed. 23, en los textos de la APHA-AWWA-WPCF (American Public Health Association, AWWA (American Water Works Association y WPCF (Water Pollution Control Federation).

La caracterización se llevó a cabo en 18 puntos de monitoreo sobre diferentes cuerpos de agua ubicados dentro del área de influencia, entre los días 8 y 22 de Junio de 2021 para la época de lluvias y del 26 de julio al 4 de agosto de 2021 para la época seca en los cuerpos de agua susceptibles del área de influencia del proyecto, siguiendo el plan de trabajo Biota 016-21. Durante la fase de campo, se caracterizaron las comunidades hidrobiológicas presentes en los mismos sitios donde se realizó el muestreo de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de forma simultánea, teniendo presente las variaciones en sus atributos comunitarios y sus características como bioindicadores.

En la

Tabla 5.2-6 se presenta la información general de cada uno de los puntos establecidos para la caracterización y en la Figura 5.2-1 se muestra la ubicación espacial de cada punto de muestreo.

Ibagué y Piedras (Tolima)



**Figura 5.2-1 Puntos de muestreo para la caracterización hidrobiológica de área de influencia físico-biótica del proyecto.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

En la Tabla 5.2-7 se muestra la descripción general de los sitios de muestreo tanto de los cuerpos de agua lénticos como de los lóuticos, las condiciones ambientales en el momento del muestreo, el tipo de sustrato del lecho, las propiedades organolépticas del espejo de agua, y el respectivo registro fotográfico. La estación Léntico 1 se encontraba seca, por lo tanto, no fue posible su caracterización.

**Tabla 5.2-6 Información general de las estaciones de muestreo**

Código de la estación	Nombre de la estación	Coordenada			Temporada			
					Lluvias		Seca	
		Fecha de Monitoreo	Hora de muestreo	Fecha de Monitoreo	Hora de muestreo	(Datum Magna Sirgas Origen Nacional)		
						E	N	Z
<b>E1</b>	Quebrada Doima	4762702,00	2045644,00	935 m	2021/06/09	12:07 m	2021/08/04	9:20 am
<b>E2</b>	Quebrada San Javier	4767835,09	2046299,82	841 m	2021/06/10	9:50 a. m.	2021/07/27	11:01 am
<b>E3</b>	Quebrada Opia	4768040,37	2045579,24	848 m	2021/06/10	13:15 pm	2021/07/27	13:40 pm
<b>E4</b>	Quebrada Doima	4767649,49	2044661,85	852 m	2021/06/09	9:20 a. m.	2021/07/26	13:30 pm
<b>E5</b>	Quebrada San Javier	4770250,17	2045907,40	710 m	2021/06/15	15:30 pm	2021/07/27	8:52 am
<b>E6</b>	Quebrada Opia	4769718,16	2044192,91	710 m	2021/06/15	11:17 a. m.	2021/07/28	13:28 pm
<b>E7</b>	Quebrada Opia	4774569,24	2044174,82	713 m	2021/06/17	13:21 pm	2021/08/02	12:30 m
<b>E8</b>	Quebrada San Javier	4771613,64	2045472,98	723 m	2021/06/16	9:22 a. m.	2021/07/29	9:10 am
<b>E9</b>	Quebrada Armadillos	4772416,40	2045742,97	771 m	2021/06/16	13:48 pm	2021/07/29	11:42 am
<b>E10</b>	Quebrada Doima	4773745,26	2042511,10	660 m	2021/06/21	11:18 a. m.	2021/08/03	8:30 am
<b>E11</b>	Quebrada Armadillos	4774537,45	2045254,88	701 m	2021/06/17	11:35 a. m.	2021/07/29	13:18 pm
<b>E12</b>	Quebrada San Javier El Guaico	4772297,08	2039983,48	731 m	2021/06/21	14:10 pm	2021/08/03	11:15 am
<b>E13</b>	Quebrada La Perica	4771009,04	2038494,05	722 m	2021/06/22	9:30 a. m.	2021/08/03	14:01 pm
<b>E14</b>	Quebrada La Barbona	4770172,50	2037749,81	741 m	2021/06/22	11:50 a. m.	2021/08/04	11:40 am
<b>L1</b>	Lentico 1	4761693,56	2043539,79	946 m	2021/06/21	8:00 am	2021/07/29	15:50 pm
<b>L2</b>	Lentico 2	4762459,14	2044860,57	914 m	2021/06/21	8:08 am	2021/07/28	8:00 am
<b>L3</b>	Lentico 3	4774044,51	2045501,79	711 m	2021/06/17	8:50 am	2021/08/02	9:08 am
<b>L4</b>	Lentico 4	4769584,20	2044273,11	754 m	2021/06/09	12:57 m	2021/07/26	9:00 am

Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente, 2021

**Tabla 5.2-7 Descripción general de las estaciones de muestreo**

Nombre y descripción de las estaciones de muestreo	Fotografía	
	Temporada de lluvias	Temporada seca
<p><b>Quebrada Doima (E1)</b></p> <p>Cuerpo de agua color café-grisáceo, sustrato rocoso-arenoso y corriente rápida. Vegetación riparia conformada principalmente por árboles que generan sombra sobre el cuerpo de agua. Sin presencia de vegetación acuática. Impacto antrópico de un puente, donde constantemente pasan vehículos de trabajo agrícola y carga pesada. Se evidencia contaminación por residuos sólidos como ropa, zapatos, botellas, bolsas plásticas, fibras y costales. Aledaño al punto de muestreo se encuentra un cementerio y cultivos de arroz, por lo que el cuerpo de agua está expuesto a vertidos agrícolas.</p>		
<p><b>Quebrada San Javier (E2)</b></p> <p>Cauce inundado y turbio (temporada lluviosa), debido a lluvias previas al monitoreo. Cuerpo de agua color gris-opaco, sustrato lodoso-arenoso, corriente lenta. Una parte del cauce natural se encuentra canalizado y modificado con un muro de contención, por lo cual el punto de muestreo se ubicó aguas arriba de dicha modificación. Presencia de vegetación riparia, principalmente árboles y arbustos; depósitos de materia orgánica de origen vegetal. Se evidencia contaminación de residuos sólidos alrededor del cuerpo de agua, especialmente botellas y bolsas plásticas. El cuerpo de agua es utilizado para</p>		

Ibagué y Piedras (Tolima)

Nombre y descripción de las estaciones de muestreo	Fotografía	
	Temporada de lluvias	Temporada seca
<p>el riego de cultivos arroceros, y se encuentra ubicado más o menos a 50 metros de los cultivos. A su vez está expuesto a vertidos agrícolas.</p>	<b>Quebrada San Javier</b>	
<p><b>Quebrada Opia (E3)</b> Cauce inundado y turbio. Cielo nublado, reciente lluvia (temporada lluviosa), corriente rápida, intenso olor a materia orgánica vegetal en descomposición. Cuerpo de agua color café-grisáceo, sustrato rocoso-arenoso. El punto de muestreo se ubicó detrás de un molino de arroz, por lo que se evidencia un "botadero" de escombros, basuras sólidas y basuras domésticas cercano a la orilla de la quebrada, más o menos a unos 100 metros. Igualmente, el cuerpo de agua está expuesto a vertidos agrícolas debido a cultivos arroceros.</p>		
	<b>Quebrada Opia</b>	
<p><b>Quebrada Doima (E4)</b> Cuerpo de agua color grisáceo, corriente rápida, se presentaron lluvias previo al monitoreo (temporada lluviosa), cielo parcialmente nublado, sustrato rocoso-arenoso, orillas erosionadas, depósitos de hojarasca y troncos. Presencia de basuras como: bolsas y botellas plásticas, fibras, costales y ropa. El punto monitoreado del cuerpo de agua transcurre a lo largo de un sitio estrecho, ubicado a unos 200 metros de cultivos arroceros.</p>		
	<b>Quebrada Doima</b>	

Ibagué y Piedras (Tolima)

Nombre y descripción de las estaciones de muestreo	Fotografía	
	Temporada de lluvias	Temporada seca
<p><b>Quebrada San Javier (E5)</b></p> <p>Cuerpo de agua color café-grisáceo, corriente lenta, cielo parcialmente nublado al momento del monitoreo. Presencia de depósitos de materia orgánica vegetal, cobertura riparia como árboles y arbustos que le brinda sombra al cuerpo de agua. Esta quebrada está ubicada a unos 60 metros de carretera y cultivos arroceros. Se presencia paso de ganado por los alrededores del cuerpo de agua, así mismo, contaminación de residuos sólidos como bolsas y botellas plásticas.</p>		
<b>Quebrada San Javier</b>		
<p><b>Quebrada Opia (E6)</b></p> <p>Cuerpo de agua color café-grisáceo, cercano a cultivos arroceros. Orillas erosionadas, depósitos de troncos y hojarasca, vegetación riparia, principalmente árboles, olor intenso a materia vegetal en descomposición. A unos 60 metros aproximadamente del punto monitoreado, pasa una canal probablemente derivada de aguas arribas de la quebrada Opia. Se evidencia contaminación de residuos sólidos a los alrededores como ropa, bolsas y botellas plásticas, envolturas de alimentos, servilletas, fibras y papel. Es posible que el cuerpo de agua este expuesto a vertidos agrícolas.</p>		
<b>Quebrada Opia</b>		

Ibagué y Piedras (Tolima)

Nombre y descripción de las estaciones de muestreo	Fotografía	
	Temporada de lluvias	Temporada seca
<p><b>Quebrada Opia (E7)</b></p> <p>Cuerpo de agua color café, corriente rápida, sustrato rocoso con presencia de cantos rodados y arenas gruesas. Fuerte olor a materia vegetal en descomposición, cobertura vegetal riparia conformada principalmente por arbustos y árboles, que le brindan sombra a la quebrada. Se evidencia basuras como: fibras y costales. En el punto monitoreado, el cuerpo de agua posee un muro de contención a un solo lado del cauce. A su vez, posee el impacto de un puente, donde constantemente pasa ganado, vehículos de trabajo agrícola y transporte de carga extradimensionada y/o extrapesada.</p>		
	<b>Quebrada Opia</b>	
<p><b>Quebrada San Javier (E8)</b></p> <p>Cuerpo de agua aldeaño a cultivos arroceros y a un molino de arroz, aproximadamente a unos 100 metros. El color de agua es gris, nivel del agua normal, corriente rápida, sustrato roco-arenoso, orillas erosionadas, vegetación riparia, conformado principalmente por árboles. Se evidencia paso de ganado cercano al cuerpo de agua, depósitos de troncos, hojarasca y contaminación de residuos sólidos como botellas y bolsas plásticas. Sobre el cuerpo de agua pasa una canal. Es posible que el cuerpo de agua este expuesto a vertidos.</p>		
	<b>Quebrada San Javier</b>	

Ibagué y Piedras (Tolima)

Nombre y descripción de las estaciones de muestreo	Fotografía	
	Temporada de lluvias	Temporada seca
<p><b>Quebrada Armadillos (E9)</b></p> <p>Cuerpo de agua color gris, aguas estancadas con depósitos de troncos y hojarasca. La frontera agrícola alcanzó al cuerpo de agua y al bosque ripario, por lo cual, el cuerpo de agua se encuentra en medio de dos cultivos arrozeros. De esta manera, una parte del cauce natural ha sido modificado y canalizado hacia un cultivo de arroz, siendo vulnerable a vertidos agrícolas. Destaca, además, que en uno de cultivos aledaños se observó de 20 a 30 cabezas de ganados. Punto seco en temporada seca.</p>		
<b>Quebrada Armadillos</b>		
<p><b>Quebrada Doima (E10)</b></p> <p>Cuerpo de agua color café-verdoso, corriente rápida, nivel del agua normal, sustrato lodoso y rocoso con presencia de cantos rodados. Depósitos de materia de origen vegetal, orillas erosionadas, vegetación riparia, que genera sombra sobre el cuerpo de agua. Se evidencia descargas de aguas provenientes de un canal, probablemente cercana a cultivos arrozeros. Impacto antrópico de un puente, donde pasa ganado, vehículos de trabajo agrícola y transporte de carga extradimensionada y/o extrapesada.</p>		
<b>Quebrada Doima</b>		

Ibagué y Piedras (Tolima)

Nombre y descripción de las estaciones de muestreo	Fotografía	
	Temporada de lluvias	Temporada seca
<p><b>Quebrada Armadillos (E11)</b></p> <p>Punto de muestreo está ubicado a borde carretera, donde es constante el paso de ganado, vehículos de trabajo agrícola y de transporte de carga extrapesada. Cuerpo de agua color gris-verdoso, sustrato rocoso con presencia de cantos rodados y arenoso. Orillas erosionadas, depósitos de materia vegetal y presencia de vegetación riparia. Contaminación de basuras como fibras y costales. Potreros aldeaños de ganado. El cauce natural del cuerpo de agua está reducido por la presencia de un dique. Se evidencia que el cuerpo de agua es utilizado para el riego de cultivos arroceros aldeaños, por lo cual es probable que el agua este expuesto a vertidos.</p>		
	<b>Quebrada Armadillos</b>	
<p><b>Quebrada San Guaico (E12)</b></p> <p>Se evidencia reciente desbordamiento del cauce (temporada lluviosa), intenso olor a materia orgánica en descomposición, residuos domésticos y vertidos agrícolas. Color agua verde-cristalina, sustrato rocoso-arenoso, orillas erosionadas, presencia de depósitos de materia vegetal. Impacto antrópico de un puente, donde se refleja el tránsito de vehicular de carga pesada y ganado. Contaminación de residuos sólidos como envolturas de alimentos, bolsas y botellas plásticas.</p>		
	<b>Quebrada San Guaico</b>	

Ibagué y Piedras (Tolima)

Nombre y descripción de las estaciones de muestreo	Fotografía	
	Temporada de lluvias	Temporada seca
<p><b>Quebrada La perica (E13)</b></p> <p>Se evidencia crecimiento e inundación del cauce (temporada lluviosa), corriente rápida, agua turbia, olor intenso a materia orgánica en descomposición y a residuos domésticos. Sustrato rocoso-arenoso, color del agua café-gris, orillas erosionadas, contaminación por residuos sólidos como envolturas de alimentos, madera, tablas, bolsas y botellas plásticas, ropa y/o trapos, costales, fibras, y pedazos de acero. Se evidencia constante tránsito vehicular de carga pesada y de ganado a través del puente. Presencia de un dique. La quebrada es utilizada para el riego de cultivos arroceros adyacentes, por lo cual el cuerpo de agua es vulnerable a vertidos.</p>		
	<b>Quebrada La perica</b>	
<p><b>Quebrada La Barbona (E14)</b></p> <p>Cuerpo de agua contiguo a cultivos de arroz. Agua incolora, sustrato rocoso con presencia de cantos rodados y arenas gruesas, depósitos de troncos y hojarasca. No se observó contaminación por residuos sólidos, sin embargo, se evidencia paso vehicular por medio de la quebrada. Presencia de Impacto antrópico de un puente, en el que es regular el paso de ganado, vehículos de trabajo agrícola y carga pesada. El cuerpo de agua es utilizado para el riego de cultivos arroceros cercanos, por lo cual es expuesto a vertidos.</p>		
	<b>Quebrada La Barbona (E14)</b>	

Ibagué y Piedras (Tolima)

Nombre y descripción de las estaciones de muestreo	Fotografía	
	Temporada de lluvias	Temporada seca
<p><b>Léntico 1 (L1)</b></p> <p>Se evidencia que el cuerpo de agua ha sido drenado mediante la canalización de transporte gravitacional. Esto se debe a que el suelo es utilizado principalmente para construcción urbana, dado que hace parte de predios privados y se encuentra ubicado en cercanía a la autopista nacional. El agua remanente es utiliza como jagüey para la hidratación del ganado.</p>		
<b>Léntico 1 (L1)</b>		
<p><b>Léntico 2 (L2)</b></p> <p>Cuerpo de agua color verdoso, sustrato lodoso-arenoso, presencia de pastos inundados, orillas erosionadas, cobertura riparia que bordean gran parte del cuerpo de agua y pastos limpios a sus alrededores que se utilizan para la alimentación de ganado. Se evidencia prácticas de pesca por parte de personas que viven cerca de la zona. Contaminación por residuos sólidos como ropa, zapatos, botellas y bolsas plásticas, fibras y envolturas de alimentos. El uso del agua es para el riego de los cultivos arroceros adyacentes, lo que lo hace vulnerable a vertidos.</p>		
<b>Léntico 2 (L2)</b>		

Ibagué y Piedras (Tolima)

Nombre y descripción de las estaciones de muestreo	Fotografía	
	Temporada de lluvias	Temporada seca
<p><b>Léntico 3 (L3)</b></p> <p>Cuerpo de agua ubicado a borde de carretera y cercanos cultivos arroceros. El uso del agua es principalmente para el riego de los cultivos, por lo que esta impactado con vertidos agrícolas. Color del agua café-grisáceo, corriente lenta, sustrato rocoso-arenoso, depósitos de materia vegetal. Sin vegetación flotante, pero cobertura riparia, especialmente árboles y arbustos.</p>		
<b>Léntico 3 (L3)</b>		
<p><b>Léntico 4 (L4)</b></p> <p>Cuerpo de agua color grisáceo, sustrato rocoso-arenoso, sin vegetación acuática, pero con pastos inundados. Presencia de palizadas, cobertura riparia y pastos limpios que utilizan para la alimentación del ganado. Impacto antrópico de una canal para el drenaje de agua que va directo a los cultivos arroceros adyacentes. Contaminación de basuras como botellas de agroquímicos, bolsas plásticas, envolturas de alimentos, ropa, y zapatos.</p>		
<b>Léntico 4 (L4)</b>		

Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente, 2021

A continuación, se realiza el análisis de los componentes hidrobiológicos correspondientes al plancton, perifiton, macroinvertebrados acuáticos, vegetación acuáticas y peces para los cuerpos de agua monitoreados durante las dos épocas climáticas.

#### 5.2.1.2.2.2 Plancton

El plancton es un conjunto de organismos de pequeño tamaño (típicamente <3 cm) que tienen como característica principal habitar la columna de agua con limitada capacidad de contrarrestar las corrientes de agua. De esta manera cualquier organismo que cumpla con esta característica formará parte de esta comunidad acuática. El término "plancton" proviene del griego que significa errante el cual fue acuñado en 1887 por el alemán Víctor Hensen para describir a los organismos que derivan con las corrientes marinas y dulceacuícolas (Kilham, 1986)

En la columna de agua pelágica habita una comunidad diversa y dinámica en la que se puede encontrar organismos holoplanctónicos (aquellos que completan la totalidad de su ciclo de vida en el plancton) y organismos meroplanctónicos (los que solo son planctónicos durante una parte de sus vidas). La distribución de los organismos del plancton no es uniforme en el tiempo ni en el espacio. Esta característica complica el estudio de la dinámica del plancton, ya que la detección de cambios en el tiempo exige análisis estadísticos rigurosos capaces de identificar tendencias frente a la variabilidad debida a una distribución horizontal o vertical desigual.

Los sistemas planctónicos dependen en buena parte de la captación de la energía solar a través de la fotosíntesis en las aguas superficiales, donde los niveles de luz son adecuados. La producción primaria, tanto de las algas eucarióticas como la de bacterias fotosintéticas, también puede depender de la cantidad de nutrientes: la reducida disponibilidad de nutrientes podría llegar a limitarla, incluso en aguas bien iluminadas (Jaramillo, De La Huz, Duarte, & Contreras, 2006).

Los sistemas acuáticos lóticos por lo general suelen ser medios más inhóspitos para su desarrollo, ya que las fuertes corrientes, la turbulencia y arrastre de materiales tienen

efectos negativos sobre su abundancia y tasas de crecimiento; sin embargo, más allá de esas restricciones algunas poblaciones pueden verse favorecidas, como en el caso de las bacilariofitas (Roldan-Pérez & Ramírez, 2008) (Wetzel , 1981)

#### 5.2.1.2.2.2.1 *Fitoplancton*

El fitoplancton, es el conjunto de organismos en su mayoría autótrofos, aunque existen formas heterótrofas, que pueden localizarse en las zonas de aguas abiertas o en el litoral de los lagos y está conformado principalmente por varios grupos de algas (Wetzel , 1981) (Margalef, 1983). Este gremio, en conjunto con las macrófitas y las algas adheridas a algún sustrato (Perifiton) forman parte del primer eslabón de la cadena alimenticia (Reynolds, 1984). Las microalgas son sensibles a las fluctuaciones internas del cuerpo de agua y a las condiciones ambientales que prevalecen, viéndose afectada su abundancia y distribución (Margalef, 1983). Esta asociación ha adquirido un valor importante en los estudios, ya que se utilizan como bioindicadores debido a que miden y cuantifican la magnitud del estrés, dan las características del hábitat y la respuesta ecológica al daño de un ecosistema. Esta comunidad se encuentra favorecida en sistemas donde hay mayor estabilidad en la columna de agua, siendo muchas veces más abundante en las zonas del sistema en donde hay menos corriente, profundidad y carga sedimentaria. Bajas densidades de estos microorganismos pueden ser indicativos de condiciones oligotróficas y altas abundancias pueden indicar condiciones eutróficas (Ramírez González & Viña Vizcaíno, 1998).

##### 5.2.1.2.2.2.1.1 Época Lluviosa

#### ➤ Composición y abundancia

La comunidad fitoplanctónica se caracterizó para los cuerpos de agua lénticos, los cuales corresponden a Léntico 2, Léntico 3 y Léntico 4, el Léntico 1 para la época Lluviosa se encontraba seco. Dentro de esta comunidad se observaron 1,57 cel/ml pertenecientes a siete phylum/división, 21 órdenes, 30 familias y 38 morfoespecies. En el **Anexo D.2.6.1 Ecosistemas Acuáticos** se muestra la abundancia neta de la comunidad algal.

Para la estación de monitoreo Léntico 2 se estimó una densidad de 0,8172 cel/ml, para el Léntico 3 una densidad de 0,4744 cel/ml, mientras que para el Léntico 4 se presentó la menor densidad con la estimación de 0,2784 cel/ml pertenecientes a la comunidad fitoplanctónica. En la Tabla 5.2-8 se relaciona la diversidad y densidad para cada una de las estaciones monitoreadas.

**Tabla 5.2-8 Diversidad y abundancia de la comunidad fitoplanctónica registrada en los cuerpos de agua monitoreados**

Estaciones		Léntico 2	Léntico 3	Léntico 4
Bacillariophyta	Nº géneros	7	8	3
	Cel/ml	0,1128	0,054	0,03
Charophyta	Nº géneros	1	1	2
	Cel/ml	0,0156	0,0012	0,0044
Chlorophyta	Nº géneros	9	10	4
	Cel/ml	0,4284	0,24	0,098
Cyanobacteria	Nº géneros	5	3	4
	Cel/ml	0,2064	0,056	0,126
Euglenophyta	Nº géneros	2	3	1
	Cel/ml	0,0456	0,0804	0,008
Miozoa	Nº géneros	1	0	1
	Cel/ml	0,0084	0	0,0004
Ochrophyta	Nº géneros	0	3	1
	Cel/ml	0	0,0428	0,0184

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Tabla 5.2-9 se presentan las principales características de los organismos pertenecientes a los Phylum/División Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophycota, Miozoa y Ochrophyta.

**Tabla 5.2-9 Principales características de los taxones del fitoplancton registrados en los cuerpos de agua monitoreados**

Phyllum/División	Características
<b>Bacillariophyta</b>	Las diatomeas se caracterizan por la presencia de una pared celular o frústula compuesta de sílice; la cual se divide en una parte superior (epiteca) y una parte inferior (hipoteca). La estructura y ornamentación de la frústula son la base de la clasificación de las diatomeas (Hasle y Fryxell, 1995). Las diatomeas se dividen en dos grandes grupos por su morfología: las formas céntricas con valvas simétricas radialmente y las formas pennadas con valvas simétricas bilateralmente. Según la clasificación de diatomeas propuesta por Round <i>et al.</i> (1990), éstas pertenecen a una división con tres clases, la clase Coscinodiscophyceae, donde se clasifican todas las diatomeas céntricas, y las clases Fragilariophyceae y Bacillariophyceae dentro de las cuales se agrupan las diatomeas pennadas <sup>1</sup> .
<b>Charophyta</b>	Este phylum agrupa a un conjunto de Algas de las más evolucionadas, anteriormente ubicadas dentro de la División Chlorophyta como una clase (Charophyceae), las cuales muestran adaptaciones evolutivas más avanzadas. Una de las características más resaltantes es la presencia de estructuras reproductivas protegidas por una capa involucral de células, a diferencia del resto de las algas en las cuales las estructuras reproductivas son desnudas.
<b>Chlorophyta</b>	Las algas verdes están caracterizadas por la presencia de la clorofila b y la acumulación de almidón en el interior del cloroplasto. Tradicionalmente han sido consideradas como un grupo filogenéticamente independiente; sin embargo, hoy día el conjunto de las algas verdes y el resto de las plantas terrestres, arquegoniadas y vasculares, son vistas como una estirpe, si eso es así todas estas plantas deberían ser consideradas como pertenecientes a una sola división o phylum. Las clorófitas constituyen uno de los grupos de algas más numerosos y contiene organismos morfológicamente diversos. La mayor parte de las algas verdes viven en medios continentales, en aguas cristalinas, contaminadas con materia orgánica o en suelos húmedos o epifitas sobre otras plantas. Las Prasinofíceas y, sobre todo las Ulvofíceas viven predominantemente en aguas marinas o salobres. La mayoría de la Clorófitas presentan una amplia distribución y muchas son cosmopolita <sup>2</sup> .

<sup>1</sup> Biodiversidad y taxonomía de plantas criptógamas. Universidad Complutense Madrid. Disponible en: [http://escalera.bio.ucm.es/usuarios/criptogamas/plantas\\_criptogamas/materiales/algas/ochrophyta.html](http://escalera.bio.ucm.es/usuarios/criptogamas/plantas_criptogamas/materiales/algas/ochrophyta.html)

<sup>2</sup> Disponible en: [http://criptogamas.bioucm.es/plantas\\_criptogamas/materiales/algas/chlorophyta.html](http://criptogamas.bioucm.es/plantas_criptogamas/materiales/algas/chlorophyta.html)

Phyllum/División	Características
<b>Cyanobacteria</b>	Son un phylum del dominio Bacteria que comprende las bacterias capaces de realizar fotosíntesis oxigénica, y, en algún sentido, a sus descendientes por endosimbiosis, los plastos. Son las únicas procariotas que llevan a cabo ese tipo de fotosíntesis, por ello también se les denomina oxifotobacterias (Oxyphotobacteria). Las cianobacterias fueron designadas durante mucho tiempo como cianófitas (Cyanophyta, literalmente "plantas azules") o cianofíceas (Cyanophyceae, literalmente "algas azules"), castellanizándose a menudo como algas verde-azuladas. Cuando se descubrió la distinción entre célula procariota y eucariota se constató que estas son las únicas "algas" procarióticas, y el término "Cyanobacteria" (se había llamado siempre bacterias a los procariontes conocidos) empezó a ganar preferencia
<b>Euglenophycota</b>	Son organismos flagelados, desnudos y grandes. Predominan generalmente en agua dulce, aunque pueden ser hallados en estuarios. Son muy abundantes en charcas y lagunas temporales con abundante contenido de materia orgánica. Su reproducción es asexual y se lleva a cabo por fisión binaria longitudinal <sup>3</sup> .
<b>Miozoa</b>	Los miozoos (Miozoa) son un grupo de protistas alveolados unicelulares generalmente flagelados y de hábitat marino principalmente, que poseen alvéolos corticales como parte de su estructura celular. Dentro de Alveolata constituye el clado principal hermano de Ciliophora y es muy diverso, pues está conformado por grupos fotosintéticos como Dinoflagellata y Chromerida, por heterótrofos que pueden ser endoparásitos como Apicomplexa y Perkinsozoa y otros grupos predadores de vida libre. Conforman un grupo grande con unas 8.000 especies descritas, muchas de las cuales presentan complejo apical o se alimentan por mizocitosis. Los miozoos más tempranos son llamados protalveolados, los cuales presentan características ancestrales como la de ser biflagelados acuáticos, rápidos nadadores y predadores <sup>4</sup> .

<sup>3</sup> Delgado J., Sánchez L. Euglenophyta from lower basin of the Caura River, Venezuela. Acta Bot. Venez. [revista en la Internet]. 2007 [citado 2015 Oct 20] ; 30(2): 277-290. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0084-59062007000200002&lng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0084-59062007000200002&lng=es).

<sup>4</sup> T. Cavalier-Smith & E. Chao 2004, Protalveolate phylogeny and systematics and the origins of Sporozoa and dinoflagellates (phylum Myzozoa nom. Nov.) European Journal of Protistology 40(3):185-212 · 2004 DOI: 10.1016/j.ejop.2004.01.002

Phyllum/División	Características
<b>Ochrophyta</b>	Las ocofitas (Ochrophyta o Stramenochromes) son un grupo de algas heterocontas (Heterokontophyta). La denominación Ochrophyta deriva de ocre en alusión al color promedio amarillo pardo. El grupo fue identificado filogenéticamente en 1986 con el nombre Ochrista y consta a su vez de varios grupos de algas unicelulares (como diatomeas y crisofíceas), y un solo grupo de algas multicelulares (algas pardas o feofíceas), que en las clasificaciones tradicionales aparecían como grupos separados (Riisberg, y otros, Seven Gene Phylogeny of Heterokonts, 2009)

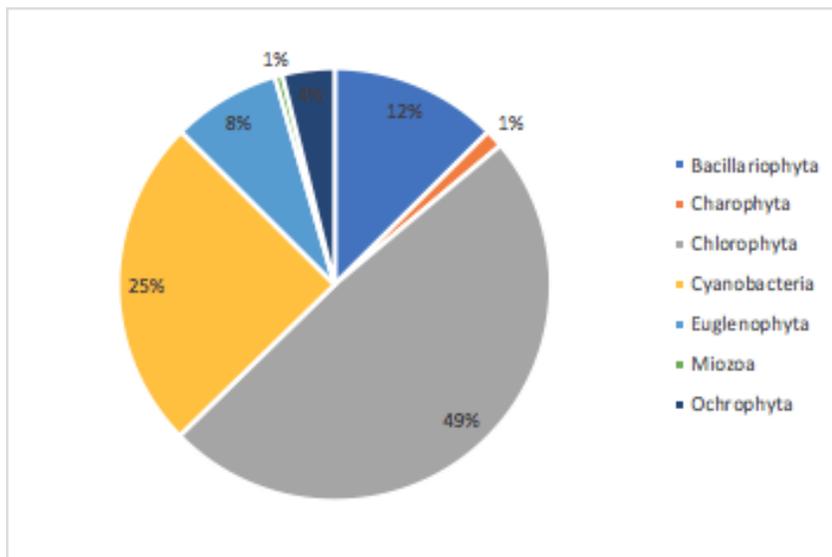
Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En general, las Chlorophyta presentaron el mayor número de organismos con el 49% de la abundancia total, seguido de las Cyanobacterias con el 25% y las Bacillariophytas con el 12% de la abundancia total (Figura 5.2-2). Respecto a la riqueza, el phyllum Chlorophyta reporta el mayor número de taxones, registrándose para las tres estaciones de monitoreo. Este phyllum estuvo representado por 14 morfoespecies, distribuidos en 14 géneros, 9 familias y 3 órdenes, donde sobresalió la especie *Sphaerocystis schroeteri* (0,1452 cel/ml) y las morfoespecies *Pediastrum sp.* (0,1404 cel/ml) y *Scenedesmus sp.* (0,1114 cel/ml). Mientras que para el phyllum Bacillariophyta, se registraron 7 órdenes distribuidos en 9 familias y 10 morfoespecies, siendo *Nitzschia sp.* y *Navicula sp.* las morfoespecies más abundantes, con una densidad de 0,1118 cel/ml y 0,0342 cel/ml, respectivamente.

Finalmente, para el phyllum Cyanobacteria se registraron 4 órdenes, 5 familias y 5 morfoespecies, de las cuales *Phormidium sp.* (0,1452 cel/ml) y *Anabaenopsis sp.* (0,1352 cel/ml), son las más representativas en términos de abundancia. Respecto a los demás phyllum presentaron riquezas más bajas (Figura 5.2-2).

La presencia de organismos pertenecientes a las Euglenophytas puede ser producto de un mayor aporte de materia orgánica representada por hojarasca u otros residuos vegetales, sin embargo, su baja representatividad dentro del monitoreo sugiere que su presencia es esporádica y se asocia posiblemente a eventos puntuales de aporte de material vegetal.

Ibagué y Piedras (Tolima)



**Figura 5.2-2 Porcentaje de abundancia de los phylum de la comunidad fitoplanctónica registrados para los cuerpos de agua monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

A nivel general, el orden más abundante corresponde a Sphaeropleales con el 26% de la abundancia total, siendo éste el orden más representativo para el cuerpo de agua Léntico 2 aportando el 34,36% de la abundancia total para esta estación. El orden Sphaeropleales es un grupo de algas de distribución mundial que habita principalmente en aguas dulces o superficies húmedas.

Para el cuerpo de agua Léntico 3, Chlamydomonadales corresponde al orden más abundante, aportando el 30,35% (Figura 5.2-3) los cuales tienen una distribución mundial y habitan tanto aguas dulces y superficies húmedas como aguas saladas o hipersalinas. Finalmente, para el Léntico 4 el orden Oscillatoriales aportó el 21,98%, siendo este el más abundante. El orden Oscillatoriales tiene su óptimo desarrollo en ambientes alcalinos o salinos y suelen estar ausentes en aguas ácidas con pH inferior a 4 unidades. Generalmente son termofílicas, y algunas especies están adaptadas a vivir a temperaturas tan altas como 70-73°C, lo que generalmente ocurre en fuentes de agua termal, además participan en la fijación del Nitrógeno atmosférico.

En cuanto a la riqueza de órdenes, el cuerpo de agua Léntico 2 reportó un total de 5, mientras que para el Léntico 3 y Léntico 4 se registraron 13 y 12 órdenes respectivamente (Figura 5.2-3). Como se puede evidenciar las condiciones de los tres cuerpos de agua monitoreados son muy similares, lo que permiten el establecimiento de los mismos grupos de la comunidad fitoplanctónica en la columna de agua.

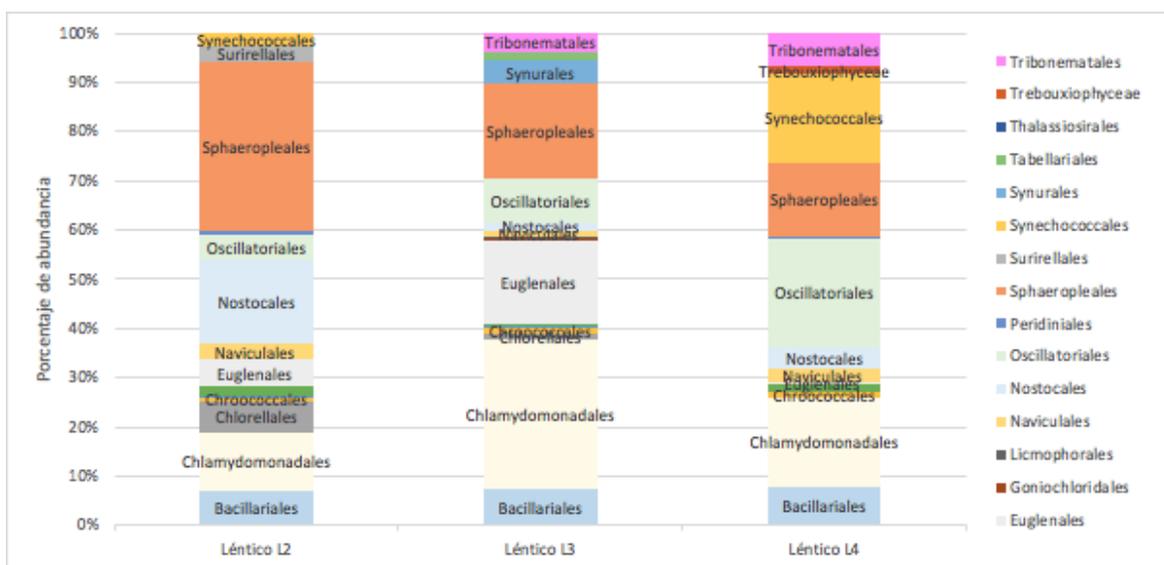


Figura 5.2-3 Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad Fitoplanctónica registrados para los cuerpos de agua monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

A nivel de familias se registraron 30, de las cuales Scenedesmaceae presenta la mayor abundancia aportando el 16% del total registrado, siendo ésta, además, la familia más representativa para la estación Léntico 2 con el 17,18%. Para el cuerpo de agua Léntico 3 la familia Chlamydomonadaceae es la más abundante (17,20%), mientras que para el Léntico 4 la familia Oscillatoriaceae es la más representativa (21,98%) (Figura 5.2-4), los organismos pertenecientes a esta familia tienen la capacidad de crecer en diversos hábitats y asimilar los cambios del entorno como desecación temporal y variaciones en la temperatura.

Ibagué y Piedras (Tolima)

La mayor riqueza con respecto a las familias reportadas se presentó para el cuerpo de agua Léntico 3 con 23, seguido del Léntico 2 con 21 familias, mientras que para el Léntico 4 se registraron 12 familias (Figura 5.2-4).

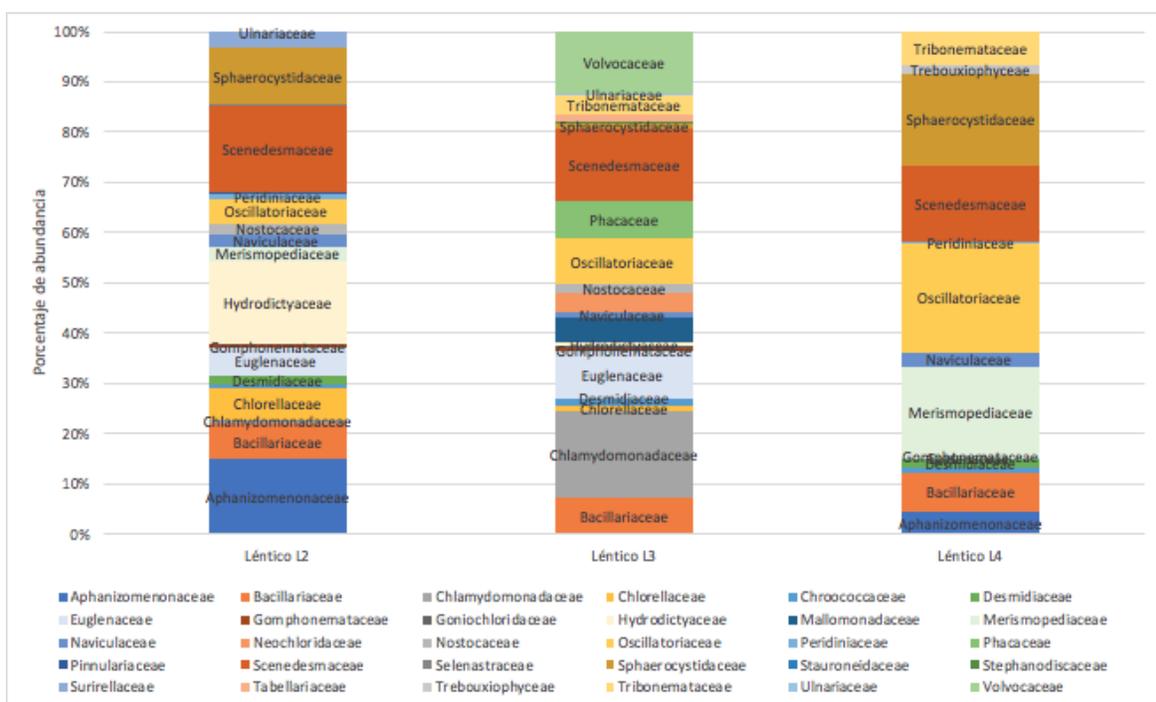


Figura 5.2-4 Porcentaje de abundancia de las familias de la comunidad Fitoplanctonica registradas para los cuerpos de agua monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

La comunidad fitoplanctónica de los cuerpos de agua monitoreados se encontró representada por 38 géneros y 38 morfoespecies (Figura 5.2-5). Dentro de estas las morfoespecies más abundantes corresponden a *Phormidium* sp. (0,1452 cel/ml), *Sphaerocystis schroeteri* (0,1452 cel/ml), *Anabaenopsis* sp. (0,1352 cel/ml) y *Pediastrum* sp. (0,1404 cel/ml).

Para el cuerpo de agua Léntico 2 las morfoespecies más abundantes corresponden a *Pediastrum* sp. y *Anabaenopsis* sp. con densidades de 0,1368 cel/ml y 0,1224 cel/ml, respectivamente, es decir, estos organismos aportaron el 16,64% y el 14,98% de la abundancia total para este cuerpo de agua (Figura 5.2-5). El género *Pediastrum* está

representado en la actualidad por 42 especies aceptadas. Se trata de diminutas algas que se reparten por las aguas dulces desde el ártico a los climas tropicales de todo el mundo. Estos organismos son relativamente comunes habitando siempre en zonas de aguas tranquilas, generalmente en lagos y charcas ricas en materia orgánica (Guillén, 2014), condiciones que se presentaban en dicho cuerpo de agua.

Respecto a las algas del género *Anabaenopsis*, éstas pertenecen al grupo de las cianobacterias las cuales suelen habitar ecosistemas dulceacuícolas, donde tienen la capacidad de crecer en ambientes extremos (alcalinos, ácidos y con altas temperaturas) (Pineda-Mendoza, Martínez-Jerónimo, Garduño-Solórzano, & Olvera-Ramírez, 2011).

En cuanto al cuerpo de agua Léntico 3, las morfoespecies *Chlamydomonas sp.*, *Eudorina sp.* y *Phormidium sp.* son las más representativas en términos de abundancia, con densidades de 0,0816 cel/ml, 0,0432 cel/ml y 0,0432 cel/ml, aportando el 17,20% y el 9,11%, respectivamente (Figura 5.2-5). Las *Chlamydomonas* son un género de algas verdes unicelulares biflageladas, que se localizan frecuentemente en estanques, suelos húmedos y zanjas de desagüe. Estas algas se desarrollan en condiciones extremas, como la ausencia de oxígeno. De hecho, tienen la capacidad de romper la molécula de agua en oxígeno e hidrógeno, utilizando el oxígeno para su respiración y liberando el hidrógeno. En efecto, estas algas son de naturaleza adaptable. Logrando desarrollarse en ausencia total de luz, usando sales orgánicas como fuentes alternativas de carbono (Yvanosky, 2018). Respecto a las algas del género *Eudorina*, son organismos característicos de aguas mesotróficas a eutróficas, a excepción en aguas frías siendo indicadora de oligotrofia (Ramírez, 2000) (Pinilla, 2000). Finalmente, *Phormidium* es un alga cosmopolita ampliamente distribuido en aguas tanto oligotróficas y eutróficas, son comunes en ríos creciendo sobre macrófitas. El género es más común en hábitats ácidos, oligotróficos, pero también puede encontrarse ocasionalmente en aguas alcalinas y eutróficas (Van Vuuren, Taylor, Van Ginkel, & Gerber, 2006).

Finalmente, para el cuerpo de agua Léntico 4, las morfoespecies *Phormidium sp.* (0,0612 cel/ml), *Sphaerocystis schroeteri* (0,0504 cel/ml) y *Merismopedia sp.* (0,0496 cel/ml), se

Ibagué y Piedras (Tolima)

comportaron como las más abundantes, aportando el 21,98%, el 18,10% y el 17,82%, respectivamente (Figura 5.2-5). En cuanto a *Sphaerocystis schroeteri* es una pequeña alga de distribución cosmopolita muy extendida en masas acuáticas de diferente estado trófico, mientras que la presencia de *Merismopedia sp.* podría indicar aguas con contaminación intensa a moderada, en aguas estancadas y eutrofizadas (Pinilla, 2000).

Los géneros menos abundantes a nivel general para los tres cuerpos de agua corresponden a *Cyclotella sp.*, *Staurodesmus sp.*, *Actinastrum sp.* y *Pinnularia sp.* Las estaciones de monitoreo Léntico 3 y Léntico 2 presentaron la mayor riqueza con 28 y 25 morfoespecies respectivamente, mientras que para la estación Léntico 4 se reportaron 16 morfoespecies, Figura 5.2-5. La comunidad fitoplanctónica reportó una baja densidad de organismos, pero una alta riqueza general, con microalgas características de aguas mesotróficas a eutróficas, sin embargo, debido a la baja abundancia se podría descartar esta última indicación. Así mismo, la presencia de estas algas en los ambientes lénticos se debe a la estabilidad de la columna de agua permite el asentamiento de la comunidad.

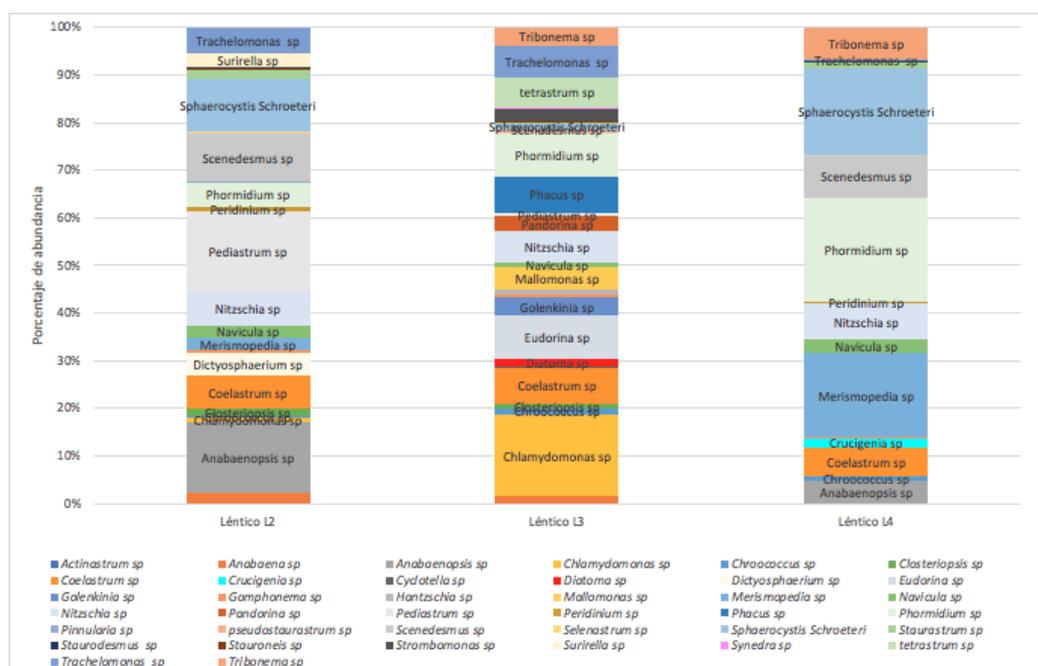


Figura 5.2-5 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de la comunidad Fitoplanctónica registradas para los cuerpos de agua monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

En la Tabla 5.2-10 se relaciona la clasificación taxonómica de todos los organismos reportados de la comunidad fitoplanctónica para los cuerpos de agua monitoreados.

**Tabla 5.2-10 Composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica registrada en los cuerpos de agua monitoreados**

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estaciones de monitoreo			Total (cel/ml)
					Léntic o L2	Léntic o L3	Léntico L4	
Bacillariophyta	Bacillariophyc eae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia sp</i>		0,004		0,004
Bacillariophyta	Bacillariophyc eae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>	0,0588	0,0312	0,0218	0,1118
Bacillariophyta	Bacillariophyc eae	Cymbellales	Gomphonematac eae	<i>Gomphonema sp</i>	0,0036	0,0024	0,0008	0,0068
Bacillariophyta	Bacillariophyc eae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	0,0216	0,0052	0,0074	0,0342
Bacillariophyta	Bacillariophyc eae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>	0,0018			0,0018
Bacillariophyta	Bacillariophyc eae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp</i>	0,0012	0,0008		0,002
Bacillariophyta	Bacillariophyc eae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp</i>	0,0252			0,0252
Bacillariophyta	Fragilariophyc eae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra sp</i>	0,0006	0,0024		0,003
Bacillariophyta	Fragilariophyc eae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma sp</i>		0,0076		0,0076
Bacillariophyta	Mediophyce e	Thalassiosirales	Stephanodisce ae	<i>Cyclotella sp</i>		0,0004		0,0004
Charophyta	Conjugatophyc eae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurostrum sp</i>	0,0156	0,0012	0,0036	0,0204
Charophyta	Conjugatophyc eae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurodesmus sp</i>			0,0008	0,0008
Chlorophyta	Chlorophyce e	Chlamydomona dales	Chlamydomonad aceae	<i>Chlamydomonas sp</i>	0,006	0,0816		0,0876
Chlorophyta	Chlorophyce e	Chlamydomona dales	Sphaerocystidac eae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	0,09	0,0048	0,0504	0,1452
Chlorophyta	Chlorophyce e	Chlamydomona dales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>		0,0432		0,0432
Chlorophyta	Chlorophyce e	Chlamydomona dales	Volvocaceae	<i>Pandorina sp</i>		0,0144		0,0144
Chlorophyta	Chlorophyce e	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum sp</i>	0,1368	0,0036		0,1404
Chlorophyta	Chlorophyce e	Sphaeropleales	Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp</i>		0,0192		0,0192
Chlorophyta	Chlorophyce e	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp</i>	0,0576	0,036	0,0172	0,1108

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estaciones de monitoreo			Total (cel/ml)
					Léntic o L2	Léntic o L3	Léntico L4	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>	0,0828	0,0032	0,0254	0,1114
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>tetrastrum sp</i>		0,0288		0,0288
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Selenastrum sp</i>	0,0036			0,0036
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp</i>	0,0012			0,0012
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Closteriopsis sp</i>	0,0108	0,0052		0,016
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium sp</i>	0,0396			0,0396
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	<i>Crucigenia sp</i>			0,005	0,005
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	0,0048	0,0056	0,0028	0,0132
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Anabaenopsis sp</i>	0,1224		0,0128	0,1352
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>	0,0168	0,0072		0,024
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp</i>	0,0408	0,0432	0,0612	0,1452
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp</i>	0,0216		0,0496	0,0712
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Strombomonas sp</i>	0,0024	0,012		0,0144
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp</i>	0,0432	0,0324	0,0008	0,0764
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus sp</i>		0,036		0,036
Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium sp</i>	0,0084		0,0004	0,0088
Ochrophyta	Eustigmatophyceae	Goniocladoriales	Goniocladoriaceae	<i>pseudostaurastrum sp</i>		0,002		0,002
Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas sp</i>		0,0228		0,0228
Ochrophyta	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema sp</i>		0,018	0,0184	0,0364
<b>Total</b>					<b>0,8172</b>	<b>0,4744</b>	<b>0,2784</b>	<b>1,57</b>
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>					<b>25</b>	<b>28</b>	<b>16</b>	<b>38</b>

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices alfa

En la Figura 5.2-6, se presentan los valores calculados del índice de diversidad de Shannon-Weaver para la comunidad fitoplanctónica, donde los tres cuerpos de agua monitoreados presentaron niveles medios de diversidad, con resultados de 2,615, 2,809

y 2,192 bits/Ind respectivamente para el Léntico 2, Léntico 3 y Léntico 4, lo que evidencia que la comunidad presenta algunas dominancias pero estas se estabilizan con la presencia de un número considerable de especies.

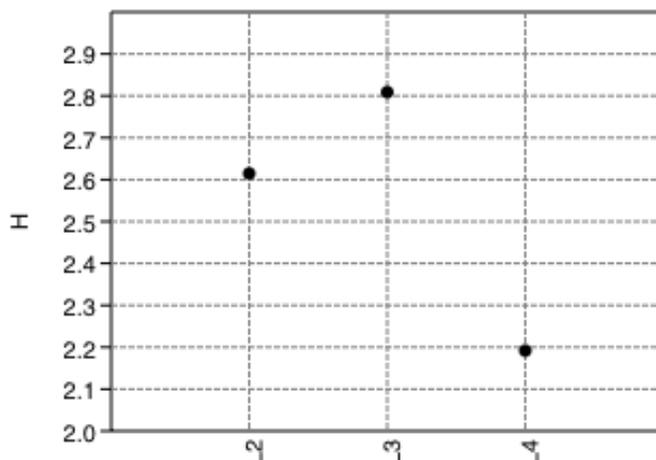


Figura 5.2-6 Diversidad de Shanon (H').

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Teniendo en cuenta el índice de dominancia (Simpson), los valores obtenidos estuvieron por debajo de 0,5 en los cuerpos de agua evaluados (Figura 5.2-7) indicando que esta comunidad presenta una distribución muy equitativa de las morfoespecies registradas, por ende, una mayor diversidad, principalmente para el Léntico 3, cuyo valor es el más cercano a 0.

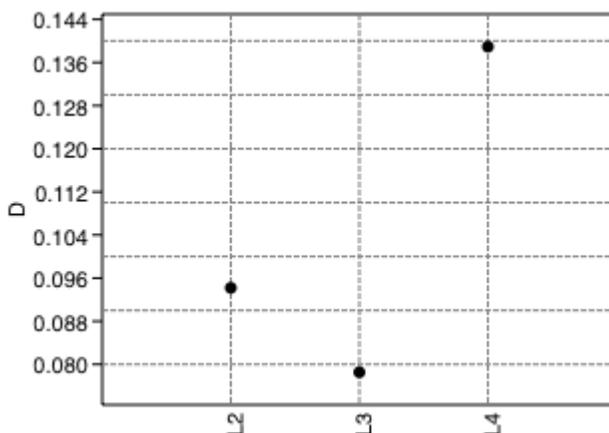


Figura 5.2-7 Dominancia de Simpson (D).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de Equidad de Pielou en la Figura 5.2-8 se evidencia que para el cuerpo de agua Léntico 4 se registró el valor más bajo; 0,7905, lo cual demuestra que, a pesar de que la abundancia de las morfoespecies registradas es equitativa, para este cuerpo de agua existe una dominancia, dada por las morfoespecies *Phormidium sp.* y *Sphaerocystis Schroeteri*. Siendo el Léntico 3 el que presenta morfoespecies con abundancias muy similares.

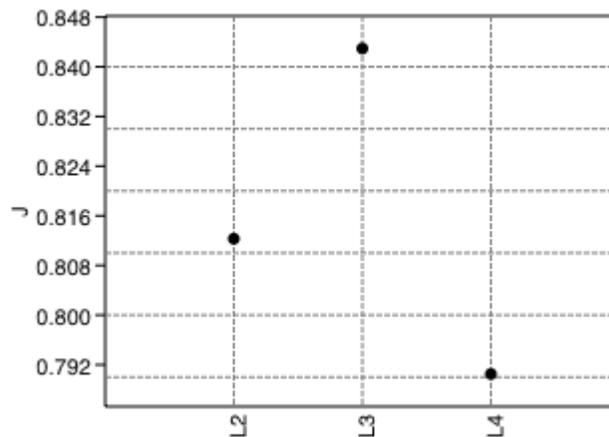


Figura 5.2-8 Equidad de Pieluo (J).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### ➤ Índices Beta

Con base en el análisis de conglomerados o similitud de Bray-Curtis efectuado a los cuerpos de agua evaluados en el periodo lluvioso, se encontró que la comunidad fitoplanctónica presentó una similitud general del 32% (Figura 5.2-9); donde el Léntico 4 y Léntico 2 conforman un grupo con una similaridad del 38% aproximadamente, al compartir 13 morfoespecies, mientras que de este grupo diverge el Léntico 3 al registrarse morfoespecies exclusivamente para este cuerpo de agua, tales como *Cyclotella sp.*, *Diatoma sp.*, *Eudorina sp.*, *Golenkinia sp.*, entre otras.

Ibagué y Piedras (Tolima)

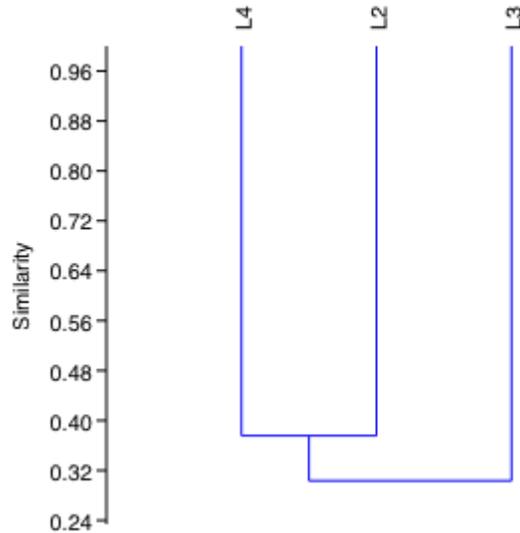


Figura 5.2-9 Dendrograma de similitud del índice de Bray-Curtis.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

5.2.1.2.2.2.1.2 Época seca

➤ Composición y abundancia

La comunidad fitoplanctónica se caracterizó para los cuerpos de agua lénticos, los cuales corresponden a Léntico 2, Léntico 3 y Léntico 4; el cuerpo de agua Léntico 1 para la época seca se encontraba seco. Dentro de esta comunidad se observaron 2,2566 cel/ml pertenecientes a siete phylum/división, 18 órdenes, 26 familias y 35 morfoespecies. En el **Anexo D.2.6.2 Ecosistemas Acuáticos** se muestra la abundancia neta de la comunidad algal

Para la estación de monitoreo Léntico 2 se estimó una densidad de 0,9822 cel/ml, para el Léntico 3 una densidad de 0,516 cel/ml, mientras que para el Léntico 4 se presentó una densidad de 0,7584 cel/ml pertenecientes a la comunidad fitoplanctónica. En la Tabla 5.2-11 se relaciona la diversidad y densidad para cada una de las estaciones monitoreadas.

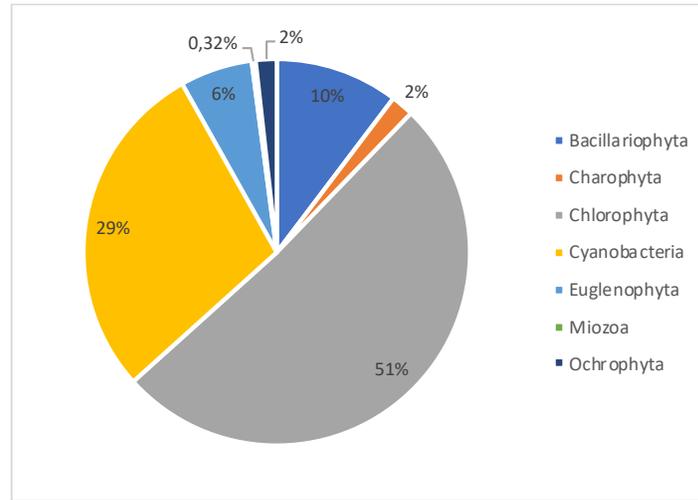
Tabla 5.2-11 Diversidad y abundancia de la comunidad fitoplanctónica registrada en los cuerpos de agua monitoreados

Estaciones		Léntico 2	Léntico 3	Léntico 4
Bacillariophyta	Nº géneros	7	7	6
	Cel/ml	0,1284	0,0756	0,0288
Charophyta	Nº géneros	1	1	2
	Cel/ml	0,0336	0,0036	0,006
Chlorophyta	Nº géneros	7	4	6
	Cel/ml	0,5688	0,1488	0,4356
Cyanobacteria	Nº géneros	4	4	5
	Cel/ml	0,2112	0,1848	0,2478
Euglenophyta	Nº géneros	2	2	2
	Cel/ml	0,03	0,078	0,0288
Miozoa	Nº géneros	1	0	0
	Cel/ml	0,0072	0	0
Ochrophyta	Nº géneros	1	1	1
	Cel/ml	0,003	0,0252	0,0114

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En general, las Chlorophyta presentaron el mayor número de organismos con el 51% de la abundancia total, seguido de las Cyanobacterias con el 28% y las Bacillariophytas con el 10% de la abundancia total (Figura 5.2-10). Respeto a la riqueza, los phylum Bacillariophyta y Chlorophyta reportan el mayor número de taxones, registrándose para las tres estaciones de monitoreo. Estos phylum estuvieron representados por 10 morfoespecies, distribuidos en 10 géneros, donde para las Bacillariophyta estuvieron representadas por 9 familias y 6 órdenes, sobresaliendo la morfoespecie *Nitzschia* sp. (0,1542 cel/ml), mientras que para el phylum Chlorophyta, se registraron 4 órdenes distribuidos en 7 familias, siendo *Sphaerocystis Schroeteri* y *Coelastrum* sp. las morfoespecies más abundantes, con una densidad de 0,4998 cel/ml y 0,2184 cel/ml, respectivamente.

Ibagué y Piedras (Tolima)



**Figura 5.2-10 Porcentaje de abundancia de los phylum de la comunidad fitoplanctónica registrados para los cuerpos de agua monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

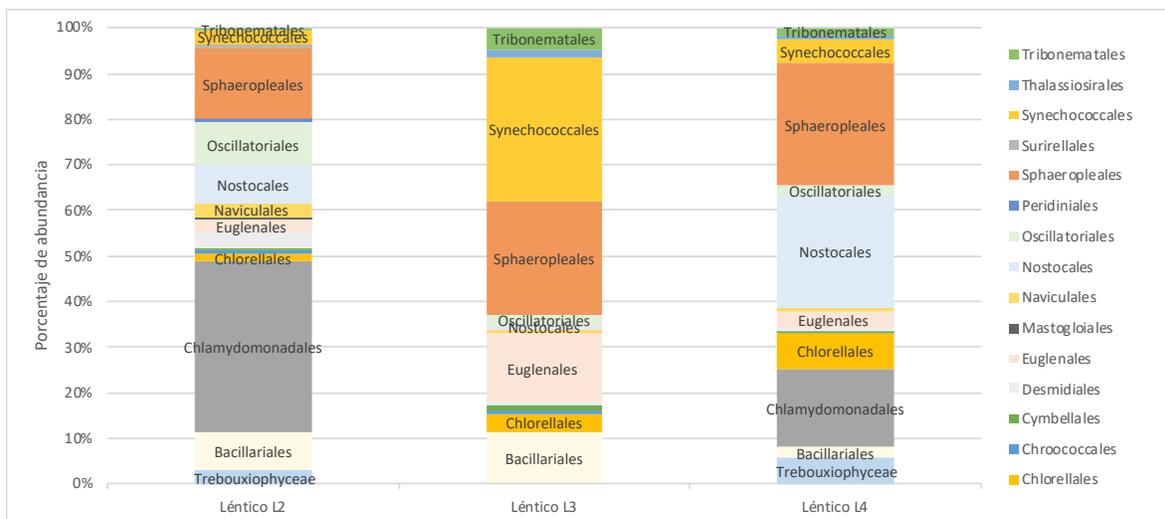
Para el phylum Cyanobacteria se registraron 4 órdenes, 5 familias y 6 morfoespecies, de las cuales *Anabaenopsis* sp. (0,1914 cel/ml) y *Merismopedia* sp. (0,1836 cel/ml), son las más representativas en términos de abundancia. Respecto a los demás phylum presentaron riquezas más bajas. La presencia de organismos pertenecientes a las Euglenophytas puede ser producto de un mayor aporte de materia orgánica representada por hojarasca u otros residuos vegetales.

El orden más abundante correspondió a Chlamydomonadales con el 22% de la abundancia total, siendo éste el orden más representativo para el cuerpo de agua Léntico 2 aportando el 37,51% de la abundancia total. Las algas pertenecientes a este orden tienen una distribución mundial y habitan tanto aguas dulces y superficies húmedas como aguas saladas o hipersalinas.

El orden Sphaeropleales aportó el 21% de la abundancia total, registrando abundancias considerables para los tres cuerpos de agua monitoreados. Es un grupo de algas de distribución mundial que habita principalmente en aguas dulces o superficies húmedas.

Para el cuerpo de agua Léntico 3, Synechococcales corresponde al orden más abundante, aportando el 31,63% de la abundancia (Figura 5.2-11), y para el Léntico 4 el orden Nostocales aportó el 24,84%, siendo este el más abundante. Las Synechococcales y Nostocales son órdenes de cianobacterias cosmopolitas, que habitan diferentes hábitas. En cuanto a la riqueza de órdenes, el cuerpo de agua Léntico 2 reportó un total de 17, mientras que para el Léntico 3 y Léntico 4 se registraron 13 y 15 órdenes respectivamente.

A nivel de familias se registraron 26, de las cuales Sphaerocystidaceae presenta la mayor abundancia aportando el 22% del total registrado, siendo ésta, además, la familia más representativa para la estación Léntico 2 con el 37,51% y para el Léntico 4 con el 17,33%. Para el cuerpo de agua Léntico 3 la familia Merismopediaceae fue la más abundante aportando el 31,63% de la abundancia (Figura 5.2-12). La mayor riqueza con respecto a las familias reportadas se presentó para el cuerpo de agua Léntico 2 con 22, seguido del Léntico 4 con 21 familias, mientras que para el Léntico 3 se registraron 17 familias.



**Figura 5.2-11 Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad Fitoplanctónica registrados para los cuerpos de agua monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Ibagué y Piedras (Tolima)

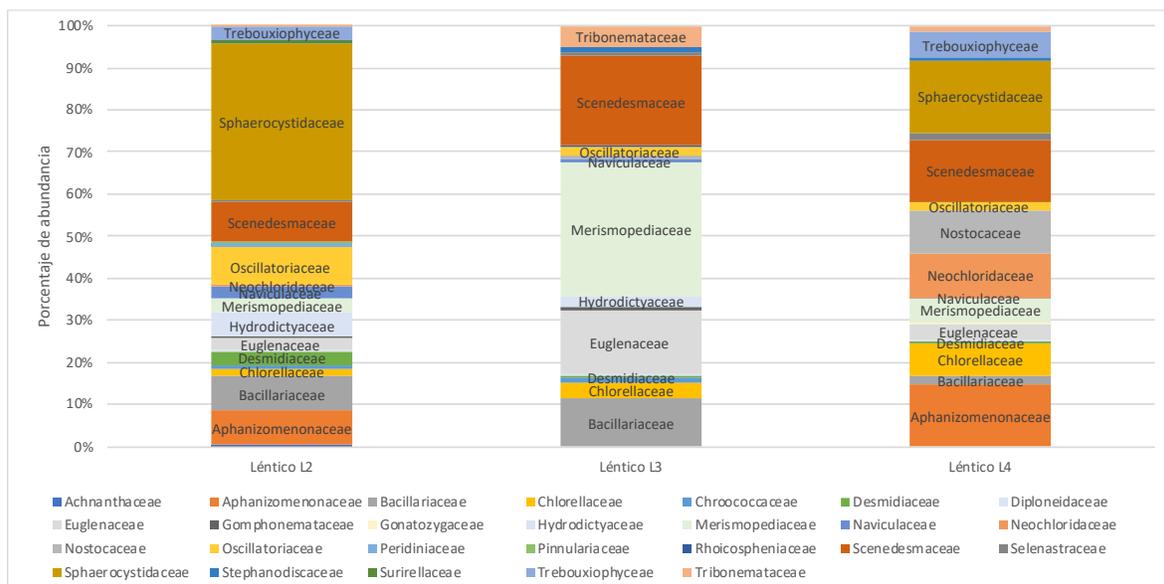


Figura 5.2-12 Porcentaje de abundancia de las familias de la comunidad Fitoplanctonica registradas para los cuerpos de agua monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

La comunidad fitoplanctónica de los cuerpos de agua monitoreados se encontró representada por 35 géneros y 35 morfoespecies. Dentro de estas, las morfoespecies más abundantes corresponden a *Sphaerocystis schroeteri* (0,4998 cel/ml), *Coelastrum* sp. (0,2184 cel/ml) y *Anabaenopsis* sp. (0,1914 cel/ml).

Para el cuerpo de agua Léntico 2 y Léntico 4 la morfoespecie más abundante corresponde a *Sphaerocystis Schroeteri* con una densidad de 0,3684 cel/ml y 0,1314 cel/ml, aportando el 37,51% y el 17,33% de la abundancia total respectivamente (Figura 5.2-13). *Sphaerocystis schroeteri* es una pequeña alga de distribución cosmopolita muy extendida en masas acuáticas de diferente estado trófico.

En cuanto al cuerpo de agua Léntico 3, la morfoespecie *Merismopedia* sp. es la más representativa en términos de abundancia, con una densidad de 0,1296 cel/ml, aportando el 25,12% de la abundancia total para este cuerpo de agua (Figura 5.2-13). La presencia de *Merismopedia* sp. podría indicar aguas con contaminación intensa a moderada, en aguas estancadas y eutrofizadas (Pinilla, 2000).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Los géneros menos abundantes a nivel general para los tres cuerpos de agua corresponden a *Closteriopsis sp.*, *Euastrum sp.* y *Rhoicosphenia sp.* Las estaciones de monitoreo Léntico 2 y Léntico 4 presentaron la mayor riqueza con 29 y 24 morfoespecies respectivamente, mientras que para la estación Léntico 3 se reportaron 22 morfoespecies (Figura 5.2-13). La comunidad fitoplanctónica reportó una baja densidad de organismos, pero una alta riqueza general, con microalgas características de aguas mesotróficas a eutróficas, sin embargo, debido a la baja abundancia se podría descartar esta última indicación. Así mismo, la presencia de estas algas en los ambientes lénticos, se debe a la estabilidad de la columna de agua permite el asentamiento de la comunidad.

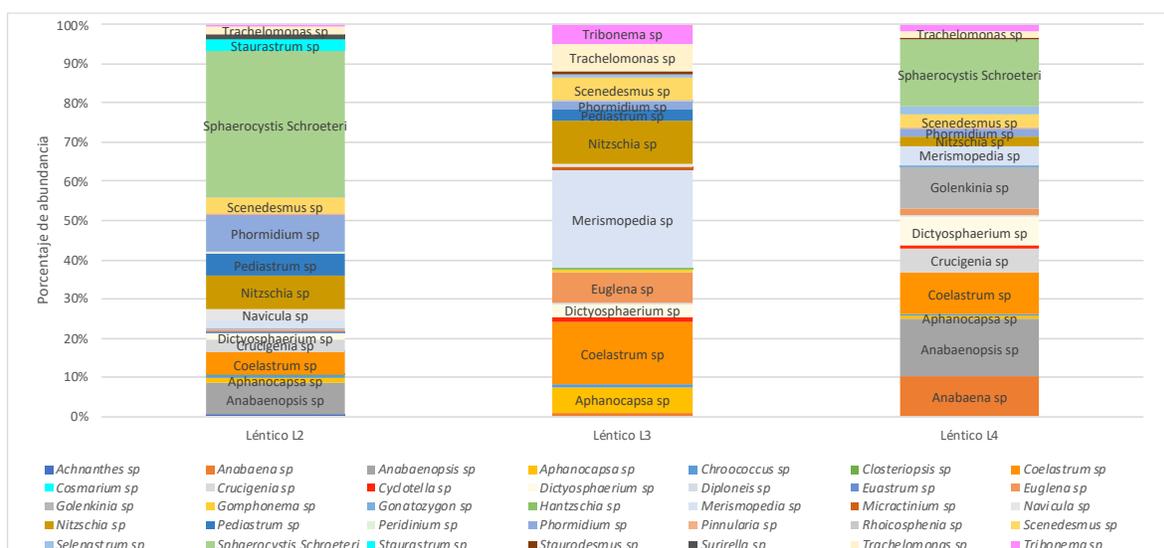


Figura 5.2-13 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de la comunidad Fitoplanctónica registradas para los cuerpos de agua monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Tabla 5.2-12 se relaciona la clasificación taxonómica de todos los organismos reportados de la comunidad fitoplanctónica para los cuerpos de agua monitoreados durante la época seca.

Tabla 5.2-12 Composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica registrada en los cuerpos de agua monitoreados

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estaciones de monitoreo			Total (cel/ml)
					Léntico L2	Léntico L3	Léntico L4	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia sp</i>		0,0024		0,0024
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>	0,081	0,0564	0,0168	0,1542
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>	0,0036	0,0036	0,0012	0,0084
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia sp</i>		0,0012		0,0012
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes sp</i>	0,0036			0,0036
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae	<i>Diploneis sp</i>	0,0006	0,0012	0,0012	0,003
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	0,0288	0,0036	0,0018	0,0342
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>	0,0024		0,0018	0,0042
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp</i>	0,0084			0,0084
Bacillariophyta	Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>		0,0072	0,006	0,0132
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp</i>	0,0024			0,0024
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Euastrum sp</i>	0,0012			0,0012
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp</i>	0,0276			0,0276
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Stauroidesmus sp</i>	0,0024	0,0036	0,0024	0,0084
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon sp</i>			0,0036	0,0036
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	0,3684		0,1314	0,4998
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum sp</i>	0,0558	0,0144		0,0702
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp</i>	0,0012		0,0792	0,0804
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp</i>	0,0552	0,0804	0,0828	0,2184
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>	0,0384	0,0288	0,027	0,0942
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Selenastrum sp</i>	0,0018	0,0048	0,0132	0,0198
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	<i>Crucigenia sp</i>	0,0294		0,0444	0,0738

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estaciones de monitoreo			Total (cel/ml)
					Léntico L2	Léntico L3	Léntico L4	
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Closteriopsis sp</i>	0,0012			0,0012
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium sp</i>	0,0174	0,0168	0,0576	0,0918
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Micractinium sp</i>		0,0036		0,0036
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	0,0066	0,0048	0,0018	0,0132
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Anabaenopsis sp</i>	0,0798		0,1116	0,1914
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>		0,0048	0,0768	0,0816
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp</i>	0,0918	0,012	0,0162	0,12
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp</i>	0,0138	0,0336	0,0066	0,054
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp</i>	0,0192	0,1296	0,0348	0,1836
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp</i>	0,0066	0,0408	0,0144	0,0618
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp</i>	0,0234	0,0372	0,0144	0,075
Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium sp</i>	0,0072			0,0072
Ochrophyta	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema sp</i>	0,003	0,0252	0,0114	0,0396
<b>Total (cel/ml)</b>					<b>0,9822</b>	<b>0,516</b>	<b>0,7584</b>	<b>2,2566</b>
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>					29	22	24	35

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices alfa

En la Figura 5.2-14, se presentan los valores calculados del índice de diversidad de Shannon-Weaver para la comunidad fitoplanctónica, donde los tres cuerpos de agua monitoreados presentaron niveles medios de diversidad, con resultados de 2,521, 2,436 y 2,555 bits/Ind respectivamente para el Léntico 2, Léntico 3 y Léntico 4, lo que evidencia que la comunidad presenta algunas dominancias, pero estas se estabilizan con la presencia de un número considerable de especies.

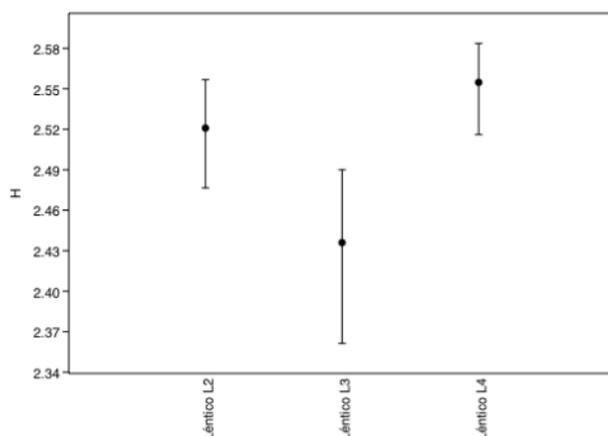


Figura 5.2-14 Diversidad de Shanon (H').

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Teniendo en cuenta el índice de dominancia (Simpson), los valores obtenidos estuvieron por debajo de 0,5 en los cuerpos de agua evaluados (Figura 5.2-15) indicando que esta comunidad presenta una distribución muy equitativa de las morfoespecies registradas, por ende, una mayor diversidad, principalmente para el Léntico 4, cuyo valor es el más cercano a 0.

Ibagué y Piedras (Tolima)

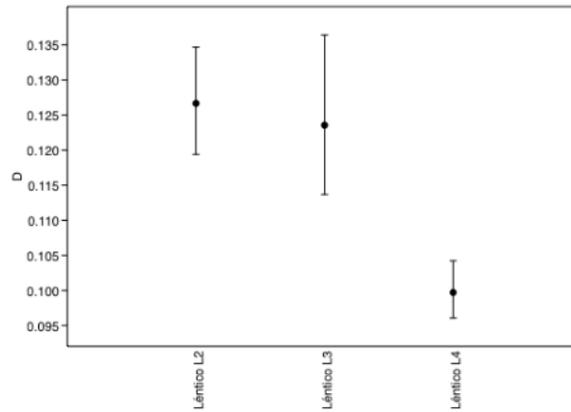


Figura 5.2-15 Dominancia de Simpson (D).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de Equidad de Pielou en la Figura 5.2-16 se evidencia que para el cuerpo de agua Léntico 2 se registró el valor más bajo; 0,7486, lo cual demuestra que, a pesar de que la abundancia de las morfoespecies registradas es equitativa, para este cuerpo de agua existe una dominancia, dada por las morfoespecies *Sphaerocystis Schroeteri* y *Nitzschia* sp. La estación correspondiente a Léntico 4 que presenta morfoespecies con abundancias muy similares.

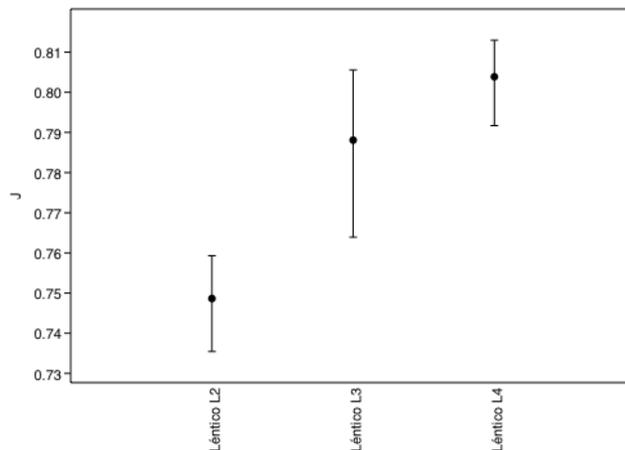


Figura 5.2-16 Equidad de Pielou (J).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices beta

Con base en el análisis de conglomerados o similitud de Bray-Curtis efectuado a los cuerpos de agua evaluados en el periodo seco, se encontró que la comunidad fitoplanctónica presentó una similitud general del 32% (Figura 5.2-17); donde el Léntico 4 y Léntico 2 conforman un grupo con una similaridad del 55% aproximadamente, al compartir 21 morfoespecies, mientras que de este grupo diverge el Léntico 3 al registrarse morfoespecies exclusivamente para este cuerpo de agua, tales como *Hantzschia sp.*, *Micractinium sp.* y *Rhoicosphenia sp.*

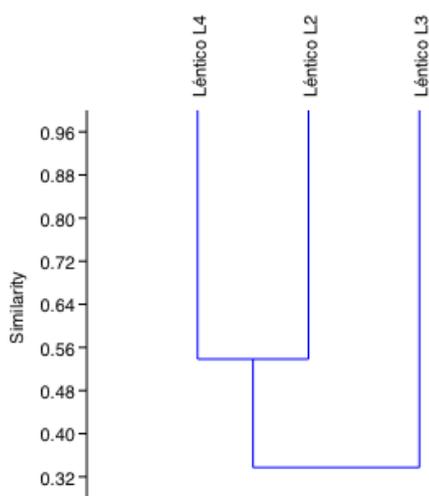


Figura 5.2-17 Dendrograma de similitud del índice de Bray-Curti.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Tabla 5.2-13 se muestran algunos de los representantes de la comunidad fitoplanctónica, observados en los cuerpos de agua monitoreados.

Tabla 5.2-13 Morfoespecies de fitoplancton registradas, para el área de estudio



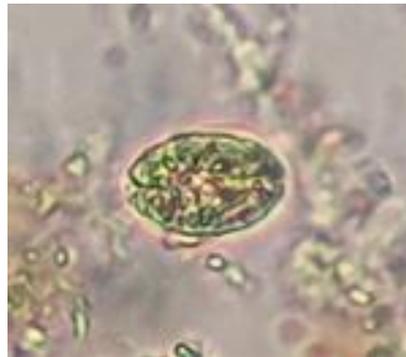
*Anabaena sp.*



*Anabaenopsis sp.*



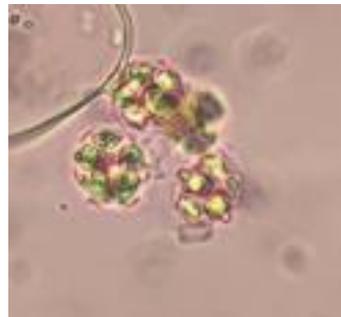
*Chroococcus sp.*



*Chlamydomonas sp.*



*Closteriopsis sp.*



*Coelastrum sp.*

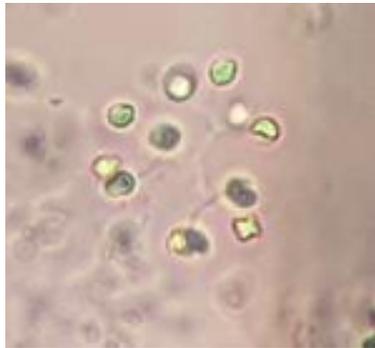
Ibagué y Piedras (Tolima)



*Cyclotella sp.*



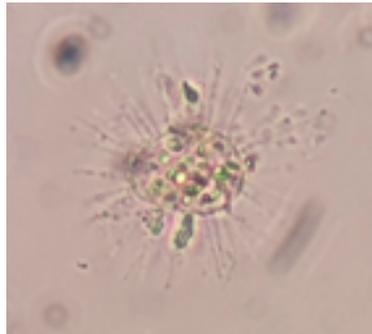
*Diatoma sp.*



*Dictyosphaerium sp.*



*Eudorina sp.*



*Golenkinia sp.*



*Gomphonema sp.*



*Hantzschia sp.*



*Mallomonas sp.*



*Merismopedia sp.*



*Navicula sp.*

Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

#### 5.2.1.2.2.2 Zooplancton

El zooplancton corresponde a aquellos organismos que componen el plancton, heterótrofos sin capacidad autótrofa, constituido por protistas, larvas de esponjas, gusanos, equinodermos, moluscos, crustáceos, otros artrópodos acuáticos y alevinos pequeños. En ríos las variables que definen las condiciones ecológicas son la longitud del curso, velocidad del flujo y su duración; también aplicables a los ríos de llanura donde el tiempo de residencia del agua, la carga de sólidos en suspensión (orgánica e inorgánica), la extensión y heterogeneidad de la llanura de inundación se transforman en indicadores de los organismos que en ellos habitan (Neiff, 1996). Generalmente, el plancton y principalmente el zooplancton está ausente en los ríos, toda vez que estos organismos están a merced de la corriente. Sólo en las partes de los ríos que corren

lentamente y los grandes ríos puede el plancton multiplicarse y convertirse así en un integrante de la comunidad.

Los resultados que se reportan para el área de estudio indican que no se encuentra una alta diversidad de zooplancton, asociado a que, en términos generales, la diversidad del zooplancton es baja para las zonas tropicales (Dussart, Fernando, Matsumura-Tundisi, & Shiel, 1984), evaluación que ha sido debatida, ya que según otros autores como Roldán & Ruiz (2001), corresponde al bajo nivel de investigación países como Colombia.

#### 5.2.1.2.2.2.1 Época Lluviosa

##### ➤ Composición y abundancia

La comunidad Zooplanctónica se caracterizó para los cuerpos de agua lénticos, los cuales corresponden a Léntico 2, Léntico 3 y Léntico 4, el Léntico 1 para la época Lluviosa se encontraba seco. Dentro de esta comunidad se observaron 1085 individuos (0,2816 Org/ml), pertenecientes a cuatro phylum/división, 6 órdenes, 13 familias y 16 morfoespecies. En el **Anexo D.2.6.1 Ecosistemas Acuáticos** se muestra la abundancia neta de la comunidad zooplanctónica.

En la Tabla 5.2-14 se relaciona la diversidad y abundancia para cada uno de los cuerpos de agua monitoreados.

**Tabla 5.2-14 Diversidad y abundancia de la comunidad zooplanctónica registrada en los cuerpos de agua monitoreados**

Estaciones		Léntico 2	Léntico 3	Léntico 4
Arthropoda	Nº géneros	3	3	3
	Org/ml	0,0618	0,0028	0,0074
Nematoda	Nº géneros	0	1	0
	Org/ml	0	0,0004	0
Protozoa	Nº géneros	2	4	1
	Org/ml	0,0096	0,0094	0,0012
Rotífera	Nº géneros	6	6	6

Estaciones	Léntico 2	Léntico 3	Léntico 4
Org/ml	0,1224	0,0322	0,0344

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Esta comunidad se caracterizó por presentar los phylum/División Arthropoda, Nematoda, Protozoa y Rotifera. En la Tabla 5.2-15 se indica algunas características generales de estos grupos taxonómicos.

Tabla 5.2-15 Principales características de los taxones del zooplancton registrados para los cuerpos de agua monitoreados

PHYLLUM	CARACTERÍSTICAS
<b>Protozoa</b>	Es un filo de protistas que incluye a organismos muy diversos tales como ameboides y flagelados que se alimentan por medio de filopodios (seudópodos filiformes), un grupo de algas unicelulares y algunos protistas parásitos previamente considerados hongos. Algunos miembros tienen células desnudas mientras que otros presentan recubrimientos de escamas o placas silíceas u orgánicas. Se conocen unas 500 especies de cercozoos y son un componente principal en ambientes marinos, agua dulce y especialmente de los ecosistemas terrestres. La unidad del grupo está respaldada por estudios genéticos y junto a foraminíferos y radiolarios, que son ameboides con complejos caparazones, constituyen el supergrupo Rhizaria .
<b>Arthropoda</b>	Filo más numeroso y diverso del reino animal, la gran mayoría de ellas insectos, que constituyen más del 80% de todas las especies animales. Su nombre es debido a que poseen un caparazón externo articulado, endurecido o más o menos membranoso, que les recubre todo el cuerpo. Poseen un cuerpo central más o menos alargado y segmentado, del cual salen dos apéndices de cada segmento. Estos segmentos se agrupan cambiando su morfología originando estructuras con fines comunes, de igual modo que también lo hacen sus apéndices, que pueden derivar en multitud de estructuras, como patas, aletas, antenas, branquias, mandíbulas (Adl, y otros, 2012).
<b>Nematoda</b>	El phylum Nematoda, también conocidos como nemátodos, nematodes o nematelmintos, incluye alrededor de 25.000 especies descritas y ocupa el tercer lugar entre los phyla más ricos en especies dentro del Reino Animalia (junto con Arthropoda y Mollusca). Comúnmente se los llama gusanos redondos. La mayoría de los nematodes son de vida libre (aguas continentales, marinos y terrestres) y en menor proporción de vida parásita. Muchos nematodes de vida libre son detritívoros o descomponedores y juegan un rol importante en el reciclado de nutrientes del suelo. Las formas parásitas pueden

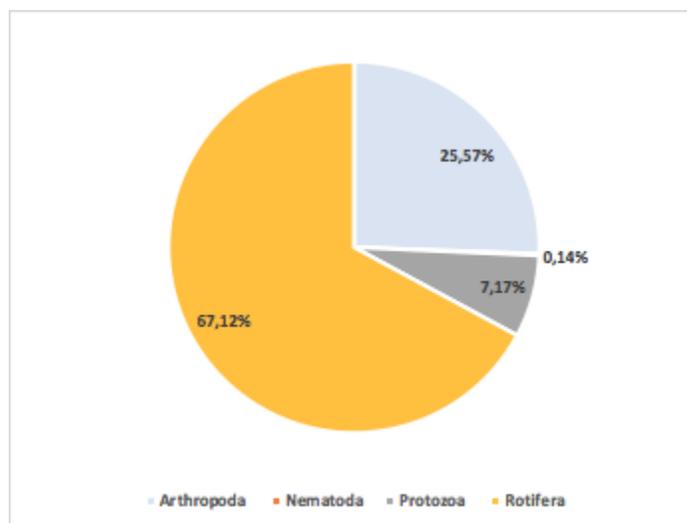
PHYLLUM	CARACTERÍSTICAS
	<p>encontrarse en plantas y animales (invertebrados y vertebrados, incluyendo el hombre) y muchas de éstas son de importancia agrícola, sanitaria y veterinaria. Existen especies que provocan enfermedades tales como triquinellosis, filariosis, anisakiosis, anquilostomiosis, ascariosis, entre otras. Entre los nematodos parásitos de invertebrados, los entomopatógenos son ampliamente utilizados para el control biológico; en tanto los fitoparásitos ocasionan, dependiendo del tipo de asociación parásita, daños en cultivos e importantes pérdidas económicas (por ejemplo, los nematodos agalladores de la raíz) (Drago, 2017).</p>
<p><b>Rotífera</b></p>	<p>Son unas 1800 especies dioicas, con una longitud comprendida entre 40 <math>\mu\text{m}</math> y 3 mm. Los machos son más pequeños que las hembras y en algunas especies no existen. Son cosmopolitas: dulceacuícolas (la mayoría), marinas y terrestres; la mayoría de vida libre y algunas epizoicas o parásitas. Son transparentes o de coloración variable. Pueden enquistarse y soportar periodos de sequedad en los que se asemejan a granos de arena. Soportan variaciones de temperaturas comprendidas entre 40°C y – 272°C. El alimento entra por la boca gracias a la corriente creada por el movimiento de la corona, que son bandas ciliadas del aparato rotador, característica que le da el nombre al grupo<sup>5</sup>.</p>

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

A nivel general, el phylum Rotífera representó el 67,12% de la abundancia total (Figura 5.2-18), reportándose en los tres cuerpos de agua monitoreados, este grupo estuvo representado por 7 morfoespecies pertenecientes a 6 familias y 2 órdenes. Seguido por el phylum Arthropoda con el 25,57% de la abundancia, registrando 4 morfoespecies, mientras que los Protozoos aportaron el 7,17% de la abundancia total, identificándose 3 morfoespecies.

<sup>5</sup><https://es.khanacademy.org/science/biologia-pe-pre-u/x512768f0ece18a57:reino-animalia-y-sus-caracteristicas/x512768f0ece18a57:animalia-clasificacion/a/reino-animalia-phylo-rotifera-nematoda-y-annelida>

Ibagué y Piedras (Tolima)



**Figura 5.2-18 Porcentaje de abundancia de los phylum de la comunidad zooplanctónica registrados para los cuerpos de agua monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

De acuerdo con los resultados obtenidos, se presenta una baja abundancia de esta comunidad, sin embargo, se reportaron los órdenes Diplostraca, Cyclopoida, Aconchulinida, Arcellinida, Flosculariaceae y Ploima, siendo este último el más abundante, con una densidad de 0,187 Org/ml, aporta el 66% de la abundancia total, seguido de Arcellinida (0,0194 Org/ml) con el 7%, mientras que Cyclopoida (0,0066 Org/ml) aportó el 2% (Figura 5.2-19). Como se mencionó anteriormente, las variaciones en la abundancia de zooplancton se han atribuido básicamente varios factores como la turbiedad, la concentración de oxígeno disuelto y la conductividad, además de la cantidad y calidad del alimento disponible. La diferente calidad nutricional de los diferentes taxones de algas, sugieren que el zooplancton estará limitado por la calidad nutricional de las comunidades fitoplanctónicas cuando estas no estén sumamente dominadas por diatomeas o criptofíceas, u otros grupos de algas de alta calidad nutricional.

Ibagué y Piedras (Tolima)

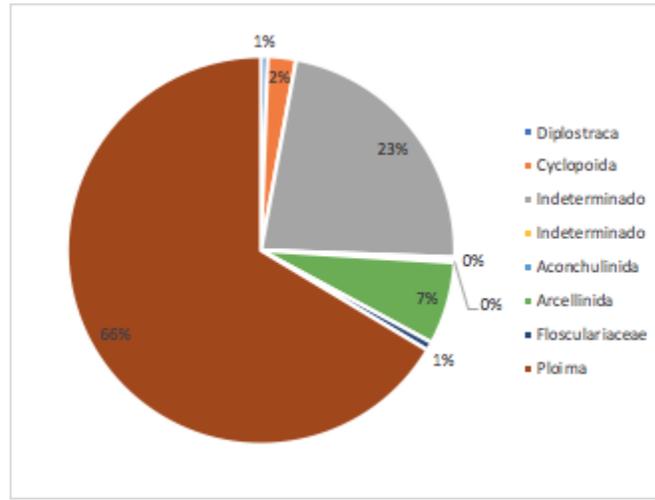


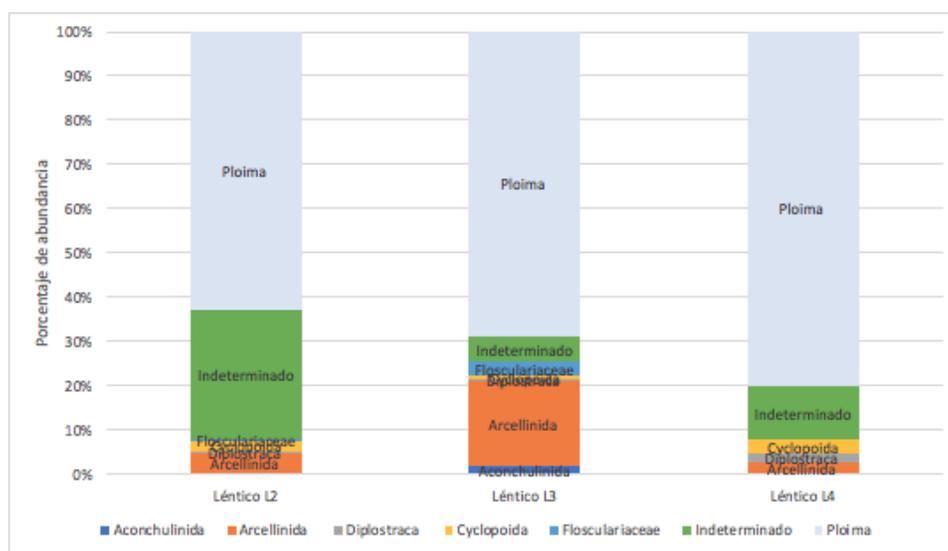
Figura 5.2-19 Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad zooplanctónica.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Las arcellinidas son un bioindicador paleoclimático y paleobioambiental efectivo de cambios climáticos y medioambientales. Usualmente se encuentran en hábitats de agua dulce y salobre. Estudios sistemáticos del grupo han asociado gradientes ambientales específicos, tales como contaminación, acidificación y temperatura a determinadas especies de arcellinidas. Estos estudios, por ejemplo, han corroborado que el nivel de nutrientes, especialmente de fósforo y nitrógeno, son los controles principales de la distribución de arcellinidas en lagos. El ciclo de reproducción de las arcellinidas y su facultad de enquistarse explican su cosmopolitismo. Una vez enquistadas, son transportadas aéreamente por el viento, o en las zancas y excrementos de aves, donde su rápido ciclo reproductivo garantiza la rápida colonización del nuevo hábitat. Estas capacidades biológicas explican su amplia distribución global y localización en multitud de hábitats artificiales y naturales como ríos, estuarios, pantanos, lagos, turberas, musgo, debajo de cortezas de árboles, subsuelos del bosque, entre otros.

En la Figura 5.2-20 se puede evidenciar que para los tres cuerpos de agua monitoreados el orden más abundante corresponde a Ploima. Respecto a la riqueza, se puede evidenciar que el cuerpo de agua Léntico 3 registró el mayor número de órdenes con 7, mientras que para el Léntico 2 se registraron 6 órdenes y para el Léntico 4 se identificaron 5 órdenes. En este contexto, es importante tener presente que la distribución,

composición y abundancia de las comunidades pueden variar espacial y temporalmente, de acuerdo con las condiciones hidroclimáticas imperantes de la zona, junto con la disponibilidad de alimento, el tipo de sustrato y las actividades antrópicas.



**Figura 5.2-20 Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad zooplanctónica registrados para cada uno los cuerpos de agua monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Con relación a las familias de zooplancton, se reportaron para el área de estudio un total de 14, de las cuales Synchaetidae es la más abundante, con una densidad de 0,1012 Org/ml, aportando el 36% de la abundancia total, siendo esta la familia más representativa para los tres cuerpos de agua monitoreados (Figura 5.2-21), seguido de Lecanidae con una densidad de 0,0418 Org/ml, lo que corresponde al 15%.

Para la estación Léntico 3 se registró la mayor riqueza de familias con un total de 13, seguido del Léntico 2 donde se registraron 11 familias y finalmente el Léntico 4 con el registro de 9 familias (Figura 5.2-21). Es importante señalar que el zooplancton se comporta como una de las comunidades de menor representatividad, generalmente, la distribución, composición y abundancia de las comunidades pueden variar espacial y temporalmente de acuerdo con las condiciones hidroclimáticas imperantes de la zona, junto con la disponibilidad de alimento, el tipo de sustrato y las actividades antrópicas.

Ibagué y Piedras (Tolima)

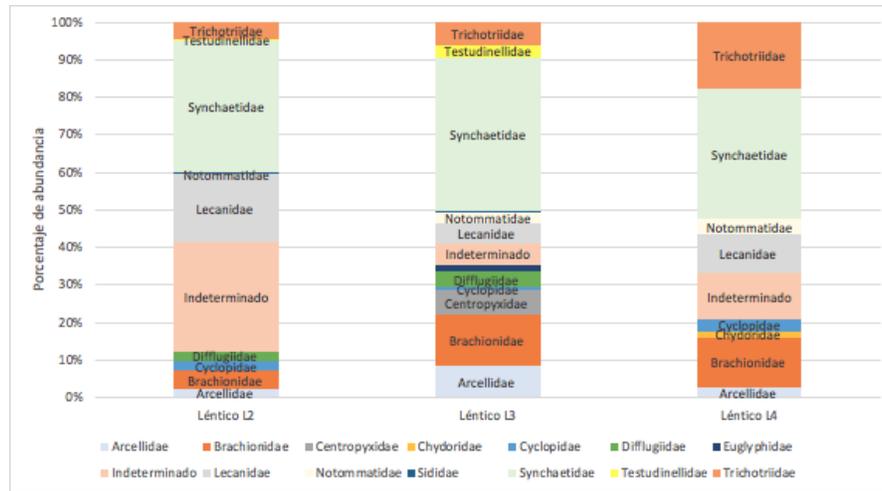


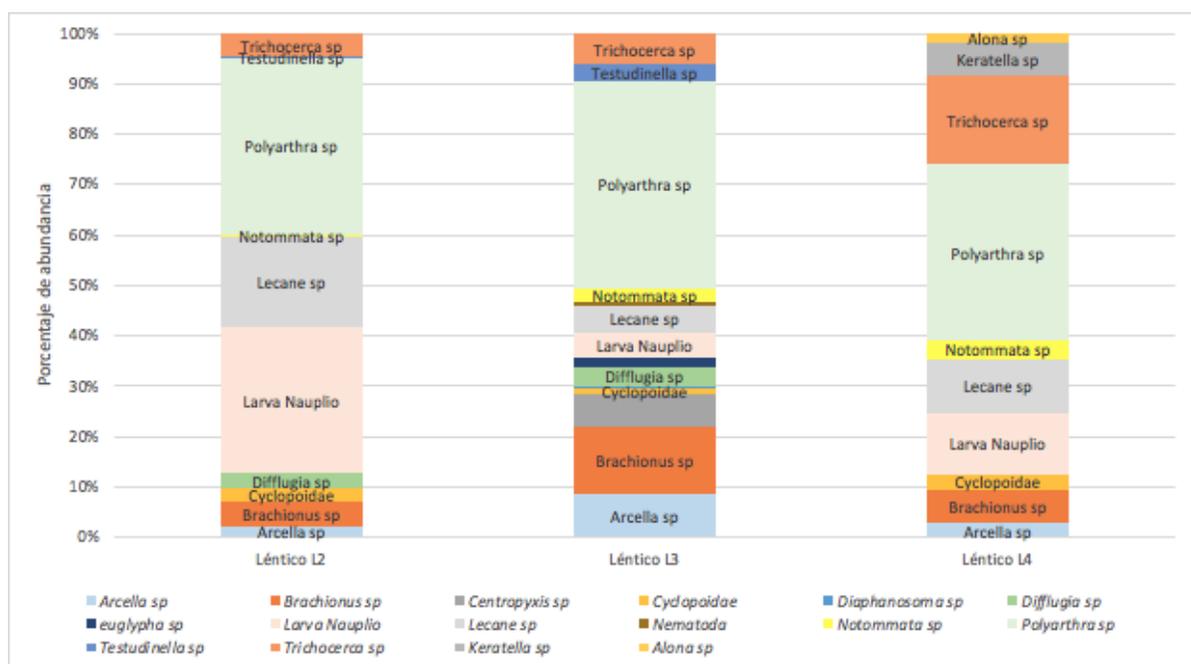
Figura 5.2-21 Porcentaje de abundancia de las familias de la comunidad zooplanctónica registradas para cada uno los cuerpos de agua monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En general, los cuerpos de agua monitoreados se encontraron representados por 16 morfoespecies, donde *Polyarthra sp.* fue la más abundante con una densidad de 0,1012 Org/ml, lo que corresponde al 35,9% de la abundancia total, siendo ésta la morfoespecie más abundante para los tres cuerpos de agua monitoreados (Figura 5.2-22); seguido por las Larvas de Nauplio con una densidad de 0,0638 Org /ml, es decir, el 22,7% de la abundancia. Los Nauplios son la fase principal de la vida de las larvas de los crustáceos, este tipo de larva puede desarrollarse dentro del huevo o ser de vida libre. Cuando es de vida libre, puede o no alimentarse, siendo habitual que pase este estado reabsorbiendo sustancias de reserva.

La baja representatividad de zooplancton en los cuerpos de agua evaluados se debe principalmente a que para el desarrollo de las poblaciones de zooplancton no solo va a depender de la cantidad de alimento disponible sino también de su calidad, es decir, que su composición y abundancia varía también en respuesta a los cambios en la diversidad y abundancia del fitoplancton.

En la **Figura 5.2-22** se evidencia que para el cuerpo de agua Léntico 3 se registró la mayor riqueza de especies con el registro de 14, seguido del Léntico 2 con 11 morfoespecies, mientras que el Léntico 4 registró 10 morfoespecies.



**Figura 5.2-22** Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de la comunidad zooplanctónica registradas para cada uno los cuerpos de agua monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Tabla 5.2-16 se encuentra la clasificación taxonómica y abundancia de todas las morfoespecies reportadas para esta comunidad en el área de influencia del Proyecto.

**Tabla 5.2-16** Clasificación taxonómica de los organismos reportados para la comunidad zooplanctónica en los cuerpos de agua monitoreados

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	Estaciones de monitoreo			Total Org/ml
					Léntico L2	Léntico L3	Léntico L4	
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alona sp</i>			0,0008	0,0008
			Sididae	<i>Diaphanosoma sp</i>	0,0006	0,0002		0,0008
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclopoidae</i>	0,0048	0,0004	0,0014	0,0066
		Indeterminado	Indeterminado	<i>Larva Nauplio</i>	0,0564	0,0022	0,0052	0,0638

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	Estaciones de monitoreo			Total Org/ml
					Léntico L2	Léntico L3	Léntico L4	
Nematoda	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	<i>Larva Nauplio</i>		0,0004		0,0004
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Indeterminado	<i>Larva Nauplio</i>		0,0008		0,0008
	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp</i>	0,0042	0,0038	0,0012	0,0092
			Centropyxidae	<i>Centropyxis sp</i>		0,003		0,003
			Diffugiidae	<i>Diffugia sp</i>	0,0054	0,0018		0,0072
Rotifera	Monogonta	Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella sp</i>	0,0006	0,0014		0,002
		Brachionidae		<i>Brachionus sp</i>	0,0096	0,006	0,0028	0,0184
				<i>Keratella sp</i>			0,0028	0,0028
		Lecanidae		<i>Lecane sp</i>	0,0348	0,0024	0,0046	0,0418
		Notommatidae		<i>Notommata sp</i>	0,0006	0,0012	0,0016	0,0034
		Synchaetidae		<i>Polyarthra sp</i>	0,0678	0,0184	0,015	0,1012
Trichotriidae		<i>Trichocerca sp</i>	0,009	0,0028	0,0076	0,0194		
<b>Total (Org/ml)</b>					<b>0,1938</b>	<b>0,0448</b>	<b>0,043</b>	<b>0,281</b>
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>					<b>11</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>16</b>

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices alfa

En la Figura 5.2-23 se presentan los valores calculados del índice de diversidad de Shannon-Weaver para la comunidad zooplanctónica, donde los cuerpos de agua Léntico 2 y Léntico 4 presentaron niveles bajos de diversidad, con resultados de 1,654 y 1,932 bits/Ind respectivamente, mientras que para el Léntico 3 se registró una diversidad media con un valor de 2,018 bits/Ind, lo que demuestra que la comunidad presenta algunas dominancias que no permiten que esta se establezca.

Ibagué y Piedras (Tolima)

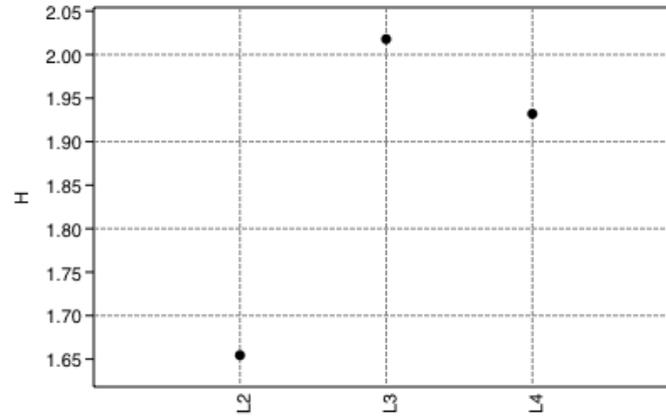


Figura 5.2-23. Diversidad de Shanon (H').

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de dominancia (Simpson), se registraron valores inferiores a 0,5 para los tres los cuerpos de agua evaluados (Figura 5.2-24) indicando que esta comunidad presenta una distribución equitativa de las morfoespecies registradas, por ende, una mayor diversidad, principalmente para el Léntico 4, cuyo valor es el más cercano a 0 (0,191), mientras que el Léntico 2 registró el valor más alto (0,2458) lo que evidencia que existe una menor diversidad y mayor dominancia de las morfoespecies registradas, para este caso dadas por las Larva Nauplio y *Polyarthra sp.*

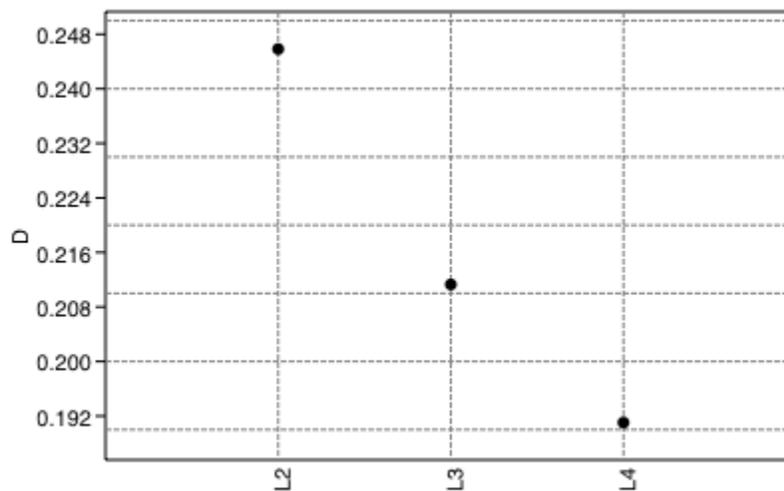


Figura 5.2-24 Dominancia de Simpson (D).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de Equidad de Pielou en la Figura 5.2-25 se evidencia que para el cuerpo de agua Léntico 4 se registró el valor más alto (0,839), lo cual demuestra que, las morfoespecies registradas tienden a tener abundancias muy similares, mientras que para el Léntico 2 presenta abundancias menos uniformes, donde las Larva Nauplio y *Polyarthra sp.* son las más abundantes.

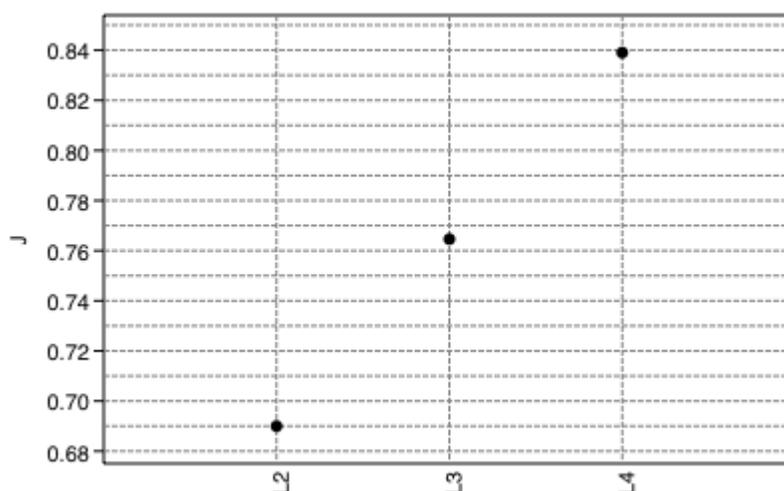


Figura 5.2-25 Equidad de Pieluo (J).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### ➤ Índices Beta

En la Figura 5.2-26 se muestra el análisis de conglomerados o similitud de Bray-Curtis efectuado a los cuerpos de agua evaluados en el periodo lluvioso, evidenciándose que la comunidad zooplanctónica presentó una similitud general del 45%; donde el Léntico 3 y Léntico 2 conforman un grupo con una similaridad del 75% aproximadamente, al compartir 11 morfoespecies, mientras que de este grupo diverge el Léntico 4 al registrarse morfoespecies exclusivamente para este cuerpo de agua, tales como *Centropyxis sp.*, *Euglypha sp.* y Nematoda.

Ibagué y Piedras (Tolima)

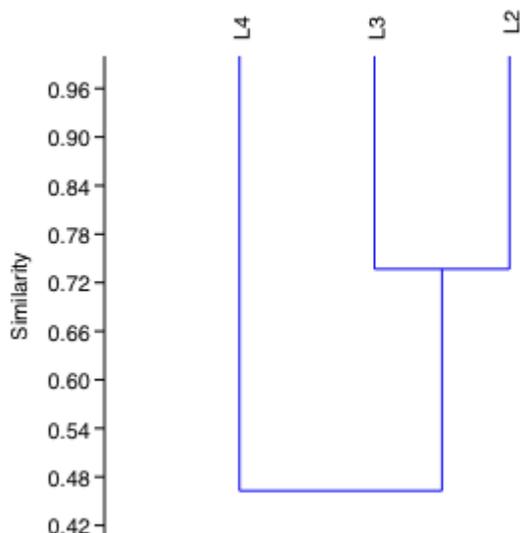


Figura 5.2-26 Dendrograma de similitud del índice de Bray-Curtis.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

5.2.1.2.2.2.2.2 Época seca

➤ Composición y abundancia

Para la época seca la comunidad zooplanctónica se encontró representada por 537 individuos (0,217 Org/ml), pertenecientes a tres phylum/división, 7 órdenes, 11 familias y 14 morfoespecies. En el **Anexo D.2.6.2 Ecosistemas Acuáticos** se muestra la abundancia neta de la comunidad zooplanctónica.

En la Tabla 5.2-17 se relaciona la diversidad y abundancia para cada uno de los cuerpos de agua monitoreados. Esta comunidad se caracterizó por presentar los phylum/División Arthropoda, Protozoa y Rotifera. En la Tabla 5.2-15 se indica algunas características generales de estos grupos taxonómicos.

Tabla 5.2-17 Diversidad y abundancia de la comunidad zooplanctónica registrada en los cuerpos de agua monitoreados

Estaciones		Léntico 2	Léntico 3	Léntico 4
Arthropoda	Nº géneros	4	5	5
	Org/ml	0,0117	0,135	0,0232
Protozoa	Nº géneros	0	2	2

Ibagué y Piedras (Tolima)

Estaciones		Léntico 2	Léntico 3	Léntico 4
	Org/ml	0	0,0012	0,0006
Rotifera	Nº géneros	4	4	5
	Org/ml	0,0087	0,018	0,0186

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

A nivel general, el phylum Arthropoda representó el 78,29% de la abundancia total (Figura 5.2-27), reportándose en los tres cuerpos de agua monitoreados, este grupo estuvo representado por 5 morfoespecies pertenecientes a 3 familias y 3 órdenes. Seguido por el phylum Rotifera con el 20,88% de la abundancia, registrando 6 morfoespecies, 5 familias y 2 ordenes, mientras que los Protozoos aportaron el 0,83% de la abundancia total, identificadonse 3 morfoespecies.

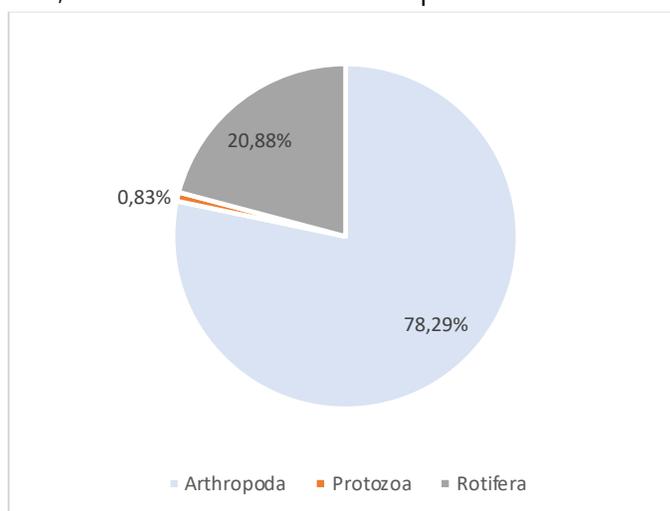


Figura 5.2-27. Porcentaje de abundancia de los phylum de la comunidad zooplanctónica registrados para los cuerpos de agua monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

De acuerdo con los resultados obtenidos, se presenta una baja abundancia de esta comunidad, sin embargo, se reportaron los órdenes Aconchulinida, Arcellinida, Calanoida, Cyclopoida, Diplostraca, Flosculariaceae y Ploima, siendo Cyclopoida el más abundante, con una densidad de 0,1279 Org/ml, aportando el 59% de la abundancia total, seguido de Ploima (0,0441Org/ml) con el 20%, mientras que Diplostraca (0,0207 Org/ml) aportó

el 9% (Figura 5.2-28). Las variaciones en la abundancia de zooplancton se han atribuido básicamente varios factores como la turbiedad, la concentración de oxígeno disuelto y la conductividad, además de la cantidad y calidad del alimento disponible. La diferente calidad nutricional de los diferentes taxones de algas sugiere que el zooplancton estará limitado por la calidad nutricional de las comunidades fitoplanctónicas cuando estas no estén sumamente dominadas por diatomeas o criptofíceas, u otros grupos de algas de alta calidad nutricional.

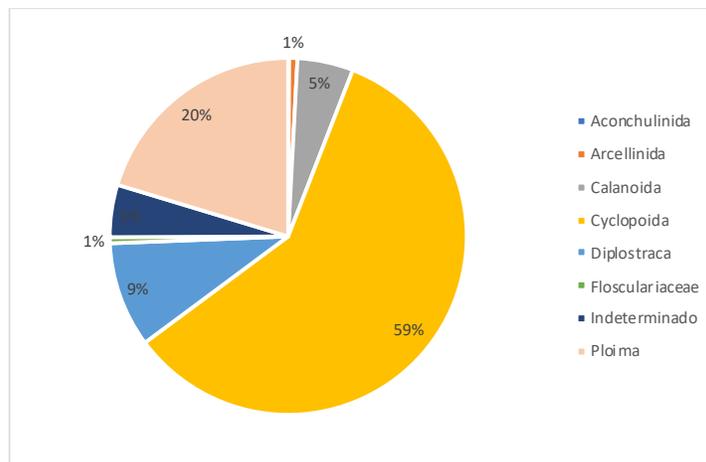


Figura 5.2-28. Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad zooplanctónica.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Figura 5.2-29 se puede evidenciar que para los tres cuerpos de agua monitoreados los órdenes más abundantes corresponden a Cyclopoida y Ploima. Respecto a la riqueza, se puede evidenciar que el cuerpo de agua Léntico 4 registró el mayor número de órdenes con 8, mientras que para el Léntico 3 se registraron 6 órdenes y para el Léntico 2 se identificaron 5 órdenes. En este contexto, es importante tener presente que la distribución, composición y abundancia de las comunidades pueden variar espacial y temporalmente, de acuerdo con las condiciones hidroclimáticas imperantes de la zona, junto con la disponibilidad de alimento, el tipo de sustrato y las actividades antrópicas.

Con relación a las familias de zooplancton, se reportaron para el área de estudio un total de 11, de las cuales Cyclopidae es la más abundante, con una densidad de 0,1279 Org/ml,

Ibagué y Piedras (Tolima)

aportando el 59% de la abundancia total, siendo esta la familia más representativa para los tres cuerpos de agua monitoreados (Figura 5.2-30), seguido de Brachionidae con una densidad de 0,0187 Org/ml, lo que corresponde al 9%. Para las estaciones Léntico 3 y Léntico 4 se registró la mayor riqueza de familias con un total de 10, mientras que para el Léntico 2 se registraron 8 familias.

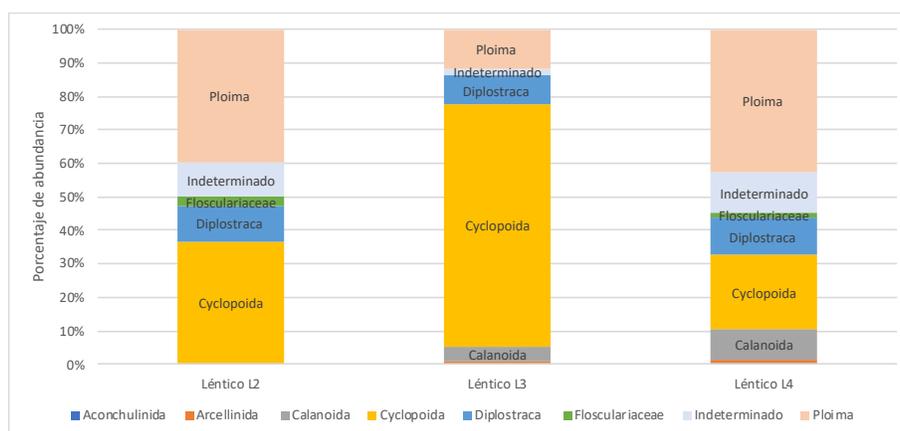


Figura 5.2-29 Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad zooplanctónica registrados para cada uno los cuerpos de agua monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

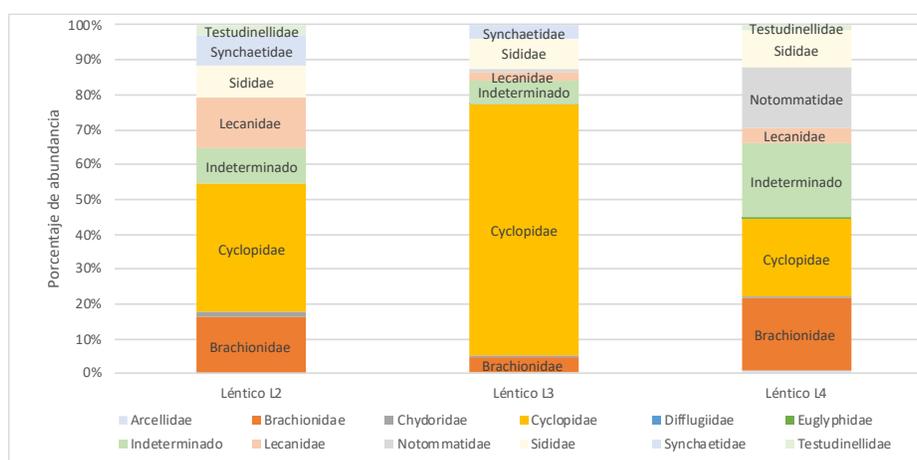


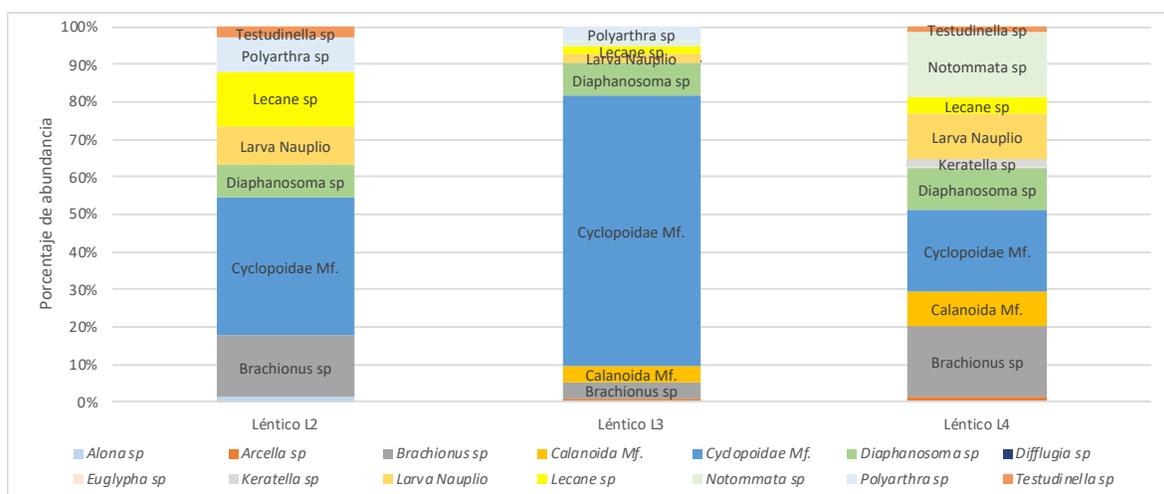
Figura 5.2-30 Porcentaje de abundancia de las familias de la comunidad zooplanctónica registradas para cada uno los cuerpos de agua monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En general, los cuerpos de agua monitoreados se encontraron representados por 14 morfoespecies, donde Cyclopoidae Mf. fue la más abundante con una densidad de 0,1279 Org/ml, lo que corresponde al 58,94% de la abundancia total, siendo ésta la morfoespecie más abundante para los tres cuerpos de agua monitoreados (Figura 5.2-31); seguido por la morfoespecie *Diaphanosoma* sp. con una densidad de 0,0196 Org /ml, es decir, el 9,03% de la abundancia.

Las bajas abundancias y riquezas de individuos zooplanctónicos, pueden deberse a las características propias del sistema hidrico. Así mismo, Roldan y Ramírez (2008) describen que es normal que se presenten pocas densidades de estos organismos y que generalmente el zooplancton es menos abundante que el fitoplancton.

En la Figura 5.2-31 se evidencia que para el cuerpo de agua Léntico 4 se registró la mayor riqueza de morfoespecies con el registro de 12, seguido del Léntico 3 con 11 morfoespecies, mientras que el Léntico 2 registró 8 morfoespecies.



**Figura 5.2-31 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de la comunidad zooplanctónica registradas para cada uno los cuerpos de agua monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

En la Tabla 5.2-18 se encuentra la clasificación taxonómica y abundancia de todas las morfoespecies reportadas para esta comunidad en el área de influencia del Proyecto durante la temporada seca.

**Tabla 5.2-18 Clasificación taxonómica de los organismos reportados para la comunidad zooplanctónica en los cuerpos de agua monitoreados**

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estaciones demonitoreo			Total (Org/ml)
					Léntico L2	Léntico L3	Léntico L4	
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alona sp</i>	0,0003	0,0006	0,0002	0,0011
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Diaphanosoma sp</i>	0,0018	0,0132	0,0046	0,0196
Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	Indeterminado	Calanoida Mf.		0,0072	0,0038	0,011
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Cyclopoidae Mf.	0,0075	0,111	0,0094	0,1279
Arthropoda	Maxillopoda	Indeterminado	Indeterminado	Larva Nauplio	0,0021	0,003	0,0052	0,0103
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Euglypha sp</i>			0,0002	0,0002
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp</i>		0,0006	0,0004	0,001
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia sp</i>		0,0006		0,0006
Rotifera	Monogonta	Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella sp</i>	0,0006		0,0006	0,0012
Rotifera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus sp</i>	0,0033	0,0066	0,008	0,0179
Rotifera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella sp</i>			0,0008	0,0008
Rotifera	Monogonta	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane sp</i>	0,003	0,0036	0,0018	0,0084
Rotifera	Monogonta	Ploima	Notommatidae	<i>Notommata sp</i>		0,0018	0,0074	0,0092
Rotifera	Monogonta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra sp</i>	0,0018	0,006		0,0078
<b>Total (Org/ml)</b>					<b>0,0204</b>	<b>0,1542</b>	<b>0,0424</b>	<b>0,217</b>
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>					<b>8</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>14</b>

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Tabla 5.2-19 se muestran algunos de los representantes de la comunidad zooplanctónica observados en los cuerpos de agua muestreados.

Tabla 5.2-19 Morfoespecies de zooplancton registradas, para el área de estudio



*Arcella sp.*



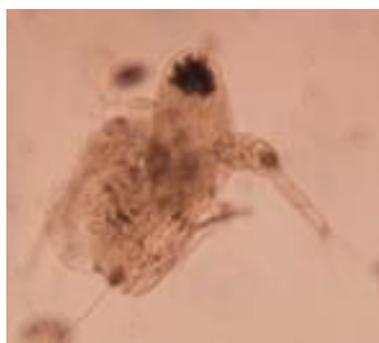
*Brachionus sp.*



*Centropyxis sp.*



Cyclopoidae

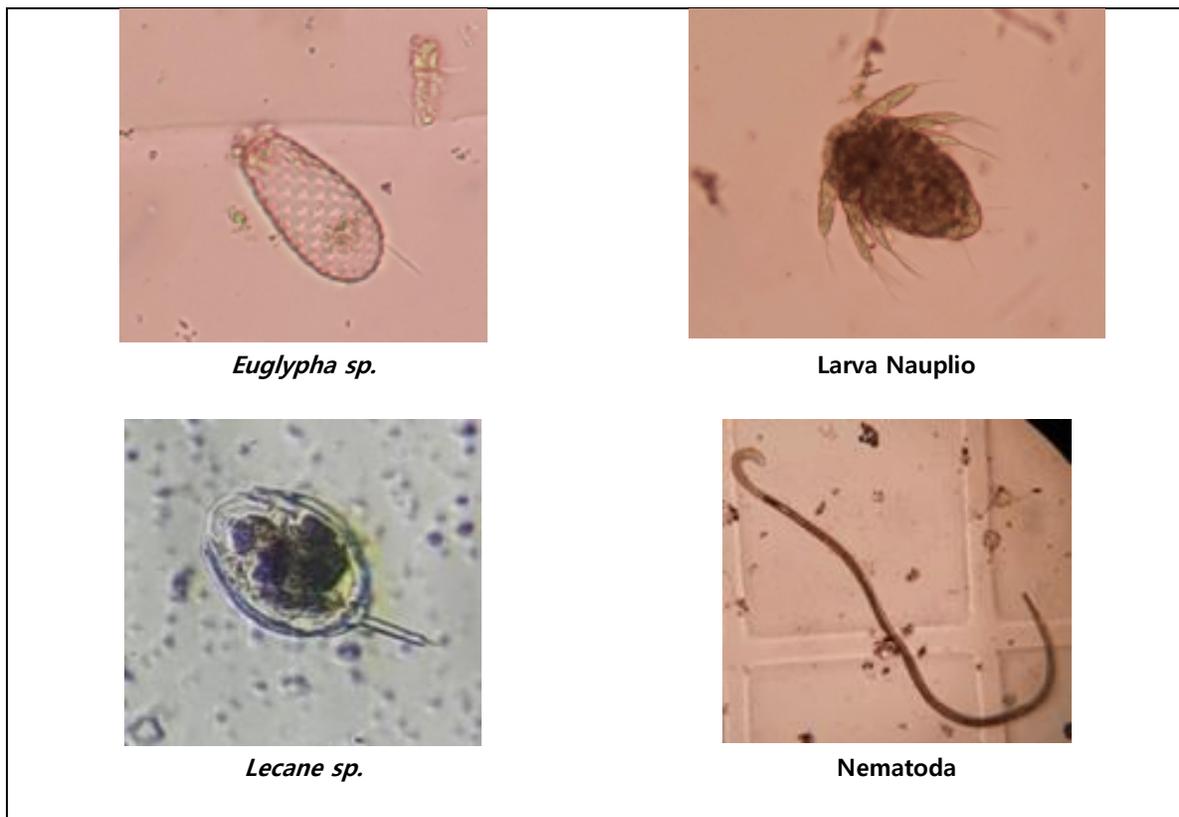


*Diaphanosoma sp.*



*Diffugia sp.*

Ibagué y Piedras (Tolima)



Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

➤ Índices alfa

En la Figura 5.2-32 se presentan los valores calculados del índice de diversidad de Shannon-Weaver para la comunidad zooplanctónica registrada durante la época seca, los cuerpos de agua Léntico 3 y Léntico 2 presentaron la diversidad más baja, con valores de 1,132 y 1,773 bits/Ind, respectivamente, mientras que para el Léntico 4 se registró una diversidad media con un valor de 2,032 bits/Ind.

Ibagué y Piedras (Tolima)

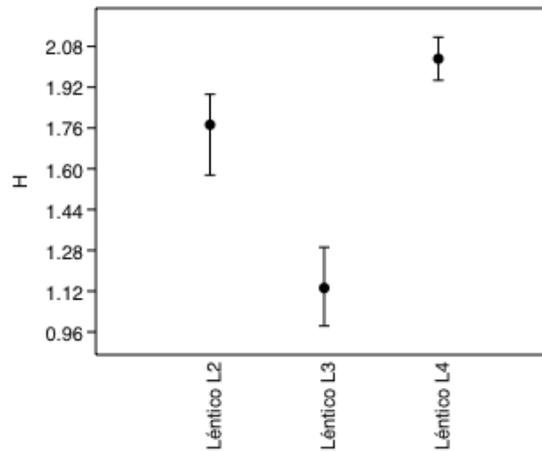


Figura 5.2-32 Diversidad de Shanon (H').

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de dominancia (Simpson), se registraron valores inferiores a 0,5 para las estaciones Léntico 4 y Léntico 2 (Figura 5.2-33) indicando que esta comunidad presenta una distribución equitativa de las morfoespecies registradas, por ende, una mayor diversidad, principalmente para el Léntico 4, cuyo valor es el más cercano a 0 (0,1525), mientras que el Léntico 3 registró el valor más alto (0,5321) lo que evidencia que existe una menor diversidad y mayor dominancia de las morfoespecies registradas, para este caso dadas por Cyclopoidae Mf.

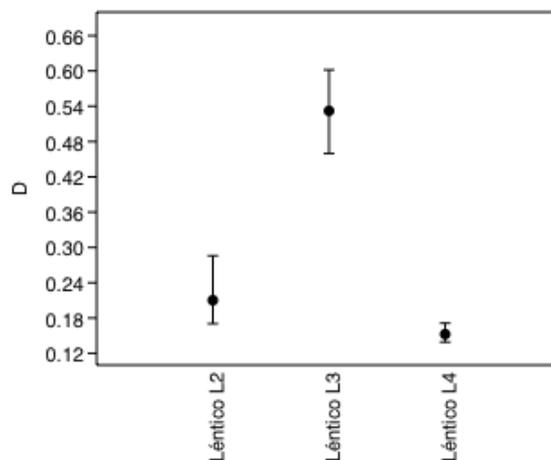


Figura 5.2-33 Dominancia de Simpson (D).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de Equidad de Pieluo en la Figura 5.2-34 se observó que para el cuerpo de agua Léntico L2 se registró el valor más alto (0,8525), lo cual demuestra que, las morfoespecies registradas tienden a tener abundancias muy similares, mientras que para el Léntico L3 presenta abundancias menos uniformes, donde Cyclopoidae Mf. son las más abundantes.

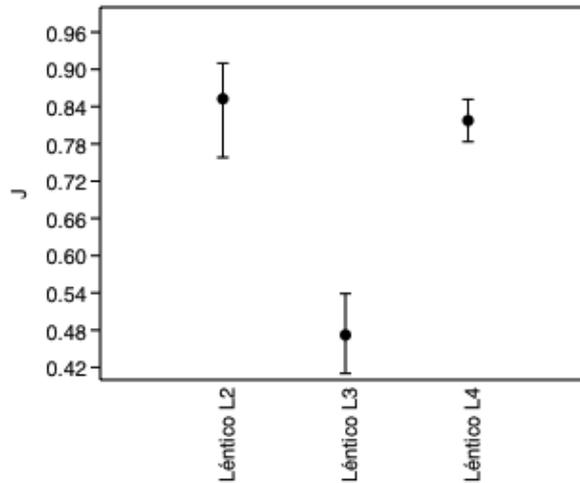


Figura 5.2-34 Equidad de Pieluo (J).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### ➤ Índices Beta

En la Figura 5.2-35 se muestra el análisis de conglomerados o similitud de Bray-Curtis efectuado a los cuerpos de agua evaluados en el periodo seco, evidenciándose que la comunidad zooplanctónica presentó una similitud general del 40%; donde el Léntico 3 y Léntico 4 conforman un grupo con una similaridad del 46% aproximadamente, al compartir 9 morfoespecies, mientras que de este grupo diverge el Léntico 2 al compartir 6 de las 8 morfoespecies resgistradas con los demás cuerpos de agua.

Ibagué y Piedras (Tolima)

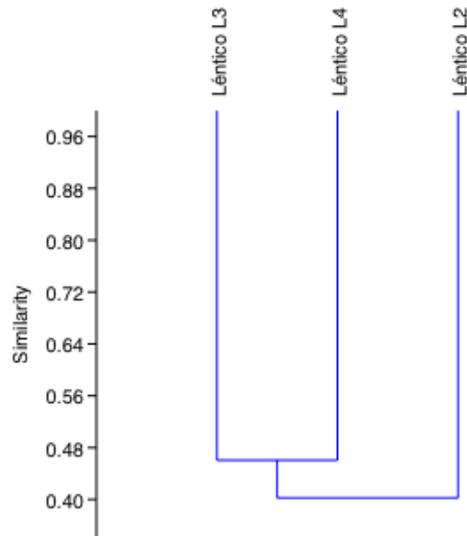


Figura 5.2-35 Figura V.32 Dendrograma de similitud del índice de Bray-Curtis.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Hábitat y ecología

Por definición las comunidades planctónicas habitan suspendidas en la columna de agua de los sistemas acuáticos a merced de las corrientes. Los sistemas acuáticos lóuticos por lo general suelen ser medios más inhóspitos para su desarrollo, ya que las fuertes corrientes, la turbulencia y arrastre de materiales tiene efectos negativos sobre su abundancia y tasas de crecimiento; sin embargo, más allá de esas restricciones algunas poblaciones pueden verse favorecidas, como en el caso de las bacilariofitas.

El fitoplancton posee una gran importancia en la productividad de los ecosistemas acuáticos y generalmente suele ser más abundante; algunas especies pueden tener mayores o menores rangos de tolerancia a los factores ambientales y su proliferación está directamente asociada a las cualidades físicas y químicas del agua, lo que les permite ser buenos indicadores de calidad de ésta.

Por otra parte, el zooplancton, aunque menos abundante, pero no menos importante, es el vínculo energético entre la productividad primaria y consumidores y su presencia es un buen indicador del buen funcionamiento de las redes tróficas acuáticas. Ambas

comunidades se encuentran favorecidas en sistemas donde hay mayor estabilidad en la columna de agua, siendo muchas veces más abundantes en las zonas del sistema en donde hay menos corriente, profundidad y carga sedimentaria. Bajas densidades de estos microorganismos muchas veces pueden ser indicativas de condiciones oligotróficas y viceversa, altas abundancias pueden indicar condiciones eutróficas.

Teniendo en cuenta los resultados encontrados dentro de la comunidad planctónica, en términos generales, la estructura del fitoplancton es muy homogénea en las estaciones monitoreadas, debido principalmente a las características hidrológicas del cuerpo de agua en los tramos evaluados.

En cuanto al zooplancton se encontró una baja diversidad, con abundancias moderadas reportándose 1085 individuos en total, lo que sugiere una baja tasa de consumo de los productores primarios en los cuerpos de agua.

#### 5.2.1.2.2.3 Perifiton

El perifiton es un componente de las comunidades bióticas acuáticas, su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura sirven como indicadores de la calidad del agua y de procesos que puedan estar afectando a los ecosistemas, como la contaminación. El perifiton está conformado por un ensamble de especies que se ubica en la interfaz agua sustrato, lo que permite que pueda aprovechar recursos de este ecotono. La distribución y porcentaje de cobertura del ensamblaje varía en cada sistema acuático, pero en el ecosistema presenta una importancia variada.

Por lo tanto, el perifiton se puede emplear como bioindicador de la calidad biológica del agua y de su estado trófico. Debido a su ciclo de vida corto y a su dinámica funcional alta, las algas responden rápidamente a las alteraciones ambientales y funcionan como sensores sensibles y confiables. Actualmente, ha aumentado la importancia del empleo del perifiton en estudios de conservación, evaluación de impactos ambientales,

propuestas de recuperación y manejo, ya que las formas de crecimiento sésil sobre el sustrato no les permiten evitar los contaminantes, y por tanto toleran el ambiente o fallecen.

En los cuerpos de agua, los componentes abióticos determinan la dinámica de la comunidad del perifíton. Dentro de los factores físicos que más influyen se encuentra la disponibilidad de luz, turbulencia y temperatura y dentro de los factores químicos el pH, oxígeno y nutrientes, son los principales. Las algas del perifíton son un grupo de organismos fotosintéticos considerados como los mayores productores primarios de los ecosistemas acuáticos, por tanto, son fuente de energía para organismos consumidores.

Estos habitan diferentes sustratos, tales como: rocas, ramas, hojas sumergidas o semisumergidas en la zona fótica y por tanto, su abundancia y distribución tanto temporal como espacial, responde a una compleja jerarquía de factores bióticos y abióticos (Power, y otros, 1988) (Lowe & Laliberte, 2007).

#### 5.2.1.2.2.3.1.1 Época Lluviosa

##### ➤ Composición y abundancia

Para la comunidad de perifíton en los cuerpos de agua lóticos evaluados se estimó una densidad de 29,718 cel/mm<sup>2</sup> pertenecientes a 6 phylum, 17 órdenes, 22 familias y 26 morfoespecies. En el **Anexo D.2.6.1 Ecosistemas Acuáticos** se muestra la abundancia neta de la comunidad algal.

Respecto a la densidad de la comunidad perifítica presente en los cuerpos de agua lénticos, se registró un total de 26,136 cel/mm<sup>2</sup>, pertenecientes a 6 phylum, 17 órdenes, 25 familias y 31 morfoespecies, distribuidos entre los cuerpos de agua Léntico 2 y Léntico 3, para el Léntico 4, no se evidenciaron sustratos disponibles para el monitoreo de esta comunidad, dado que se encontraba inundada por las lluvias presentadas previas al monitoreo.

La clasificación de organismos perifíticos en categorías taxonómicas es esencial para el conocimiento de la estructura de la comunidad algal dentro de los sistemas hídricos. En las muestras analizadas se observaron organismos pertenecientes al fitoperifiton, identificándose los phyllum Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta y Ochrophyta, la mayoría de estos taxones encontrados dentro del fitoplancton. Para el muestreo en general, el phyllum Bacillariophyta fue el grupo más importante en cuanto a riqueza y abundancia, mientras que Ochrophyta y Charophyta fueron los menos sobresalientes (Tabla 5.2-20 y Tabla 5.2-21).

**Tabla 5.2-20 Diversidad y abundancia de la comunidad de perifiton registrada en los cuerpos de agua lénticos monitoreados**

Estaciones		Léntico 2	Léntico 3
Bacillariophyta	Nº géneros	8	7
	Cel/mm <sup>2</sup>	6,132	0,456
Charophyta	Nº géneros	1	0
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,072	0
Chlorophyta	Nº géneros	7	6
	Cel/mm <sup>2</sup>	9,744	0,348
Cyanobacteria	Nº géneros	4	5
	Cel/mm <sup>2</sup>	2,736	4,872
Euglenophyta	Nº géneros	2	1
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,84	0,252
Ochrophyta	Nº géneros	1	1
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,516	0,168

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

**Tabla 5.2-21 Diversidad y abundancia de la comunidad de perifiton registrada en los cuerpos de agua loticos monitoreados**

Estaciones		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
Bacillariophyta	Nº géneros	4	5	3	6	6	4	8	7	8	8	7	10	8	7
	Cel/mm <sup>2</sup>	1,312	0,228	1,71	1,116	1,252	0,268	1,904	1,532	1,608	1,616	1,938	2,502	2,556	1,18
Charophyta	Nº géneros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
	Cel/mm <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,126	0,006	0
Chlorophyta	Nº géneros	2	2	1	2	2	2	1	2	3	1	1	3	4	1
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,146	0,08	0,756	0,472	0,2	0,388	0,072	0,708	0,512	0,428	1,02	0,318	0,426	0,224
Cyanobacteria	Nº géneros	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,07	0,084	0,276	0,328	0,332	0,164	0,18	0,276	0,608	0,008	0,036	0,306	0,204	0,204
Euglenophyta	Nº géneros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	Cel/mm <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,012	0,006	0,012
Ochrophyta	Nº géneros	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cel/mm <sup>2</sup>	0	0,008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

E1:	Quebrada Doima	E2:	Quebrada Doima
E3:	Quebrada Opia	E4:	Quebrada Doima
E5:	Quebrada San Javier	E6:	Quebrada Opia
E7:	Quebrada Opia	E8:	Quebrada San Javier
E9:	Quebrada Armadillos 2	E10:	Quebrada Doima
E11:	Quebrada Armadillos 2	E12:	Quebrada San Guaima
E13:	Quebrada La Perica	E14:	Quebrada la Borbona

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

En la Tabla 5.2-22 se presentan las principales características de los organismos pertenecientes a los Phylum/División Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophycota, Miozoa y Ochrophyta.

**Tabla 5.2-22 Principales características de los taxones del perifiton registrados en los cuerpos de agua monitoreados**

Phyllum/División	CARACTERÍSTICAS
<b>Bacillariophyta</b>	Las diatomeas se caracterizan por la presencia de una pared celular o frústula compuesta de sílice; la cual se divide en una parte superior (epiteca) y una parte inferior (hipoteca). La estructura y ornamentación de la frústula son la base de la clasificación de las diatomeas (Hasle y Fryxell, 1995). Las diatomeas se dividen en dos grandes grupos por su morfología: las formas céntricas con valvas simétricas radialmente y las formas pennadas con valvas simétricas bilateralmente. Según la clasificación de diatomeas propuesta por Round <i>et al.</i> (1990), éstas pertenecen a una división con tres clases, la clase Coscinodiscophyceae, donde se clasifican todas las diatomeas céntricas, y las clases Fragilariophyceae y Bacillariophyceae dentro de las cuales se agrupan las diatomeas pennadas <sup>6</sup> .
<b>Charophyta</b>	Esta phylum agrupa a un conjunto de Algas de las más evolucionadas, anteriormente ubicadas dentro de la División Chlorophyta como una clase (Charophyceae), las cuales muestran adaptaciones evolutivas más avanzadas. Una de las características más resaltantes es la presencia de estructuras reproductivas protegidas por una capa involucral de células, a diferencia del resto de las algas en las cuales las estructuras reproductivas son desnudas.
<b>Chlorophyta</b>	Las algas verdes están caracterizadas por la presencia de la clorofila b y la acumulación de almidón en el interior del cloroplasto. Tradicionalmente han sido consideradas como un grupo filogenéticamente independiente; sin embargo, hoy día el conjunto de las algas verdes y el resto de las plantas terrestres, arquegoniadas y vasculares, son vistas como una estirpe, si eso es así todas estas plantas deberían ser consideradas como pertenecientes a una sola división o phylum. Las clorófitas constituyen uno de los grupos de algas más numerosos y contiene organismos morfológicamente diversos. La mayor parte de las algas verdes viven en medios continentales, en aguas cristalinas, contaminadas con materia orgánica o en suelos húmedos o epifitas sobre otras plantas. Las Prasinoficeas y, sobre todo las Ulvoficeas viven predominantemente en aguas marinas o salobres. La mayoría de la Clorófitas presentan una amplia distribución y muchas son cosmopolitas <sup>7</sup> .

<sup>6</sup> Biodiversidad y taxonomía de plantas criptógamas. Universidad Complutense Madrid. Disponible en: [http://escalera.bio.ucm.es/usuarios/criptogamas/plantas\\_criptogamas/materiales/algas/ochrophyta.html](http://escalera.bio.ucm.es/usuarios/criptogamas/plantas_criptogamas/materiales/algas/ochrophyta.html)

<sup>7</sup>Disponible en:

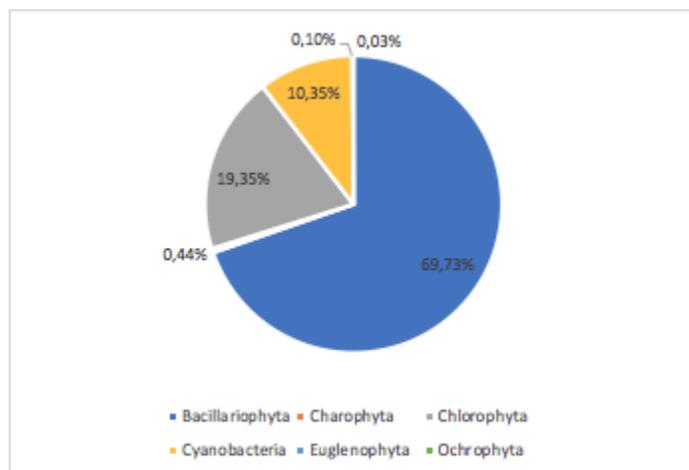
[http://criptogamas.bioucm.es/plantas\\_criptogamas/materiales/algas/chlorophyta.html](http://criptogamas.bioucm.es/plantas_criptogamas/materiales/algas/chlorophyta.html)

Phyllum/División	CARACTERÍSTICAS
<b>Cyanobacteria</b>	Son un phylum del dominio Bacteria que comprende las bacterias capaces de realizar fotosíntesis oxigénica, y, en algún sentido, a sus descendientes por endosimbiosis, los plastos. Son las únicas procariotas que llevan a cabo ese tipo de fotosíntesis, por ello también se les denomina oxifotobacterias (Oxyphotobacteria). Las cianobacterias fueron designadas durante mucho tiempo como cianófitas (Cyanophyta, literalmente "plantas azules") o cianofíceas (Cyanophyceae, literalmente "algas azules"), castellanizándose a menudo como algas verde-azuladas. Cuando se descubrió la distinción entre célula procariota y eucariota se constató que estas son las únicas "algas" procarióticas, y el término "Cyanobacteria" (se había llamado siempre bacterias a los procariontes conocidos) empezó a ganar preferencia
<b>Euglenophycota</b>	Son organismos flagelados, desnudos y grandes. Predominan generalmente en agua dulce, aunque pueden ser hallados en estuarios. Son muy abundantes en charcas y lagunas temporales con abundante contenido de materia orgánica. Su reproducción es asexual y se lleva a cabo por fisión binaria longitudinal (Delgado & Sánchez, 2007).
<b>Miozoa</b>	Los miozoos (Miozoa) son un grupo de protistas alveolados unicelulares generalmente flagelados y de hábitat marino principalmente, que poseen alvéolos corticales como parte de su estructura celular. Dentro de Alveolata constituye el clado principal hermano de Ciliophora y es muy diverso, pues está conformado por grupos fotosintéticos como Dinoflagellata y Chromerida, por heterótrofos que pueden ser endoparásitos como Apicomplexa y Perkinsozoa y otros grupos predadores de vida libre. Conforman un grupo grande con unas 8.000 especies descritas, muchas de las cuales presentan complejo apical o se alimentan por mizocitosis. Los miozoos más tempranos son llamados protalveolados, los cuales presentan características ancestrales como la de ser biflagelados acuáticos, rápidos nadadores y predadores (Cavalier-Smith & Chao, 2004).
<b>Ochrophyta</b>	Las ocofitas (Ochrophyta o Stramenochromes) son un grupo de algas heterocontas (Heterokontophyta). La denominación Ochrophyta deriva de ocre en alusión al color promedio amarillo pardo. El grupo fue identificado filogenéticamente en 1986 con el nombre Ochrista[3] y consta a su vez de varios grupos de algas unicelulares (como diatomeas y crisofíceas), y un solo grupo de algas multicelulares (algas pardas o feofíceas), que en las clasificaciones tradicionales aparecían como grupos separados (Riisberg, y otros, 2009).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Para los cuerpos de agua lóticos monitoreados se presentó una mayor abundancia del phylum Bacillariophyta registrándose una densidad de 20,722 cel/mm<sup>2</sup>, lo que equivale al 69,73% de la abundancia total, seguido de las Chlorophytas con 5,75 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 19,35% de la abundancia total, encontrándose en todas las estaciones de monitoreo. Las Bacillariophytas estuvieron representadas por 14 morfoespecies, distribuidas en 12 familias y 8 órdenes, donde el género más abundante corresponde a *Nitzschia* con una densidad de 11,488 cel/mm<sup>2</sup>, seguido de *Navicula* con 6,65 cel/mm<sup>2</sup>,

mientras que para el phylum Chlorophyta se registraron 5 morfoespecies, pertenecientes a 3 familias y 3 órdenes, siendo *Sphaerocystis schroeteri* la especie más abundante con una densidad de 4,962 cel /mm<sup>2</sup> (Figura 5.2-36).



**Figura 5.2-36 Porcentaje de abundancia de los phylum de la comunidad de Perifiton registrados para los cuerpos de agua lóxicos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Respecto a los cuerpos de agua lénticos monitoreados se presentó una mayor abundancia del phylum Chlorophyta registrándose una densidad de 10,092 cel/mm<sup>2</sup>, lo que equivale al 38,61% de la abundancia total, seguido de las Cyanobacterias con 7,608 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 29,11% de la abundancia total, encontrándose en todas las estaciones de monitoreo. Las Chlorophytas estuvieron representadas por 10 morfoespecies, distribuidas en 7 familias y 4 órdenes, donde el género más abundante corresponde a *Scenedesmus* con una densidad de 2,64 cel/mm<sup>2</sup>, seguido de *Dictyosphaerium* con 2,4 cel/mm<sup>2</sup>, mientras que para el phylum Cyanobacteria se registraron 7 morfoespecies, pertenecientes a 6 familias y 4 órdenes, siendo *Phormidium* el género más abundante con una densidad de 2,784 cel /mm<sup>2</sup> (Figura 5.2-37).

Ibagué y Piedras (Tolima)

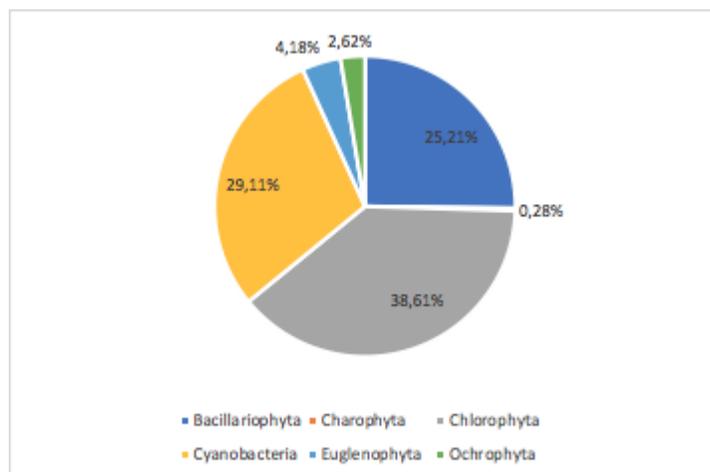


Figura 5.2-37 Porcentaje de abundancia de los phylum de la comunidad de Perifiton registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

A nivel de orden, en los cuerpos de agua lóxicos se evidenció en general un alto porcentaje de Bacillariales con una densidad de 12,308 cel/mm<sup>2</sup>, lo que corresponde al 40,59% de la abundancia total, seguido de Naviculales con una densidad de 7,534 cel/mm<sup>2</sup>, lo que equivale al 25,94% y Chlamydomonadales con 4,962 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 16,83% (Figura 5.2-38). Al orden Bacillariales pertenecen organismos sensibles a la eutrofización, a la polución orgánica y mineral. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estas son indicadores de calidad a corto plazo porque las poblaciones de diatomeas se reconstituyen rápidamente después de la desaparición de la polución (Martínez De Fabricius, Maidana, Gomez, & Sabater, 2003). Para la mayoría de las estaciones de monitoreo el orden Bacillariales corresponde al más abundante (Figura 5.2-39).

Ibagué y Piedras (Tolima)

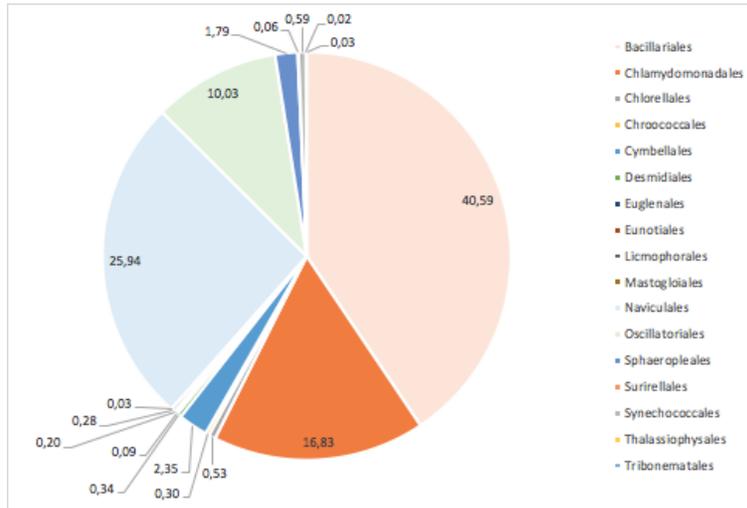
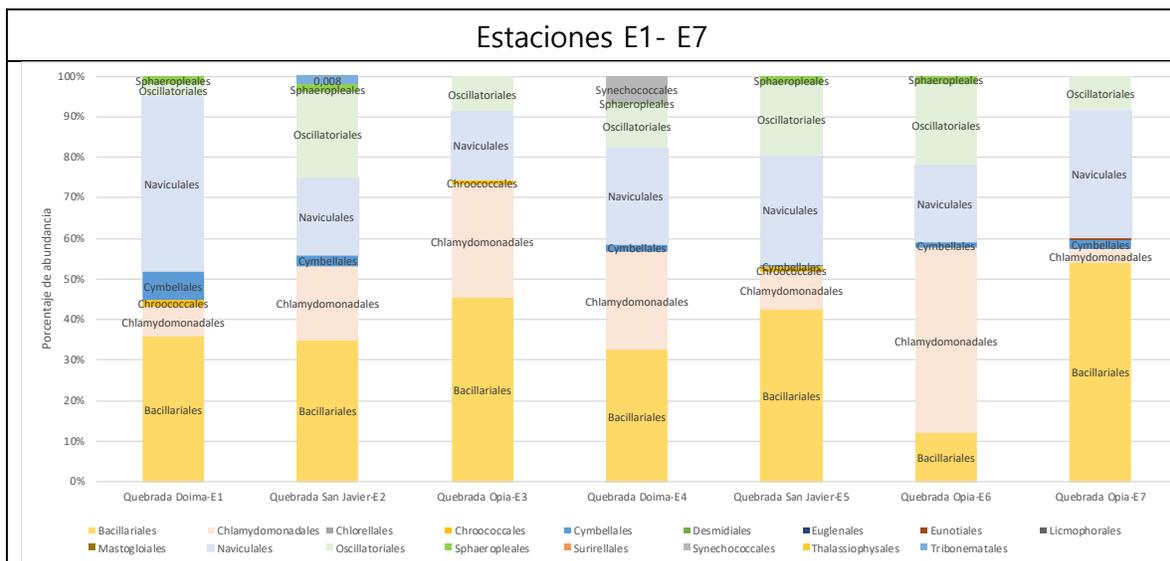
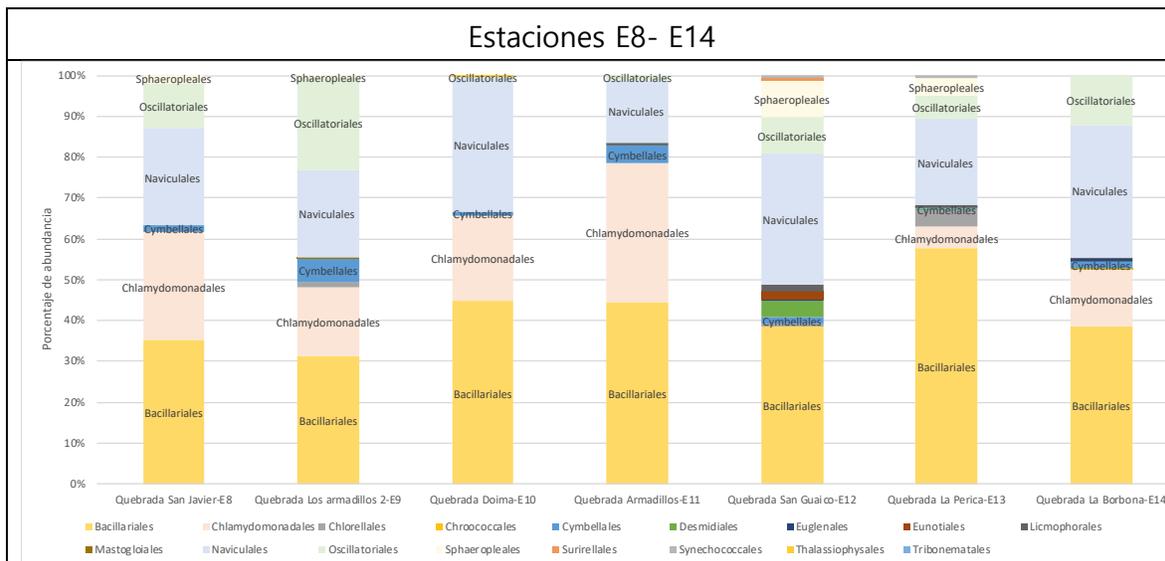


Figura 5.2-38 Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad de Perifiton.  
Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

La mayor riqueza en cuanto órdenes lo presentó la estación de monitoreo Quebrada San Guatico-E12 registrando 12 de los 17 órdenes identificados, mientras que para la estación Quebrada La Perica-E13 se registraron 11, para las demás estaciones se registraron entre 5 y 8 órdenes, lo que evidencia que la mayoría de estos cuerpos de agua presentan características hidrológicas similares, lo que hace que la composición de especies del ensamblaje perifítico sea semejante en las diferentes estaciones evaluadas (Figura 5.2-39).



Ibagué y Piedras (Tolima)



**Figura 5.2-39 Riqueza y abundancia de los órdenes de la comunidad de Perifiton registrados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Respecto a los cuerpos de agua lóticos, a nivel general el orden Sphaeropleales es el más abundante con una densidad de 6,792 cel/mm<sup>2</sup>, aportando el 25,99% de la abundancia total, siendo este el orden más abundante para el Lótico 2, seguido del orden Nostocales con 3,216 cel/mm<sup>2</sup>, lo que corresponde al 12,30% de la abundancia total (Figura 5.2-40). Para el Lótico 3 Oscillatoriales con una densidad de 2,496 cel/mm<sup>2</sup> es el orden más representativo en términos de abundancia. Los individuos del orden Oscillatoriales, tienen su óptimo desarrollo en ambientes alcalinos o salinos y suelen estar ausentes en aguas ácidas con pH inferior a 4 unidades. Generalmente son termofílicas, y algunas especies están adaptadas a vivir a temperaturas tan altas como 70-73°C, lo que generalmente ocurre en fuentes de agua termal, además participan en la fijación del Nitrógeno atmosférico (Lopez-Fuerte & Altamirano-Cerecedo, 2011).

Ibagué y Piedras (Tolima)

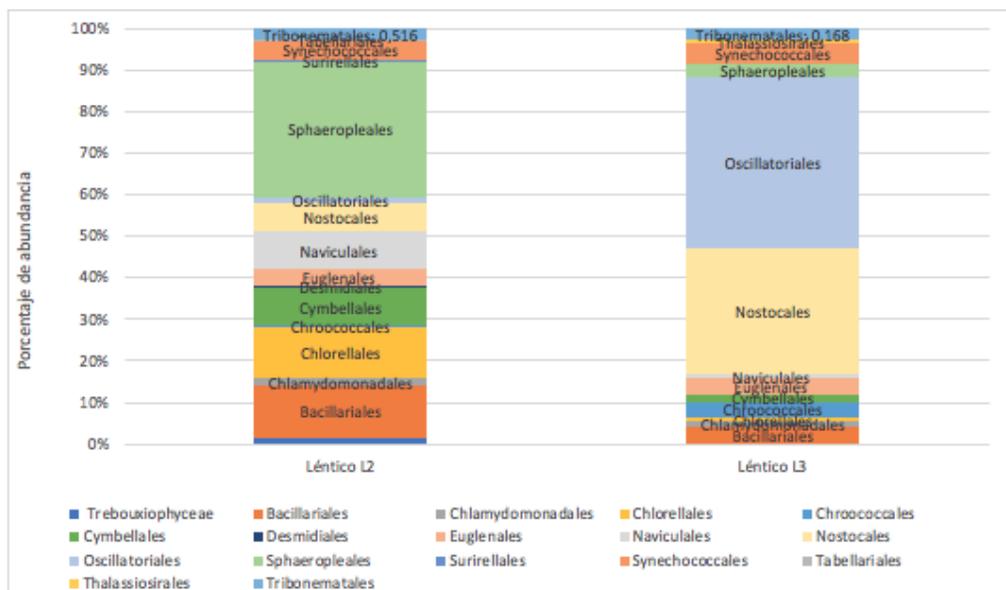


Figura 5.2-40 Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad de Perifiton registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

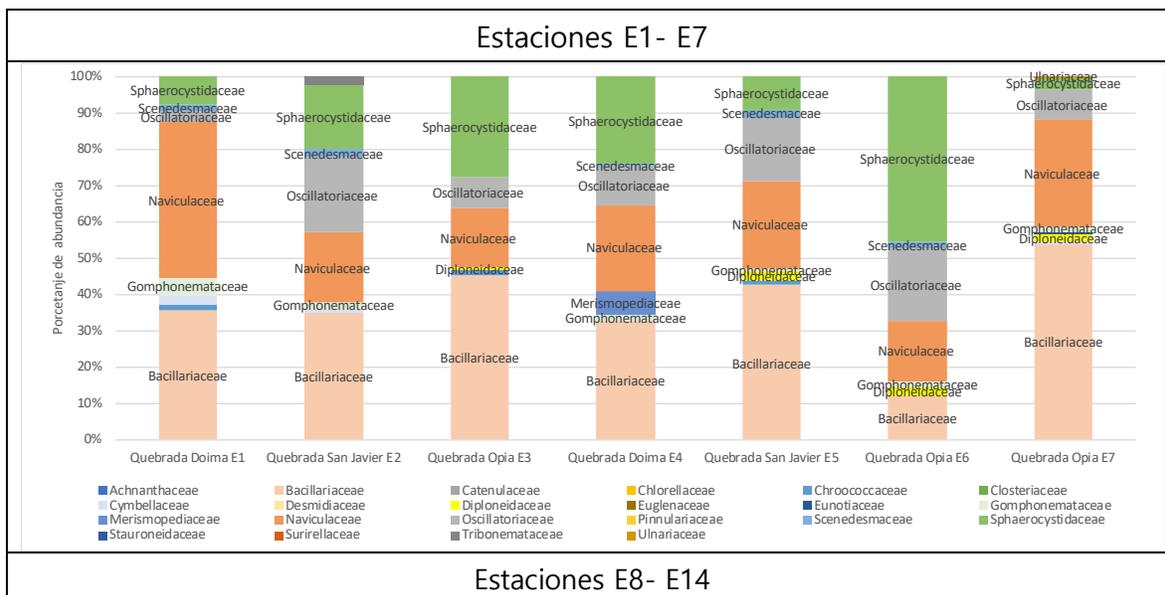
A nivel general para los cuerpos de agua lóxicos, la familia más abundante fue Bacillariaceae con una densidad de 12,308 cel/mm<sup>2</sup> lo que corresponde al 41,42% de la abundancia total, seguido de Naviculaceae con 6,936 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 23,34%, y Sphaerocystidaceae con 4,963 cel/mm<sup>2</sup>, lo que equivale al 10,70% de la abundancia total. Para la mayoría de los cuerpos de agua monitoreados la familia Bacillariaceae es la más representativa en términos de abundancia, a excepción de la Quebrada Doima-E1, donde la familia Naviculaceae es la más abundante con una densidad de 0,656 cel/mm<sup>2</sup>, mientras que para la Quebrada Opia-E6 la familia Sphaerocystidaceae es la abundante con una densidad de 0,372 cel/mm<sup>2</sup> (Figura 5.2-41).

Las algas pertenecientes a la familia Bacillariaceae, son organismos sensibles a la eutrofización, a la polución orgánica y mineral. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estas son indicadores de calidad a corto plazo porque las poblaciones de diatomeas se reconstituyen rápidamente después de la desaparición de la polución. Hay que tener en cuenta que, de acuerdo con algunos estudios realizados (MeTzelTiN & IANgeBerTAlOT, 2007) existe una flora de diatomeas típicas de lagos de planos de inundación

Ibagué y Piedras (Tolima)

suramericanos. Esto posiblemente se deba a la similitud de las condiciones ambientales entre estos ecosistemas ubicados a baja altitud, con pH ligeramente ácido a circumneutral y un nivel trófico en el rango oligotrófico a mesotrófico.

La mayor diversidad de familias se registra para las estaciones Quebrada San Guaico-E12 y Quebrada La Perica-E13 con un total de 15 y 13 familias, mientras que para las demás estaciones se registraron entre 6 y 10 familias (Figura 5.2-41). Es importante tener en cuenta que el desarrollo de las algas del perifiton depende de factores abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes (bacterias, algas, hongos, animales). En este complejo ensamble, la influencia de los factores es variable para cada organismo (Roldan-Pérez & Ramírez, 2008), variando temporalmente en cada cuerpo de agua y, espacialmente, entre los cuerpos de agua.



Ibagué y Piedras (Tolima)

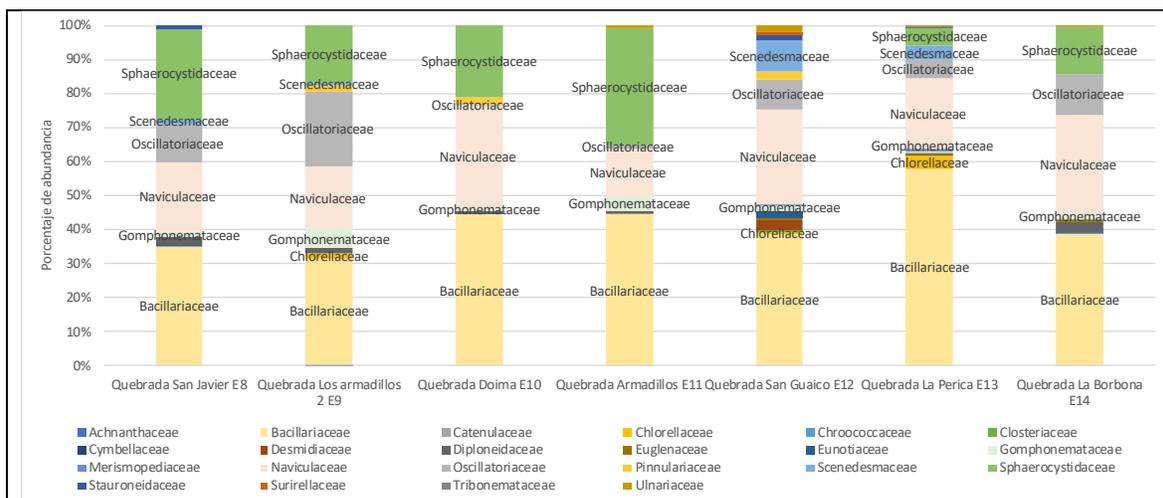


Figura 5.2-41 Porcentaje de abundancia de las familias de la comunidad de Perifiton registradas para los cuerpos de agua lóxicos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Para los cuerpos de agua lénxicos, la familia más abundante fue Scenedesmaceae con una densidad de 5,028 cel/mm<sup>2</sup> lo que corresponde al 19,24% de la abundancia total, seguido de Oscillatoriaceae con 2,784 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 10,65%, y Bacillariaceae con 2,724 cel/mm<sup>2</sup>, lo que equivale al 10,42% de la abundancia total. En cuanto a la familia Scenedesmaceae, en general se asocian con aguas ricas en nutrientes y con una relación N:P alta (Pinilla, 2000). Los organismos pertenecientes a la familia Oscillatoriaceae tienen la capacidad de crecer en diversos hábitats y asimilar los cambios del entorno como desecación temporal y variaciones en la temperatura.

Para el cuerpo de agua Léntico 2 se identificaron 20 familias, de las cuales Scenedesmaceae es la más abundante con una densidad de 4,872 cel/mm<sup>2</sup>, aportando el 24,31% de la abundancia total, seguido de Bacillariaceae con una densidad de 2,472 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 12,34%. Mientras que para el Léntico 3 se identificaron 17 familias, donde Oscillatoriaceae es la más representativa, en términos de abundancia, aportando el 40,94% de la abundancia para esta estación (Figura 5.2-42).

Ibagué y Piedras (Tolima)

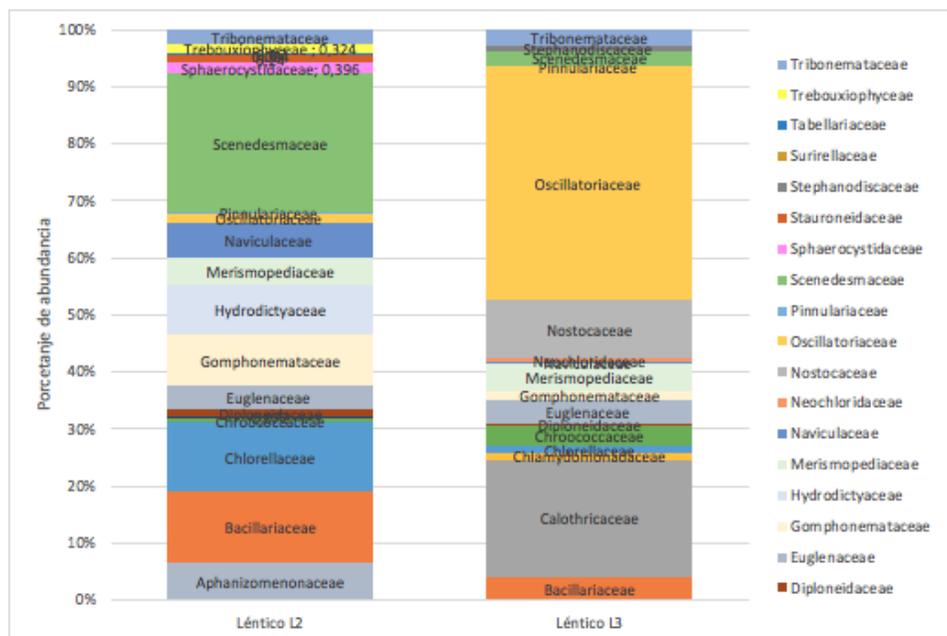


Figura 5.2-42 Porcentaje de abundancia de las familias de la comunidad de Perifiton registradas para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

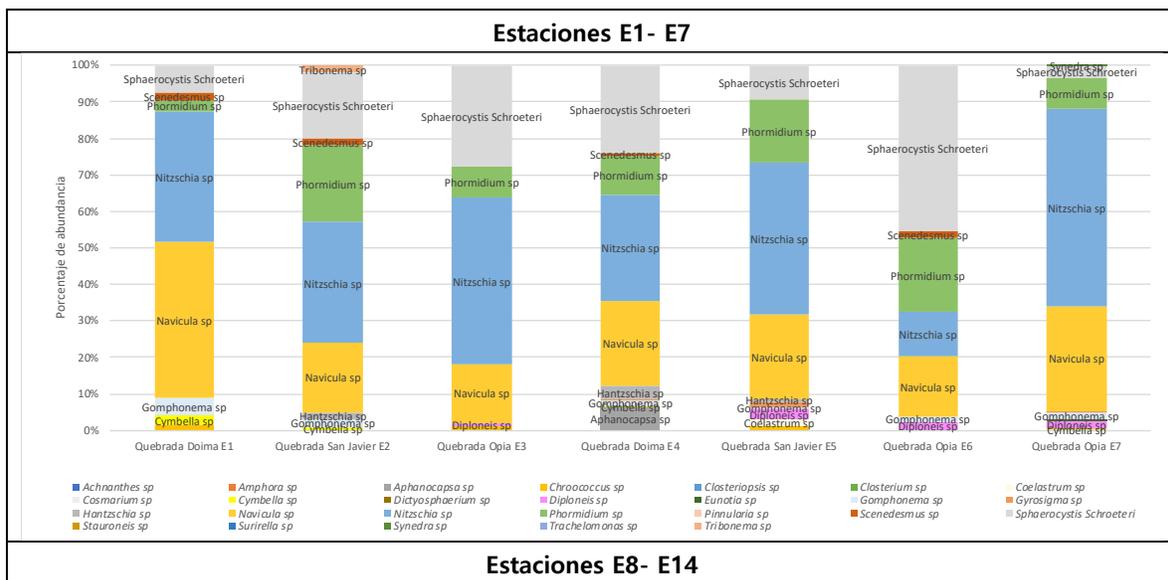
La comunidad perifítica de los cuerpos de agua lóxicos se encontró representada por 26 morfoespecies, donde *Nitzschia sp.* fue la más importante a nivel de densidad (11,488 cel/mm<sup>2</sup>), aportando el 38,66% de la abundancia total; las morfoespecies con menor abundancia correspondieron a *Amphora sp.* y *Tribonema sp.* Respecto a las algas pertenecientes al género *Nitzschia* tienen distribución cosmopolita, se las puede encontrar en prácticamente cualquier tipo de agua tanto en el océano como en agua dulce (Stoermer & Smol, 2004). Algunas especies dentro de este género son capaces de moverse por lo que pueden colonizar rápidamente cualquier medio. Son alcalófilas y tolerantes a muchos tipos de contaminación (Bathurst, Zori, & Byock, 2010), buenas indicadores cuando los nutrientes bajan en el medio, son muy comunes en aguas poco profundas en el caso de ríos o se encuentran en la superficie en caso de lagos o lagunas.

Para la mayoría de las estaciones de monitoreo la morfoespecie *Nitzschia sp.* corresponde a la más abundante, a excepción de la Quebrada Opia-E6 donde *Sphaerocystis schroeteri* es la especie más representativa con el 45,37% de la abundancia

Ibagué y Piedras (Tolima)

para esta estación (Figura 5.2-43). *Sphaerocystis schroeteri* es una pequeña alga de distribución cosmopolita muy extendida en masas acuáticas de diferente estado trófico.

Investigaciones como las realizadas por Zapata y Donato (2005), demuestran la relación que hay entre las algas perifíticas y la velocidad de la corriente, encontrando que la variable con mayor explicación a los cambios de densidades es la velocidad de la corriente junto con el nitrógeno total y el pH. En general, valores de velocidad de la corriente moderadamente altos promueven bajas densidades algales; la comunidad se conserva en las primeras etapas de sucesión y permite el mantenimiento de la diversidad. En velocidades de corriente más bajas, la abundancia total es alta y se sucede el desprendimiento de la película algal con el consecuente reinicio de la sucesión (Montoya & Aguirre, 2013).



Ibagué y Piedras (Tolima)

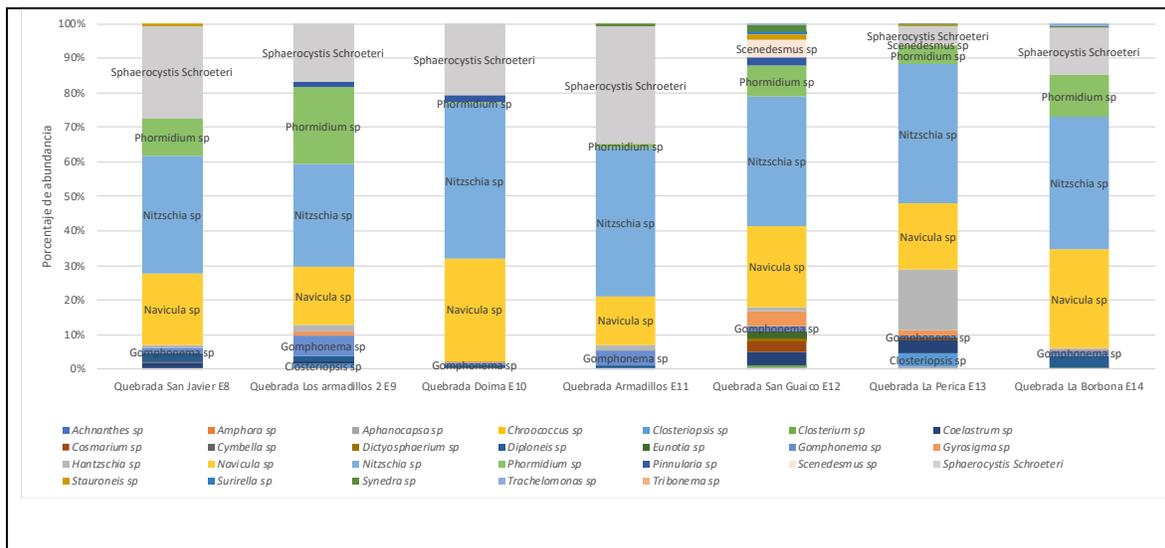


Figura 5.2-43 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de la comunidad de Perifiton registradas para los cuerpos de agua lóaticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto a los cuerpos de agua lénticos, se registraron en total 31 morfoespecies, de las cuales *Phormidium sp.*, *Nitzschia sp.* y *Coelastrum sp.* fueron las más abundantes, aportando entre el 10,65% y el 9,14% de la abundancia total. Para el cuerpo de agua Léntico 2 se registraron 23 morfoespecies, donde *Scenedesmus sp.* con una densidad de 2,604 cel/mm<sup>2</sup>, *Nitzschia sp.* con 2,472 cel/mm<sup>2</sup> y *Coelastrum sp.* con una de 2,268 cel/mm<sup>2</sup> son las más representativas en términos de abundancia, mientras que para el Léntico 3 se registraron 20 morfoespecies, donde *Phormidium sp.* es la más abundante con una densidad de 2,496 cel/mm<sup>2</sup>, aportando el 40,94% de la abundancia para esta estación (Figura 5.2-44).

Ibagué y Piedras (Tolima)

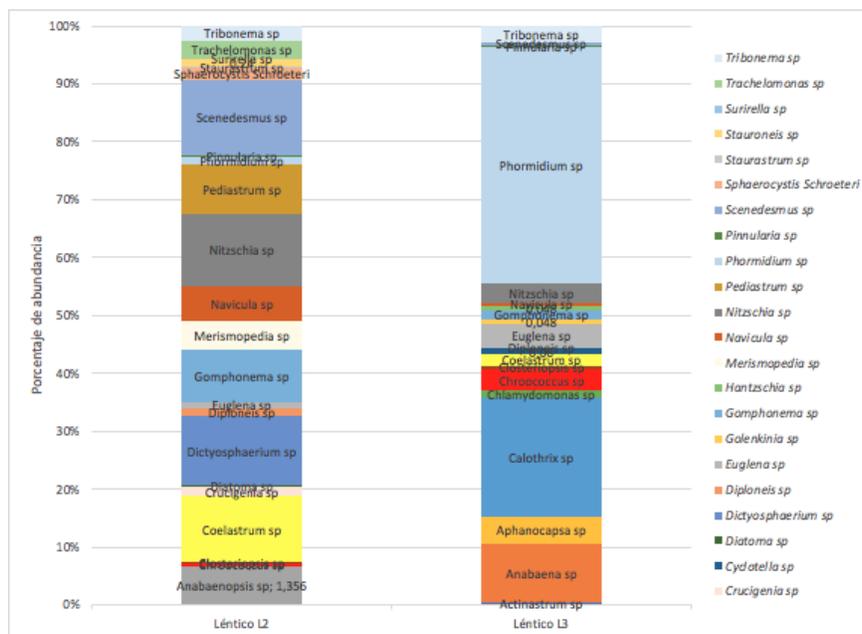


Figura 5.2-44 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de la comunidad de Perifiton registradas para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Como se puede evidenciar en diferentes estudios, en su gran mayoría, los cuerpos de agua lénticos son los más ricos en cuanto a la composición de algas, dado que las algas del perifiton se desarrollarán mejor en sustratos que les ofrecen estabilidad. Incluso, en algunos casos, el tipo de sustrato, más que la intensidad lumínica o los nutrientes, es el factor limitante en la producción de esta comunidad. Sin embargo, teniendo en cuenta las condiciones estructurales y ambientales de los cuerpos de agua monitoreados para el presente proyecto, se puede decir que, debido a las precipitaciones, la diversidad de algas se vio altamente influenciada por la poca penetración de los rayos solares y los pocos sustratos disponibles.

En la Tabla 5.2-23 se relaciona la clasificación taxonómica de todos los organismos reportados de la comunidad perifítica para los cuerpos de agua lénticos monitoreados y en la Tabla 5.2-24 y Tabla 5.2-25 la clasificación taxonómica de todos los organismos reportados de la comunidad perifítica para los cuerpos de agua lóticos.

**Tabla 5.2-23 Clasificación taxonómica de los organismos reportados de la comunidad periférica registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados**

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Cuerpo de agua		Total cel/mm <sup>2</sup>
					Léntico L2	Léntico L3	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia sp</i>		0,048	0,048
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>	2,472	0,204	2,676
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>	1,788	0,096	1,884
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae	<i>Diploneis sp</i>	0,264	0,012	0,276
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	1,236	0,024	1,26
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>	0,048	0,012	0,06
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp</i>	0,24		0,24
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp</i>	0,024		0,024
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma sp</i>	0,06		0,06
Bacillariophyta	Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>		0,06	0,06
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp</i>	0,072		0,072
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas sp</i>		0,072	0,072
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	0,396		0,396
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum sp</i>	1,716		1,716
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp</i>		0,048	0,048
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp</i>	2,268	0,12	2,388
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>	2,604	0,036	2,64
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	<i>Crucigenia sp</i>	0,324		0,324
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp</i>		0,036	0,036
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Closteriopsis sp</i>	0,036	0,036	0,072

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Cuerpo de agua		Total cel/mm <sup>2</sup>
					Léntico L2	Léntico L3	
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium sp</i>	2,4		2,4
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	0,108	0,228	0,336
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Anabaenopsis sp</i>	1,356		1,356
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Calothricaceae	<i>Calothrix sp</i>		1,248	1,248
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>		0,612	0,612
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp</i>	0,288	2,496	2,784
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp</i>		0,288	0,288
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp</i>	0,984		0,984
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp</i>	0,228	0,252	0,48
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp</i>	0,612		0,612
Ochrophyta	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema sp</i>	0,516	0,168	0,684
<b>Total (cel/mm<sup>2</sup>)</b>					<b>20,04</b>	<b>6,096</b>	<b>26,136</b>
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>					<b>23</b>	<b>20</b>	<b>31</b>

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

**Tabla 5.2-24 Clasificación taxonómica de los organismos reportados de la comunidad perifítica registrados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados Estaciones E1- E7**

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estación de monitoreo							Total cel/mm <sup>2</sup>
					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia sp</i>		0,008		0,068	0,016			0,092
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>	0,546	0,132	1,248	0,558	0,744	0,1	1,164	4,492
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>	0,038	0,004		0,004			0,012	0,058
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>	0,072	0,008		0,032	0,012	0,012	0,036	0,172

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estación de monitoreo							Total cel/mm <sup>2</sup>	
					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7		
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp</i>								0,008	0,008
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae	<i>Diploneis sp</i>			0,018		0,048	0,02	0,048		0,134
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp</i>				0,004	0,024		0,008		0,036
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	0,656	0,076	0,444	0,45	0,408	0,136	0,624		2,794
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra sp</i>							0,004		0,004
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	0,114	0,072	0,756	0,462	0,164	0,372	0,072		2,012
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp</i>					0,036				0,036
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>	0,032	0,008		0,01		0,016			0,066
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	0,024		0,036		0,02				0,08
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp</i>	0,046	0,084	0,24	0,204	0,312	0,164	0,18		1,23
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp</i>				0,124					0,124
Ochrophyta	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema sp</i>		0,008							0,008
<b>Total</b>					<b>1,528</b>	<b>0,4</b>	<b>2,742</b>	<b>1,916</b>	<b>1,784</b>	<b>0,82</b>	<b>2,156</b>		<b>11,346</b>
<b>Riqueza (Nº de morfoespecies)</b>					<b>8</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>10</b>		<b>16</b>

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Tabla 5.2-25 Clasificación taxonómica de los organismos reportados de la comunidad perifítica registrados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados Estaciones E8- E14

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estación de monitoreo							Total cel/mm <sup>2</sup>	
					E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14		
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia sp</i>	0,024	0,052		0,048	0,036	0,564	0,004		0,704
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>	0,864	0,804	0,916	1,284	1,224	1,284	0,62		6,132
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>	0,008		0,004						0,004
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>	0,036	0,156	0,016	0,126	0,048	0,018	0,024		0,388
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp</i>					0,066				0,066
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes sp</i>		0,008							0,008

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estación de monitoreo							Total cel/mm <sup>2</sup>
					E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae	<i>Diploneis sp</i>	0,06	0,044	0,012	0,03		0,012	0,056	0,154
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp</i>		0,036	0,008	0,006	0,144	0,048	0,008	0,25
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	0,516	0,46	0,616	0,42	0,768	0,612	0,464	3,34
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>		0,048	0,04		0,078			0,166
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp</i>	0,024				0,054	0,006		0,06
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp</i>					0,024			0,024
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora sp</i>			0,004					0,004
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra sp</i>				0,024	0,06	0,012	0,004	0,1
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp</i>					0,018			0,018
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp</i>					0,108	0,006		0,114
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	0,66	0,456	0,428	1,02		0,162	0,224	2,29
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp</i>	0,048	0,02			0,126	0,126		0,272
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>					0,168	0,012		0,18
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Closteriopsis sp</i>		0,036				0,126		0,162
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium sp</i>					0,024			0,024
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>							0,008	0,008
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp</i>	0,276	0,608	0,008	0,036	0,288	0,18	0,196	1,316
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp</i>					0,018	0,024		0,042
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp</i>					0,012	0,006	0,012	0,03
<b>Total</b>					<b>2,516</b>	<b>2,728</b>	<b>2,052</b>	<b>2,994</b>	<b>3,264</b>	<b>3,198</b>	<b>1,62</b>	<b>15,856</b>
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>					<b>10</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>25</b>

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices alfa

El perifiton mostró una comunidad con diversidades variadas entre sitios de muestreo con un rango entre 1,248 y 2,023 bits/Ind, lo cual está asociado con la riqueza de taxa hallada, encontrando que las estaciones Quebrada Doima-E1, Quebrada San Javier-E2, Quebrada Opia-E3, Quebrada Doima-E4, Quebrada San Javier-E5, Quebrada Opia-E6, Quebrada Opia-E7, Quebrada San Javier-E8, Quebrada Los armadillos 2-E9, Quebrada Doima-E10, Quebrada Armadillos-E11, Quebrada La Perica-E13 y Quebrada La Borbona-E14 presentaron una diversidad baja, mientras que la estación Quebrada San Guaico-E12 presentaron una diversidad media (Figura 5.2-45).

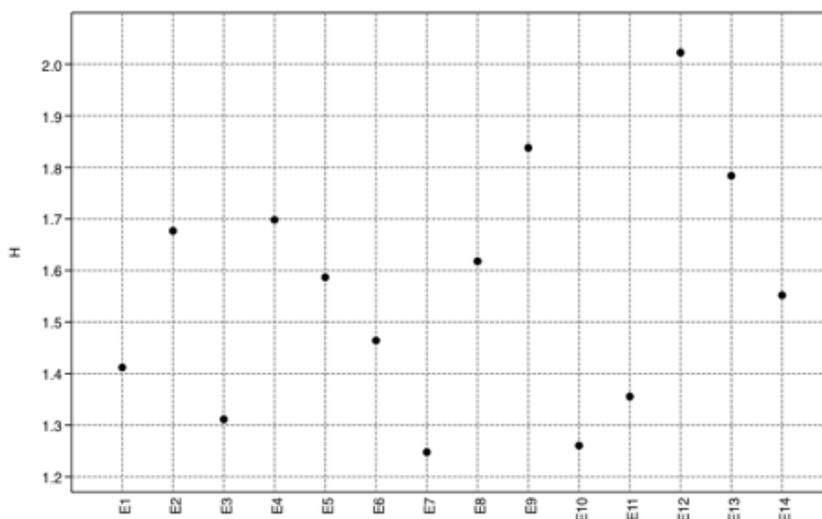


Figura 5.2-45 Diversidad de Shanon (H').

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Estos resultados se explican teniendo en cuenta el índice de dominancia (Simpson), donde los valores obtenidos estuvieron por debajo de 0,5 en todos los puntos evaluados (Figura 5.2-46) indicando que esta comunidad presenta una distribución equitativa, sin presiones por recursos, evidenciando en la mayoría de los sitios la ausencia de algún factor que favorezca la proliferación de un taxa específico sobre los demás.

Ibagué y Piedras (Tolima)

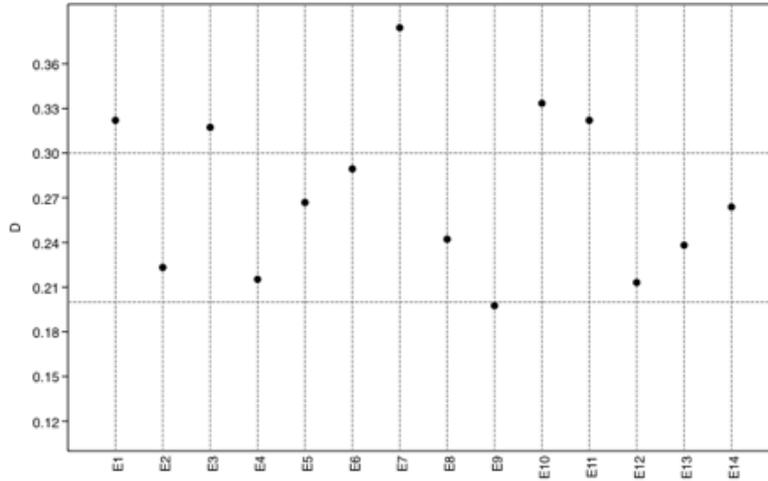


Figura 5.2-46 Dominancia de Simpson (D).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de Equidad de Pielou en la Figura 5.2-47 se evidencia que para las estaciones Quebrada Opia-E7 y Quebrada Doima-E10 se registraron los valores más bajos; 0,5418 y 0,5474 respectivamente, lo cual demuestra que hay morfoespecies con una marcada dominancia, donde para ambas estaciones está dada por la morfoespecie *Nitzschia sp.*, las demás estaciones monitoreadas morfoespecies con abundancias similares.

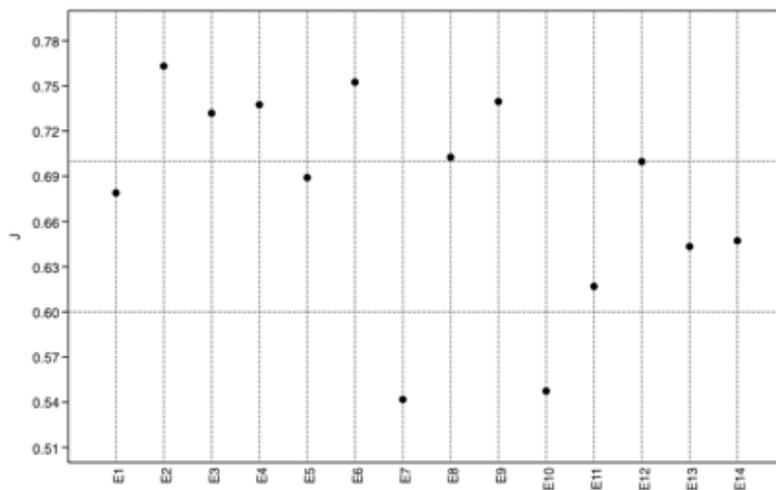


Figura 5.2-47 Equidad de Pielou (J).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### ➤ Índices Beta

Con base en el análisis de conglomerados o similitud de Bray-Curtis efectuado a las estaciones evaluadas en el periodo lluvioso, se encontró que la comunidad perifítica presentó una similitud en general del 35% (Figura 5.2-48); donde el grupo de estaciones Quebrada San Javier-E8 y Quebrada Los armadillos 2-E9 presentan una similitud del 82% aproximadamente, esto se debe a que en ambos puntos se comparten 8 morfoespecies y una mayor abundancia de la morfoespecie *Nitzschia sp.*, de este grupo de estaciones diverge la Quebrada Doima-E10, al registrar la morfoespecie *Amphora sp.*

Otro grupo de estaciones que presentan una mayor similitud, corresponde Quebrada Doima-E4 y Quebrada San Javier-E5 cuya similitud es del 75% aproximadamente, dado que comparten 7 morfoespecies, donde *Nitzschia sp.* es la más abundante. Para el caso de las estaciones Quebrada Doima-E1 y Quebrada San Javier-E2 se presentó la similitud más baja con relación a las demás estaciones, dado que para ellas se registraron morfoespecies exclusivas para cada punto de monitoreo, tal es el caso de *Tribonema sp.*

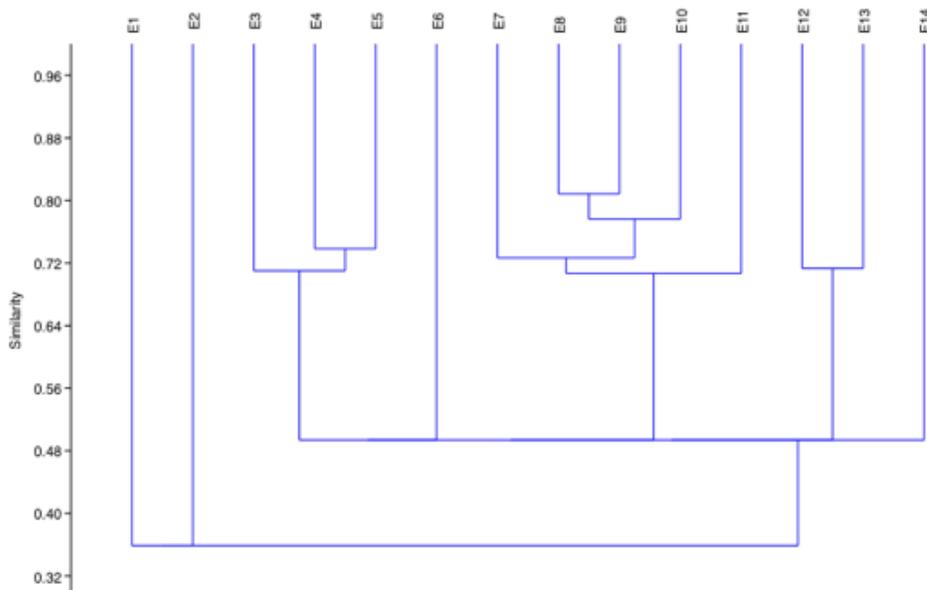


Figura 5.2-48 Dendrograma de similitud del índice de Bray-Curtis.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

#### 5.2.1.2.2.3.1.2 Época seca

##### ➤ Composición y abundancia

Para la comunidad de perifiton en los cuerpos de agua lóticos evaluados se estimó una densidad de 37,514 cel/mm<sup>2</sup> pertenecientes a 6 phylum, 23 órdenes, 36 familias y 44 morfoespecies. En el **Anexo D.2.6.2 Ecosistemas Acuáticos** se muestra la abundancia neta de la comunidad algal. Respecto a la densidad de la comunidad perifítica presente en los cuerpos de agua lénticos, se registró un total de 13,492 cel/mm<sup>2</sup>, pertenecientes a 5 phylum, 16 órdenes, 20 familias y 24 morfoespecies, distribuidos entre los cuerpos de agua Léntico 2 y Léntico 3, para el Léntico 4, no se evidenciaron sustratos disponibles para el monitoreo de esta comunidad, dado que se encontraba inundado.

En las muestras analizadas se observaron organismos pertenecientes al fitoperifiton, identificándose los phylum Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta y Ochrophyta. Para el muestreo en general, el phylum Bacillariophyta fue el grupo más importante en cuanto a riqueza y abundancia, mientras que Ochrophyta y Charophyta fueron los menos sobresalientes (Tabla 5.2-26 y Tabla 5.2-27).

**Tabla 5.2-26 Diversidad y abundancia de la comunidad de perifiton registrada en los cuerpos de agua lénticos monitoreados**

Estaciones		Léntico 2	Léntico 3
Bacillariophyta	Nº géneros	8	5
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,856	2,808
Chlorophyta	Nº géneros	5	6
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,436	4,548
Cyanobacteria	Nº géneros	4	5
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,816	3,384
Euglenophyta	Nº géneros	2	2
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,1	0,528
Ochrophyta	Nº géneros	1	1
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,016	0,016

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Tabla 5.2-27 Diversidad y abundancia de la comunidad de perifiton registrada en los cuerpos de agua lóticos monitoreados Estaciones E1- E7

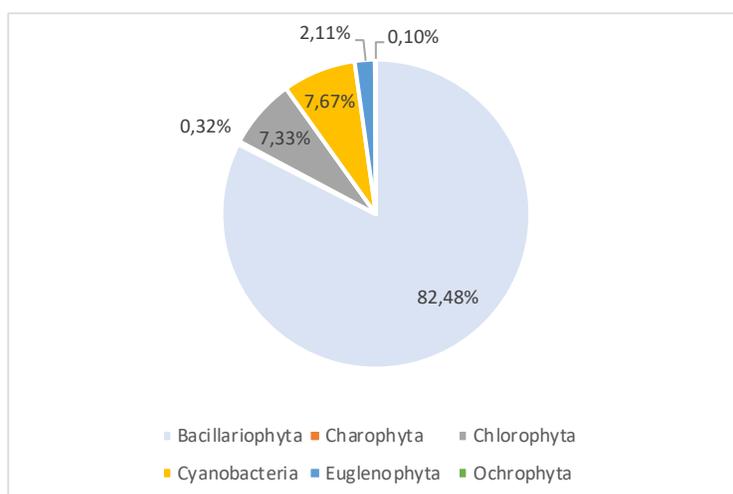
Estaciones		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Bacillariophyta	Nº géneros	8	12	11	12	9	14	10
	Cel/mm <sup>2</sup>	2,736	0,356	1,11	2,886	0,636	1,28	1,688
Charophyta	Nº géneros	0	0	0	0	0	0	1
	Cel/mm <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0,016
Chlorophyta	Nº géneros	1	1	2	2	2	3	2
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,009	0,012	0,044	0,18	0,3	0,4	0,076
Cyanobacteria	Nº géneros	0	2	2	1	2	3	1
	Cel/mm <sup>2</sup>	0	0,144	0,112	0,072	0,312	0,26	0,112
Euglenophyta	Nº géneros	1	0	0	1	0	1	0
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,033	0	0	0,06	0	0,008	0
Ochrophyta	Nº géneros	0	0	0	0	0	0	0
	Cel/mm <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0

Estaciones		E8	E10	E11	E12	E13	E14
Bacillariophyta	Nº géneros	14	11	15	15	10	17
	Cel/mm <sup>2</sup>	1,52	1,44	2,556	8,304	3,24	3,188
Charophyta	Nº géneros	0	1	0	2	0	2
	Cel/mm <sup>2</sup>	0	0,008	0	0,072	0	0,024
Chlorophyta	Nº géneros	2	3	3	3	1	5
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,172	0,164	0,26	0,756	0,072	0,304
Cyanobacteria	Nº géneros	3	3	2	3	3	3
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,416	0,208	0,48	0,228	0,216	0,316
Euglenophyta	Nº géneros	1	2	3	3	0	0
	Cel/mm <sup>2</sup>	0,024	0,096	0,044	0,528	0	0
Ochrophyta	Nº géneros	0	0	1	0	0	0
	Cel/mm <sup>2</sup>	0	0	0,036	0	0	0

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Tabla 5.2-22 se presentan las principales características de los organismos pertenecientes a los Phylum/División Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophycota y Ochrophyta.

Para los cuerpos de agua lóticos monitoreados se presentó una mayor abundancia del phylum/División Bacillariophyta registrándose una densidad de 30,94 cel/mm<sup>2</sup>, lo que equivale al 82,48% de la abundancia total, seguido de las Cyanobacteria con 2,876 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 7,67% de la abundancia total, encontrándose en casi todas las estaciones de monitoreo. Las Bacillariophytas estuvieron representadas por 21 morfoespecies, distribuidas en 17 familias y 11 órdenes, donde el género más abundante corresponde a *Navicula* con una densidad de 10,444 cel/mm<sup>2</sup>, seguido de *Nitzschia* con 8,707 cel/mm<sup>2</sup>, mientras que para el phylum Cyanobacteria se registraron 5 morfoespecies, pertenecientes a 5 familias y 3 órdenes, siendo *Phormidium* el género más abundante con una densidad de 1,872 cel /mm<sup>2</sup> (Figura 5.2-49).



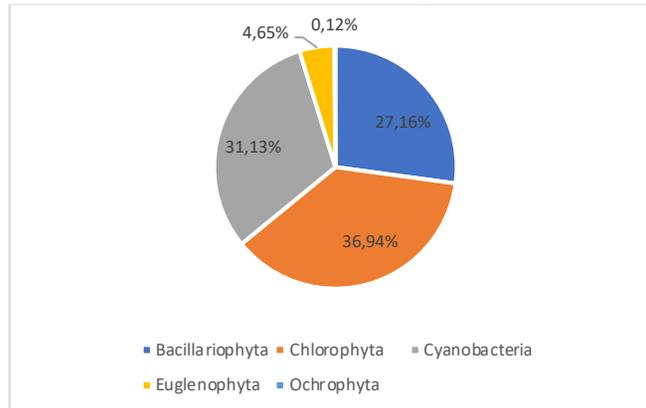
**Figura 5.2-49 Porcentaje de abundancia de los phylum de la comunidad de Perifiton registrados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Respecto a los cuerpos de agua lóticos monitoreados se presentó una mayor abundancia del phylum Chlorophyta registrándose una densidad de 4,984 cel/mm<sup>2</sup>, lo que equivale al 36,94% de la abundancia total, seguido de las Bacillariophyta con 3,664 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 27,16% de la abundancia total, encontrándose en todas las estaciones de monitoreo. Las Chlorophytas estuvieron representadas por 6 morfoespecies, distribuidas en 5 familias y 4 órdenes, donde el género más abundante corresponde a *Scenedesmus* con una densidad de 2,244 cel/mm<sup>2</sup>, seguido de *Coelastrum*

Ibagué y Piedras (Tolima)

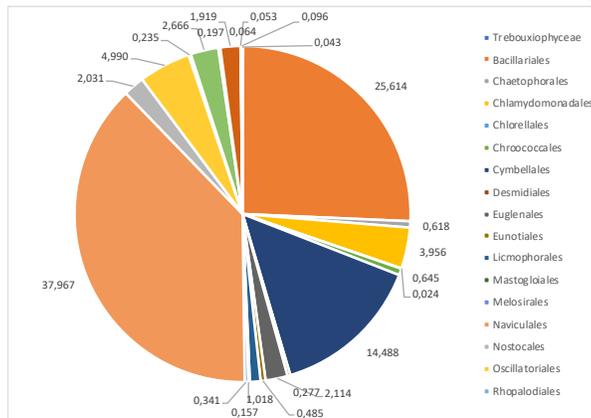
con 1,804 cel/mm<sup>2</sup>, mientras que para el phylum Bacillariophyta se registraron 9 morfoespecies, pertenecientes a 8 familias y 5 órdenes, siendo *Nitzschia* el género más abundante con una densidad de 2,58 cel /mm<sup>2</sup> (Figura 5.2-50).



**Figura 5.2-50 Porcentaje de abundancia de los phylum de la comunidad de Perifiton registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

A nivel de orden, en los cuerpos de agua lóxicos se evidenció en general un alto porcentaje de Naviculales con una densidad de 14,243 cel/mm<sup>2</sup>, lo que corresponde al 37,96% de la abundancia total, seguido de las Bacillariales con una densidad de 9,609 cel/mm<sup>2</sup>, lo que equivale al 25,61% y Cymbellales con 5,435 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 14,48% (Figura 5.2-51). Para todas las estaciones de monitoreo los órdenes Bacillariales, Naviculales y Cymbellales corresponden a los más abundante (Figura 5.2-52).



Ibagué y Piedras (Tolima)

Figura 5.2-51 Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad de Perifiton.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

La mayor riqueza en cuanto órdenes lo presentó la estación de monitoreo Quebrada la Borbona-E14 registrando 16 de los 23 órdenes identificados, mientras que para la estación Quebrada Opia-E6 se registraron 15, para las demás estaciones se registraron entre 14 y 6 órdenes.

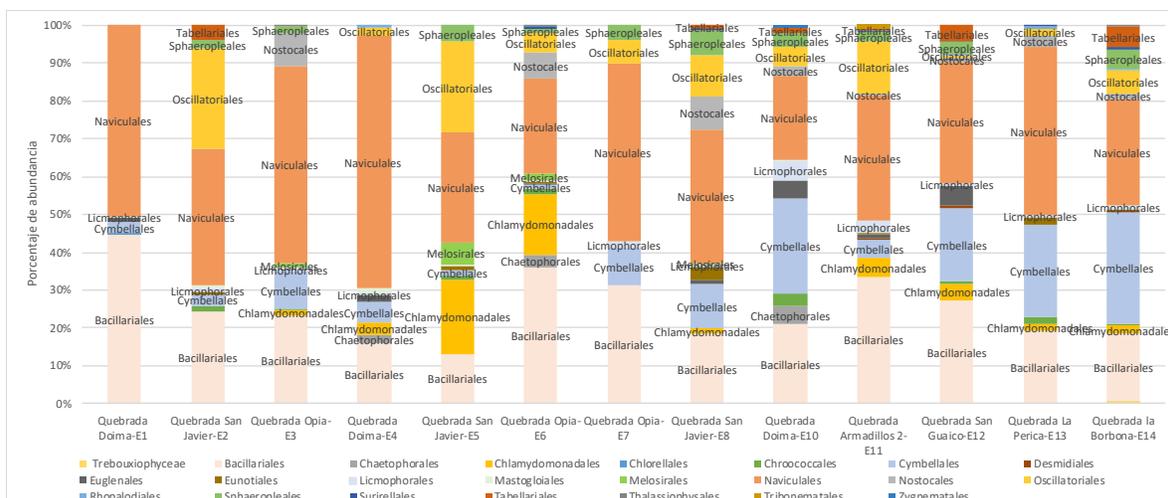
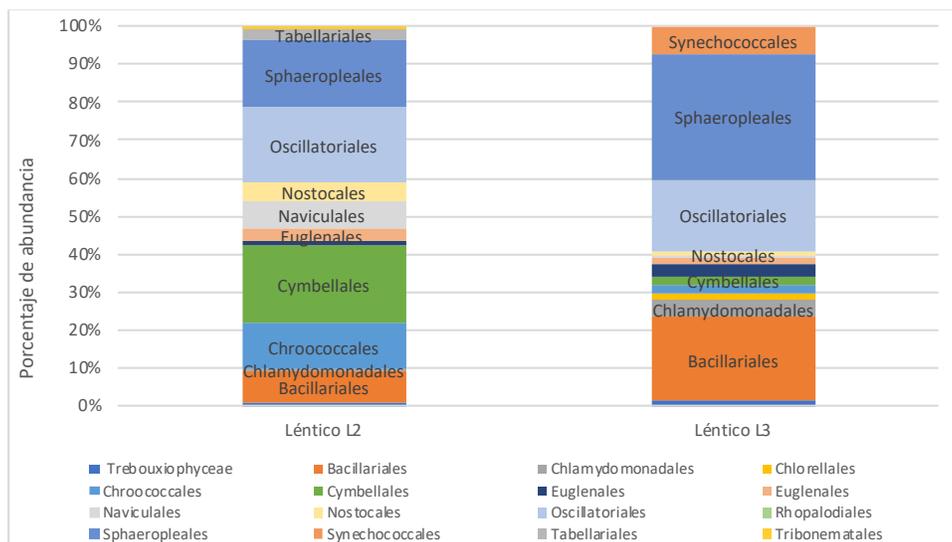


Figura 5.2-52 Riqueza y abundancia de los órdenes de la comunidad de Perifiton registrados para los cuerpos de agua lóxicos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto a los cuerpos de agua lénxicos, a nivel general el orden Sphaeropleales es el más abundante con una densidad de 4,108 cel/mm<sup>2</sup>, aportando el 30,45% de la abundancia total, siendo este el orden más abundante para el Léntico 3, seguido del orden Bacillariales con 2,672 cel/mm<sup>2</sup>, lo que corresponde al 19,80% de la abundancia total (Figura 5.2-53). Para el Léntico 2 los órdenes Cymbellales y Oscillatoriales son los más abundantes con densidades de 0,456 cel/mm<sup>2</sup> y 0,436 cel/mm<sup>2</sup> respectivamente.

Ibagué y Piedras (Tolima)



**Figura 5.2-53 Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad de Perifiton registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

A nivel general para los cuerpos de agua lótics monitoreados se registraron 36 familias, de las cuales las más abundantes corresponden a Naviculaceae con una densidad de 12,367 cel/mm<sup>2</sup> lo que corresponde al 32,97% de la abundancia total, seguido de Bacillariaceae con 9,609 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 25,61%, y Gomphonemataceae con 4,199 cel/mm<sup>2</sup>, lo que equivale al 11,19% de la abundancia total. Por ende, para la mayoría de los cuerpos de agua monitoreados las familias Naviculaceae y Bacillariaceae son las más representativa en términos de abundancia (Figura 5.2-54).

Es importante tener en cuenta que las diatomeas son utilizadas ampliamente como indicadores de condiciones ambientales del medio acuático. Su uso se debe a que es una comunidad muy diversa, teniendo la característica de ser sésiles y de fácil manejo, convirtiéndolas en excelentes indicadores de la calidad de agua principalmente de los sistemas lótics (Gualtero-Leal, 2007). Su forma de vida sésil no le permite evitar los contaminantes, tolerando condiciones extremas o desapareciendo. El grado de tolerancia que tienen algunas especies permite inferir o asociar niveles de polución, basado únicamente en la estructura comunitaria.

La mayor diversidad de familias se registra para las estaciones Quebrada San Guaico-E12 y Quebrada la Borbona-E14 con un total de 23 familias cada una, seguido de la estación Quebrada Armadillos 2-E11 con 22 familias, mientras que para las demás estaciones se registraron entre 18 y 9 familias (Figura 5.2-54).

Para los cuerpos de agua lénticos, Figura 5.2-55, se registraron 20 familias, donde Scenedesmaceae es la más abundante con una densidad de 4,048 cel/mm<sup>2</sup> lo que corresponde al 30% de la abundancia total, seguido de Bacillariaceae con 2,672 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 19,80%, y Oscillatoriaceae con 2,56 cel/mm<sup>2</sup>, lo que equivale al 18,97% de la abundancia total. En cuanto a la familia Scenedesmaceae, en general se asocian con aguas ricas en nutrientes y con una relación N:P alta. Los organismos pertenecientes a la familia Oscillatoriaceae tienen la capacidad de crecer en diversos hábitats y asimilar los cambios del entorno como desecación temporal y variaciones en la temperatura.

Para el cuerpo de agua Léntico 2 se identificaron 17 familias, de las cuales Oscillatoriaceae es la más abundante con una densidad de 0,436 cel/mm<sup>2</sup>, aportando el 19,60% de la abundancia total, seguido de Scenedesmaceae con una densidad de 0,376 cel/mm<sup>2</sup>, es decir, el 16,91%. Mientras que para el Léntico 3 se identificaron 14 familias, donde Scenedesmaceae es la más representativa, en términos de abundancia, aportando el 32,59% de la abundancia para esta estación, seguido de Bacillariaceae con una densidad de 2,496 cel/mm<sup>2</sup>, correspondiente al 22,15% de la abundancia total de este cuerpo de agua (Figura 5.2-55).

Ibagué y Piedras (Tolima)

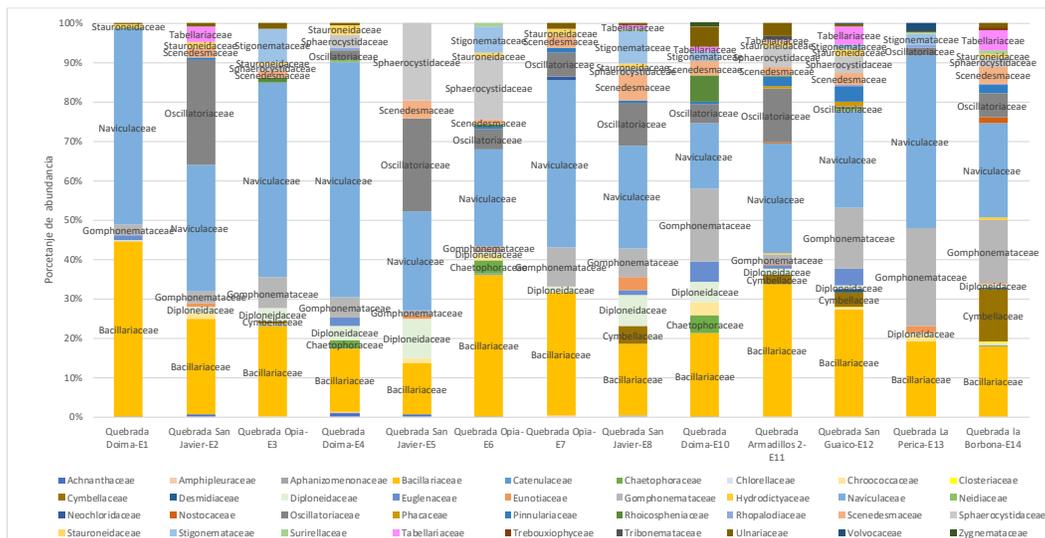


Figura 5.2-54 Porcentaje de abundancia de las familias de la comunidad de Perifiton registradas para los cuerpos de agua lóaticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

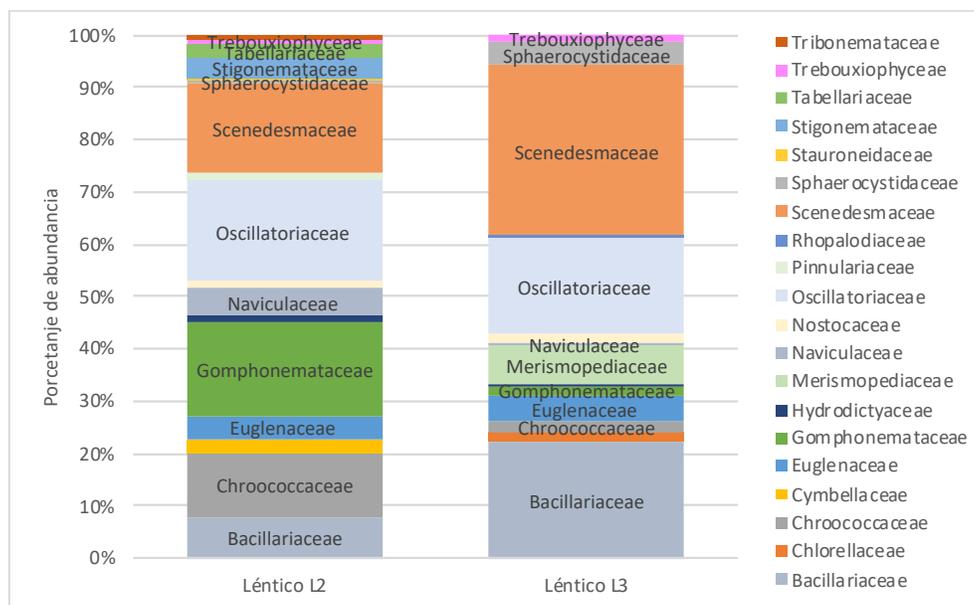


Figura 5.2-55 Porcentaje de abundancia de las familias de la comunidad de Perifiton registradas para los cuerpos de agua lóaticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

La comunidad perifítica de los cuerpos de agua lóticos se encontró representada por 44 morfoespecies, donde *Navicula* sp. fue la más importante a nivel de densidad (10,444 cel/mm<sup>2</sup>), aportando el 27,84% de la abundancia total, seguido de *Nitzschia* sp. con una densidad de 8,707 cel/mm<sup>2</sup> (23,21%), las morfoespecies con menor abundancia correspondieron a *Anabaenopsis* sp. y *Amphora* sp (Figura 5.2-56). Respecto a las algas pertenecientes al género *Navicula*, tienen distribución cosmopolita. Son frecuentes en varios tipos de sistemas hídricos costeros y continentales, desde zonas bentónicas hasta cualquier tipo de corrientes, ríos y lagos (Bellinger y Sigee, 2010). Sin embargo, *Navicula* es mucho más común en sistemas lacustres y donde predominan las bajas temperaturas (Stoermer y Smol, 2004), pero también debido a su propiedad de secretar mucilago se pegan a otro tipo de algas o zooplancton lo que les permite llegar a los ríos (Werner, 1977).

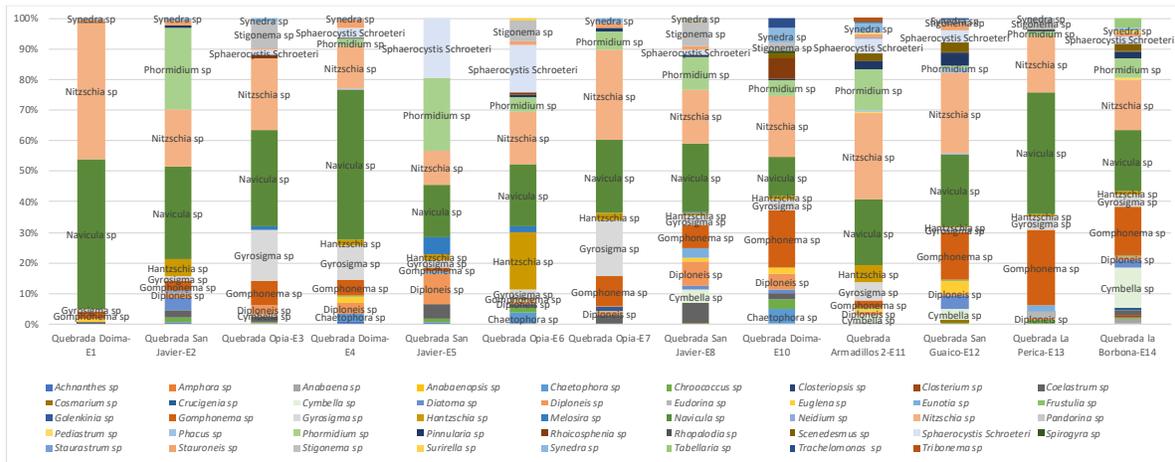
Respecto a las algas del género *Nitzschia* tienen distribución cosmopolita, se las puede encontrar en prácticamente cualquier tipo de agua tanto en el océano como en agua dulce. Algunas especies dentro de este género son capaces de moverse por lo que pueden colonizar rápidamente cualquier medio. Son alcalófilas y tolerantes a muchos tipos de contaminación, buenas indicadoras cuando los nutrientes bajan en el medio, son muy comunes en aguas poco profundas en el caso de ríos o se encuentran en la superficie en caso de lagos o lagunas.

Para la mayoría de las estaciones de monitoreo las morfoespecies *Navicula* sp. y *Nitzschia* sp. corresponden a las más abundantes, a excepción de la Quebrada San Javier-E5 donde *Phormidium* sp. y *Sphaerocystis schroeteri* son las morfoespecies más representativas aportando el 23,72% y el 19,55% de la abundancia total para esta estación (Figura V.55). *Sphaerocystis schroeteri* es una pequeña alga de distribución cosmopolita muy extendida en masas acuáticas de diferente estado trófico.

Respecto a los cuerpos de agua lénticos, se registraron en total 24 morfoespecies, de las cuales *Phormidium* sp., *Scenedesmus* sp y *Coelastrum* sp. son los más abundantes, los cuales aportaron entre el 13,37% y el 18,97% de la abundancia total. Para el cuerpo de

Ibagué y Piedras (Tolima)

agua Léntico 2 se registraron 20 morfoespecies, donde *Phormidium* sp. con una densidad de 0,436 cel/mm<sup>2</sup>, y *Coelastrum* sp. con una de 0,34 cel/mm<sup>2</sup> son las más representativas en términos de abundancia, mientras que para el Léntico 3 se registraron 18 morfoespecies, donde *Nitzschia* sp. es la más abundante con una densidad de 2,448 cel/mm<sup>2</sup>, aportando el 21,73% de la abundancia para esta estación (Figura 5.2-57).



**Figura 5.2-56 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de la comunidad de Perifiton registradas para los cuerpos de agua lóticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Ibagué y Piedras (Tolima)

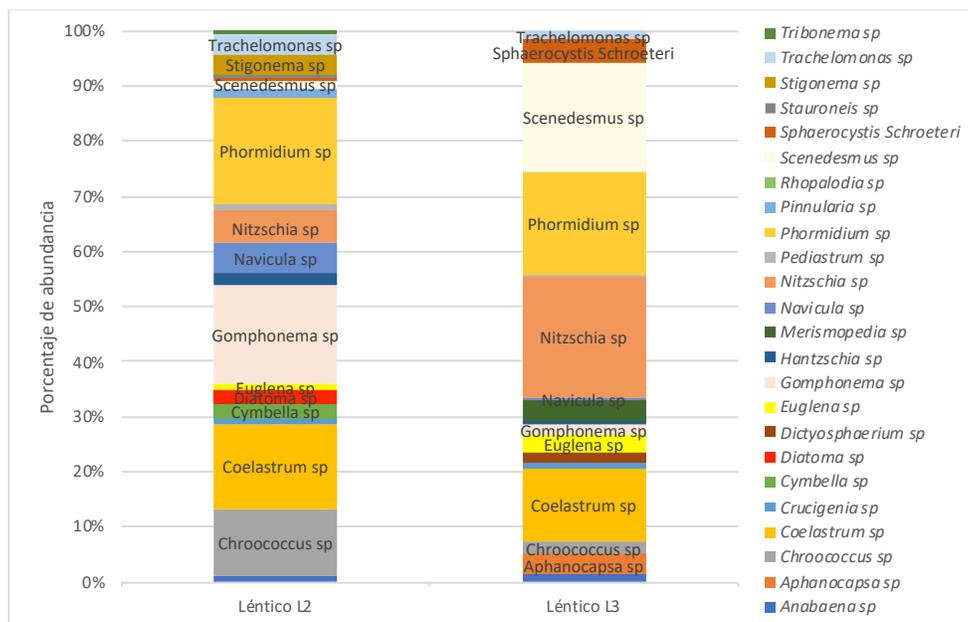


Figura 5.2-57 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de la comunidad de Perifiton registradas para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Tabla 5.2-28 se relaciona la clasificación taxonómica de todos los organismos reportados de la comunidad perifítica para los cuerpos de agua lénticos monitoreados y en la Tabla 5.2-29 y Tabla 5.2-30 la clasificación taxonómica de todos los organismos reportados de la comunidad perifítica para los cuerpos de agua lóticos.

**Tabla 5.2-28 Clasificación taxonómica de los organismos reportados de la comunidad perifítica registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados**

PHYLLUM/DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Cuerpo de agua		Total cel/mm <sup>2</sup>
					Léntico L2	Léntico L3	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia sp</i>	0,044	0,048	0,092
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>	0,132	2,448	2,58
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>	0,056		0,056
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>	0,4	0,228	0,628
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	0,124	0,072	0,196
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>	0,028		0,028
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp</i>	0,012		0,012
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia sp</i>		0,012	0,012
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma sp</i>	0,06		0,06
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	0,012	0,504	0,516
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum sp</i>	0,024	0,036	0,06
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp</i>	0,34	1,464	1,804
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>	0,036	2,208	2,244
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	<i>Crucigenia sp</i>	0,024	0,144	0,168
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium sp</i>		0,192	0,192
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	0,272	0,276	0,548
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>	0,024	0,156	0,18
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Stigonemataceae	<i>Stigonema sp</i>	0,084		0,084
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp</i>	0,436	2,124	2,56
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp</i>		0,408	0,408
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp</i>		0,42	0,42
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp</i>	0,024	0,372	0,396
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp</i>	0,076	0,156	0,232
Ochrophyta	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema sp</i>	0,016		0,016

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM/DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Cuerpo de agua		Total cel/mm <sup>2</sup>
					Léntico L2	Léntico L3	
<b>Total</b>					<b>2,224</b>	<b>11,268</b>	<b>13,492</b>
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>					<b>20</b>	<b>18</b>	<b>24</b>

Tabla 5.2-29 Clasificación taxonómica de los organismos reportados de la comunidad perifítica registrados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados Estaciones E1- E7

PHYLLUM/DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estaciones de monitoreo						
					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia sp</i>		0,028		0,066	0,024	0,368	0,04
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>	1,239	0,096	0,294	0,444	0,14	0,332	0,548
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>			0,008				
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>	0,075	0,016	0,1	0,174	0,016	0,012	0,188
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia sp</i>	0,012		0,016			0,012	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp</i>		0,004			0,012	0,008	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes sp</i>	0,003	0,004		0,036	0,008	0,004	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp</i>				0,006			0,008
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae	<i>Diploneis sp</i>		0,008	0,04	0,12	0,124	0,012	0,024
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp</i>	0,021	0,008	0,212	0,348	0,028	0,052	0,344
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	1,356	0,156	0,4	1,56	0,212	0,396	0,452
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Neidiaceae	<i>Neidium sp</i>				0,018			
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>		0,004				0,012	0,024
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp</i>	0,024	0,008	0,008	0,084		0,02	0,032
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia sp</i>				0,018			
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp</i>						0,016	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora sp</i>			0,004			0,004	
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Naviculaceae	<i>Melosira sp</i>			0,012		0,072	0,032	
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra sp</i>	0,006	0,004	0,016	0,012			0,028
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma sp</i>		0,02					

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM/DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estaciones de monitoreo							
					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria sp</i>								
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp</i>								
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp</i>								
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp</i>								
Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp</i>								
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Chaetophora sp</i>				0,072		0,068		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>			0,02	0,108	0,244	0,308		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>								
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina sp</i>								
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum sp</i>								
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp</i>								0,02
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp</i>		0,012	0,024		0,056	0,024	0,056	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>								
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	<i>Crucigenia sp</i>								
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Closteriopsis sp</i>	0,009							
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>		0,008	0,004		0,016	0,028		
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Anabaenopsis sp</i>								
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>								
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Stigonemataceae	<i>Stigonema sp</i>			0,108			0,132		
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp</i>		0,136		0,072	0,296	0,1	0,112	
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp</i>	0,033			0,06		0,008		
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp</i>								
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus sp</i>								
Ochrophyta	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema sp</i>								
<b>Total general</b>					<b>2,778</b>	<b>0,512</b>	<b>1,266</b>	<b>3,198</b>	<b>1,248</b>	<b>1,948</b>	<b>1,876</b>	
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>					<b>10</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	

**Tabla 5.2-30 Clasificación taxonómica de los organismos reportados de la comunidad perifítica registrados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados Estaciones E8- E14**

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estación de monitoreo						Total cel/mm <sup>2</sup>
					E8	E10	E11	E12	E13	E14	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia sp</i>	0,016	0,02	0,184	0,072	0,036	0,048	0,902
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>	0,376	0,384	0,948	2,628	0,642	0,636	8,707
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>	0,096		0,08	0,372		0,512	1,068
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>	0,156	0,356	0,08	1,548	0,87	0,608	4,199
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia sp</i>		0,124	0,004				0,168
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp</i>	0,072		0,008		0,066	0,012	0,182
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes sp</i>		0,004					0,059
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp</i>			0,008	0,012		0,004	0,038
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae	<i>Diploneis sp</i>	0,168	0,1	0,052	0,096	0,024	0,04	0,808
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp</i>	0,068	0,072	0,204	0,132	0,15	0,156	1,795
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	0,476	0,248	0,736	2,292	1,404	0,756	10,444
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Neidiaceae	<i>Neidium sp</i>				0,036			0,054
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>	0,016	0,012	0,084	0,408		0,076	0,636
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp</i>	0,024		0,044	0,18		0,044	0,468
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia sp</i>				0,024	0,03	0,016	0,088
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp</i>	0,008		0,008	0,012	0,006	0,024	0,074
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora sp</i>						0,012	0,02
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Naviculaceae	<i>Melosira sp</i>	0,012						0,128
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra sp</i>	0,008	0,096	0,104	0,06	0,012	0,036	0,382
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma sp</i>	0,024	0,024		0,432		0,088	0,588
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria sp</i>			0,012			0,12	0,132
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp</i>				0,012		0,016	0,028
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp</i>				0,06			0,06
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp</i>			0,008			0,008	0,016
Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp</i>		0,016					0,016

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estación de monitoreo						Total cel/mm <sup>2</sup>	
					E8	E10	E11	E12	E13	E14		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Chaetophora sp</i>		0,092						0,232
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	0,032		0,172	0,42		0,084		1,388
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>					0,072			0,072
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina sp</i>				0,024				0,024
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum sp</i>			0,012			0,028		0,04
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp</i>								0,02
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp</i>	0,14	0,036				0,068		0,416
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>		0,036	0,076	0,312		0,1		0,524
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae	<i>Crucigenia sp</i>						0,024		0,024
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Closteriopsis sp</i>								0,009
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>		0,064		0,048	0,054	0,02		0,242
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Anabaenopsis sp</i>	0,008							0,008
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>			0,016			0,06		0,076
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Stigonemataceae	<i>Stigonema sp</i>	0,18	0,048		0,108	0,102			0,678
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp</i>	0,228	0,096	0,464	0,072	0,06	0,236		1,872
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp</i>	0,024	0,036	0,016	0,396				0,573
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp</i>		0,06	0,012	0,024				0,096
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus sp</i>			0,016	0,108				0,124
Ochrophyta	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema sp</i>			0,036					0,036
<b>Total general</b>					<b>2,132</b>	<b>1,924</b>	<b>3,384</b>	<b>9,888</b>	<b>3,528</b>	<b>3,832</b>		<b>37,514</b>
Riqueza (N° de morfoespecies)					20	20	25	26	14	27		44

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices alfa

El perifiton mostró una comunidad con diversidades variadas entre sitios de muestreo con un rango entre 1,001 y 2,519 bits/Ind, encontrando que las estaciones Quebrada Doima-E1, Quebrada San Javier-E2, Quebrada Opia-E3, Quebrada Doima-E4, Quebrada Opia-E7 y Quebrada La Perica-E13 presentaron una diversidad baja, mientras que las estaciones Quebrada Doima-E10 y Quebrada la Borbona-E14 presentaron una diversidad media (Figura 5.2-58).

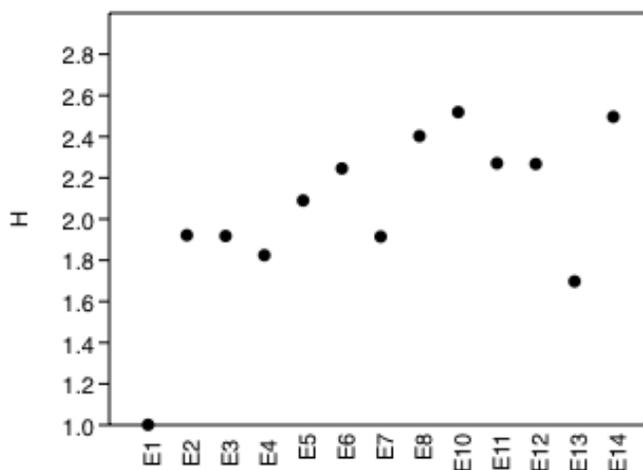


Figura 5.2-58 Diversidad de Shanon (H').

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

El índice de dominancia (Simpson), presentó valores entre 0,1103 y 0,4382 (Figura 5.2-59) indicando que esta comunidad presenta una distribución equitativa, sin presiones por recursos, evidenciando en la mayoría de sitios ausencia de algún factor que favorezca la proliferación de un taxa específico sobre los demás.

Ibagué y Piedras (Tolima)

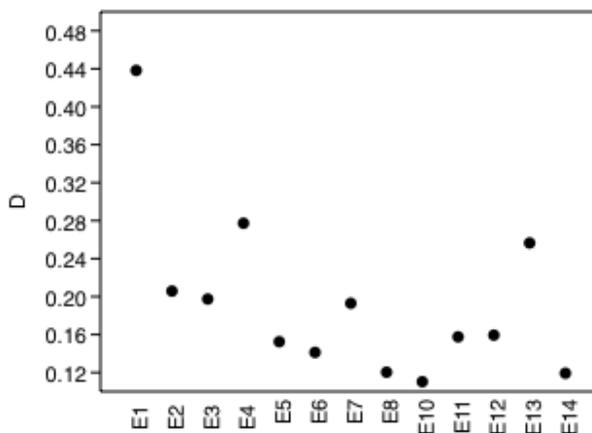


Figura 5.2-59 Dominancia de Simpson (D).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de Equidad de Pielou en la Figura 5.2-60 se evidencia que para la estación Quebrada Doima-E1 se registró el menor valor (0,4348) lo cual demuestra que hay morfoespecies con una marcada dominancia, en este caso dada por las morfoespecies *Nitzschia* sp. y *Navicula* sp., las demás estaciones monitoreadas presentaron morfoespecies con abundancias similares o uniformes.

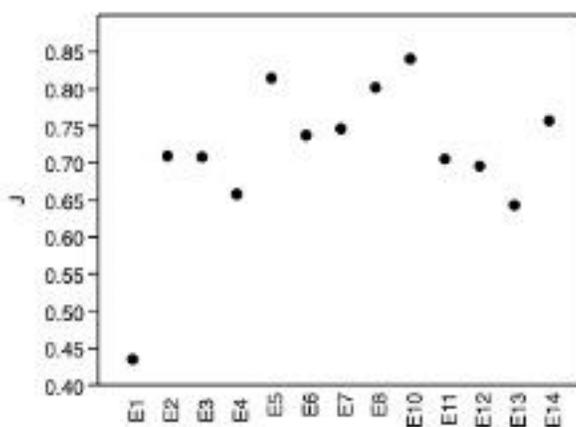


Figura 5.2-60 Equidad de Pielou (J).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices beta

Con base en el análisis de conglomerados o similitud de Bray-Curtis efectuado a las estaciones evaluadas en el periodo seco, se encontró que la comunidad perifítica presentó una similitud en general del 28% (Figura 5.2-61); donde el grupo de estaciones Quebrada Opia-E3 y Quebrada Opia-E7 presentan una similitud del 75% aproximadamente, esto se debe a que en ambos puntos se comparten 7 morfoespecies y una mayor abundancia de las morfoespecies *Nitzschia* sp. y *Navicula* sp., de este grupo de estaciones diverge la Quebrada San Javier-E8, al registrar las morfoespecies *Eunotia* sp., *Surirella* sp., *Melosira* sp., *Diatoma* sp., *Sphaerocystis Schroeteri*, *Anabaenopsis* sp.

Otro grupo de estaciones que presentan una mayor similitud corresponde a la Quebrada Doima-E4 y Quebrada La Perica-E13 cuya similitud es del 75% aproximadamente, dado que comparten 9 morfoespecies, *Navicula* sp. es la más abundante. Para el caso de las estaciones Quebrada Armadillos 2-E11 y Quebrada la Borbona-E14 se presentó la similitud más baja con relación a las demás estaciones, dado que para ellas se registraron morfoespecies exclusivas para cada punto de monitoreo, tal es el caso de *Staurastrum* sp., *Pediastrum* sp., *Anabaena* sp.

Como se puede evidenciar en la Figura 5.2-61 la estación Quebrada San Guaico-E12 diverge de algunas estaciones con una similaridad del 35% al registrarse las morfoespecies *Neidium* sp. *Pandorina* sp. y *Cosmarium* sp. exclusivamente para este punto de monitoreo.

Ibagué y Piedras (Tolima)

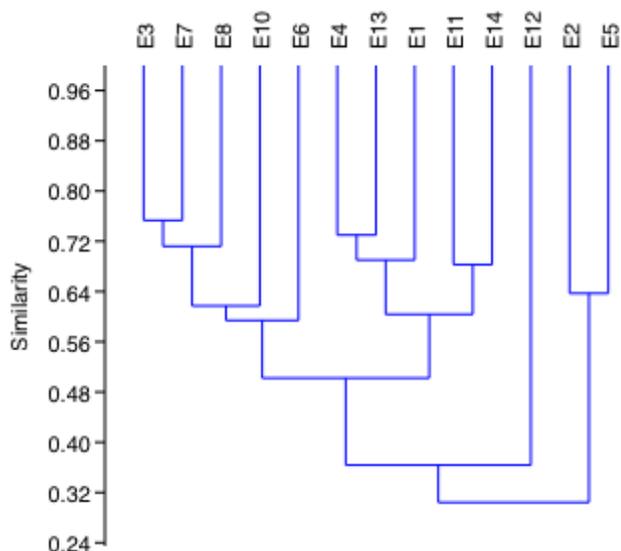


Figura 5.2-61 Dendrograma de similitud del índice de Bray-Curtis.

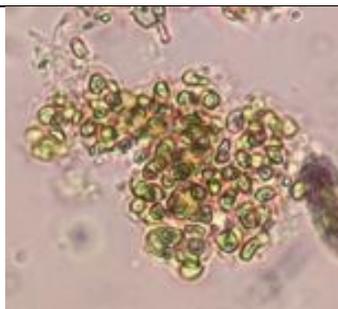
Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

A continuación, en la Tabla 5.2-31 se muestran algunos los representantes de la comunidad perifítica, observados para los cuerpos de agua monitoreados.

Tabla 5.2-31 Morfoespecies de perifiton registradas, para el área de estudio



Ibagué y Piedras (Tolima)



*Aphanocapsa sp.*



*Anabaenopsis sp.*



*Calothrix sp.*



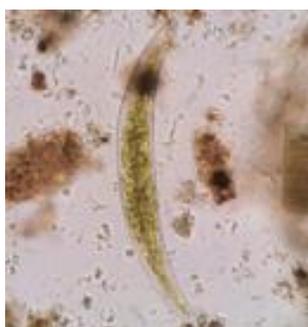
*Chlamydomonas sp.*



*Chroococcus sp.*



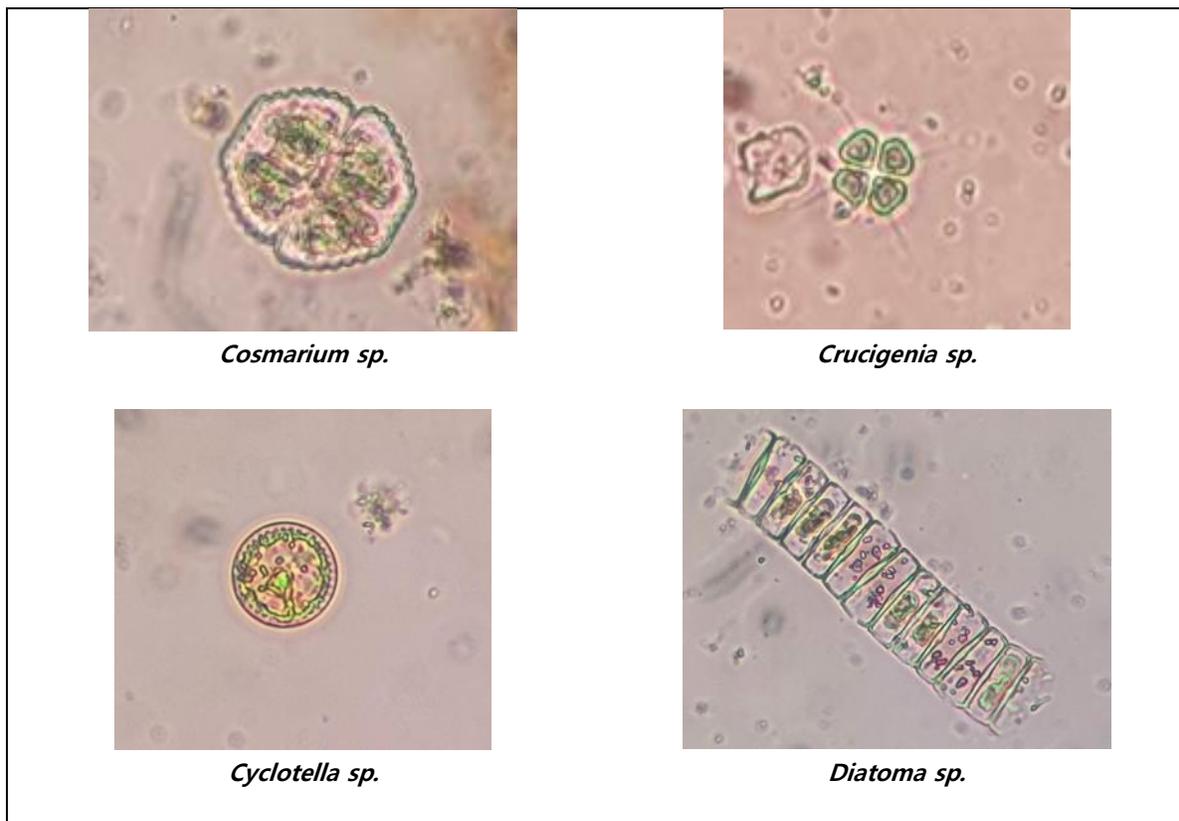
*Closteriopsis sp.*



*Closterium sp.*



*Coelastrum sp.*



Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

➤ Hábitat y ecología

Los organismos pertenecientes a este grupo son principalmente microalgas, cuyo establecimiento depende de varios factores como el tipo de sustrato o superficies, la profundidad y la velocidad de las corrientes, además de la naturaleza del agua.

El perifiton se encuentra ampliamente distribuido sobre todo en los fondos rocosos de aguas transparentes de las cordilleras. En las cuencas de quebradas y ríos se favorece el establecimiento de vegetación ribereña acuática y semiacuática, sustrato apropiado para su desarrollo. No obstante, algunas poblaciones del perifiton poseen un amplio espectro en lo que se trata de las superficies para su establecimiento, incluyendo rocas y material vegetal en descomposición e incluso macrófitas acuáticas.

Es clara la asociación existente entre la comunidad fitoplanctónica y la perifítica encontrando una composición similar, no obstante, en el caso de la comunidad perifítica la presencia de sustratos y su disponibilidad son determinantes para el establecimiento de esta comunidad. Como se mencionó anteriormente respecto al fitoplancton, las Bacillariophyta constituyeron el grupo más representativo de la comunidad lo que se adhiere a la capacidad de adaptación que posee este grupo.

En términos generales, la comunidad perifítica presente en las estaciones de monitoreo muestra una composición semejante, siendo el phylum Bacillariophyta el más distintivo del estudio, ya que se identificó en todas las estaciones de monitoreo. Dentro de la comunidad perifítica es frecuente encontrar algunos indicios de predominio de especies que pertenecen a este grupo, ya que son algas cosmopolitas que habitan en ambientes cambiantes gracias a su estructura biológica. Su presencia se asocia a condiciones mesotróficas que son frecuentes en sistemas hídricos continentales. Además, hay que tener en cuenta que las diatomeas (phylum Bacillariophyta), comúnmente utilizado como indicador de disturbios ambientales en sistemas acuáticos, dominan la flora microscópica, siendo uno de los grupos de mayor importancia en términos de abundancia en los sistemas de agua dulce. Son en su mayoría flageladas y pueden conformar colonias; poseen gran flexibilidad ecológica, colonizando variados nichos. Tienen diversas adaptaciones morfológicas y fisiológicas para adherirse al sustrato, condición que favorece su éxito en sistemas con agua corriente.

#### 5.2.1.2.2.4 Macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos, se caracterizan por ser organismos con un tamaño superior a 0.5mm de longitud, son retenidos por redes de tamaño entre 200–500 mm y superan en fase adulto o ultimo estado larvario los 2.5 mm (Rosenberg & Resh, 1993), siendo posible su observación y manejo en el proceso de colecta y posteriormente identificación de estos.

Este grupo incluye diversos taxones como moluscos, crustáceos, oligoquetos y principalmente insectos, encontrándose coleópteros, hemípteros, efemerópteros,

plecópteros, odonatos, dípteros, tricópteros entre otros; habitan sobre el fondo de lagos y ríos o pueden nadar libremente dentro del agua o sobre la superficie, también se pueden encontrar enterrados en el fondo, sobre rocas, y troncos sumergidos, adheridos a vegetación flotante o enraizada (Roldán, 1988). Por otro lado, cumplen un rol ecológico de suma importancia, como base principal en la cadena trófica, sirviendo de alimento para peces, aves y anfibios asociados al medio acuático (Mccafferty, 1981); razón por la cual, aportan datos significativos para el entendimiento de la estructura y el funcionamiento de estos ecosistemas.

Por lo anterior, el estudio de los organismos bentónicos ha sido de gran utilidad en el análisis de calidad de diversos cuerpos de agua, su valoración es uno de los métodos más usados en la evaluación de impactos ambientales (Correa, Machado, & Roldan, 1981), puesto que, al depender total o parcialmente del agua para su desarrollo, pueden reflejar, según la especie, las circunstancias que prevalecen en el ambiente circundante, como las condiciones físicas, químicas y bióticas, además de las diferentes presiones sobre los ecosistemas naturales. Son útiles para la detección y seguimiento de las presiones fisicoquímicas relacionadas con contaminación térmica; cambios en la mineralización del agua; contaminación orgánica; eutrofización; contaminación por metales u otros contaminantes y presiones hidromorfológicas relacionadas con alteración del régimen de caudal o de la tasa de renovación y la alteración de la morfología del lecho fluvial o lacustre.

El uso de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua es uno de los métodos más usados en la evaluación de los efectos ambientales causados por el desarrollo de proyectos de diferente índole que de alguna forma repercuten en los ecosistemas acuáticos (Roldán-Pérez, 2016). Rosenberg & Resh (1993), exponen como ventajas de estos organismos las siguientes: prácticamente universales, son sedentarios, son extremadamente sensibles a perturbaciones, presentan largos ciclos de vida, muestran una respuesta inmediata ante un determinado impacto, existe un patrón de estímulo-respuesta ante alteraciones fisicoquímicas, existen métodos de evaluación y conocimiento sobre taxonomía para algunas regiones.

#### 5.2.1.2.2.4.1.1 Época Lluviosa

##### ➤ Composición y estructura

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos se reportó para los 14 puntos de muestreo establecidos en los cuerpos de agua lóticos, registrando una densidad total de 2500,7 Ind/m<sup>2</sup>, correspondiente a 2765 individuos, pertenecientes a 56 taxa distribuidos entre los phylum Annelida, Arthropoda, Mollusca y Platyhelminthes, siendo los artrópodos los más abundantes y diversos representado por 9 órdenes, 30 familias y 49 morfoespecies, mientras que los Mollusca estuvieron conformados por 2 órdenes, 4 familia y 4 morfoespecies. Respecto a los Annelida, se registraron 2 órdenes, 2 familias y 2 morfoespecies, finalmente para el phylum Platyhelminthes se registró una sola morfoespecie (Tabla 5.2-32). En el **Anexo D.2.6.1 Ecosistemas Acuáticos**; se indica la estructura taxonómica y la abundancia neta de los macroinvertebrados acuáticos hallados en el área de estudio.

**Tabla 5.2-32 Diversidad y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos registrada en los cuerpos de agua lóticos monitoreados**

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	Nº de familias	Nº morfoespecie	Abundancia	Ind/m <sup>2</sup>
Annelida	Clitellata	Hirudinia	1	1	16	15,38
		Tubificida	1	1	33	31,74
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	5	11	247	226,11
		Diptera	8	13	1417	1280,05
		Ephemeroptera	3	8	640	576,67
		Hemiptera	4	5	23	20,54
		Lepidoptera	2	2	6	5,36
		Megaloptera	1	1	57	50,89
		Odonata	3	3	8	7,23
		Trichoptera	3	5	211	190,08
	Malacostraca	Decapoda	1	1	5	4,46
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	2	2	57	51,06
		Neotaenioglossa	2	2	17	15,18
Platyhelminthes	Trapaxonemata	Tricladida	1	1	28	25,93
<b>Total</b>			<b>39</b>	<b>60</b>	<b>37</b>	<b>56</b>

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto a los cuerpos de agua lénticos, se registraron individuos únicamente para las estaciones Léntico 2, Léntico 3 y Léntico 4, en la estación Léntico 1 no fue posible realizar los muestreos dado que se encontraba seca. Para estos cuerpos de agua se registraron 332,6 Ind/m<sup>2</sup> correspondiente a 96 individuos y 10 taxa, distribuidos entre los phylum Annelida, Arthropoda y Mollusca, siendo los artrópodos los más abundantes y diversos representado por 5 órdenes, 8 familias y 8 morfoespecies, los demás phylum registraron una sola morfoespecie (Tabla 5.2-33)

**Tabla 5.2-33 Diversidad y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos registrada en los cuerpos de agua lénticos monitoreados**

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	Nº de familias	Nº morfoespecie	Abundancia	Ind/m <sup>2</sup>
Annelida	Clitellata	Tubificida	1	1	6	83,33
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	1	1	2	1,79
		Diptera	2	2	16	82,74
		Hemiptera	3	3	21	131,25
		Odonata	1	1	1	18,75
	Malacostraca	Decapoda	1	1	49	0,89
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	1	1	1	13,89
<b>Total</b>			<b>10</b>	<b>10</b>	96	332,64

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Tabla 5.2-34 se presentan las características principales de algunos taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos encontrados en las diferentes estaciones de muestreo.

**Tabla 5.2-34 Características de los principales taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos reportados para los cuerpos de agua monitoreados**

TAXA	CARACTERÍSTICAS
<b>BASOMMATOPHORA</b>	La mayoría de las familias de este suborden son caracoles de agua dulce, que presentan una sola concha calcárea que puede estar enrollada en espiral o tener forma de cono, Algunos poseen un opérculo córneo calcáreo con el que cierran la abertura de la concha protegiendo el animal (Escudero, 2009).
<b>COLEÓPTERA</b>	El orden Coleóptera es uno de los más extensos y complejos, debido a que muchos de ellos son semiacuáticos, donde a veces es difícil definirlos como acuáticos o terrestres.

Ibagué y Piedras (Tolima)

TAXA	CARACTERÍSTICAS
	<p>La mayoría de los coleópteros acuáticos viven en aguas continentales lólicas y lénticas. En las zonas lólicas los sustratos más representativos son troncos y hojas en descomposición, gravas, piedras, arena y la vegetación sumergida y emergente. Las zonas más ricas son las aguas someras en donde la velocidad de la corriente no es fuerte, aguas limpias, con concentraciones de oxígeno alto y temperaturas medias. Pueden ser herbívoros, carnívoros o detritívoros (Roldan-Pérez &amp; Ramírez, 2008).</p>
<b>DECAPODA</b>	<p>Los crustáceos decápodos son un grupo con muchas especies, en su mayoría marinas, que habitan en todos los mares y océanos del mundo, desde los fondos abisales hasta la superficie, y ocupan todos los hábitats y biotopos. Algunas especies viven en estuarios, por lo que debido a las peculiaridades de este hábitat están perfectamente adaptadas a soportar grandes cambios de salinidad y temperatura en un tiempo relativamente breve. También hay especies de agua dulce e incluso unas pocas están adaptadas a vivir en el medio terrestre; estas últimas presentan adaptaciones que afectan al aparato respiratorio y al sistema de recogida de oxígeno. Los decápodos presentan diferentes estrategias alimenticias. Hay especies filtradoras, como los porcelánidos que filtran partículas con sus maxilípedos provistos de largas setas, otras son depositivas, las hay resuspendivas, carnívoras, carroñeras (ermitaños) y onmívoras. Pero debemos indicar que, en muchos casos, esta "categorización" representa sólo la modalidad dominante pues se da una gran plasticidad trófica (Zhang, 2013).</p>
<b>DÍPTERA</b>	<p>Este grupo constituye uno de los más complejos, abundantes y mejor distribuidos en todo el mundo. Se considera uno de los grupos de insectos más evolucionados, junto con Lepidoptera y Trichoptera. Son holometábolos, usualmente las hembras ponen huevos bajo la superficie del agua, adheridos a rocas o vegetación flotante. La mayoría de las larvas pasan por tres o cuatro estadios. Su hábitat es muy variado, encontrándose en ríos, arroyos, quebrada y lagos en todas las profundidades. Existen representantes de aguas muy limpias como la familia Simuliidae o contaminadas como Tipulidae y Chironomidae (Roldan-Pérez &amp; Ramírez, 2008).</p>
<b>EPHEMEROPTERA</b>	<p>Se caracterizan por vivir regularmente en aguas con corrientes, limpias y con buena oxigenación. En general son considerados indicadores de buena calidad de agua y reciben este nombre debido a su vida corta o "efímera" que llevan cuando adultos los cuales pueden vivir desde unas pocas horas hasta tres o cuatro días solamente (Roldan-Pérez &amp; Ramírez, 2008).</p>
<b>HEMIPTERA</b>	<p>Los heterópteros de agua, conocidos vulgarmente como chinches de agua, pertenecen al orden Hemiptera. Los hay de dos tipos: (1) los semiacuáticos (Gerromorpha), que viven sobre la superficie del agua, y (2) los verdaderos heterópteros acuáticos (Nepomorpha), que viven por debajo de la superficie del agua; unos pocos Gerromorpha y Nepomorfa viven fuera del agua. Los heterópteros son insectos comunes en los cuerpos de agua de todo el mundo, excepto en la zona Antártida, y son mas numerosos en las zonas tropicales. Se les encuentra en una amplia variedad de ambientes naturales, lólicos y lenticos, costeros y oceánicos, inclusive en ambientes terrestre húmedos. So predadores y carroñeros, que se alimentan de cualquier presa que puedan dominar.</p>

Ibagué y Piedras (Tolima)

TAXA	CARACTERÍSTICAS
	Desempeñan un papel principal en los ecosistemas acuáticos y son indicadores potenciales de la calidad biológica de hábitats acuáticos (Domínguez & Fernández, 2009).
<b>MEGALOPTERA</b>	Los megalópteros (Megaloptera, del griego, <i>megale</i> , "grande" y <i>pteron</i> "ala") son insectos holometábolos de grandes alas con venación ornamentada; sus larvas son acuáticas, llegando a ser de las más grandes entre los insectos. Viven cerca de riachuelos y ríos, generalmente de aguas limpias y frías. Los adultos son alados con vida efímera, se caracterizan por alas membranosas opacas, cabeza prognata (dirigida hacia adelante) con piezas bucales bien desarrolladas y mandíbulas fuertes, ojos salientes, antenas largas y moniliformes, abdomen blando y flexible. Las larvas de todos los megalópteros son acuáticas y depredadoras generalistas, alimentándose de insectos e invertebrados pequeños. En algunos lugares reciben el nombre de perros de agua, peces voladores o gusanos tigre ( López Sorto, Sermeño, & Pérez, 2010).
<b>ODONATA</b>	Los odonatos son llamados también libélulas o caballitos del diablo. Viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas, poco profundas que, por lo regular, están rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Diferencias temporales y espaciales en nichos tróficos se relacionan con la ocurrencia común de una alta diversidad de especies en algunos hábitats específicos. Estos organismos son hemimetábolos, con relativamente larga vida de adultos (de varias semanas a varios meses) y la mayoría habitan aguas limpias o ligeramente eutroficadas en sus primeras etapas de vida (Blas, 1987).
<b>TRICOPTERA</b>	Con más de 1.350 especies reportadas, puede considerarse que Tricoptera es uno de los órdenes de insectos de agua dulce mas diversificados. Las larvas son acuáticas y viven en refugios fijos o transportables elaborados con seda; los adultos son aéreos y tienen aspecto de polillas con antenas largas. De pequeño a mediano tamaño y poco llamativos, son muy abundantes, las larvas en los cuerpos de agua y los adultos en las proximidades de ellos. Han invadido distintos tipos de ambientes lóticos y lénticos, aunque con preferencia viven en los primeros. Las larvas pueden ser herbívoras, dentritívoras o predadoras (Domínguez & Fernández, 2009).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

La composición general a nivel de phylum muestra que el 94% de los organismos registrados en los cuerpos de agua lóticos pertenecen a Arthropoda, el 3% al phylum Mollusca, el 2% a los Annelidos y finalmente, el 1% de los organismos pertenecen al phylum Platyhelminthes (Figura 5.2-62).

Ibagué y Piedras (Tolima)

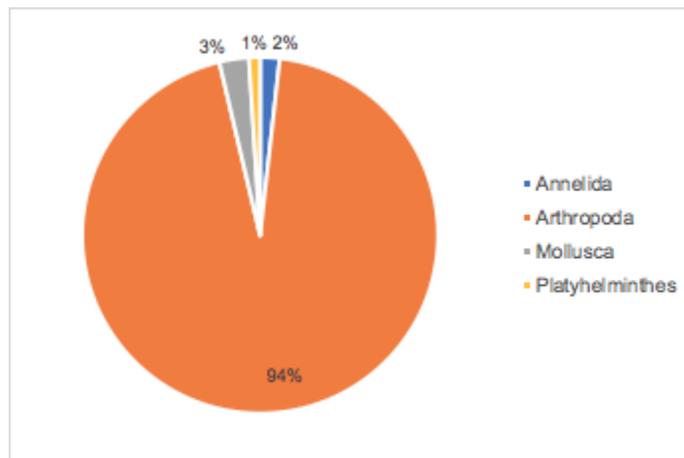


Figura 5.2-62 Porcentaje de abundancia de los phylum de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóaticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Al igual que en los cuerpos de agua lóaticos, el phylum Arthropoda es el más abundante para los cuerpos de agua lénticos, aportando el 93% de la abundancia, seguido de los Anelidos con el 6%, mientras que los Mollusca aportaron el 1% de la abundancia total (Figura 5.2-63).

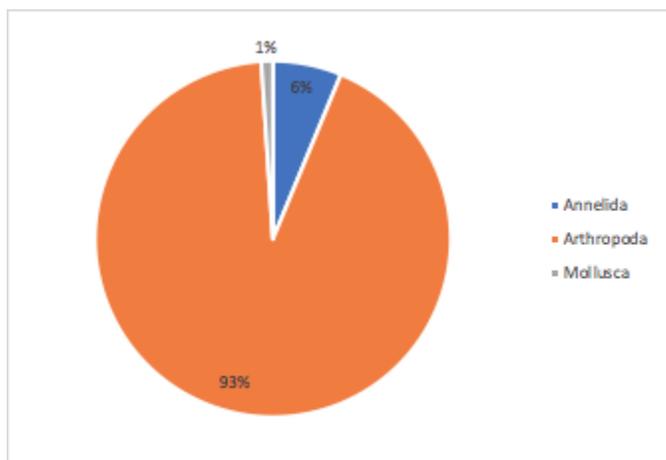


Figura 5.2-63 Porcentaje de abundancia de los phylum de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

La clase Insecta dominó en la mayoría de cuerpos de agua lóaticos evaluados, siendo Díptera el órden más abundante de este grupo con el 51% de la abundancia total,

seguido del orden Ephemeroptera con el 23%, Coleóptera con el 9% y Trichoptera con el 8%. Los demás órdenes reportados registraron abundancias inferiores al 2% (Figura 5.2-64). La abundancia del orden Díptera sobre los demás órdenes registrados se debe a que estos insectos presentan una amplia distribución y son los más abundantes en las aguas continentales, debido a su capacidad de tolerar amplios rangos ambientales, además ya que estos juegan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos, como eslabones en la red trófica al consumir principalmente materia orgánica particulada, algas, hongos, fragmentos y fibras de hojas y madera, polen, otros invertebrados acuáticos y restos de animales (Henriques-Oliveira, Nessimian, & Dorvillé, 2003).

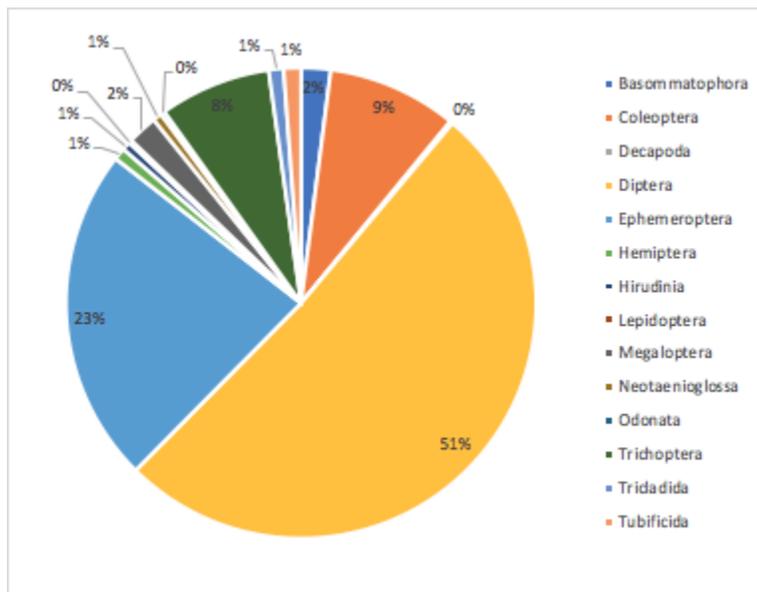
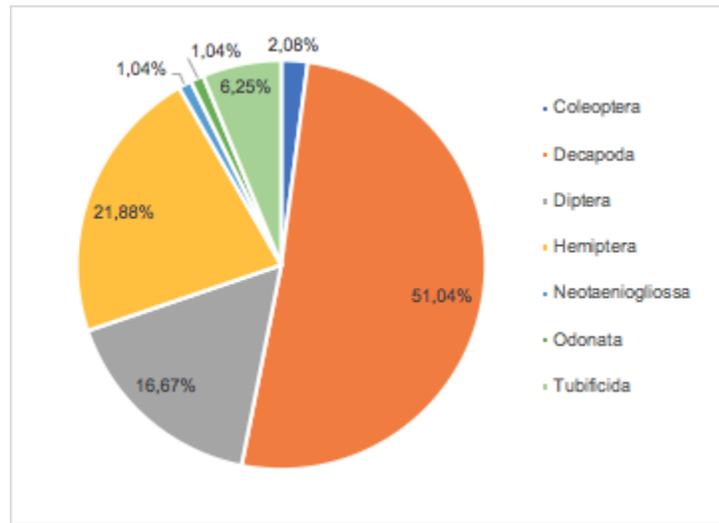


Figura 5.2-64 Porcentaje de abundancia de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóaticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Para el caso de los cuerpos de agua lénticos a nivel general, la clase Malacostraca fue la más representativa, siendo el orden Decapoda el más abundante de este grupo con el 51% de la abundancia total. Seguido de la clase insecta con los órdenes Hemíptera, aportando el 21,88% y Díptera el 16,67%. Por otro lado, la clase Clitellata registró el orden Tubificida, el cual aportó el 6,25% de la abundancia total. Los demás órdenes reportados registraron abundancias inferiores al 2,08% (Figura 5.2-65).

Los crustáceos decápodos son un grupo con muchas especies, que ocupan todos los hábitats y biotopos, de ahí su abundancia en estos cuerpos de agua. Algunas de las especies de agua dulce están adaptadas a vivir en el medio terrestre; éstas últimas presentan adaptaciones que afectan al aparato respiratorio y al sistema de recogida de oxígeno (Abbes & Casanova, 1973).



**Figura 5.2-65 Porcentaje de abundancia de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Para las estaciones de monitoreo Quebrada Doima-E1, Quebrada San Javier-E5, Quebrada San Javier-E8, Quebrada Armadillos 2-E9, Quebrada San Guaico-E12, Quebrada La Perica-E13 y Quebrada a Borbona- E14 el orden Díptera es el más representativo en términos de abundancia aportando entre el 31,43% y el 95,12% de la abundancia total para cada estación (Figura 5.2-66). Los dípteros constituyen un orden diverso, muchas especies se han adaptado a la explotación de las aguas durante su fase de larva y algunas familias han logrado que su distribución se haya extendido a las aguas salubres, marinas e hipersalinas. Adicionalmente, algunas de las familias de este orden, están relacionadas con procesos de descomposición de materia orgánica, lo cual permite que su reproducción y crecimiento sea de manera exponencial. Para este orden se registraron 13 morfoespecies diferentes, dentro de los que se incluyen *Alluaudomyia sp.*,

*Atrichopogon sp.*, *Chelifera sp.*, Chironominae Mf., *Clogmia sp.*, *Culex sp.*, *Dixella sp.*, *Hemerodromia sp.*, *Maruina sp.*, *Odontomyia sp.*, Orthocladiinae Mf., *Simulium sp.* y Tanypodinae Mf.

Respecto a las estaciones Quebrada Opia-E6, Quebrada Opia-E7, Quebrada Doima-E10 y Quebrada Armadillos 2-E11, el orden más abundante corresponde a Ephemeroptera, el cual aportó entre el 45,49% y el 76,86% de la abundancia total para cada una de estas estaciones, siendo representado por las morfoespecies *Americabaetis sp.*, *Baetodes sp.*, *Callibaetis sp.*, *Camelobaetidius sp.*, *Leptohyphes sp.*, *Nanomis sp.*, *Thraulodes sp.* y *Tricorythodes sp.* Los efemerópteros viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas, aunque algunas pocas especies pueden resistir moderados grados de contaminación orgánica (Domínguez & Fernández, 2009).

Finalmente, para las estaciones Quebrada Opia-E3 y Quebrada Doima-E4 el orden Coleóptera es el más abundante, con porcentajes de abundancia de 40% y 30,92% (Figura 5.2-66). Para este orden se identificaron 11 morfoespecies, de los cuales se destacan, *Microcyloepus sp.*, *Macrelmis sp.* y *Tropisternus sp.* La mayoría de los coleópteros acuáticos viven en aguas continentales lóxicas y lénticas, representadas en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. También se les ha encontrado en zonas ribereñas tanto de ecosistemas lóxicos como lénticos. En las zonas lóxicas, los sustratos más representativos son troncos y hojas en descomposición, grava, piedras, arenas y la vegetación sumergida y emergente. Las zonas más ricas en estos organismos son las aguas someras en donde la velocidad de la corriente no es fuerte, aguas limpias, con concentraciones altas de oxígeno y temperaturas medias. En los ecosistemas lénticos, se encuentran principalmente en las zonas ribereñas ya sea nadando libremente en la superficie o sobre la vegetación. En charcas temporales viven libremente o sobre la vegetación emergente (Roldán-Pérez, 2016).

En cuanto a riqueza de órdenes, las estaciones de monitoreo Quebrada San Javier-E8 y Quebrada Doima-E10 reportaron el mayor número con 9, seguida de las estaciones

Ibagué y Piedras (Tolima)

Quebrada Opia-E6, Quebrada la Borbona-E14 y Quebrada Armadillos 2-E9 con el registro de 8 órdenes, mientras que Quebrada Doima-E1, Quebrada San Javier-E2, Quebrada Doima-E4, Quebrada San Javier-E5 y Quebrada Opia-E7 reportaron un total de 7 órdenes, este resultado de baja riqueza puede ser como consecuencia de las condiciones ambientales presentes en estos cuerpos de agua, que disminuye la disponibilidad de diversos sustratos.

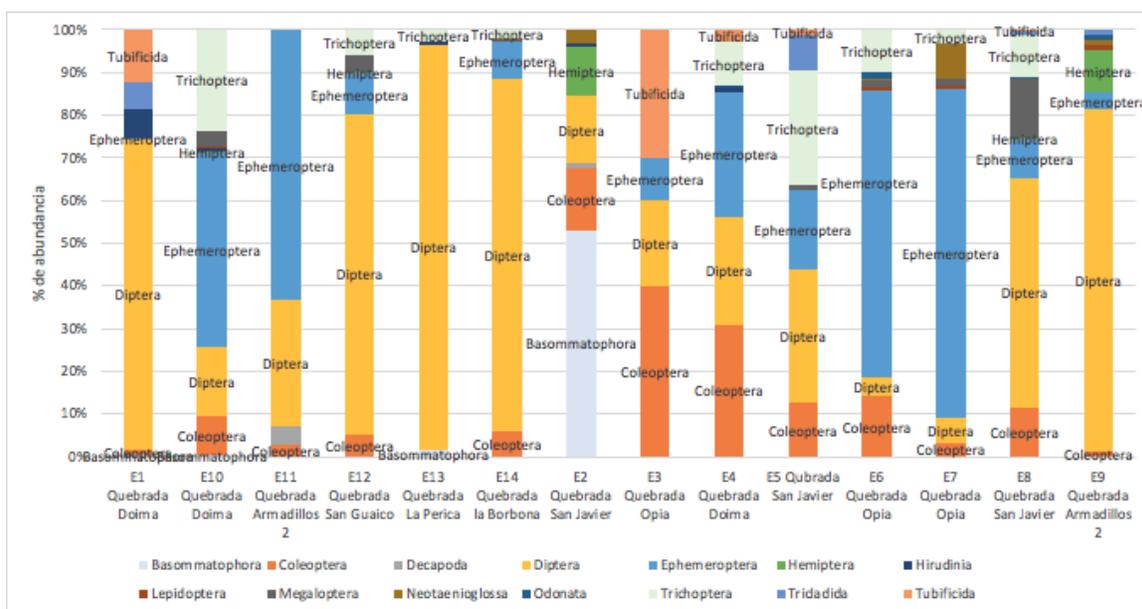


Figura 5.2-66 Porcentaje de abundancia de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóxicos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En cuanto a la estación Léntico 4 el orden Decápoda es el más representativo, aportando el 59,74% de la abundancia total, mientras que para la estación Léntico 2 el orden Díptera junto con el orden Tubificida aportaron el 46,15% de la abundancia cada uno. Por último, para la estación Léntico 3 se registraron únicamente los órdenes Decápoda y Díptera, aportando cada uno el 50% de la abundancia (Figura 5.2-67).

Ibagué y Piedras (Tolima)

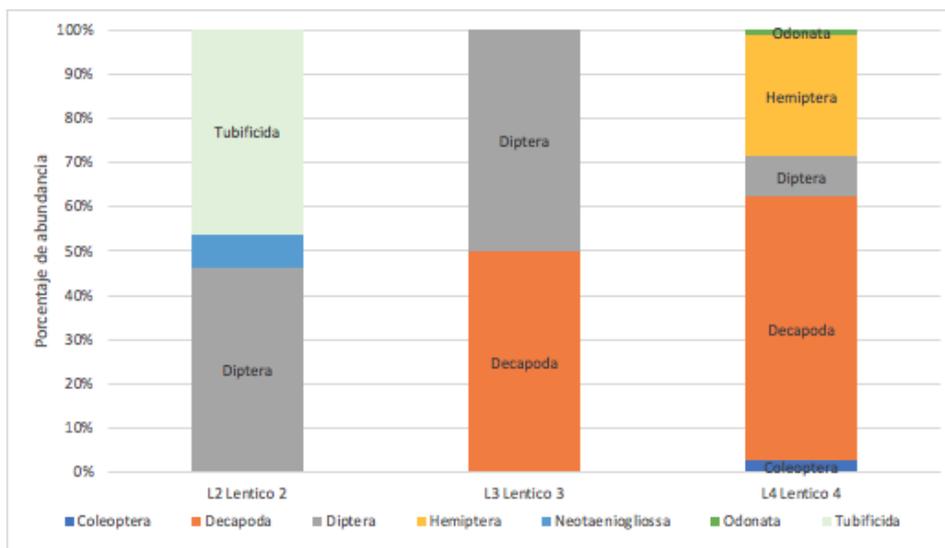


Figura 5.2-67 Porcentaje de abundancia de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Figura 5.2-68 se presentan las abundancias de las familias de macroinvertebrados reportadas para cada una de las estaciones monitoreadas en los cuerpos de agua lóticos. A nivel general, se registraron 37 familias, de las cuales Simuliidae y Chironomidae son las más abundantes, aportando el 26% y el 23% de la abundancia total, respectivamente, seguido de la familia Leptophlebiidae, con el 16% de la abundancia.

Para las estaciones Quebrada Doima-E1, Quebrada Armadillos 2-E9 y Quebrada San Guaico-E12 la familia más abundante corresponde a Chironomidae, la cual aportó el 67,84%, 70,37% y 57,14% respectivamente para cada estación. La familia Chironomidae ocupa un amplio rango de hábitats de agua dulce y frecuentemente son los dípteros más abundantes del bentos de ríos y arroyos (Medina & Paggi, 2004), son indicadores de agua mesoeutróficas. Las larvas pueden ser macrófagas (carnívoras), micrófagas (fitófagas) o detritívoras (Medina & Paggi, 2004). Pese a la gran dedicación que esta familia ha recibido por parte de los especialistas, son escasos los estudios faunísticos de los ambientes lóticos que incluyen detalles de su ecología. Una de las principales razones que determinan estas omisiones se basa en las dificultades para identificar el material inmaduro (larvas) a nivel de especie o en muchos casos aún a nivel de género (Medina

& Paggi, *op cit*). La taxonomía y la nomenclatura de Chironomidae, así como la de muchos insectos, están asociadas directamente al estado adulto e incluso el nombre formal de una especie nueva no es atribuido convencionalmente sino está descrito este estado (Cranston, 2000).

Respecto a las estaciones Quebrada Opia-E6, Quebrada Opia-E7, Quebrada Doima-E10 y Quebrada Armadillos 2-E11 la familia Leptohyphidae aportó entre el 27,90% y el 63,38% de la abundancia total para cada estación. Las ninfas pertenecientes a esta familia se encuentran en todo tipo de ríos y quebradas, incluyendo quebradas degradadas en áreas cultivadas. Viven entre las piedras, hojarasca sumergida y vegetación acuática, en donde se refugian de las corrientes fuertes. Muchas veces se encuentran dentro del fango en el fondo de las quebradas, algunas especies de esta familia pueden llegar a tolerar niveles relativamente altos de contaminación.

En cuanto a las estaciones Quebrada San Javier-E8, Quebrada La Perica-E13 y Quebrada la Borbona-E14 Simuliidae, corresponde a la familia más representativa en términos de abundancia, con porcentajes que varían entre el 39,26% y el 79,02% (Figura 5.2-68). Estos dípteros, son de hábitos diurnos, que suelen habitar arroyos, ríos o torrentes, en general con corriente, en los que el agua es muy oxigenada y con cierta cantidad de materia orgánica en suspensión, pero no contaminadas, condiciones bióticas necesarias para el desarrollo de las larvas.

La familia Elmidae, es aquella familia que se registró con mayor abundancia para las estaciones Quebrada Opia-E3 y Quebrada Doima-E4, con porcentajes del 30% y 29,47%. Esta familia tiene distribución cosmopolita y la mayoría de las especies se encuentran principalmente en los rápidos de ríos, quebradas y riachuelos (Jäch & Balke (2008), con buena disponibilidad de oxígeno, encontrándose en sustratos rocosos con presencia de hojarasca a (Passos et al. 2003) donde son importantes constituyentes de la comunidad bentónica (Manzo 2013). Los élmidos son sensibles a cambios físicos y químicos en ambientes acuáticos (Jach & Balke 2008) y consecuentemente, son susceptibles a las actividades antrópicas, tales como la agricultura y a contaminantes domésticos e

industriales (Manzo, 2003). Adicionalmente están presentes a lo largo de todo el año y son relativamente abundantes en los cuerpos de aguas (Ribera & Foster, 1997). Estas razones motivan a considerar este grupo de insectos acuáticos como excelentes bioindicadores para programas de monitoreo de calidad, conservación y manejo de ecosistemas acuáticos (Archangelsky & Manzo, 2007).

Finalmente, para la estación Quebrada San Javier-E2 la familia Physidae corresponde a la más abundante, aportando el 51,04%, mientras que para la estación Quebrada San Javier-E5 lo fue la familia Hydropsychidae con el 25,14% de la abundancia total. Como se puede evidenciar para la Quebrada San Javier en sus diferentes tramos evaluados, se presenta un ensamblaje diferente de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Respecto a los individuos de la familia Physidae, estos caracoles suelen estar adaptados para habitar diferentes tipos de ecosistemas acuáticos, lo que favorece su proliferación, al igual que las larvas de Hydroptilidae que se encuentran en una gran variedad de hábitats, tanto lénticos como lóticos, pero son especialmente abundantes en paredes de cascadas y en la zona de salpicadura en rocas grandes en medio de ríos con corrientes fuertes, donde se alimentan de diatomeas y otras algas. También hay algunas especies que habitan lagos y otros ambientes lénticos y se han encontrado especies en aguas con condiciones físico-químicas bastante extremas, como altas temperaturas y pH ácido.

Las estaciones más diversas en cuanto a familias corresponden a la Quebrada Doima-E4 y la Quebrada Opia-E6 con un total de 14, seguido de la estación Quebrada San Javier-E5, Quebrada San Javier-E8 y Quebrada la Borbona-E14 con 13 familias, mientras que las estaciones Quebrada San Javier-E2, Quebrada Armadillos 2-E9, Quebrada Doima-E10 y Quebrada San Guaico-E12 reportaron 12 familias cada una (Figura 5.2-68).

Ibagué y Piedras (Tolima)

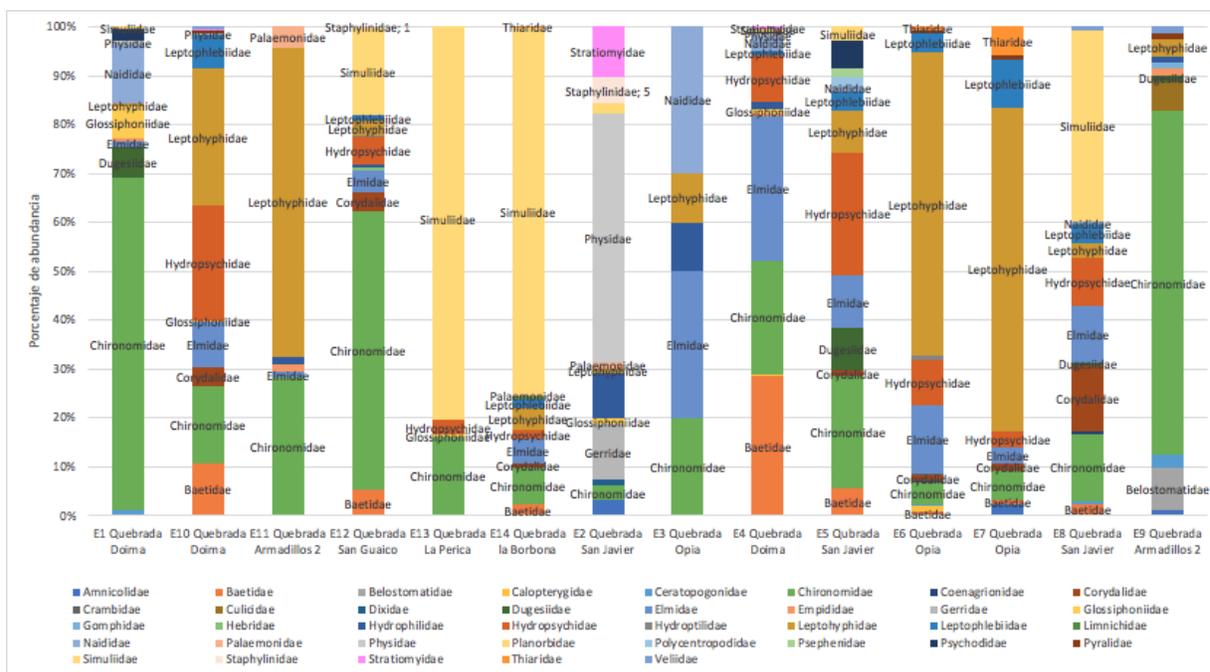
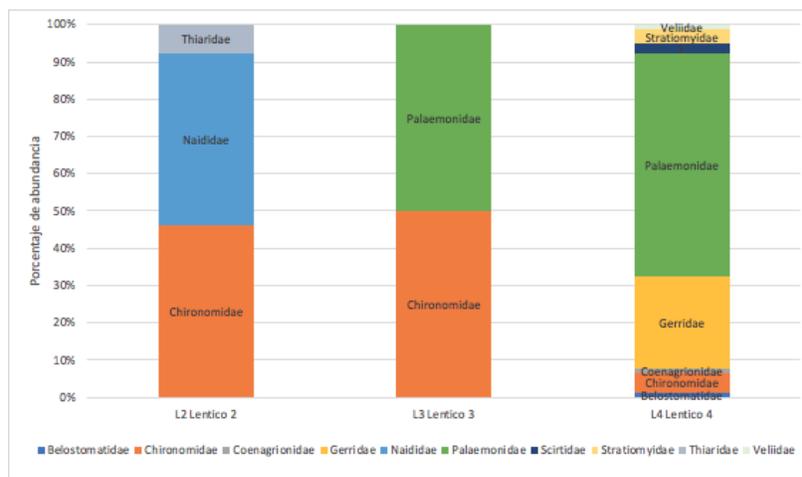


Figura 5.2-68 Porcentaje de abundancia de las familias de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóaticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En cuanto a los cuerpos de agua lénticos, se registraron 10 familias, de las cuales Palaemonidae y Gerridae son las más abundantes a nivel general, aportando el 51% y el 20% de la abundancia total, siendo estas las más representativas para el cuerpo de agua Léntico 4, mientras que para el Léntico 2 las familias más abundantes corresponden Chironomidae y Naididae, cada una aportando el 50% de la abundancia. Finalmente, para la estación Léntico 3 únicamente se registraron las familias Chironomidae y Palaemonidae, en abundancias iguales (Figura 5.2-69).

Ibagué y Piedras (Tolima)



**Figura 5.2-69 Porcentaje de abundancia de las familias de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Para los cuerpos de agua lótics monitoreados se registraron un total de 56 morfoespecies, de las cuales la mayor abundancia corresponde a *Simulium sp.*, con el 26% de la abundancia total, registrando una densidad de 648,38 ind/m<sup>2</sup>, seguido de *Leptohyphes sp.* con el 16% de la abundancia total y una densidad de 384,90 ind/m<sup>2</sup> y Tanypodinae Mf. con el 11% y una densidad de 268,31 ind/m<sup>2</sup>. Los individuos del género *Simulium* se encuentran en sistemas oxigenados debajo de rocas y troncos, y son indicadores de aguas oligotróficas; se alimentan de materia orgánica (Domínguez & Fernández, 2009).

Respecto a los *Leptohyphes*, suelen habitar ríos y arroyos, donde muestran preferencia por sustratos de grava y arena en zonas de buena corriente, sin embargo, algunas especies de este género son frecuentes en zonas marginales con poca corriente y sedimento muy fino (Molineri, 2010). Finalmente, los Tanypodinae tienen un amplio rango de tolerancia, por lo tanto, se pueden encontrar principalmente en época de sequías, en aguas que van desde muy limpias, hasta muy contaminadas (Pinilla, 2000) (Roldán-Pérez, 2016).

Con relación a la abundancia de las morfoespecies en cada una de las estaciones monitoreadas, se pudo evidenciar que para la Quebrada Doima-E1 la subfamilia

Chironominae Mf. representó el 47,37% (Figura 5.2-70) de la abundancia total, con el registro de 79,16 Ind/m<sup>2</sup>. Como se dijo anteriormente, la subfamilia Chironominae contiene organismos cosmopolitas, asociados a aguas mesoeutroficadas, suelen ser bioindicadores de cuerpos de agua con materia orgánica en descomposición los cuales ocupan un amplio rango de hábitats de agua dulce, siendo los dípteros más abundantes en los ríos.

Para la estación Quebrada San Javier-E2 se presentó una mayor cantidad de individuos del género *Physa*, los cuales aportaron el 51% de la abundancia total para esta estación con el registro de 43,75 Ind/m<sup>2</sup>. Según Dos Santos et al. (2012), el género *Physa* está entre los más comunes y expandidos caracoles dulceacuícolas y se encuentra frecuentemente asociado con los géneros *Lymnaea* y *Biomphalaria*, típicamente ocupando el mismo hábitat, siendo hospedantes de trematodos que causan enfermedades en el hombre. Habitan cerca de las orillas a poca profundidad donde la vegetación acuática es más densa. Según los autores antes citados, ellos dependen de la vegetación como alimento, o para la ovoposición; también pueden necesitar a las plantas como sustrato de apoyo o como refugio.

En cuanto a la estación Quebrada Doima-E4 la morfoespecie *Microcylloepus sp.* aportó el 29,47% de la abundancia total para esta estación, siendo ésta la más representativa, registrando una densidad de 59,61 Ind/m<sup>2</sup>. Este género pertenece a la familia Elmidae, los cuales son escarabajos acuáticos de amplia distribución mundial. Las larvas y los adultos de la mayoría de las especies se encuentran en aguas corrientes bien oxigenadas y en gran variedad de microhábitats. Se alimentan de algas y detritos (Vannucchi *et al.* 2013), por lo que cumplen importantes funciones en las redes tróficas de los ecosistemas hídricos y son ampliamente utilizados en estudios de bioindicación ambiental por su baja tolerancia a la contaminación orgánica (von Ellenrieder, 2007).

La morfoespecie Orthoclaadiinae Mf. corresponde a aquella más abundante para las estaciones Quebrada San Javier-E5 (29,46 Ind/m<sup>2</sup>) y Quebrada Armadillos 2-E9 (29,46 Ind/m<sup>2</sup>), la cual aportó el 18,86% y el 40,74% (Figura 5.2-70 y Figura 5.2-71),

respectivamente para cada estación, mientras que la subfamilia Tanypodinae Mf. aportó el 49,18% de la abundancia total para la estación Quebrada San Guaico-E12 (159,82 Ind/m<sup>2</sup>). Es importante resaltar que los quironómidos son un grupo ampliamente estudiado, no sólo por las características mencionadas, sino por su gran capacidad de adaptación a las condiciones que el medio les presenta, encontrándose en hábitats muy diversos. Las larvas de la subfamilia Tanypodinae se encuentran en estanques, lagos, corrientes y ríos. No construyen casas y pueden moverse libremente a través del sustrato, pero algunas veces se hallan en las casas de otros quironómidos. Son depredadores de larvas de otros insectos y oligoquetos (Pennak, 1978), aunque pueden comer algas bajo ciertas circunstancias.

Para las estaciones Quebrada Opia-E6, Quebrada Opia-E7, Quebrada Doima-E10 y Quebrada Armadillos 2-E11 la morfoespecie *Leptohyphes sp.* es la más representativa en términos de abundancia, aportando entre el 27,87% y el 66,11% (Figura 5.2-70 y Figura 5.2-71). Los individuos de este género suelen habitar todo tipo de ríos y quebradas, incluyendo quebradas degradadas en áreas cultivadas. Las ninfas viven entre las piedras, hojarasca sumergida y vegetación acuática, en donde se refugian de las corrientes fuertes.

Por otro lado, *Simulium sp.* es la morfoespecie con mayor cantidad de individuos registrados para las estaciones Quebrada San Javier-E8, Quebrada La Perica-E13 y Quebrada la Borbona-E14, aportando entre el 39,26% y el 79,02%. Los individuos de este género se encuentran en sistemas oxigenados debajo de rocas y troncos, y son indicadores de aguas oligotróficas; se alimentan de materia orgánica (Domínguez & Fernández, 2009)

Finalmente, para la estación Quebrada Opia-E3 se registraron 5 morfoespecies en abundancias muy bajas (Figura 5.2-70), donde ninguna de ellas presentó una marcada diferencia, esto debido probablemente a que el cuerpo de agua al momento del monitoreo se encontraba crecido, razón por la cual la comunidad de macroinvertebrados existente pudo ser arrastra por la corriente.

Ibagué y Piedras (Tolima)

En cuanto a riqueza, la estación de monitoreo Quebrada Doima-E4 presentó el mayor registro de morfoespecies con 21, mientras que la Quebrada Opia-E6 registró 19, seguido de la Quebrada San Guaico-E12 y la Quebrada la Borbona-E14 con 18 morfoespecies, lo cual estaría directamente relacionado con la presencia de diversos hábitats disponibles, que permiten el establecimiento de diferentes especies, en el cual se encuentra alimento disponible y refugio de depredadores.

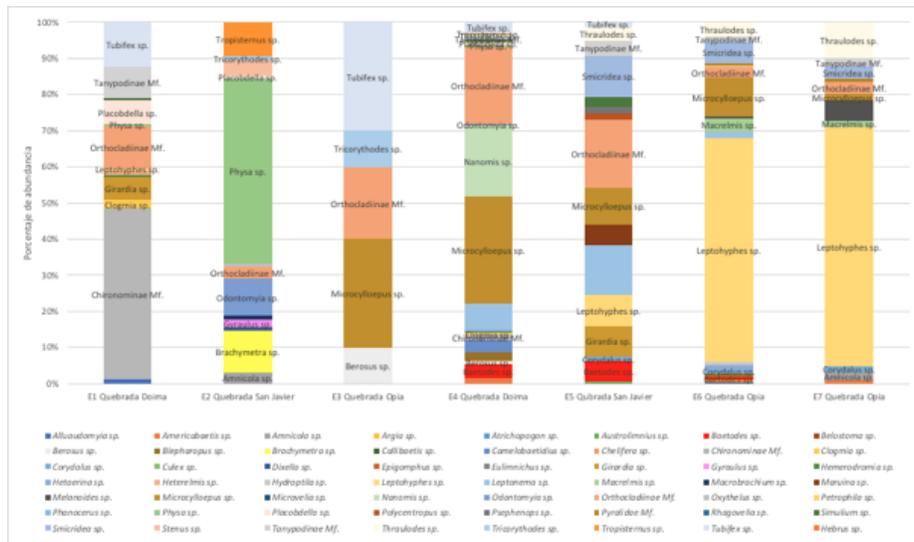


Figura 5.2-70 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados (Estaciones E1-E7).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

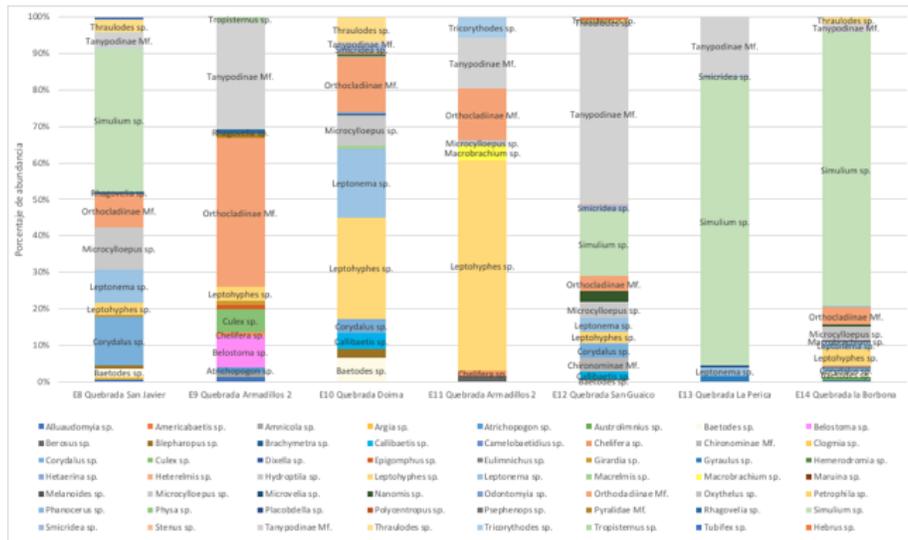


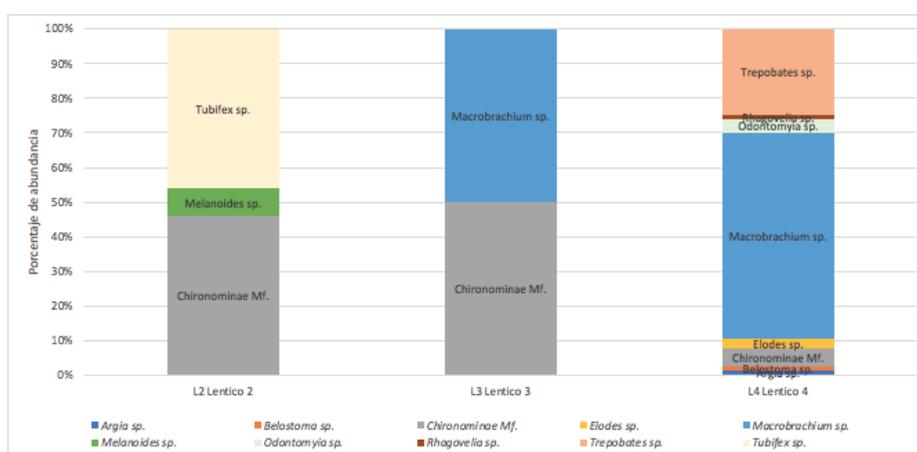
Figura 5.2-71 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados (Estaciones E8-E14).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto a los cuerpos de agua lóticos, se registraron 10 morfoespecies, donde a nivel general *Macrobrachium sp.* es la más abundante, aportando el 51,04%, siendo esta además la más representativa para el Léntico 4 (Figura 5.2-72). Es importante mencionar que estos langostinos son un grupo que tiene un papel ecológico importante para la dinámica ambiental de los ecosistemas de ríos y lagunas, tanto costeras como continentales (Murphy & Austin, 2005). Son bentónicos (especialmente como juveniles y adultos), y suelen ocupar cuevas, resquicios bajo piedras y raíces sumergidas, donde encuentran refugio y alimento (Montoya, 2003). Son omnívoros y carroñeros, consumen detritos, algas, restos de animales muertos y además son depredadores de macroinvertebrados acuáticos (Albertoni *et al.*, 2003b) y peces (Rodd & Resnick, 1991; Zuk & Kolluru, 1998). Dados estos hábitos alimenticios y el sitio donde radican en la base de la columna de agua, los langostinos representan un componente importante en los procesos de recirculación de energía y nutrientes del sistema bentónico (March, Pringle, Townsend, & Wilson, 2002).

En cuanto al cuerpo de agua Léntico 3 se registraron 2 morfoespecies *Macrobrachium sp.* y Chironominae Mf. en abundancias iguales (41,66 Ind/m<sup>2</sup> en cada estación), mientras

que para el Léntico 2 se identificaron 3 morfoespecies de las cuales *Tubifex sp.* y Chironominae Mf. se registraron abundancias iguales (83,33 Ind/m<sup>2</sup>), mientras que el molusco *Melanooides sp.* presentó una densidad de 13,88 Ind/m<sup>2</sup> (Figura 5.2-72).



**Figura 5.2-72 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Para el presente monitoreo se evidenció una baja densidad de organismos y una riqueza media de especies bentónicas, lo cual se relaciona con la disponibilidad de nichos existentes. Los organismos más representativos en términos de abundancia (orden Díptera) son típicos de cuerpos de agua con presencia de materia orgánica y características mesotróficas, lo cual podría estar influyendo en la estructura de las comunidades hidrobiológicas. Sin embargo, hay que tener presente que la caracterización de los sistemas acuáticos basados en la bioindicación de las comunidades, debe hacerse con precaución, ya que para llegar a conclusiones válidas se requiere de estudios a largo plazo, pues las evaluaciones hechas con base en muestreos esporádicos pueden conducir a afirmaciones falsas, ya que los sistemas acuáticos son susceptibles también a las fluctuaciones naturales, asociadas a los cambios estacionales tropicales (Roldán-Pérez, 2016).

Ibagué y Piedras (Tolima)

En la Tabla 5.2-35, Tabla 5.2-36 y Tabla 5.2-37 se muestra la composición y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos registrada para los cuerpos de agua monitoreados.

**Tabla 5.2-35 Características de los principales taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos reportados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados Estaciones E1- E7**

Phylum	Clase	Orden	Famiia	Morfoespecie	Estación de monitoreo							
					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
Annelida	Clitellata	Hirudinia	Glossiphoniidae	<i>Placobdella sp.</i>	10,8	0,9		2,0				
Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	<i>Tubifex sp.</i>	20,5		2,7	5,9	1,8			
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Austrolimnius sp.</i>					0,9			
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis sp.</i>	2,0							
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis sp.</i>						8,9	1,8	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Microcylloepus sp.</i>			2,7	59,6	16,1	28,6	1,8	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Phanocerus sp.</i>								
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus sp.</i>			0,9	2,0				
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus sp.</i>		8,0		1,0				
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Limnichidae	<i>Eulimnichus sp.</i>								
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops sp.</i>					2,7			
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	<i>Oxythelus sp.</i>		0,9						
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	<i>Stenus sp.</i>		3,6						
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Alluaudomyia sp.</i>	2,0					0,9		
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon sp.</i>								
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironominae Mf.	79,2			2,9				
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Orthocladiinae Mf.	19,5	2,7	1,8	43,0	29,5	8,0	3,6	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Tanypodinae Mf.	14,7			1,0	6,3	3,6	2,7	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	<i>Culex sp.</i>								
Arthropoda	Insecta	Diptera	Dixidae	<i>Dixella sp.</i>		0,9						
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>								
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Hemerodromia sp.</i>	1,0			1,0				
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Clogmia sp.</i>	3,9			1,0				
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Maruina sp.</i>					8,9			

Ibagué y Piedras (Tolima)

Phyllum	Clase	Orden	Famiia	Morfoespecie	Estación de monitoreo						
					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium sp.</i>	1,0			1,0	4,5		
Arthropoda	Insecta	Diptera	Stratiomyidae	<i>Odontomyia sp.</i>		8,9		1,0			
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis sp.</i>				2,9		0,9	0,9
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes sp.</i>				7,8	8,9	1,8	
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Callibaetis sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius sp.</i>				6,8			
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Nanomis sp.</i>				40,1			
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp.</i>	1,0				13,4	165,2	71,4
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Tricorythodes sp.</i>		0,9	0,9				
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>				2,0	6,3	10,7	10,7
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Brachymetra sp.</i>		9,8					
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Hebridae	<i>Hebrus sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	<i>Petrophila sp.</i>						0,9	
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Pyralidae	Pyralidae Mf.						1,8	0,9
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis sp.</i>					1,8	3,6	1,8
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina sp.</i>				1,0		2,7	
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia sp.</i>						0,9	
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Epigomphus sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Blepharopus sp.</i>				4,9		2,7	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema sp.</i>				14,7	21,4	5,4	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea sp.</i>					17,9	16,1	3,6
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila sp.</i>						2,7	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus sp.</i>					2,7		
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>		0,9					
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	<i>Physa sp.</i>	1,0	43,8		1,0			

Ibagué y Piedras (Tolima)

Phyllum	Clase	Orden	Famiia	Morfoespecie	Estación de monitoreo							
					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Gyraulus sp.</i>		1,8						
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Amnicolidae	<i>Amnicola sp.</i>		2,7						2,7
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides sp.</i>							1,8	6,3
Platyhelminthes	Trapaxonemata	Tricladida	Dugesiidae	<i>Girardia sp.</i>	10,8					13,4		
<b>Total</b>					<b>167,1</b>	<b>85,7</b>	<b>8,9</b>	<b>202,3</b>	<b>156,3</b>	<b>267,0</b>	<b>108,0</b>	
<b>Riqueza (Nº de morfoespecies)</b>					<b>13</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	

Tabla 5.2-36 Características de los principales taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos reportados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados Estaciones E8- E14

Phyllum	Clase	Orden	Famiia	Morfoespecie	Estación de monitoreo							Total Ind/m <sup>2</sup>
					E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	
Annelida	Clitellata	Hirudinia	Glossiphoniidae	<i>Placobdella sp.</i>			0,9			0,9		15,4
Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	<i>Tubifex sp.</i>	0,9							31,7
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Austrolimnius sp.</i>							4,5	5,4
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis sp.</i>							1,8	3,7
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis sp.</i>			1,8					12,5
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Microcylloepus sp.</i>	17,0		17,0	0,9	14,3		18,8	176,6
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Phanocerus sp.</i>							0,9	0,9
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus sp.</i>				0,9	0,9			4,6
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus sp.</i>		0,9			0,9			10,8
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Limnichidae	<i>Eulimnichus sp.</i>							3,6	3,6
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops sp.</i>								2,7
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	<i>Oxytelus sp.</i>								0,9
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	<i>Stenus sp.</i>					0,9			4,5
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Alluaudomyia sp.</i>	0,9	0,9					0,9	5,5
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon sp.</i>		0,9						0,9
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironominae Mf.					12,5			94,6

Ibagué y Piedras (Tolima)

Phyllum	Clase	Orden	Famiia	Morfoespecie	Estación de monitoreo							Total Ind/m <sup>2</sup>
					E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Orthoclaadiinae Mf.	13,4	29,5	31,3	8,9	13,4		24,1	228,6
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Tanypodinae Mf.	6,3	21,4	1,8	8,9	159,8	29,5	12,5	268,3
Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	<i>Culex sp.</i>		4,5						4,5
Arthropoda	Insecta	Diptera	Dixidae	<i>Dixella sp.</i>								0,9
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>		0,9		0,9				1,8
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Hemerodromia sp.</i>								2,0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Clogmia sp.</i>								4,9
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Maruina sp.</i>								8,9
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium sp.</i>	57,1				58,0	144,6	382,1	648,4
Arthropoda	Insecta	Diptera	Stratiomyidae	<i>Odontomyia sp.</i>			0,9					10,8
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis sp.</i>								4,7
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes sp.</i>	3,6		13,4		0,9		8,0	44,4
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Callibaetis sp.</i>			8,9		7,1			16,1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius sp.</i>								6,8
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Nanomis sp.</i>					8,9		3,6	52,6
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp.</i>	4,5	2,7	58,0	36,6	9,8		22,3	384,9
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Tricorythodes sp.</i>				3,6				5,4
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	5,4		14,3		3,6		8,9	61,8
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma sp.</i>		6,3						6,3
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Brachymetra sp.</i>								9,8
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Hebridae	<i>Hebrus sp.</i>					1,8			1,8
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp.</i>			0,9					0,9
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia sp.</i>	0,9	0,9						1,8
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	<i>Petrophila sp.</i>								0,9
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Pyralidae	Pyralidae Mf.		0,9	0,9					4,5
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus sp.</i>	19,6		8,0		12,5		3,6	50,9
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina sp.</i>								3,7
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia sp.</i>	0,9						0,9	2,7

Ibagué y Piedras (Tolima)

Phyllum	Clase	Orden	Famiia	Morfoespecie	Estación de monitoreo							Total Ind/m <sup>2</sup>	
					E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14		
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Epigomphus sp.</i>		0,9							0,9
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Blepharopus sp.</i>	0,9		5,4						13,8
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema sp.</i>	13,4		39,3		12,5	4,5	9,8		120,9
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea sp.</i>			4,5		6,3	0,9			49,1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila sp.</i>					0,9				3,6
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus sp.</i>									2,7
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>				2,7				0,9	4,5
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	<i>Physa sp.</i>			0,9						46,6
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Gyraulus sp.</i>						2,7			4,5
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Amnicolidae	<i>Amnicola sp.</i>		0,9							6,3
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides sp.</i>							0,9		8,9
Platyhelminthes	Trapaxonemata	Tricladida	DugesIIDae	<i>Girardia sp.</i>	0,9	0,9							25,9
<b>Total</b>					145,5	72,3	208,0	63,4	325,0	183,0	508,0		2500,7
<b>Riqueza (Nº de morfoespecies)</b>					15	14	17	8	18	6	18		56

Tabla 5.2-37 Características de los principales taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos reportados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Estación de monitoreo			Total
					L2 Léntico 2	L3 Léntico 3	L4 Léntico 4	
Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	<i>Tubifex sp.</i>	83,33			83,33
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Elodes sp.</i>			1,79	1,79
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironominae Mf.	83,33	41,67	3,57	128,57
Arthropoda	Insecta	Diptera	Stratiomyidae	<i>Odontomyia sp.</i>			2,68	2,68
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma sp.</i>			0,89	0,89
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Trepobates sp.</i>			16,96	16,96
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia sp.</i>			0,89	0,89

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Estación de monitoreo			Total
					L2 Lentico 2	L3 Lentico 3	L4 Lentico 4	
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia sp.</i>			0,89	0,89
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>		41,67	41,07	82,74
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoïdes sp.</i>	13,89			13,89
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>180,56</b>	<b>83,33</b>	<b>68,75</b>	<b>332,64</b>
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>					3	2	8	10

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices alfa

En la Figura 5.2-73 se presentan los valores calculados del índice de diversidad de Shannon-Weaver para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, donde las estaciones Quebrada Doima-E1, Quebrada San Javier-E2, Quebrada Opia-E3, Quebrada Opia-E6, Quebrada Opia-E7, Quebrada San Javier-E8, Quebrada Armadillos 2-E9, Quebrada Armadillos 2-E11, Quebrada San Guaico-E12 y Quebrada La Perica-E13 presentaron niveles bajos de diversidad, con valores inferiores a 2 bits/Ind, donde la comunidad presenta algunas dominancias que no permiten que se establezca, mientras que para las estaciones Quebrada Doima-E4, Quebrada San Javier-E5 y Quebrada Doima-E10 se registraron valores de diversidad superiores a 2 bits/Ind, lo que corresponde a una diversidad media, es importante resaltar que en la mayoría de los ecosistemas naturales este valor varía entre 0,5 y 5, aunque lo normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. La baja diversidad puede estar asociada a las condiciones presentadas al momento del monitoreo, las cuales estuvieron determinadas por la falta de varios microhábitats, como la hojarasca, troncos sobre el cauce y remansos, adicionalmente al momento del monitoreo el cauce de la mayoría de las quebradas se encontraba crecido, debido a las precipitaciones previas al monitoreo, lo cual ocasiona el arrastre de organismos.

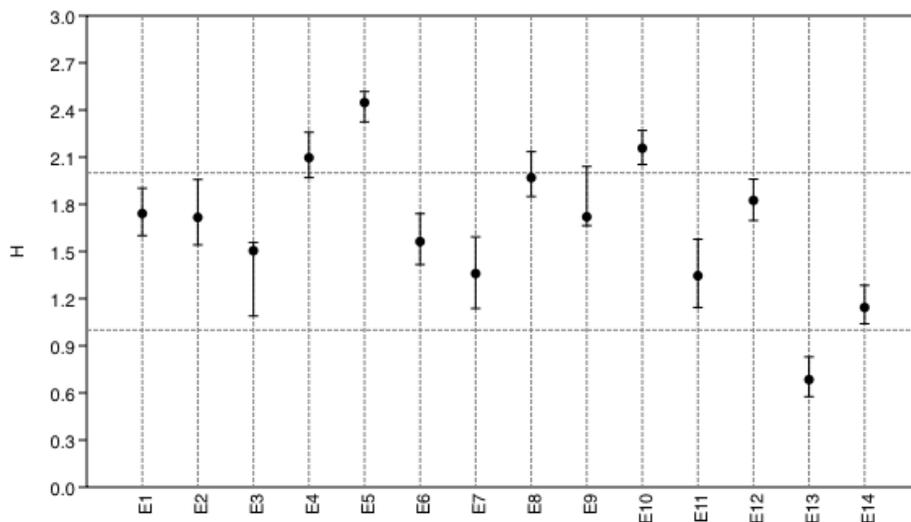


Figura 5.2-73 Diversidad de Shanon (H').

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de dominancia (Simpson), se registraron valores inferiores a 0,5 para todas las estaciones a excepción de la Quebrada La Perica-E13 y la Quebrada La Borbona-E14 (Figura 5.2-74), lo que demuestra que esta comunidad en la mayoría de los puntos de monitoreo presenta una distribución equitativa de las morfoespecies registradas, por ende, una mayor diversidad, principalmente para la Quebrada San Javier-E5, cuyo valor es el más cercano a 0 (0,1041), y la Quebrada Doima-E10 para la cual se obtuvo un valor de 0,1041, mientras que la Quebrada La Perica-E13 registró el valor más alto (0,6513) lo que evidencia que existe una menor diversidad y abundancias marcadas de sus morfoespecies, para esta estación se registra una marcada abundancia de la morfoespecie *Simulium sp.*

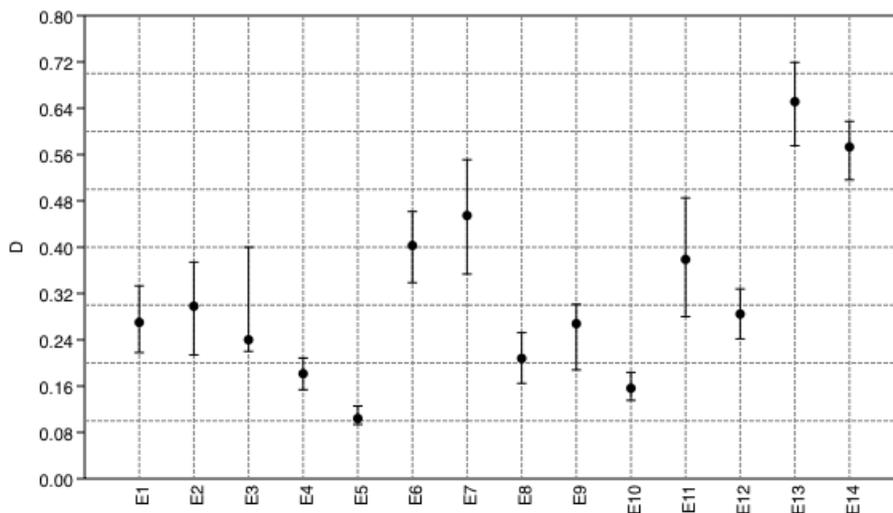


Figura 5.2-74 Dominancia de Simpson (D).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de Equidad de Pieluo en la Figura 5.2-75 se evidencia que para los puntos de monitoreo Quebrada Opia-E3 y Quebrada San Javier-E5 se registraron los valores más altos; 0,935 y 0,8827, respectivamente, lo cual demuestra que, las abundancias de las morfoespecies registradas para estos puntos tienden a ser muy similares, mientras que para la Quebrada La Perica-E13 y la Quebrada La Borbona-E14

se presentan abundancias menos uniformes, donde *Simulium sp.* es la más representativa, en ambos puntos.

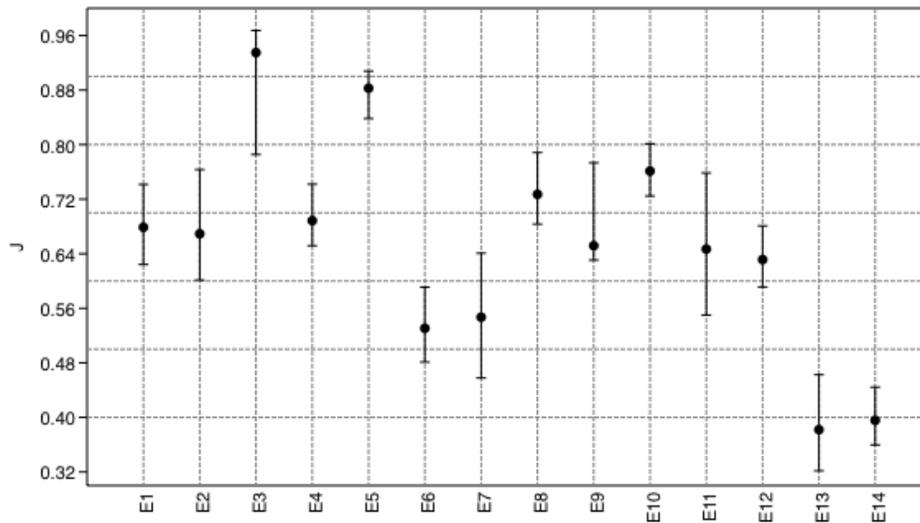


Figura 5.2-75 Equidad de Pielou (J).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### ➤ Índices Beta

Con base en el análisis de conglomerados o similitud de Bray-Curtis efectuado a las estaciones evaluadas en el periodo lluvioso, se encontró que la comunidad de macroinvertebrados acuáticos para los puntos de muestreo Quebrada Opia-E7 y Quebrada Doima-E10 presentó una similitud del 55% aproximadamente (Figura 5.2-76), esto se debe a que ambos puntos comparten 9 morfoespecies y una abundancia alta de *Leptohyphes sp.*

Otro grupo de estaciones que presentan una mayor similitud, corresponden a la Quebrada San Javier-E8 y la Quebrada San Guaico-E12 cuya similitud es del 53% aproximadamente, dado que comparten 9 morfoespecies, con abundancias muy similares. Respecto a las estaciones Quebrada Opia-E3 y Quebrada San Javier-E2 estas divergen de las demás, por registrar morfoespecies únicamente para estos puntos, tal es

el caso de *Brachymetra sp.*, *Dixella sp.* y *Oxythelus sp.* Reportadas exclusivamente para la Quebrada San Javier-E2.

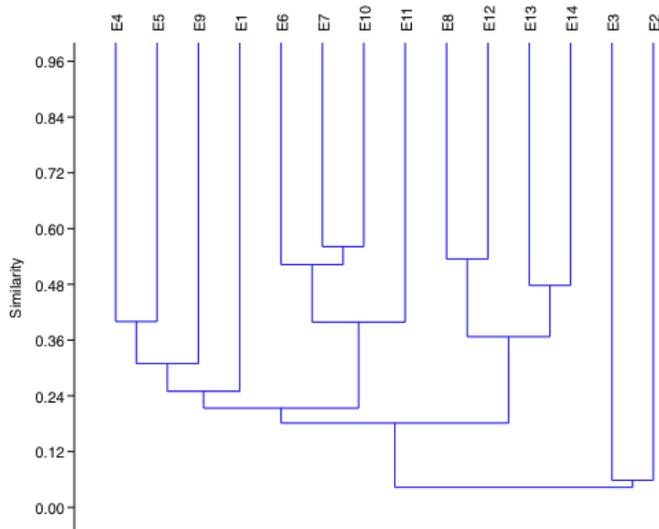


Figura 5.2-76 Dendrograma de similitud del índice de Bray-Curtis.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Resultado índice BMWP/Col

Los resultados arrojados por el índice BMWP/Col para los cuerpos de agua lóticos evaluados (Tabla 5.2-38) evidencian que para la Quebrada Doima en los tres tramos monitoreados se registraron organismos característicos de aguas contaminadas, por lo que en el punto Quebrada Doima-E1 se obtuvo una calidad de agua crítica, es decir, aguas muy contaminadas con un valor de BMWP de 43, esto se relaciona con las observaciones realizadas el día del monitoreo, donde alrededor del cuerpo de agua se encontraba gran cantidad de desechos sólidos (basuras, escombros), además de evidenciarse olores desagradables, debido a los posibles vertimientos derivados de las actividades agrícolas y urbanas, en cuanto a los otros dos puntos monitoreados, Quebrada Doima- E4 y Quebrada Doima-E10 según el índice BMWP/Col se catalogan como aguas de calidad Dudosa, es decir, Aguas moderadamente contaminadas con valores de 66 y 63 respectivamente.

Respecto al cuerpo de agua Quebrada San Javier, se monitorearon tres puntos, donde la Quebrada San Javier-E2 y Quebrada San Javier-E8 presentaron aguas de calidad

dudosa; es decir, Aguas moderadamente contaminadas, con un valor de BMWP/Col de 52 y 70, respectivamente, lo que corresponde a una calidad de agua clase III. Mientras que la estación Quebrada San Javier-E5 presentó una calidad de agua aceptable, es decir, Aguas ligeramente contaminadas con un valor del BMWP de 78 de clase II, evidenciando condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de la fauna béntica.

Para la Quebrada Opia, se registró una calidad de agua Muy crítica en el punto E3, registrándose un valor de BMWP/Col de 18, lo que corresponde a Aguas fuertemente contaminadas, sin embargo, hay que tener en cuenta que para esta estación se registraron únicamente 4 familias, debido probablemente a las lluvias presentadas previas al monitoreo, lo que provoco el desbordamiento del cuerpo de agua, y con ello el desprendimiento de la comunidad béntica establecida allí. En las estaciones Quebrada Opia-E6 y Quebrada Opia-E7 se reporta una calidad de agua aceptable y dudosa, respectivamente, esto posiblemente este influenciado por familias que presentan una alta puntuación de calidad, pero con una muy baja abundancia.

Según la aplicación del BMWP/Col la Quebrada Armadillos 2 presenta un comportamiento, donde en el punto E9 se registra una calidad de agua dudosa, es decir, Aguas moderadamente contaminadas, mientras que la estación E11, presentó aguas muy contaminadas, lo que corresponde a una calidad de agua crítica, evidenciándose que parte del cuerpo de agua se encuentra canalizado para ser utilizado para riego de cultivos agrícolas, por lo que las condiciones y características del sustrato han sido modificadas y el establecimiento de la comunidad se hace más complejo.

Finalmente, para los cuerpos de agua Quebrada San Guaico-E12 y Quebrada La Borbona-E14 se presentaron aguas Ligeramente contaminadas, con un valor de BMWP/Col de 76 y 81, respectivamente, mientras que para la Quebrada La Perica-E13 se obtuvo un valor de 25, es decir, aguas muy contaminadas, hay que tener en cuenta que, como lo han planteado Junk & Wantzen (2004), la estabilidad, diversidad y disponibilidad de hábitats, depende de la morfometría fluvial. Para Poole (2002), estas características pueden ser más influyentes en el normal desarrollo y estabilidad de una especie y su comunidad.

Cabe resaltar la importancia de la utilización de estos índices como herramienta de diagnóstico de la calidad de agua de un ecosistema lótico determinado. Aunque existen falencias, como menciona Álvarez, (2005) al basarse solamente en el nivel taxonómico de familia, en unos pocos casos existen géneros dentro de una misma familia con un valor de indicación diferente, debido a que tienen representantes tanto de aguas limpias como de aguas con algún grado de contaminación, por lo que se hace necesario tener en cuenta otras variables que evidencien de manera más finita la calidad del agua del sistema analizado.

**Tabla 5.2-38 Resultados BMWP/Col para las estaciones de muestreo sobre los cuerpos de agua lóticos**

Estación	Familias	BMWP	Clase	Calidad	Significado	Color
<b>E1 Quebrada Doima</b>	Ceratopogonidae, Chironomidae, Elmidae, Empididae, Glossiphoniidae, Leptohyphidae, Physidae, Psychodidae, Simuliidae	<b>43</b>	<b>IV</b>	Crítica	Aguas muy contaminadas	
<b>E4 Quebrada Doima</b>	Baetidae, Calopterygidae, Chironomidae, Elmidae, Empididae, Glossiphoniidae, Hydrophilidae, Hydropsychidae, Leptophlebiidae, Physidae, Psychodidae, Simuliidae	<b>66</b>	<b>III</b>	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	
<b>E10 Quebrada Doima</b>	Baetidae, Chironomidae, Corydalidae, Elmidae, Glossiphoniidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Physidae, Peralidae, Veliidae	<b>63</b>	<b>III</b>	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	
<b>E2 Quebrada San Javier</b>	Chironomidae, Dixidae, Gerridae, Glossiphoniidae, Hydrophilidae, Leptohyphidae, Palaemonidae, Physidae, Planorbidae, Staphylinidae	<b>52</b>	<b>III</b>	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	

Ibagué y Piedras (Tolima)

Estación	Familias	BMWP	Clase	Calidad	Significado	Color
<b>E5 Quebrada San Javier</b>	Baetidae, Chironomidae, Corydalidae, Elmidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Polycentropodidae, Psephenidae, Psychodidae, Simuliidae	<b>78</b>	<b>II</b>	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de la contaminación	
<b>E8 Quebrada San Javier</b>	Baetidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Coenagrionidae, Corydalidae, Elmidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Simuliidae, Veliidae	<b>70</b>	<b>III</b>	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	
<b>E3 Quebrada Opia</b>	Chironomidae, Elmidae, Hydrophilidae, Leptohiphidae	<b>18</b>	<b>V</b>	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	
<b>E6 Quebrada Opia</b>	Baetidae, Calopterygidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Coenagrionidae, Corydalidae, Elmidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Peralidae, Thiaridae	<b>74</b>	<b>II</b>	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de la contaminación	
<b>E7 Quebrada Opia</b>	Baetidae, Chironomidae, Corydalidae, Elmidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Peralidae, Thiaridae	<b>54</b>	<b>III</b>	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	
<b>E9 Quebrada Armadillos 2</b>	Belostomatidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Culicidae, Empididae, Gomphidae, Hydrophilidae, Leptohiphidae, Peralidae, Veliidae	<b>49</b>	<b>III</b>	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	
<b>E11 Quebrada Armadillos 2</b>	Chironomidae, Elmidae, Empididae, Hydrophilidae, Leptohiphidae, Palaemonidae	<b>30</b>	<b>IV</b>	Crítica	Aguas muy contaminadas	

Estación	Familias	BMWP	Clase	Calidad	Significado	Color
<b>E12</b> <b>Quebrada San Guaico</b>	Baetidae, Baetidae, Corydalidae, Elmidae, Hebridae, Hydrophilidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Simuliidae, Staphylinidae	<b>76</b>	<b>II</b>	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de la contaminación	
<b>E13</b> <b>Quebrada La Perica</b>	Chironomidae, Glossiphoniidae, Hydropsychidae, Planorbidae, Simuliidae	<b>25</b>	<b>IV</b>	Crítica	Aguas muy contaminadas	
<b>E14</b> <b>Quebrada la Borbona</b>	Baetidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Coenagrionidae, Corydalidae, Elmidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Limnichidae, Limnichidae, Simuliidae, Thiaridae	<b>81</b>	<b>II</b>	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de la contaminación	

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

El análisis de los resultados del índice BMWP/Col (Tabla 5.2-39) fue registrado para cada uno de los cuerpos de agua léntico ubicados dentro del área el proyecto. Es importante mencionar que se presentaron familias de macroinvertebrados acuáticos indicadores de mala calidad de aguas, según el índice, las lagunas Léntico 2 y Léntico 3 se ubican en la clase V, de calidad muy crítica, cuya característica son aguas fuertemente contaminadas, mientras que Léntico 4 se ubica en la clase IV, de calidad crítica, es decir, aguas contaminadas. La presencia de dípteros de la familia Chironomidae y moluscos pertenecientes a la familia Thiaridae, son indicadores de aguas con alto grado de contaminación por materia orgánica. Las comunidades naturales se caracterizan por tener varias familias que los representan, pero pocos individuos por familias. Sin embargo, en los ambientes donde existe un mayor grado de contaminación, las familias se reducen, pero aumentan la cantidad de los individuos por familia (Roldán-Pérez, 2016). Basado en esto se puede decir que las lagunas con mayor grado de contaminación por la presencia de la materia orgánica son las anaeróbicas. Los cambios en la sedimentación y en la disminución del oxígeno disuelto suelen ser evidencia de una mayor presencia de la materia orgánica, lo que ocasiona una reducción de los órdenes de

Ibagué y Piedras (Tolima)

macroinvertebrados, lo que provoca que las familias que no son tolerantes a estos cambios vayan desapareciendo, por lo tanto, la diversidad (Muñoz, Mendoza, & Valdovinos, 2001).

Tabla 5.2-39 Resultados BMWP/Col para las estaciones de muestreo sobre los cuerpos de agua lénticos

Estación	Familias	BMWP	Clase	Calidad	Significado	Color
L2 Lentico 2	Chironomidae, Thiaridae	7	V	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo
L3 Lentico 3	Chironomidae, Palaemonidae	10	V	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo
L4 Lentico 4	Belostomatidae, Chironomidae, Coenagrionidae, Gerridae, Palaemonidae, Scirtidae, Veliidae	45	IV	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Figura 5.2-77 se observa la calidad de agua de cada uno de los cuerpos de agua evaluados de acuerdo con el código de colores empleados por el índice BMWP/Col.

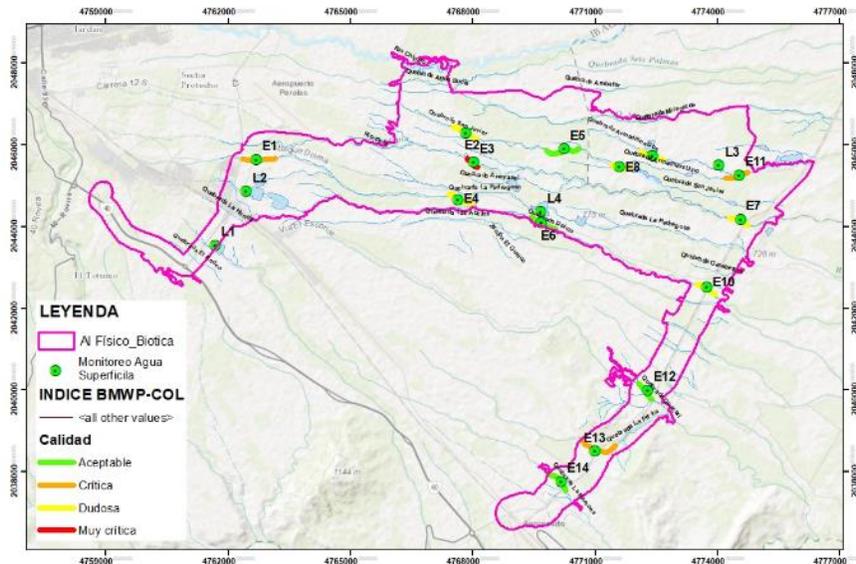


Figura 5.2-77 Calidad de agua de los cuerpos de agua monitoreados conforme a los valores obtenidos por el índice BMWP/Col.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

#### 5.2.1.2.2.4.1.2 Época seca

##### ➤ Composición y estructura

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos se reportó para los 13 puntos de muestreo establecidos en los cuerpos de agua lóticos, registrando una densidad total de 2306,38 Ind/m<sup>2</sup>, correspondiente a 2575 individuos, pertenecientes a 61 taxa distribuidos entre los phylum Annelida, Arthropoda y Mollusca, siendo los artrópodos los más abundantes y diversos representado por 9 órdenes, 32 familias y 53 morfoespecies, mientras que los Mollusca estuvieron conformados por 2 órdenes, 4 familia y 6 morfoespecies. Respecto a los Annelida, se registró un orden, una familia y una morfoespecie (Tabla 5.2-40). En el **Anexo D.2.6.2 Ecosistemas acuáticos** se indica la estructura taxonómica y la abundancia neta de los macroinvertebrados acuáticos hallados en el área de estudio.

**Tabla 5.2-40 Diversidad y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos registrada en los cuerpos de agua lóticos monitoreados**

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	Nº de familias	Nº de morfoespecie	Abundancia	Ind/m <sup>2</sup>
Annelida	Clitellata	Hirudinia	1	1	39	34,93
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	8	11	340	304,52
Arthropoda	Insecta	Diptera	6	13	1351	1210,07
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	3	8	432	386,93
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	4	4	21	18,80
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	2	3	7	6,27
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	1	1	22	19,70
Arthropoda	Insecta	Odonata	3	3	15	13,42
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	4	10	219	196,17
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	1	1	4	3,57
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	2	4	95	85,10
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	2	2	30	26,85
<b>Total</b>			<b>37</b>	<b>61</b>	<b>2575</b>	<b>2306,33</b>

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Respecto a los cuerpos de agua lénticos, se registraron individuos únicamente para las estaciones Léntico 2, Léntico 3 y Léntico 4, en la estación Léntico 1 no fue posible realizar los muestreos dado que se encontraba seca. Para estos cuerpos de agua se registraron

379,36 Ind/m<sup>2</sup> correspondiente a 260 individuos y 6 taxa pertenecientes al phylum Arthropoda (Tabla 5.2-41).

**Tabla 5.2-41 Diversidad y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos registrada en los cuerpos de agua lénticos monitoreados**

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	Nº de familias	Nº de morfoespecie	Abundancia	Ind/m <sup>2</sup>
Arthropoda	Collembola	Entomobryomorpha	1	1	4	3,57
Arthropoda	Insecta	Diptera	1	1	15	138,4232523
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	1	1	1	10,63829787
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	2	2	239	213,39
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	1	1	1	13,33
<b>Total</b>			<b>6</b>	<b>6</b>	260	379,35

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

En la Tabla 5.2-34 se presentan las características principales de algunos taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos encontrados en las diferentes estaciones de muestreo.

La composición general a nivel de phylum muestra que el 94% de los organismos registrados en los cuerpos de agua lóxicos pertenecen a Arthropoda, el 5% al phylla Mollusca y el 1% a los Annelidos (Figura 5.2-78).

La clase Insecta dominó en la mayoría de los cuerpos de agua lóxicos evaluados, siendo Díptera el orden más abundante de este grupo con el 52,47% de la abundancia total, seguido del orden Ephemeroptera con el 16,78%, Coleóptera con el 13,20% y Trichoptera con el 8,50%. Los demás órdenes reportados registraron abundancias inferiores al 3,69% (Figura 5.2-79). La abundancia del orden Díptera sobre los demás órdenes registrados se debe a que estos insectos presentan una amplia distribución y son los más abundantes en las aguas continentales, debido a su capacidad de tolerar amplios rangos ambientales, además estos juegan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos como eslabones en la red trófica al consumir principalmente materia orgánica particulada, algas, hongos, fragmentos y fibras de hojas y madera, polen, otros invertebrados acuáticos y restos de animales (Henriques-Oliveira, Nessimian, & L., 2003)

Ibagué y Piedras (Tolima)

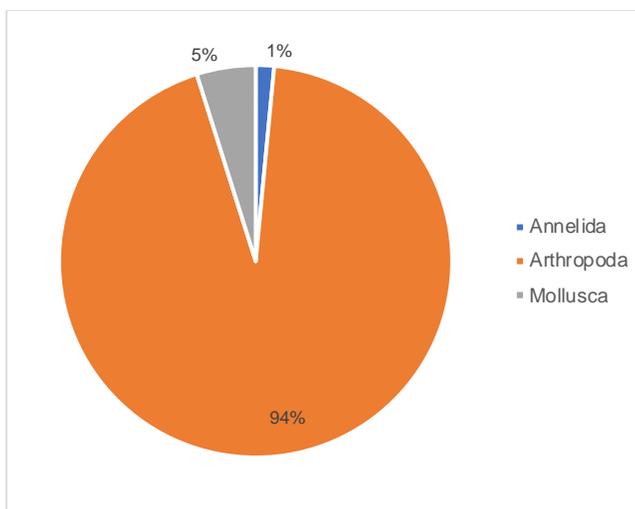


Figura 5.2-78 Porcentaje de abundancia de los phylum de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóaticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

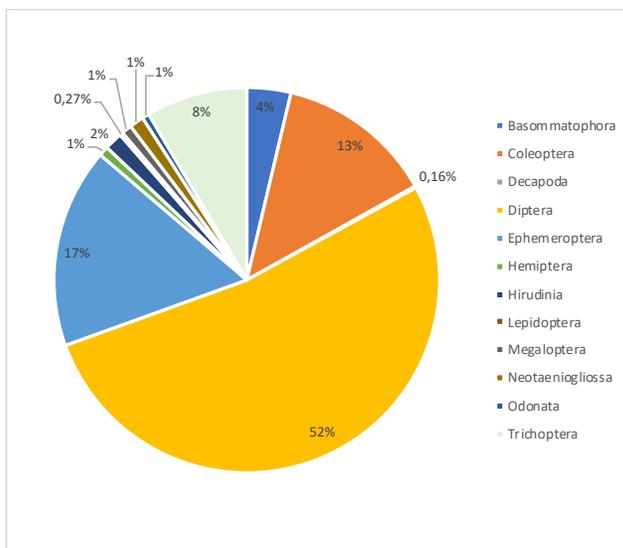
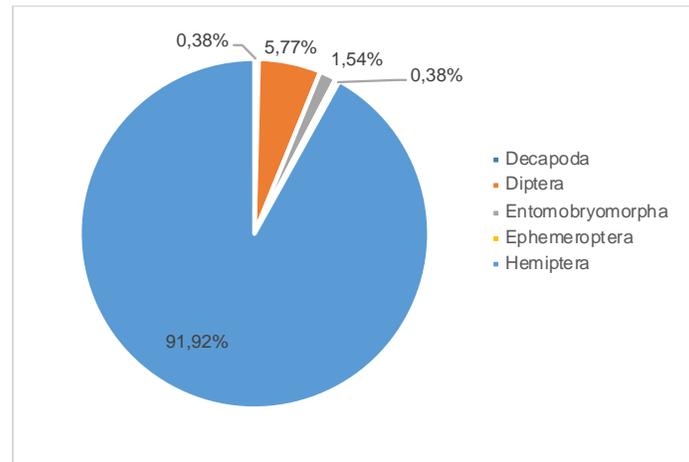


Figura 5.2-79 Porcentaje de abundancia de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóaticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Para el caso de los cuerpos de agua lénticos a nivel general, la clase Insecta fue la más representativa, siendo el orden Hemíptera el más abundante de este grupo con el 91,92% de la abundancia total, seguido del orden Díptera con el 5,77%. Mientras que la clase Collembola con el orden Entomobryomorpha, aportaron el 1,54% de la abundancia total (Figura 5.2-80).



**Figura 5.2-80 Porcentaje de abundancia de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Para las estaciones de monitoreo Quebrada Doima-E1, Quebrada Doima-E4, Quebrada San Javier-E8, Quebrada Armadillos 2-E11, Quebrada San Guaico-E12 y Quebrada La Perica-E13 el orden Díptera es el más representativo en términos de abundancia aportando entre el 27,66% y el 98,49% de la abundancia total para cada estación (Figura 5.2-81). Los dípteros constituyen un orden diverso, muchas especies se han adaptado a la explotación de las aguas durante su fase de larva y algunas familias han logrado que su distribución se haya extendido a las aguas salubres, marinas e hipersalinas. Adicionalmente, algunas de las familias de este orden, están relacionadas con procesos de descomposición de materia orgánica, lo cual permite que su reproducción y crecimiento sea de manera exponencial. Para este orden se registraron 13 morfoespecies diferentes, dentro de los que se incluyen *Alluaudomyia* sp., *Atrichopogon* sp., *Probezzia*

sp., Chironominae Mf., Orthocladiinae Mf., Tanypodinae Mf., *Chelifera* sp., *Hemerodromia* sp., *Molophilus* sp., *Clogmia* sp., *Maruina* sp., *Psychoda* sp. y *Simulium* sp.

Respecto a las estaciones Quebrada Opia-E6, Quebrada Opia-E7, Quebrada Doima-E10 y Quebrada la Borbona-E14, el orden más abundante corresponde a Ephemeroptera, el cual aportó entre el 28,65% y el 71,74% de la abundancia total para cada una de estas estaciones, representado por las morfoespecies *Americabaetis* sp., *Baetodes* sp., *Callibaetis* sp., *Tricorythodes* sp. *Farrodes* sp., *Thraulodes* sp. y *Traverella* sp. Los efemerópteros viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas, aunque algunas pocas especies pueden resistir moderados grados de contaminación orgánica.

Finalmente, para las estaciones Quebrada San Javier-E2, Quebrada Opia-E3 y Quebrada San Javier-E5 el orden Coleóptera es el más abundante, con porcentajes de abundancia de 34,15% y 46,08%. Para este orden se identificaron 11 morfoespecies, de los cuales se destacan *Microcylloepus* sp., *Macrelmis* sp. y *Stenus* sp. La mayoría de los coleópteros acuáticos viven en aguas continentales lóxicas y lénticas, representadas en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. También se les ha encontrado en zonas ribereñas tanto de ecosistemas lóxicos como lénticos. En las zonas lóxicas, los sustratos más representativos son troncos y hojas en descomposición, grava, piedras, arenas y la vegetación sumergida y emergente. Las zonas más ricas en estos organismos son las aguas someras en donde la velocidad de la corriente no es fuerte, aguas limpias, con concentraciones altas de oxígeno y temperaturas medias. En los ecosistemas lénticos, se encuentran principalmente en las zonas ribereñas ya sea nadando libremente en la superficie o sobre la vegetación. En charcas temporales viven libremente o sobre la vegetación emergente (Roldán, 2003).

En cuanto a riqueza de órdenes, las estaciones de monitoreo Quebrada San Javier-E2, Quebrada Opia-E3, Quebrada Opia-E6, Quebrada San Javier-E8, Quebrada San Guaico-E12 y Quebrada la Borbona-E14 reportaron el mayor número con 8, seguida de las estaciones Quebrada San Javier-E5 y Quebrada Armadillos 2-E11 con el registro de 7

Ibagué y Piedras (Tolima)

órdenes, las demás estaciones registraron menos de 6 órdenes, este resultado de baja riqueza puede ser como consecuencia de las condiciones ambientales presentes en estos cuerpos de agua, que disminuye la disponibilidad de diversos sustratos.

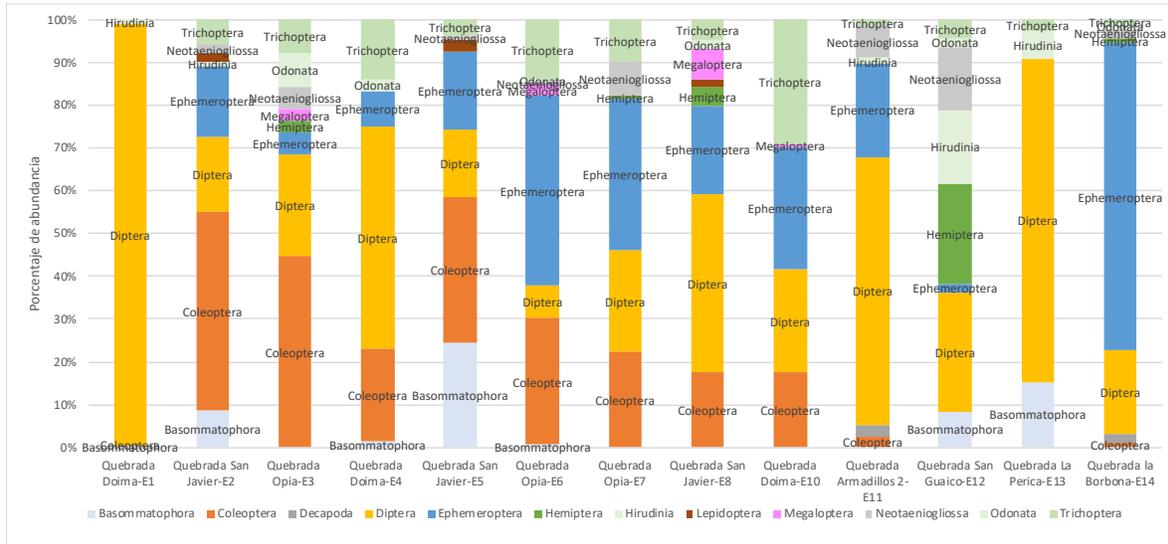
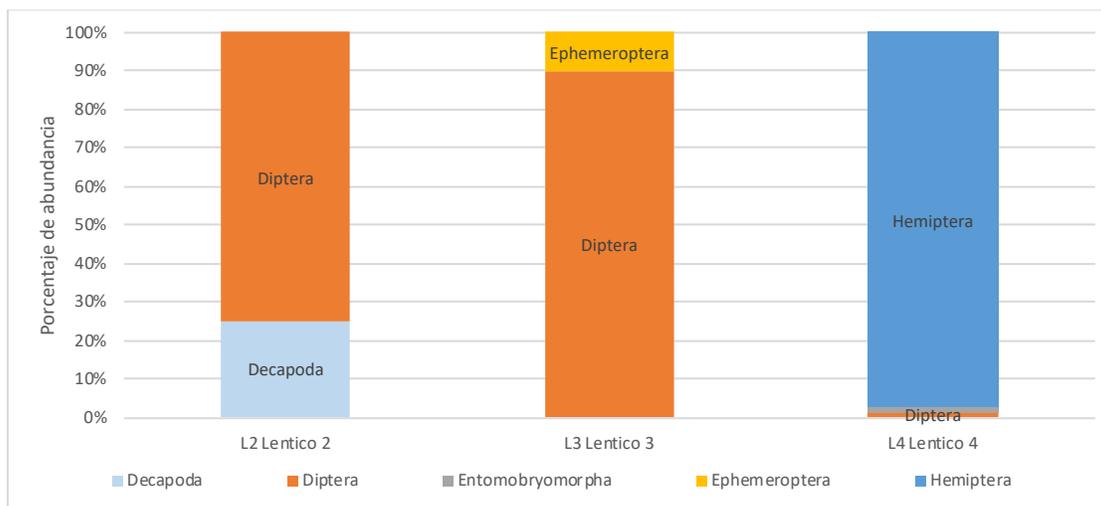


Figura 5.2-81 Porcentaje de abundancia de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En cuanto a los cuerpos de agua lenticos, para la estación Léntico 4 el orden Hemíptera fue el más representativo, aportando el 97,15% de la abundancia total, mientras que para las estaciones Léntico 2 y Léntico 3 el orden Díptera fue el más abundante aportando el 75% y 90% de la abundancia respectivamente (Figura 5.2-82).

Ibagué y Piedras (Tolima)



**Figura 5.2-82 Porcentaje de abundancia de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

En la Figura 5.2-83 se presentan las abundancias de las familias de macroinvertebrados reportadas para cada una de las estaciones monitoreadas en los cuerpos de agua lóticos. A nivel general, se registraron 37 familias, de las cuales Chironomidae, Leptohyphidae y Elmidae son las más abundantes, aportando el 41,75%, 11,69% y el 11,22% de la abundancia total, respectivamente.

Para las estaciones Quebrada Doima-E1, Quebrada Doima-E4, Quebrada San Javier-E8, Quebrada Armadillos 2-E11 y Quebrada San Guaico-E12 la familia más abundante corresponde a Chironomidae, la cual aportó entre el 27,66% y el 97,13%. La familia Chironomidae ocupa un amplio rango de hábitats de agua dulce y frecuentemente son los dípteros más abundantes del bentos de ríos y arroyos (Medina & Paggi, 2004) y en general son indicadores de agua mesoeutróficas. Las larvas pueden ser macrófagas (carnívoras), micrófagas (fitófagas) o detritívoras. Pese a la gran dedicación que esta familia ha recibido por parte de los especialistas, son escasos los estudios faunísticos de los ambientes lóticos que incluyen detalles de su ecología. Una de las principales razones que determinan estas omisiones se basa en las dificultades para identificar el material inmaduro (larvas) a nivel de especie o en muchos casos aún a nivel de género (Medina

& Paggi, 2004). La taxonomía y la nomenclatura de Chironomidae, así como la de muchos insectos, están asociadas directamente al estado adulto e incluso el nombre formal de una especie nueva no es atribuido convencionalmente sino está descrito este estado (Cranston, 2000).

Respecto a las estaciones Quebrada Opia-E6, Quebrada Opia-E7 y Quebrada la Borbona-E14 la familia Leptohyphidae es de las más abundantes aportando el 27,68%, el 27,45% y el 63,04% de la abundancia total para cada estación (Figura 5.2-83). Las ninfas pertenecientes a esta familia se encuentran en todo tipo de ríos y quebradas, incluyendo quebradas degradadas en áreas cultivadas. Viven entre las piedras, hojarasca sumergida y vegetación acuática, en donde se refugian de las corrientes fuertes. Muchas veces se encuentran dentro del fango en el fondo de las quebradas, algunas especies de esta familia pueden llegar a tolerar niveles relativamente altos de contaminación.

En cuanto a la estación Quebrada La Perica-E13, Simuliidae corresponde a la familia más representativa en términos de abundancia, con un porcentaje del 51,42% (Figura 5.2-83). Estos dípteros, son de hábitos diurnos, que suelen habitar arroyos, ríos o torrentes, en general con corriente, en los que el agua es muy oxigenada y con cierta cantidad de materia orgánica en suspensión, pero no contaminadas, condiciones bióticas necesarias para el desarrollo de las larvas.

La familia Elmidae, se registró con mayor abundancia para las estaciones Quebrada San Javier-E2, Quebrada Opia-E3, Quebrada Opia-E6 y Quebrada Opia-E7 con porcentajes que varían entre 22,55% y 42,11%. La familia Elmidae tiene distribución cosmopolita y la mayoría de las especies se encuentran principalmente en los rápidos de ríos, quebradas y riachuelos (Jäch & Balke, 2008), con buena disponibilidad de oxígeno, encontrándose en sustratos rocosos con presencia de hojarasca a (Passos *et al.* 2003) donde son importantes constituyentes de la comunidad bentónica (Manzo, 2003). Los élmidos son sensibles a cambios físicos y químicos en ambientes acuáticos (Jach & Balke 2008) y consecuentemente, son susceptibles a las actividades antrópicas, tales como la agricultura y a contaminantes domésticos e industriales (Manzo, 2003). Adicionalmente

están presentes a lo largo de todo el año y son relativamente abundantes en los cuerpos de aguas (Ribera & Foster, 1997). Estas razones motivan a considerar este grupo de insectos acuáticos como excelente bioindicador para programas de monitoreo de calidad, conservación y manejo de ecosistemas acuáticos (Archangelsky & Manzo, 2007).

Finalmente, para la estación Quebrada San Javier-E5 la familia Physidae y Staphylinidae corresponden a las más abundante, aportando el 17,07% cada una, mientras que para la estación Quebrada Doima-E10 lo fue la familia Hydropsychidae con el 27,30% de la abundancia total. Respecto a los individuos de la familia Physidae, estos caracoles suelen estar adaptados para habitar diferentes tipos de ecosistemas acuáticos, lo que favorece su proliferación; al igual que las larvas de Hydroptilidae que se encuentran en una gran variedad de hábitats, tanto lénticos como lóticos, pero son especialmente abundantes en paredes de cascadas y en la zona de salpicadura en rocas grandes en medio de ríos con corrientes fuertes, donde se alimentan de diatomeas y otras algas. También hay algunas especies que habitan lagos y otros ambientes lénticos y se han encontrado especies en aguas con condiciones fisico-químicas bastante extremas, como altas temperaturas y pH ácido.

Las estaciones más diversas en cuanto a familias corresponden a la Quebrada San Javier-E8 y la Quebrada San Javier-E5 con un total de 20 y 17 familias, respectivamente, seguido de la estación Quebrada San Javier-E2 con 16 familias, mientras que la Quebrada Opia-E6 reportó 13 familias, las demás estaciones registraron menos de 11 familias (Figura 5.2-83).

Ibagué y Piedras (Tolima)

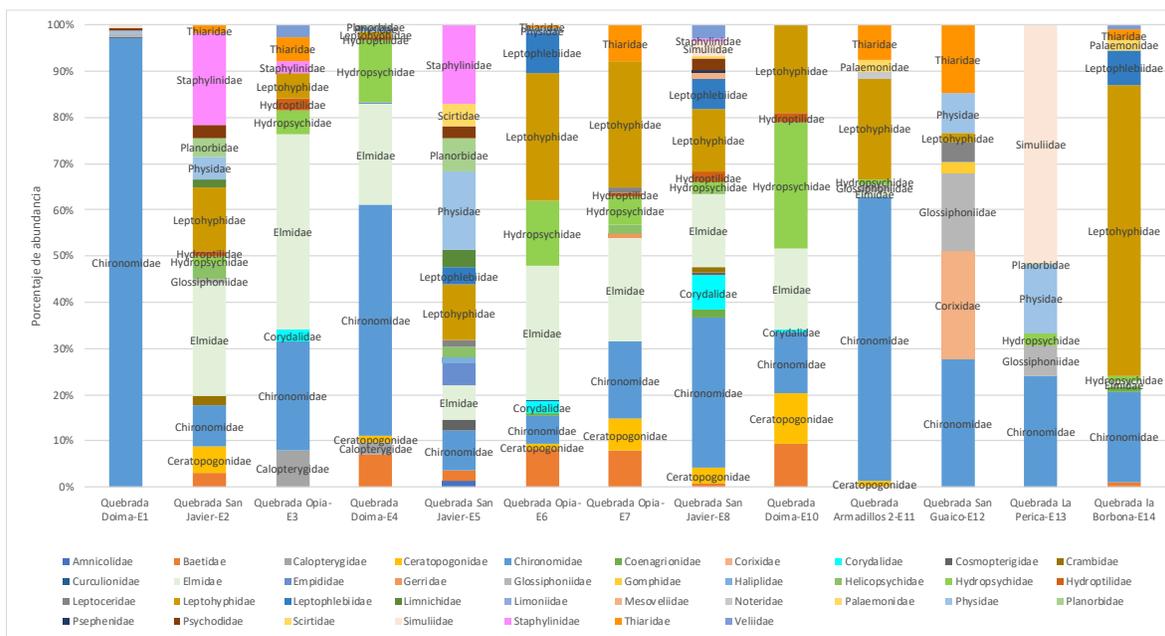


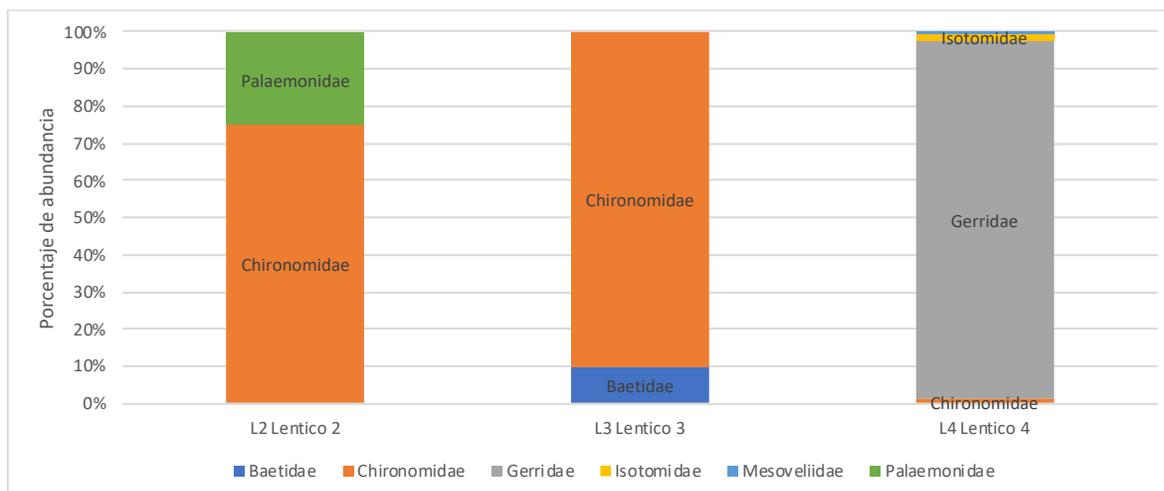
Figura 5.2-83 Porcentaje de abundancia de las familias de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóaticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En cuanto a los cuerpos de agua lénticos, se registraron 6 familias, de las cuales Gerridae y Chironomidae son las más abundantes a nivel general, aportando el 91,15% y el 5,77% de la abundancia total. Para el cuerpo de agua Léntico 4 la familia Gerridae es la más abundante aportando el 96,34% de la abundancia total, mientras que para el Léntico 2 y el Léntico 3 la familia más abundante corresponde a Chironomidae aportando el 75% y el 90% de la abundancia respectivamente para cada cuerpo de agua (Figura 5.2-84).

Gerridae es una familia de chinches semiacuáticos que pertenecen al suborden Heteroptera, infraorden Gerromorpha (Spence y Andersen, 1994), los cuales son altamente especializados en cuanto a su hábitat en la película superficial del agua; la mayoría se encuentran en aguas con poca corriente, aunque algunas especies se han adaptado a vivir en aguas con flujo rápido (Andersen, 1982) (Aristizábal, 2002)

Ibagué y Piedras (Tolima)



**Figura 5.2-84 Porcentaje de abundancia de las familias de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Para los cuerpos de agua lóxicos monitoreados se registraron un total de 60 morfoespecies, de las cuales la más abundante corresponde a Chironominae Mf., con el 30,02% de la abundancia total, registrando una densidad de 692,41 ind/m<sup>2</sup>, seguido de *Leptohyphes* sp. con el 9,36% de la abundancia total y una densidad de 215,83,90 ind/m<sup>2</sup> y *Microcylloepus* sp. con el 9,09% y una densidad de 209,57 ind/m<sup>2</sup>. Los individuos del género *Leptohyphes*, suelen habitar ríos y arroyos, donde muestran preferencia por sustratos de grava y arena en zonas de buena corriente, sin embargo, algunas especies de este género son frecuentes en zonas marginales con poca corriente y sedimento muy fino (Molineri, 2010). Respecto a *Microcylloepus* las larvas y los adultos de la mayoría de las especies se encuentran en aguas corrientes bien oxigenadas y presentan baja tolerancia a la contaminación orgánica, lo que permite la formulación de índices de calidad ambiental en muchas corrientes neotropicales

Respecto a la abundancia de las morfoespecies en cada una de las estaciones monitoreadas, se pudo evidenciar que para la Quebrada Doima-E1 y la Quebrada San Javier-E8 la subfamilia Chironominae Mf. representó el 92,59% y 17,07% respectivamente para cada estación (Figura 5.2-85), con el registro de 548,23 Ind/m<sup>2</sup> y 25,08 Ind/m<sup>2</sup>. Como se dijo anteriormente, la subfamilia Chironominae contiene organismos

cosmopolitas, asociados a aguas mesoeutroficadas, suelen ser bioindicadores de cuerpos de agua con materia orgánica en descomposición los cuales ocupan un amplio rango de hábitats de agua dulce, siendo los dípteros más abundantes en los ríos.

Para las estaciones Quebrada San Javier-E2 y Quebrada Opia-E3 se presentó una mayor cantidad de individuos de la morfoespecie *Microcyllloepus* sp. aportando el 24,51% y el 42,11% de la abundancia total para cada estación con el registro de 22,39 Ind/m<sup>2</sup> y 14,28 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente. Este género pertenece a la familia Elmidae, los cuales son escarabajos acuáticos de amplia distribución mundial. Las larvas y los adultos de la mayoría de las especies se encuentran en aguas corrientes bien oxigenadas y en gran variedad de microhábitats. Se alimentan de algas y detritos (Vannucchi, *et al.* 2013), por lo que cumplen importantes funciones en las redes tróficas de los ecosistemas hídricos y son ampliamente utilizados en estudios de bioindicación ambiental por su baja tolerancia a la contaminación orgánica (von Ellenrieder, 2007).

Para las estaciones Quebrada Doima-E4 y Quebrada Armadillos 2-E11 la morfoespecie Orthocladiinae Mf. es la más representativa aportando el 44,44% y el 26,92% de la abundancia total para cada estación (Figura 5.2-85 y Figura 5.2-86).

Para las estaciones Quebrada Opia-E6, Quebrada Opia-E7 y Quebrada la Borbona-E14 la morfoespecie Leptohyphes sp. es la más representativa en términos de abundancia, aportando entre el 24,51% y el 45,65% (Figura V.83 y Figura V.84). Los individuos de este género suelen habitar todo tipo de ríos y quebradas, incluyendo quebradas degradadas en áreas cultivadas. Las ninfas viven entre las piedras, hojarasca sumergida y vegetación acuática, en donde se refugian de las corrientes fuertes.

Por otro lado, *Physa* sp. es la morfoespecie con mayor cantidad de individuos registrados en la estación Quebrada San Javier-E5, aportando entre el 17,07%, mientras que Leptonema sp. lo fue para la estación Quebrada Doima-E10 con el 22,16%.

Ibagué y Piedras (Tolima)

Finalmente, para la estación Quebrada San Guaco-E12 se registraron 10 morfoespecies con abundancias muy bajas, sin embargo, se destacan las morfoespecies *Tenagobia* sp. y *Orthoclaadiinae* Mf. Mientras que *Simulium* sp. es la morfoespeie más abundante con el 51,42% para la estación Quebrada La Perica-E13.

En cuanto a riqueza, la estación de monitoreo Quebrada San Javier-E8 presentó el mayor registro de morfoespecies con 23, mientras que la Quebrada San Javier-E5 registró 22, seguido de la Quebrada Opia-E6 con 20 morfoespecies, lo cual estaría directamente relacionado con la presencia de diversos hábitats disponibles en el cual se encuentra alimento disponible y refugio que permiten el establecimiento de una gran diversidad de especies.

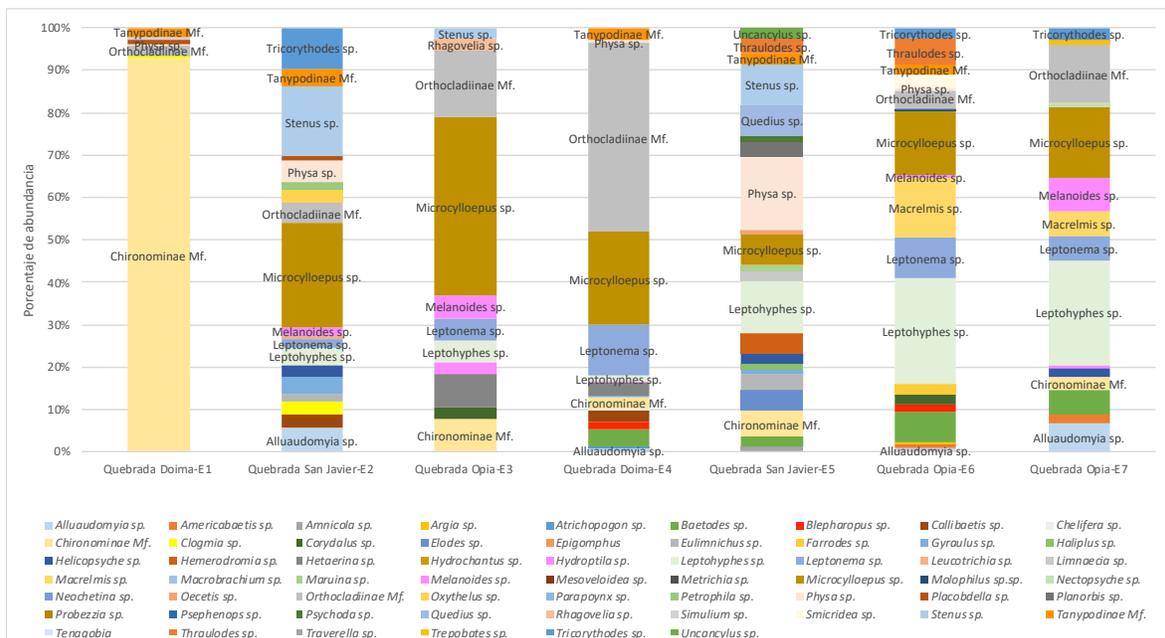


Figura 5.2-85 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóaticos monitoreados (Estaciones E1-E7).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

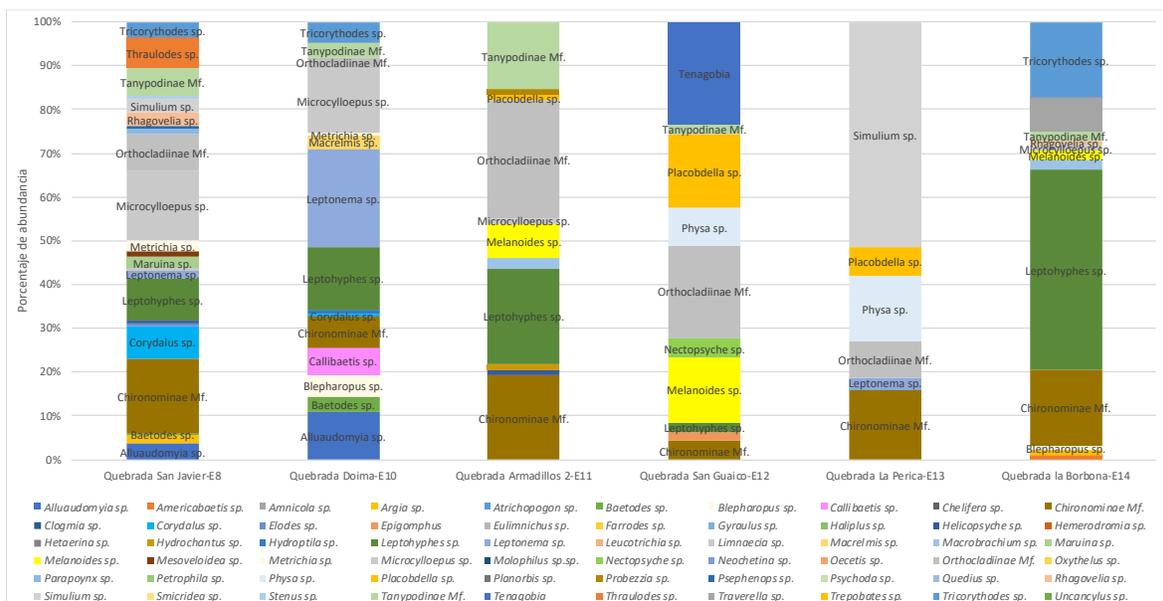


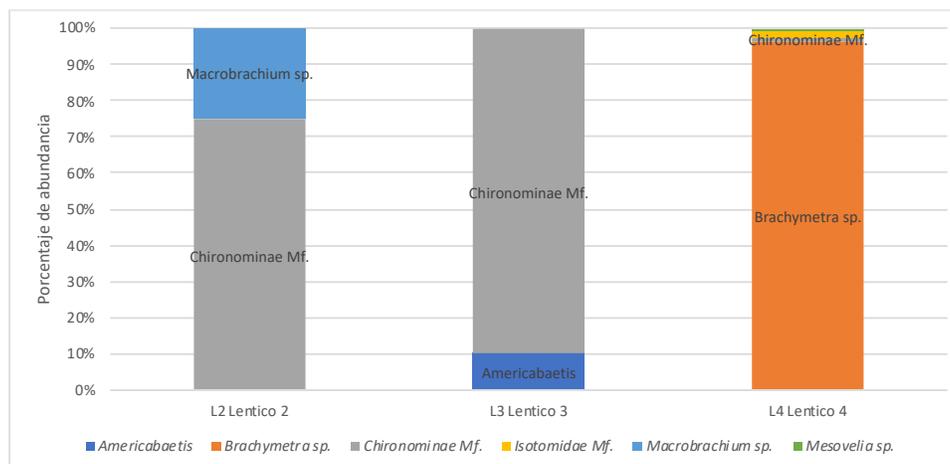
Figura 5.2-86 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados (Estaciones E8-E14).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto a los cuerpos de agua lóticos, se registraron 6 morfoespecies, donde a nivel general *Brachymetra* sp. fue la más abundante, aportando el 91,15%, siendo esta además la más representativa para el Léntico 4 (Figura 5.2-87). Los individuos de este género se les encuentra en sistemas lóticos o lénticos en aguas limpias o contaminadas, con poca corriente (pero es indispensable el flujo de agua) con vegetación marginal emergente de hasta 6 m; los sistemas de agua pueden tener incidencia de luz solar o no; tienden a estar solitarios o en grupos con pocos individuos y conservando aproximadamente 30 cm de distancia entre estos. Mazzucconi y Bachmann (1995), reportan a esta especie habitando bordes de arroyos y quebradas, en áreas con densa vegetación, formando en algunos casos agregación.

Para el cuerpo de agua Léntico 2 se registraron 2 morfoespecies *Macrobrachium* sp. y *Chironominae* Mf. en abundancias muy bajas, mientras que para el Léntico 3 se identificaron 2 morfoespecies *Americabaetis* y *Chironominae* Mf., siendo ésta última la más abundante.

Ibagué y Piedras (Tolima)



**Figura 5.2-87 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Los organismos más representativos en términos de abundancia (orden Díptera) son típicos de cuerpos de agua con presencia de materia orgánica y características mesotróficas, lo cual podría estar influyendo en la estructura de las comunidades hidrobiológicas. Sin embargo, hay que tener presente que la caracterización de los sistemas acuáticos basados en la bioindicación de las comunidades, debe hacerse con precaución, ya que para llegar a conclusiones válidas se requiere de estudios a largo plazo, pues las evaluaciones hechas con base en muestreos esporádicos pueden conducir a afirmaciones falsas, ya que los sistemas acuáticos son susceptibles también a las fluctuaciones naturales, asociadas a los cambios estacionales tropicales (Roldán, 2003).

En la Tabla 5.2-42, Tabla 5.2-43 y

Tabla 5.2-44 se muestra la composición y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos registrada para los cuerpos de agua monitoreados

**Tabla 5.2-42 Características de los principales taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos reportados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados Estaciones E1- E7**

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFOESPECIE	Estación de monitoreo						
						E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Annelida	Clitellata	Hirudinia	Glossiphoniidae	Placobdella	<i>Placobdella sp.</i>	5,375	0,896					
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	Neochetina	<i>Neochetina sp.</i>	0,896					0,896	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Macrelmis	<i>Macrelmis sp.</i>						34,041	5,375
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Microcylloepus	<i>Microcylloepus sp.</i>		22,395	14,286	42,103	5,375	36,728	15,229
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Haliplidae	Haliplus	<i>Haliplus sp.</i>					0,896		
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Limnichidae	Eulimnichus	<i>Eulimnichus sp.</i>		1,792			2,687		
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Noteridae	Hydrochantus	<i>Hydrochantus sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	Psephenops	<i>Psephenops sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	Elodes	<i>Elodes sp.</i>					3,583		
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Oxythelus	<i>Oxythelus sp.</i>		2,687					
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Quedius	<i>Quedius sp.</i>					5,375		
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Stenus	<i>Stenus sp.</i>		15,229	0,893		7,167		
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Alluaudomyia	<i>Alluaudomyia sp.</i>		5,375		1,792		2,687	6,271
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Atrichopogon	<i>Atrichopogon sp.</i>				0,896			
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Probezzia	<i>Probezzia sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		Chironominae Mf.	548,240		2,679	5,375	4,479		2,687
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		Orthoclaadiinae Mf.	14,333	4,479	5,357	85,998		9,854	12,541
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		Tanypodinae Mf.	12,541	3,583		5,375	1,792	5,375	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	Chelifera	<i>Chelifera sp.</i>				0,896			
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	Hemerodromia	<i>Hemerodromia sp.</i>					3,583		
Arthropoda	Insecta	Diptera	Limoniidae	Molophilus	<i>Molophilus sp.sp.</i>						0,896	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	Clogmia	<i>Clogmia sp.</i>	3,583	2,687					
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	Maruina	<i>Maruina sp.</i>					0,896		
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	Psychoda	<i>Psychoda sp.</i>					0,896		

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFOESPECIE	Estación de monitoreo						
						E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	Simulium	<i>Simulium sp.</i>	4,479						
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Americabaetis	<i>Americabaetis sp.</i>						1,792	1,792
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Baetodes	<i>Baetodes sp.</i>				8,062	1,792	17,916	5,375
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Callibaetis	<i>Callibaetis sp.</i>		2,687		5,375			
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohiphidae	Leptohiphes	<i>Leptohiphes sp.</i>		3,583	1,786	2,687	8,958	60,916	22,395
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohiphidae	Tricorythodes	<i>Tricorythodes sp.</i>		8,958				6,271	2,687
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Farrodes	<i>Farrodes sp.</i>						5,375	
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Thraulodes	<i>Thraulodes sp.</i>					2,687	15,229	
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Traverella	<i>Traverella sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	Tenagobia	<i>Tenagobia</i>							
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	Trepobates	<i>Trepobates sp.</i>							0,896
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Mesoveliidae	Mesoveloidea	<i>Mesoveloidea sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	Rhagovelia	<i>Rhagovelia sp.</i>			0,893				
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Cosmopterigidae	Limnaecia	<i>Limnaecia sp.</i>					1,792		
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	Parapoynx	<i>Parapoynx sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	Petrophila	<i>Petrophila sp.</i>		1,792					
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	Corydalus	<i>Corydalus sp.</i>			0,893			6,271	
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	Hetaerina	<i>Hetaerina sp.</i>			2,679	5,375			
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	Argia	<i>Argia sp.</i>						0,896	
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	Epigomphus	<i>Epigomphus</i>							
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsyichidae	Helicopsyche	<i>Helicopsyche sp.</i>		2,687			1,792		1,792
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	Blepharopus	<i>Blepharopus sp.</i>				2,687		3,583	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	Helicopsyche	<i>Helicopsyche sp.</i>							
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	Leptonema	<i>Leptonema sp.</i>		1,792	1,786	23,291		23,291	5,375
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	Smicridea	<i>Smicridea sp.</i>						7,167	
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	Hydroptila	<i>Hydroptila sp.</i>			0,893	0,896			0,896
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	Leucotrichia	<i>Leucotrichia sp.</i>		0,896					
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	Metrichia	<i>Metrichia sp.</i>							

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFOESPECIE	Estación de monitoreo						
						E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	Nectopsyche	Nectopsyche sp.							0,896
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	Oecetis	Oecetis sp.					0,896		
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Macrobrachium	Macrobrachium sp.							
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	Physa	Physa sp.	2,687	4,479		1,792	12,541	1,792	
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	Gyraulus	Gyraulus sp.		3,583		0,896	0,896		
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	Planorbis	Planorbis sp.					2,687		
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	Uncancylus	Uncancylus sp.					1,792		
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	Melanooides	Melanooides sp.		1,792	1,786			1,792	7,167
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Amnicolidae	Amnicola	Amnicola sp.					0,896		
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>						<b>592,135</b>	<b>91,373</b>	<b>33,929</b>	<b>193,496</b>	<b>73,457</b>	<b>242,766</b>	<b>91,373</b>
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>						<b>8</b>	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>15</b>

Tabla 5.2-43 Características de los principales taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos reportados para los cuerpos de agua lóticos monitoreados Estaciones E8- E14

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFOESPECIE	Estación de monitoreo						Total
						E8	E10	E11	E12	E13	E14	
Annelida	Clitellata	Hirudinia	Glossiphoniidae	Placobdella	Placobdella sp.			0,893	7,167	20,604		34,934
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	Neochetina	Neochetina sp.							1,792
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Macrelmis	Macrelmis sp.		9,854					49,270
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Microcylloepus	Microcylloepus sp.	23,291	48,374	0,893			0,896	209,571
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Haliplidae	Haliplus	Haliplus sp.							0,896
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Limnichidae	Eulimnichus	Eulimnichus sp.							4,479
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Noteridae	Hydrochantus	Hydrochantus sp.			0,893				0,893
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	Psephenops	Psephenops sp.	0,896						0,896
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	Elodes	Elodes sp.	0,896						4,479
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Oxytelus	Oxytelus sp.							2,687
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Quedius	Quedius sp.							5,375
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Stenus	Stenus sp.	0,896						24,184

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/ MORFOESPECIE	Estación de monitoreo						Total
						E8	E10	E11	E12	E13	E14	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Alluaudomyia</i>	<i>Alluaudomyia sp.</i>	5,375	35,833					57,332
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i>	<i>Atrichopogon sp.</i>							0,896
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Probezzia</i>	<i>Probezzia sp.</i>			0,893				0,893
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		Chironominae Mf.	25,083	24,187	13,393	1,792	50,166	14,333	692,413
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		Orthoclaadiinae Mf.	12,541	8,958	18,750	8,958	25,979		207,750
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		Tanypodinae Mf.	9,854	10,750	10,714	0,896		1,792	62,672
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i>	<i>Chelifera sp.</i>							0,896
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Hemerodromia</i>	<i>Hemerodromia sp.</i>							3,583
Arthropoda	Insecta	Diptera	Limoniidae	<i>Molophilus</i>	<i>Molophilus sp.sp.</i>							0,896
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Clogmia</i>	<i>Clogmia sp.</i>							6,271
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Maruina</i>	<i>Maruina sp.</i>	3,583						4,479
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Psychoda</i>	<i>Psychoda sp.</i>							0,896
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	<i>Simulium sp.</i>	4,479				162,143		171,101
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>	<i>Americabaetis sp.</i>						0,896	4,479
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	<i>Baetodes sp.</i>	0,896	11,646					45,687
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Callibaetis</i>	<i>Callibaetis sp.</i>		19,708					27,770
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	<i>Leptohyphes sp.</i>	14,333	47,478	15,179	0,896		37,624	215,836
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Tricorythodes</i>	<i>Tricorythodes sp.</i>	5,375	16,125				14,333	53,749
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	<i>Farrodes sp.</i>							5,375
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	<i>Thraulodes sp.</i>	9,854						27,770
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Traverella</i>	<i>Traverella sp.</i>						6,271	6,271
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Tenagobia</i>	<i>Tenagobia</i>				9,854			9,854
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Trepobates</i>	<i>Trepobates sp.</i>							0,896
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Mesoveliidae	<i>Mesoveloidea</i>	<i>Mesoveloidea sp.</i>	1,792						1,792
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	<i>Rhagovelia sp.</i>	4,479					0,896	6,268
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Cosmopterigidae	<i>Limnaecia</i>	<i>Limnaecia sp.</i>	0,896						2,687
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	<i>Parapoynx</i>	<i>Parapoynx sp.</i>	1,792						1,792
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	<i>Petrophila</i>	<i>Petrophila sp.</i>							1,792
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>	<i>Corydalus sp.</i>	10,750	1,792					19,705
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	<i>Hetaerina sp.</i>							8,053

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/ MORFOESPECIE	Estación de monitoreo						Total
						E8	E10	E11	E12	E13	E14	
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i>	<i>Argia sp.</i>	2,687					0,896	4,479
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Epigomphus</i>	<i>Epigomphus sp.</i>				0,896			0,896
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	<i>Helicopsyche sp.</i>	0,896						7,167
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Blepharopus</i>	<i>Blepharopus sp.</i>		17,021				0,896	24,187
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Helicopsyche</i>	<i>Helicopsyche sp.</i>			0,893				0,893
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	<i>Leptonema sp.</i>	2,687	73,457			8,062		139,741
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	<i>Smicridea sp.</i>							7,167
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	<i>Hydroptila sp.</i>		3,583					6,268
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Leucotrichia</i>	<i>Leucotrichia sp.</i>		0,896					1,792
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Metrichia</i>	<i>Metrichia sp.</i>	3,583	1,792					5,375
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	<i>Nectopsyche sp.</i>				1,792			2,687
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Oecetis</i>	<i>Oecetis sp.</i>							0,896
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i>	<i>Macrobrachium sp.</i>			1,786			1,792	3,577
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	<i>Physa</i>	<i>Physa sp.</i>				3,583	47,478		74,353
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	<i>Gyraulus sp.</i>					0,896		6,271
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Planorbis</i>	<i>Planorbis sp.</i>							2,687
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Uncancylus</i>	<i>Uncancylus sp.</i>							1,792
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanooides</i>	<i>Melanooides sp.</i>			5,357	6,271		1,792	25,955
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Amnicolidae	<i>Amnicola</i>	<i>Amnicola sp.</i>							0,896
<b>Total (Ind/m2)</b>						<b>146,914</b>	<b>331,452</b>	<b>69,643</b>	<b>42,103</b>	<b>315,327</b>	<b>82,415</b>	<b>2306,384</b>
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>						<b>23</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>61</b>

Tabla 5.2-44 Características de los principales taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos reportados para los cuerpos de agua lénticos

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Estación de monitoreo			Total
					L2 Lentico 2	L3 Lentico 3	L4 Lentico 4	
Arthropoda	Collembola	Entomobryomorpha	Isotomidae	Isotomidae Mf.			3,57	3,57
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironominae Mf.	40	95,74	2,68	138,42

Ibagué y Piedras (Tolima)

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Estación de monitoreo			Total
					L2 Lentico 2	L3 Lentico 3	L4 Lentico 4	
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis sp.</i>		10,64		10,64
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	<i>Brachymetra sp.</i>			211,61	211,61
Arthropoda	Insecta		Mesoveliidae	<i>Mesovelía sp.</i>			1,79	1,79
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>	13,33			13,33
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>53,33</b>	<b>106,38</b>	<b>219,64</b>	<b>379,36</b>
<b>Riqueza (N° de morfoespecies)</b>					<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices alfa

En la Figura 5.2-88 se presentan los valores calculados del índice de diversidad de Shannon-Weaver para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, donde las estaciones Quebrada Doima-E1, Quebrada Opia-E3, Quebrada Doima-E4, Quebrada Armadillos 2-E11, Quebrada San Guaico-E12, Quebrada La Perica-E13 y Quebrada La Borbona-E14 presentaron niveles bajos de diversidad, con valores inferiores a 2 bits/Ind, mientras que para las estaciones Quebrada San Javier-E2, Quebrada San Javier-E5, Quebrada Opia-E6, Quebrada Opia-E7, Quebrada San Javier-E8 y Quebrada Doima-E10 se registraron valores de diversidad superiores a 2 bits/Ind, lo que corresponde a una diversidad media, es importante resaltar que en la mayoría de los ecosistemas naturales este valor varía entre 0,5 y 5, aunque lo normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos.

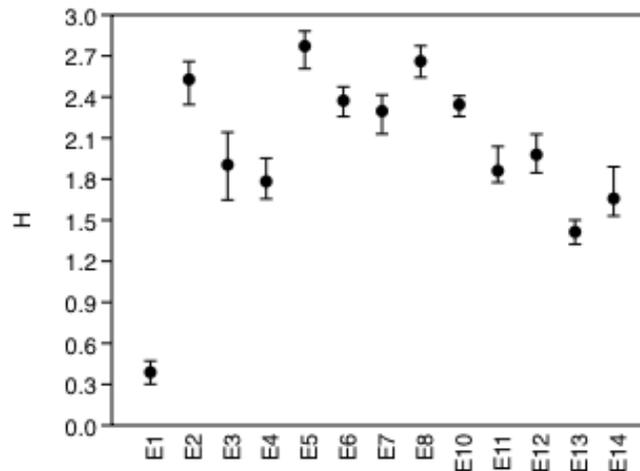


Figura 5.2-88 Diversidad de Shanon (H').

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de dominancia (Simpson), se registraron valores inferiores a 0,5 para todas las estaciones a excepción de la Quebrada Doima-E1 Figura 5.2-89, lo que demuestra que esta comunidad en la mayoría de los puntos de monitoreo presenta una distribución equitativa de las morfoespecies registradas, por ende, una mayor diversidad, principalmente para las estaciones Quebrada San Javier-E5 y Quebrada San Javier-E8

cuyos valores son los más cercano a 0 (0,08061 y 0,09236), mientras que la Quebrada Doima-E1 registró el valor más alto (0,8585) lo que evidencia que existe una menor diversidad y abundancias marcadas de sus morfoespecies, para esta estación dada por la morfoespecie Chironominae Mf.

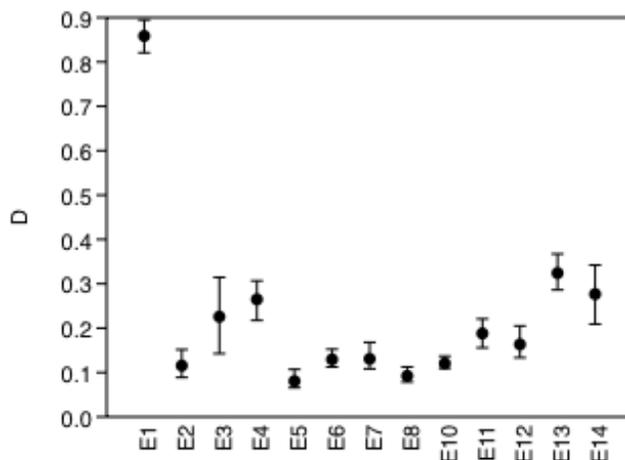


Figura 5.2-89 Dominancia de Simpson (D).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de Equidad en la Figura 5.2-90 se evidencia que para los puntos de monitoreo Quebrada San Javier-E2, Quebrada San Javier-E5, Quebrada Opia-E7, Quebrada San Javier-E8, Quebrada Doima-E10 y Quebrada San Guaiico-E12 se registraron los valores más altos, lo cual demuestra que, las abundancias de las morfoespecies registradas para estos puntos tienden a ser muy similares, mientras que para la Quebrada Doima-E1 se presentan abundancias menos uniformes, donde Chironominae Mf. es la más representativa.

Ibagué y Piedras (Tolima)

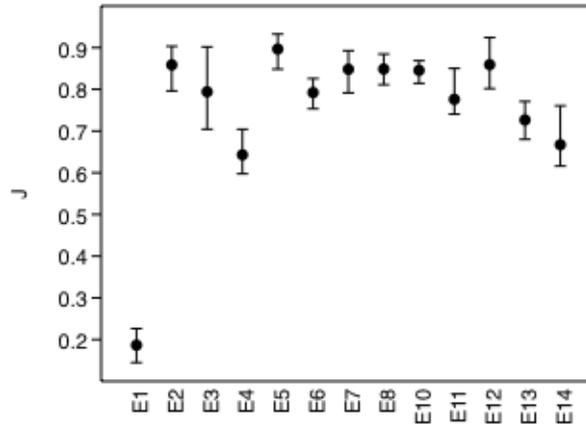


Figura 5.2-90 Equidad de Pieluo (J).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices beta

Con base en el análisis de conglomerados o similitud de Bray-Curtis efectuado a las estaciones evaluadas en el periodo seco, se encontró que la comunidad de macroinvertebrados acuáticos para los puntos de muestreo Quebrada Opia-E3 y Quebrada San Guaico-E12 presentaron una similaridad del 65% aproximadamente (Figura 5.2-91), esto se debe a que ambos puntos comparten 4 morfoespecies. Otro grupo de estaciones que presentan una mayor similaridad, corresponden a la Quebrada Armadillos 2-E11 y Quebrada la Borbona-E14 cuya similitud es del 86% aproximadamente, dado que comparten 6 morfoespecies, dentro de las que se encuentran Chironominae Mf., *Leptohyphes* sp., *Melanoides* sp., *Microcylloepus* sp. entre otros.

Por otro lado, las estaciones Quebrada San Javier-E8 y Quebrada La Perica-E13 comparten aproximadamente el 50% de sus morfoespecies, mientras que la Quebrada Doima-E10 y Quebrada Doima-E1 divergen de las demás, por registrar morfoespecies únicamente para estos puntos, tal es el caso de *Clogmia* sp. y *Neochetina* sp. reportadas exclusivamente para la Quebrada Doima-E1.

Ibagué y Piedras (Tolima)

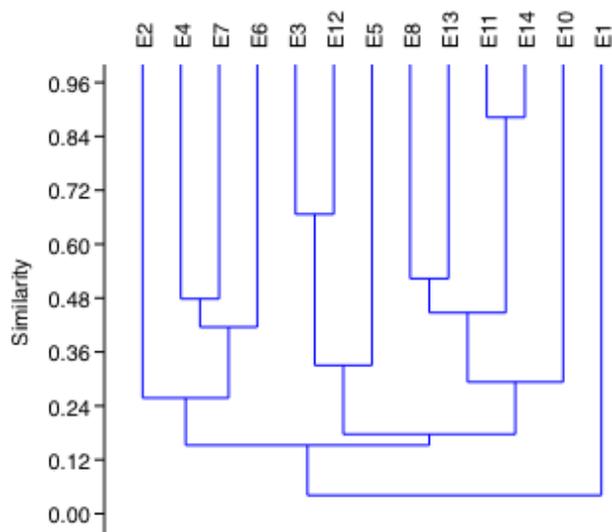


Figura 5.2-91 Dendrograma de similitud del índice de Bray-Curtis.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Resultado índice BMWP/Col

Los resultados arrojados por el índice BMWP/Col para los cuerpos de agua lóticos evaluados se muestran en la

Tabla 5.2-45, evidenciando que para la Quebrada Doima se registraron organismos característicos de aguas contaminadas en los tres puntos de monitoreo establecidos, donde la estación Quebrada Doima-E1 presentó una calidad de agua crítica, es decir, aguas muy contaminadas con un valor de BMWP de 23, esto se relaciona con las observaciones realizadas durante el monitoreo, donde alrededor del cuerpo de agua se encontraba gran cantidad de desechos sólidos (basuras, escombros), además de evidenciarse olores desagradables, debido a los posibles vertimientos derivados de las actividades agrícolas y urbanas; en cuanto a los otros dos puntos monitoreados, Quebrada Doima- E4 y Quebrada Doima-E10 según el índice BMWP/Col se catalogan como aguas de calidad Dudosa, es decir, Aguas moderadamente contaminadas con valores de 58 y 45 respectivamente.

Respecto al cuerpo de agua Quebrada San Javier, se monitorearon tres puntos, donde la Quebrada San Javier-E2 y Quebrada San Javier-E5 presentaron aguas de calidad

Aceptables, es decir, aguas Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de la contaminación, con un valor de BMWP/Col de 82 y 89, respectivamente, lo que corresponde a una calidad de agua clase II. Mientras que la estación Quebrada San Javier-E8 presentó una calidad de agua Buena, es decir, Aguas no contaminadas con un valor del BMWP de 120 de clase I, evidenciando condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de la fauna acuática.

Para la Quebrada Opia en sus 3 puntos de monitoreo, se registró una calidad de agua Aceptable, es decir, aguas Ligeramente contaminadas. Se evidencian efectos de la contaminación, esto posiblemente este asociado a las familias que presentan una alta puntuación de calidad, pero con una muy baja abundancia.

Según la aplicación del BMWP/Col la Quebrada Armadillos 2- E11 y Quebrada San Guaico-E12 presentan un comportamiento, donde se registra una calidad de agua dudosa, es decir, Aguas moderadamente contaminadas. Finalmente, para el cuerpo de agua Quebrada La Perica-E13 se presentó una calidad de agua crítica, es decir, aguas muy contaminadas con un valor de BMWP de 28, mientras que para la Quebrada La Borbona-E14 se obtuvo un valor de 66, es decir, de calidad Aceptable, aguas Ligeramente contaminadas evidenciándose efectos de la contaminación.

Cabe resaltar la importancia de la utilización de estos índices como herramienta de diagnóstico de la calidad de agua de un ecosistema lótico determinado. Aunque existen falencias, como menciona Álvarez, (2005) al basarse solamente en el nivel taxonómico de familia, en unos pocos casos existen géneros dentro de una misma familia con un valor de indicación diferente, debido a que tienen representantes tanto de aguas limpias como de aguas con algún grado de contaminación, por lo que se hace necesario tener en cuenta otras variables que evidencien la calidad del agua del sistema analizado.

**Tabla 5.2-45 Resultados BMWP/Col para las estaciones de muestreo sobre los cuerpos de agua lóticos**

Estación	Familias	BMWP	Clase	Calidad	Significado	Color
<b>E1 Quebrada Doima</b>	Chironomidae, Glossiphoniidae, Physidae, Psychodidae, Simuliidae	<b>23</b>	<b>IV</b>	Crítica	Aguas muy contaminadas	
<b>E4 Quebrada Doima</b>	Baetidae, Calopterygidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Elmidae, Empididae, Hydropsychidae, Hydrophilidae, Leptophlebiidae, Physidae, Planorbidae	<b>58</b>	<b>III</b>	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	
<b>E10 Quebrada Doima</b>	Baetidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Corydalidae, Elmidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptohiphidae	<b>45</b>	<b>III</b>	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	
<b>E2 Quebrada San Javier</b>	Baetidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Elmidae, Glossiphoniidae, Helicopsychidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptohiphidae, Limnichidae, Physidae, Planorbidae, Psychodidae, Staphylinidae, Thiaridae	<b>82</b>	<b>II</b>	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de la contaminación	
<b>E5 Quebrada San Javier</b>	Baetidae, Chironomidae, Elmidae, Empididae, Haliplidae, Helicopsychidae, Leptoceridae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Limnichidae, Physidae, Planorbidae, Psychodidae, Scirtidae, Staphylinidae	<b>89</b>	<b>II</b>	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de la contaminación	
<b>E8 Quebrada San Javier</b>	Baetidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Coenagrionidae, Corydalidae, Elmidae, Helicopsychidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptohiphidae,	<b>120</b>	<b>I</b>	Buena	Aguas no contaminadas	

Ibagué y Piedras (Tolima)

Estación	Familias	BMWP	Clase	Calidad	Significado	Color
	Leptophlebiidae, Mesoveliidae, Psephenidae, Psychodidae, Scirtidae, Simuliidae, Staphylinidae, Veliidae					
<b>E3 Quebrada Opia</b>	Calopterygidae, Chironomidae, Corydalidae, Elmidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptohiphidae, Staphylinidae, Thiaridae, Veliidae	<b>61</b>	<b>II</b>	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de la contaminación	
<b>E6 Quebrada Opia</b>	Baetidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Coenagrionidae, Corydalidae, Elmidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Physidae, Thiaridae	<b>62</b>	<b>II</b>	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de la contaminación	
<b>E7 Quebrada Opia</b>	Baetidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Elmidae, Gerridae, Helicopsychidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Leptohiphidae, Thiaridae	<b>68</b>	<b>II</b>	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de la contaminación	
<b>E9 Quebrada Armadillos 2</b>	-	-	-	-	-	
<b>E11 Quebrada Armadillos 2</b>	Ceratopogonidae, Chironomidae, Elmidae, Glossiphoniidae, Hydropsychidae, Noteridae, Palaemonidae, Thiaridae	<b>45</b>	<b>III</b>	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	
<b>E12 Quebrada San Guaico</b>	Chironomidae, Corixidae, Glossiphoniidae, Gomphidae, Leptoceridae, Leptohiphidae, Physidae, Thiaridae	<b>45</b>	<b>III</b>	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	
<b>E13 Quebrada La Perica</b>	Chironomidae, Glossiphoniidae, Hydropsychidae, Physidae, Planorbidae, Simuliidae	<b>28</b>	<b>IV</b>	Crítica	Aguas muy contaminadas	
<b>E14 Quebrada la Borbona</b>	Baetidae, Chironomidae, Coenagrionidae, Elmidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Palaemonidae, Thiaridae, Veliidae	<b>66</b>	<b>II</b>	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de la contaminación	

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

El análisis de los resultados del índice BMWP/Col fue registrado para cada uno de los cuerpos de agua léntico ubicados dentro del área el proyecto en la Tabla 5.2-46. Es importante mencionar que se presentaron pocas familias de macroinvertebrados acuáticos, y las que se registraron algunas son indicadores de mala calidad de agua, según el índice, los tres cuerpos de agua se ubican en la clase V, de calidad muy crítica, cuya característica son aguas fuertemente contaminadas. La presencia de dípteros de la familia Chironomidae y hemípteros pertenecientes a la familia Mesoveliidae, son indicadores de aguas con alto grado de contaminación por materia orgánica. Las comunidades naturales se caracterizan por tener varias familias que los representan, pero pocos individuos por familias. Sin embargo, en los ambientes donde existe un mayor grado de contaminación, las familias se reducen, pero aumentan la cantidad de los individuos por familia (Roldan, 1999). Basado en esto se puede decir que las lagunas con mayor grado de contaminación por la presencia de la materia orgánica son las anaeróbicas. Los cambios en la sedimentación y en la disminución del oxígeno disuelto suelen ser evidencia de una mayor presencia de la materia orgánica, lo que ocasiona una reducción de los órdenes de macroinvertebrados, lo que provoca que las familias que no son tolerantes a estos cambios vayan desapareciendo, por lo tanto, la diversidad (Muñoz et al., 2001).

**Tabla 5.2-46 Resultados BMWP/Col para las estaciones de muestreo sobre los cuerpos de agua lénticos**

Estación	Familias	BMWP	Clase	Calidad	Significado	Color
L2 Léntico 2	Chironomidae, Palaemonidae	10	V	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	
L3 Léntico 3	Baetidae, Chironomidae,	9	V	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	
L4 Léntico 4	Chironomidae, Gerridae, Mesoveliidae	15	IV	Crítica	Aguas muy contaminadas	

Ibagué y Piedras (Tolima)

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Figura 5.2-92 se observa la calidad de agua de cada uno de los cuerpos de agua evaluados durante la época seca de acuerdo con el código de colores empleados por el índice BMWP/Col.

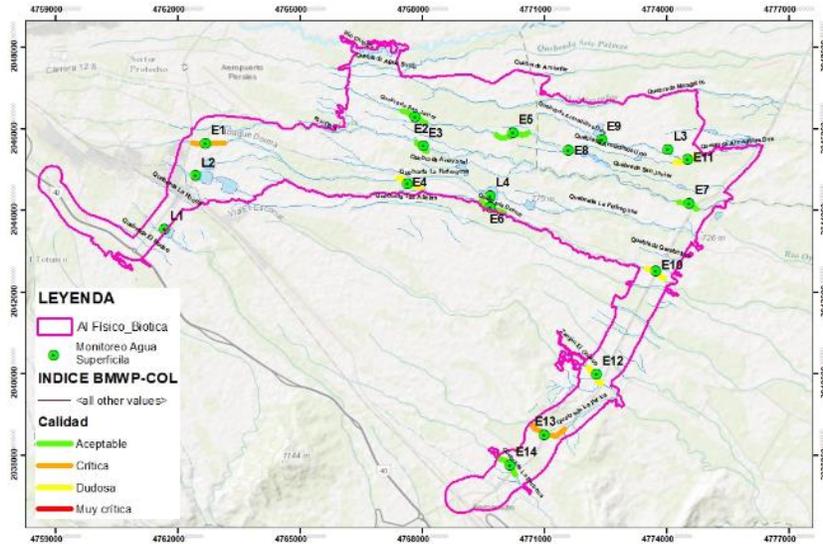


Figura 5.2-92 Calidad de agua de los cuerpos de agua monitoreados conforme a los valores obtenidos por el índice BMWP/Col.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Tabla 5.2-47 se muestran algunos de los representantes de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos identificados para los cuerpos de agua monitoreados.

Tabla 5.2-47 Morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados, temporada de lluvias



Ibagué y Piedras (Tolima)



*Ammicola sp.*



*Argia sp.*



*Atrichopogon sp.*



*Austrolimnius sp.*



*Baetodes sp.*



*Belostoma sp.*



*Berosus sp.*



*Blepharopus sp.*

Ibagué y Piedras (Tolima)



*Brachymetra sp.*



*Callibaetis sp.*



*Camelobaetidius sp.*



*Chelifera sp.*



*Chironominae Mf.*



*Clogmia sp.*



*Corydalis sp.*



*Dixella sp.*



*Epigomphus sp.*



*Eulimnichus sp.*

**Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021**

➤ Hábitat y ecología

Los macroinvertebrados de aguas continentales viven sobre el fondo de los ríos y lagos, enterrados en el fango y la arena o adheridos a troncos, vegetación sumergida y rocas. Estos organismos hacen parte de la comunidad bentónica y muchos de ellos presentan adaptaciones únicas que les permiten desarrollarse libremente bajo condiciones específicas propias de estos ecosistemas.

La importancia ecológica de los macroinvertebrados acuáticos radica en el papel que cumplen dentro de la red trófica de los ecosistemas acuáticos. Los herbívoros o consumidores de primer orden se alimentan de algas y plantas acuáticas, mientras que los carnívoros o consumidores de segundo, tercero o de órdenes superiores se alimentan de otros animales. La red trófica de los sistemas acuáticos continentales es débil, ya que cualquier alteración generada puede hacer desaparecer por completo el equilibrio existente.

Las condiciones actuales de los cuerpos de agua permiten el establecimiento apropiado de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, ya que la presencia de arenas y rocas acompañados del aporte de materia orgánica mediado por material vegetal en descomposición, representan condiciones adecuadas para el desarrollo de macroinvertebrados acuáticos.

Para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos se observa una composición diferente entre las estaciones de monitoreo evaluadas, debido a las características del tipo de sustrato. El grupo de mayor importancia lo constituyen los artrópodos, dentro de los cuales se destacan los dípteros. El hábitat y ecología de estos organismos está en gran parte determinado por las características de la corriente del agua y composición del sustrato presente, condiciones que en este caso son similares entre los cuerpos de agua evaluados, donde se observan limos y arenas, que en conjunto permiten el adecuado desarrollo de macroinvertebrados bentónicos.

La gran abundancia de la familia Chironomidae ha sido reportada en diferentes estudios realizados en el departamento del Tolima (Carranza, 2006; Villa *et al.* 2003; Villa *et al.* 2005a; Vásquez & Reinoso, 2012) esto se puede relacionar con la capacidad que tienen estos organismos para sobrevivir en diferentes tipos de hábitats y tolerar ambientes enriquecidos de carga orgánica residual. Igualmente este grupo de organismos tiene algunas ventajas sobre otros insectos, como tolerancia a la presencia de materia orgánica, alta disponibilidad de alimento (Caicedo & Palacio 1998). La alta abundancia de Leptohyphidae detectada en el presente estudio, coincide con lo reportado para el departamento del Tolima por Reinoso & Vásquez (2012) en los ríos Alvarado, Venadillo, Hereje y Cambrín y contrasta con los estudios realizados por Villa *et al.* (2003), Villa *et al.* (2005a), Gutiérrez (2007), Reinoso *et al.* (2008b) y Reinoso *et al.* (2009a).

#### 5.2.1.2.2.5 Macrófitas acuáticas

Gran parte de las plantas acuáticas se desarrollan con mayor abundancia en los trópicos, que, en las zonas templadas, debido a la disponibilidad de radiación solar a lo largo del año. Debido a que los principales estudios en limnología se han llevado a cabo en zonas templadas, la información disponible de macrófitas en el trópico aún es escasa. El trabajo más significativo para Colombia en la última década es el realizado por Schmidt-Mumm (1997) relacionado con plantas acuáticas de la sabana de Bogotá, más allá de este, el campo sigue inexplorado para Colombia (Roldan-Pérez & Ramírez, 2008).

##### 5.2.1.2.2.5.1.1 Época lluviosa

Para el área de estudio, se reportaron individuos pertenecientes a esta comunidad en los cuerpos de agua lénticos; Léntico 2 y Léntico 4, el monitoreo se llevó a cabo siguiendo las metodologías de observación directa y cinturón transecto. De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontraron un total de 3 morfoespecies.

En la Tabla 5.2-48 se muestra la clasificación taxonómica general de las especies encontradas y los porcentajes de cobertura obtenidos para cada una de las

morfoespecies registradas en las estaciones de muestreo evaluadas, teniendo en cuenta que el porcentaje es la suma de las abundancias de los 10 cuadrantes, expresado en cobertura por metro cuadrado.

**Tabla 5.2-48 Clasificación taxonómica y cobertura (m<sup>2</sup>) de las especies de macrófitas acuáticas reportadas en los cuerpos de agua lénticos monitoreados**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Léntico 2	Léntico 4	Total (m <sup>2</sup> )
Equisetopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Polygonum hispidum</i>	12		12
	Commelinales	Commelinaceae	<i>Commelina diffusa.</i>	60		60
	Poales	Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>		100	100
<b>Cobertura total (m<sup>2</sup>)</b>				<b>72</b>	<b>100</b>	<b>172</b>
<b>Riqueza (Nº de morfoespecies)</b>				<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

En relación con la composición potencial durante el muestreo realizado, la riqueza obtenida fue de 3 morfoespecies, pertenecientes a la clase Equisetopsida, agrupadas en 3 órdenes y 3 familias, lo que denota una riqueza baja. Cabe resaltar que, entre las especies identificadas, la forma de vida más abundante corresponde a la vegetación riparia, es decir, aquella que se encuentra en el margen del cuerpo de agua.

Por su parte, dentro de los órdenes listados, Poales es el más abundante con el 58% de la cobertura total, siendo este único orden registrado para el cuerpo de agua Léntico 4, seguido de Commelinales con el 35% y Caryophyllales con el 7% (Figura 5.2-93), siendo estos los órdenes registrados para el cuerpo de agua Léntico 2.

Ibagué y Piedras (Tolima)

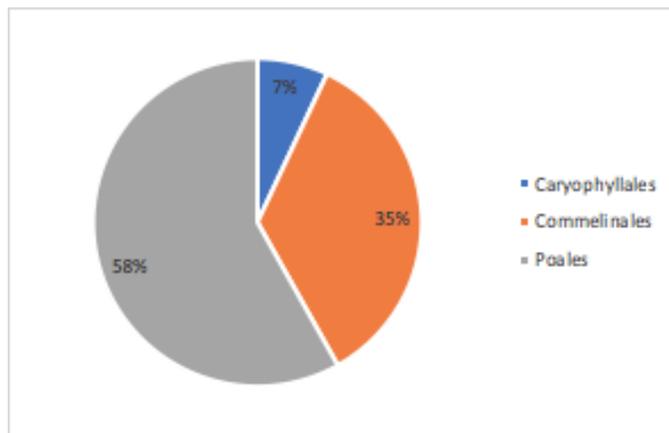


Figura 5.2-93 Porcentaje de cobertura de los órdenes de macrófitas acuáticas reportadas para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto a las familias registradas, Poaceae es aquella con mayor representación con el 58% de cobertura total, seguido por la familia Commelinaceae con el 35%, mientras que Polygonaceae aportó el 7% (Figura 5.2-94).

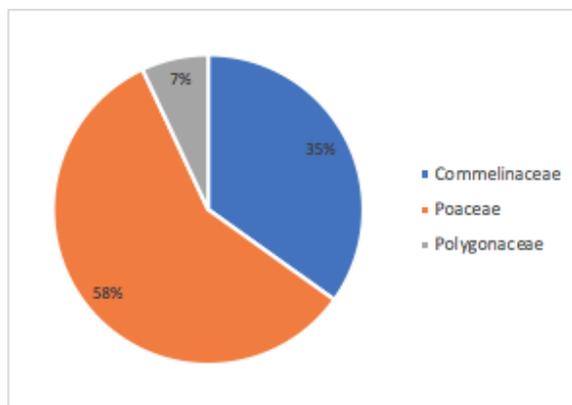
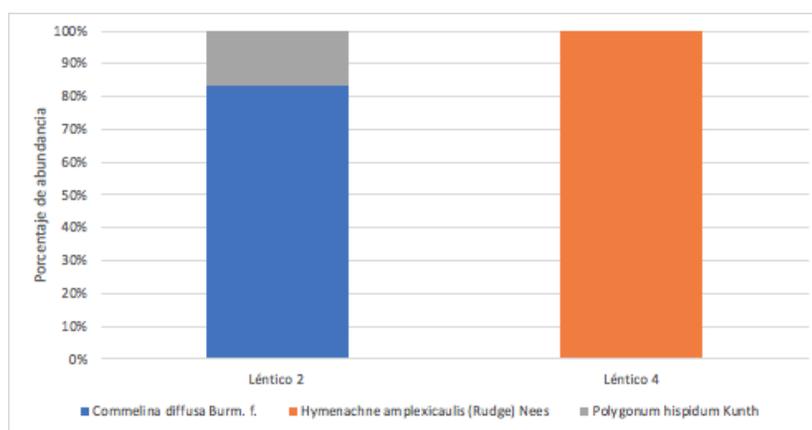


Figura 5.2-94 Porcentaje de cobertura de las familias de macrófitas acuáticas reportadas para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Siguiendo el método de cuadrantes de 1m<sup>2</sup> (10 por cada punto de muestreo), se estimó el porcentaje de cobertura de las especies identificadas, encontrando que *Hymenachne amplexicaulis* y *Commelina diffusa* corresponden a aquellas que presentaron la mayor cobertura, aportando el 58% y el 35% respectivamente a la cobertura total.

En la Figura 5.2-95 se observa la distribución de las especies registradas en cada una de las estaciones monitoreadas. Siendo el cuerpo de agua Léntico 2 el que presentó mayor diversidad de macrófitas acuáticas con 2 morfoespecies, *Commelina diffusa* y *Polygonum hispidum*; mientras que el Léntico 4 registró una sola especie; *Hymenachne amplexicaulis*.



**Figura 5.2-95 Porcentaje de cobertura de las morfoespecies de macrófitas acuáticas reportadas para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

En la Tabla 5.2-50 se presentan las especies registradas durante el monitoreo, con su respectiva descripción y registro fotográfico tomado durante el trabajo de campo.

En esta comunidad el número de morfoespecies reportadas en cada estación es baja, lo cual hace que el análisis por medio de los índices de diversidad, dominancia y equidad sea ineficiente, también los resultados están expresados en porcentajes de cobertura lo cual no permite que el análisis sea claramente concluyente.

#### 5.2.1.2.2.5.1.2 Época seca

Para el área de estudio, se reportaron individuos pertenecientes a esta comunidad en los cuerpos de agua lénticos; Léntico 2, Léntico 3 y Léntico 4, el monitoreo se llevó a cabo siguiendo las metodologías de observación directa y cinturón transecto. De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontraron un total de 11 morfoespecies, en la Tabla

Ibagué y Piedras (Tolima)

5.2-49 se muestra la clasificación taxonómica general de las especies encontradas y los porcentajes de cobertura obtenidos para cada una de las morfoespecies registradas en las estaciones de muestreo evaluadas, teniendo en cuenta que el porcentaje es la suma de las abundancias de los 10 cuadrantes, expresado en cobertura por metro cuadrado.

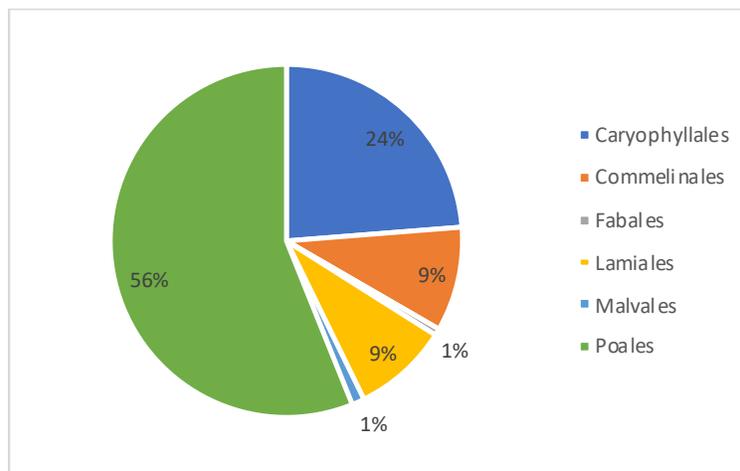
**Tabla 5.2-49 Clasificación taxonómica y cobertura (m<sup>2</sup>) de las especies de macrófitas acuáticas reportadas en los cuerpos de agua lénticos monitoreados**

PHYLLUM/ DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORPHOESPECIE	Estación de monitoreo			Total
					Léntico 2	Léntico 3	Léntico 4	
Plantae	Equisetopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Iresine P. Browne sp.</i>		0,1		0,1
Plantae	Equisetopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Polygonum portoricense Bertero ex Endl.</i>	11,1			11,1
Plantae	Equisetopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum Elliott</i>	27,7			27,7
Plantae	Equisetopsida	Commelinales	Commelinaceae	<i>Commelina diffusa Burm. f.</i>	15,7			15,7
Plantae	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Desmodium Desv. sp.</i>		1		1
Plantae	Equisetopsida	Lamiales	Acanthaceae	<i>Ruellia L. sp.</i>		14,4		14,4
Plantae	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Malva L. sp.</i>		1,9		1,9
Plantae	Equisetopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae (L.) Rottb. ex Retz.</i>	7,3			7,3
Plantae	Equisetopsida	Poales	Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis (Rudge) Nees</i>			82	82
Plantae	Equisetopsida	Poales	Poaceae	<i>Luziola Juss. Sp.</i>		1,4		1,4
Plantae	Equisetopsida	Poales	Poaceae	<i>Brachiaria (Trin.) Griseb. Sp.</i>	1,2			1,2
<b>Cobertura total (m<sup>2</sup>)</b>					<b>63</b>	<b>18,8</b>	<b>82</b>	<b>163,8</b>
<b>Riqueza (Nº de morfoespecies)</b>					<b>5</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>11</b>

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En relación con la composición potencial durante el muestreo realizado, la riqueza obtenida fue de 11 morfoespecies, pertenecientes a la clase Equisetopsida, agrupadas en 6 órdenes y 8 familias, lo que denota una riqueza baja. Cabe resaltar que, entre las especies identificadas, la forma de vida más abundante corresponde a la vegetación riparia, es decir, aquella que se encuentra en el márgen del cuerpo de agua.

Por su parte, dentro de los órdenes listados, Poales es el más abundante con el 56% de la cobertura total, siendo este único orden registrado para el cuerpo de agua Léntico 4, seguido de Caryophyllales con el 24%; Commelinales y Lamiales con el 9% cada una (Figura 5.2-96). Para el cuerpo de agua Léntico 2 se registraron 3 órdenes, donde Caryophyllales es el más abundante, mientras que para el Léntico 3 se registraron 5 órdenes, de los cuales Lamiales es el más representativo (Figura 5.2-97)



**Figura 5.2-96 Porcentaje de cobertura de los órdenes de macrófitas acuáticas reportadas para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Ibagué y Piedras (Tolima)

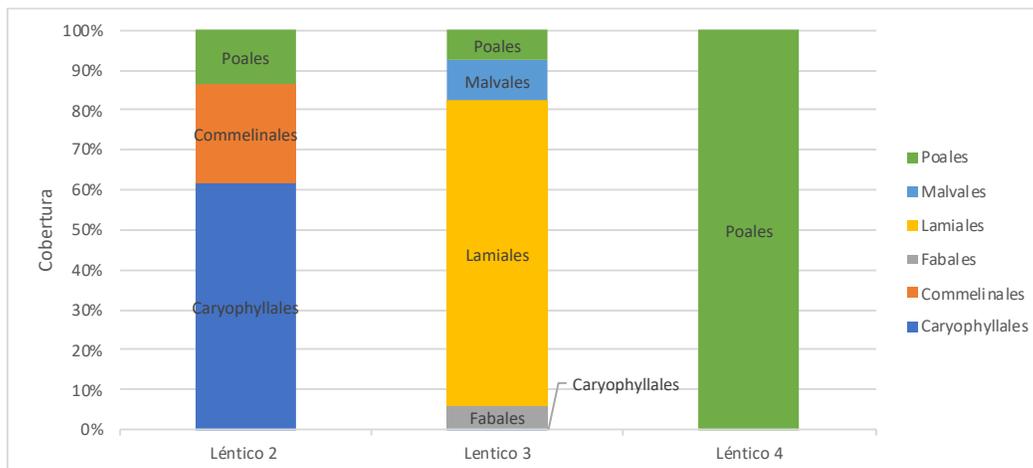


Figura 5.2-97 Porcentaje de cobertura de los órdenes de macrófitas acuáticas reportadas para cada uno de los cuerpos de agua lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto a las familias, se registraron 8, de las cuales Poaceae es aquella con mayor representación con el 52% de cobertura total, seguido por la familia Polygonaceae con el 24% (Figura 5.2-98).

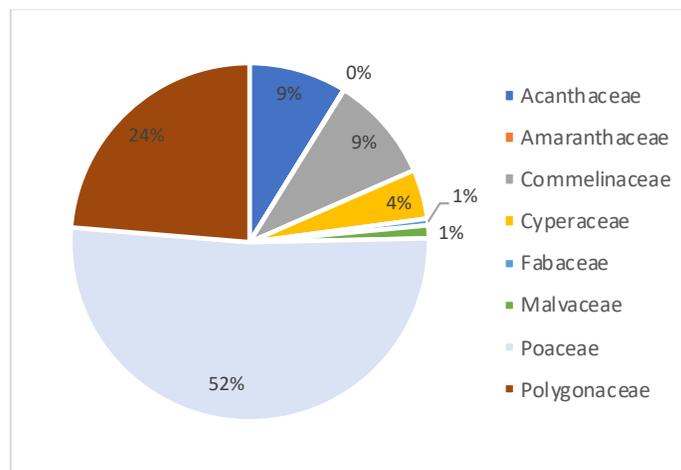
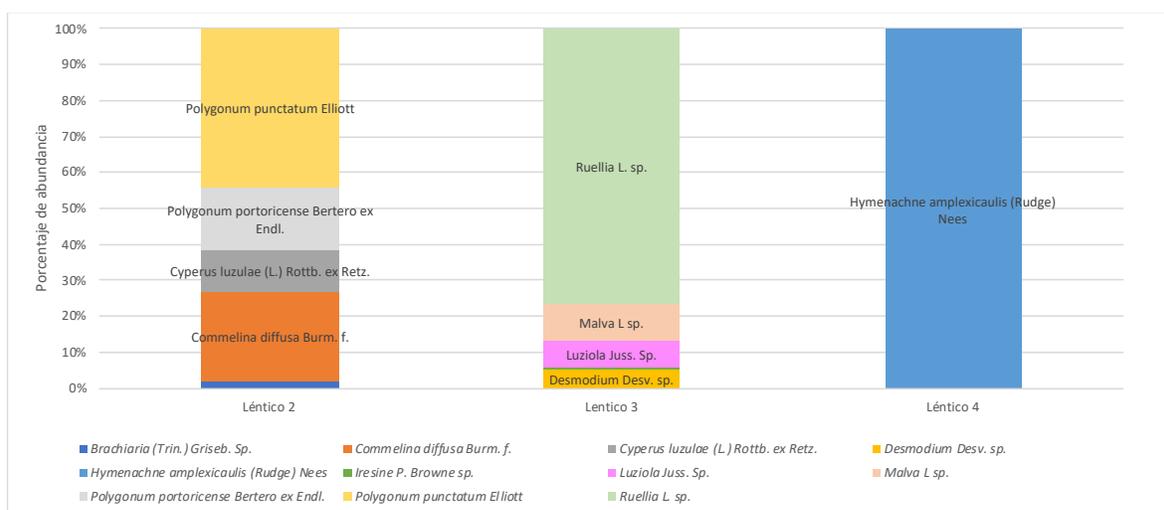


Figura 5.2-98 Porcentaje de cobertura de las familias de macrófitas acuáticas reportadas para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Siguiendo el método de cuadrantes de 1m<sup>2</sup> (10 por cada punto de muestreo), se estimó el porcentaje de cobertura de las especies identificadas, encontrando que *Hymenachne amplexicaulis* y *Polygonum punctatum Elliott* corresponden a aquellas que presentaron la mayor cobertura, aportando el 50,06% y el 16,91% respectivamente a la cobertura total.

En la Figura 5.2-99 se observa la distribución de las especies registradas en cada una de las estaciones monitoreadas. Siendo el cuerpo de agua Léntico 2 el que presentó mayor diversidad de macrófitas acuáticas con el registro de 5 morfoespecies, de las que *Polygonum punctatum* es la más abundante; al igual que el Léntico 3, que registró 5 morfoespecies, donde *Ruellia* sp. presentó la mayor cobertura, finalmente para el Léntico 4 solo se registró uaan morfoespecie; *Hymenachne amplexicaulis*.



**Figura 5.2-99 Porcentaje de cobertura de las morfoespecies de macrófitas acuáticas reportadas para los cuerpos de agua lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

En la Tabla 5.2-50 se presentan las especies registradas durante el monitoreo realizado en la época lluviosa y la época seca, con su respectiva descripción y registro fotográfico tomado durante el trabajo de campo.

Tabla 5.2-50 Descripción de las macrófitas acuáticas registradas para los cuerpos de agua lénticos monitoreados

ESPECIE	REGISTRO FOTOGRAFICO	CARACTERÍSTICAS
<p><i>Commelina diffusa</i></p>	 <p>Tomado de: Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>	<p>La <i>Commelina diffusa</i>, conocida comúnmente como la hierba de agua, hábitat en cultivos, rastrojos y pastizales. Lugares húmedos y sombreados donde le favorece el crecimiento. La planta es suculenta, perenne y postrada a ascendente, los tallos son ramificados y producen raíces adventicias en los nudos; usualmente es glabrosa. Las raíces son fibrosas. Sus hojas son similares a las de las gramíneas, lanceoladas a ovadas, glabras, con ápice agudo o acuminado, redondeado en la base. La vaina es cerrada, delgada, transparente, seca y membranosa. Mide de 1-1.5 cm de largo. Su inflorescencia se presenta en cimas axilares. El pedúnculo es de 1-5 cm de largo. La bráctea es ovada-lanceolada, aguda o acuminada, verde, glabra y algunas veces ciliada en la base. Presenta racimos de 1-3 flores, con tres pétalos azules, siendo los dos superiores más largos que el inferior. El fruto es una cápsula normalmente con cinco semillas de color negro y reticuladas (Martínez, 1979).</p>
<p><i>Polygonum hispidum</i></p>	 <p>Tomado de: Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>	<p>La pimienta del agua <i>Polygonum hydropiper</i>, es una planta de la familia Polygonaceae que crece en lugares húmedos, umbríos y encharcados. Se utiliza como especia por su sabor acre. Es una planta anual de 15-50 cm de altura. Tallo simple de color verdoso. Hojas lanceoladas que alcanzan los 7 cm de longitud con el peciolo corto. Las flores son de color rosado o blanco verdoso y se agrupan en racimos laxos de 2-5 cm. El cáliz es verde.</p>
<p><i>Hymenachne amplexicaulis</i></p>		<p><i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees (Poaceae) es una hierba perenne, estolonífera, con culmos que se dispersan sobre el suelo húmedo o flotan sobre la superficie del agua, a partir de los cuales se producen raíces; <i>H. amplexicaulis</i> puede formar densas colonias en tierras que se inundan y a lo largo de los bancos de los ríos en zonas tropicales y subtropicales de</p>

Ibagué y Piedras (Tolima)

ESPECIE	REGISTRO FOTOGRÁFICO	CARACTERÍSTICAS
	<p><b>Tomado de:</b> Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>	<p>América. Esta especie ha sido introducida en las regiones tropicales y subtropicales.</p> <p><i>Hymenachne amplexicaulis</i> crece en ambientes donde fluctúa la lámina de agua y en aquellos que se inundan periódicamente, sin embargo, requiere un período seco para establecerse (Hill 1996). Cuando está sujeta a inundación su respuesta es la rápida elongación de los tallos y la producción de materia seca en los tallos o culmos y raíces adventicias (Kibbler &amp; Bahnisch 1999) (Gordon &amp; Feo, 2007).</p>
<p><i>Cyperus Luzulae</i></p>	 <p><b>Tomado de:</b> Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>	<p>Comúnmente conocida como Zacate de estrella, posee una distribución cosmopolita, que va desde el sur de México hasta el sur de Brasil. Coloniza ambientes alterados por la contaminación. Es una hierba perenne cespitosas con raíces fibrosas, con tallos lisos, sólidos, trígono, cilíndricos con una altura de 20 cm hasta 70. Posee hojas de color verde pálido o blanquecino a pardo claro, alternas con una lámina en forma de V de 5-12 mm de ancho y 40 cm de largo. Sus inflorescencias poseen brácteas foliformes; rayos 0-7 cm; espigas 1.5 x 1.1 cm, de forma piramidal u ovoides. Flores con un estambre y aquenios. Fruto trígono, angostamente elipsoide (Montesdeoca, 2019).</p>
<p><i>Desmodium Desv.</i></p>	 <p><b>Tomado de:</b> Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>	<p>Plantas herbáceas rastreras, decumbentes, erectas o arbustivas erectas de hasta 3 m alt. Hojas trifolioladas, pinadotrifolioladas o unifolioladas. Estípulas triangulares, auriculadas o no, folíolos con estipelas. Inflorescencia en racimos o pseudoracimos, flores generalmente geminadas, 2-3-bracteadas, persistentes o caducas. Cáliz campanulado glabro o con pelos uncinulados, hialinos o glandulosos, con cinco dientes agudos. Corola violácea o blanca, pétalos unguiculados, estandarte redondeado u ovado, alas oblongas, asimétricas, quilla incurva. Fruto lomento con 1-6 artejos, elípticos, semielípticos, ovals, redondeados, subcuadrados triangulares o arriñonados, con pelos adherentes, uncinulados, itsmo central o marginal (Vanni, 2001).</p>

Ibagué y Piedras (Tolima)

ESPECIE	REGISTRO FOTOGRÁFICO	CARACTERÍSTICAS
<p><i>Polygonum portoricense</i></p>	 <p>Tomado de: Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>	<p>La planta es una hierba perenne de tamaño mediano con articulaciones rojas e hinchadas, con tallos cilíndricos, glabros, frecuentemente glandulosos. Hojas lanceoladas, rara vez anchamente ovadas, de ápice agudo y base atenuada, margen estrigoso y nervios principales glandulosos, rara vez con escasos pelos cortos y rígidos. La inflorescencia es un racimo denso de pequeñas flores rosadas o blancas, el fruto una nuez negra aplanada. Algunas especies del género Polygonum se cultivan como ornamentales (Cialdella, 1989)</p>
<p><i>Polygonum punctatum</i></p>	 <p>Tomado de: Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>	<p>Es una especie de planta perenne, endémica de toda América, desde Canadá a Argentina. Esta planta mide entre 50 y 60 cm de altura, se ramifica ocasionalmente y tiene un hábito bastante erecto. Las hojas alternas son lanceoladas-ovadas o estrechamente ovadas, generalmente lampiñas, afinándose a peciolos cortos. En la base de cada hoja, hay una vaina (ocrea) que envuelve el tallo. Los tallos superiores terminan en racimos en forma de espiga más o menos erectos con pequeñas flores que se distribuyen escasamente a lo largo de su longitud. Cada flor mide unos 3 mm de largo, es de color blanco o blanco verdoso, y sus sépalos tienen puntos glandulares que son pálidos u oscuros. Tiene usos ornamentales y medicinales (Ferreira, Gonçalves, &amp; Ming, 2018).</p>
<p><i>Iresine P. Browne</i></p>	 <p>Tomado de: Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>	<p>Hierbas erectas a bejuocosas. Hojas opuestas, pecioladas. Inflorescencias en panículas axilares y terminales; raquis glabro a pubescente; bráctea y bractéolas persistentes. Flores unisexuales o bisexuales, cuando son unisexuales las plantas son dioicas, las femeninas con un anillo de tricomas en la base del perianto. Sépalos 5, escariosos; estaminodios presentes. Ovario uniovulado; estilo poco diferenciado; estigma bifido. Fruto en utrículo <sup>8</sup></p>
<p><i>Luziola Juss</i></p>		<p>Luziola es un género de plantas herbáceas perteneciente a la familia de las poáceas. Es originaria</p>

<sup>8</sup> Universidad de Colombia (2017). Iresine: Tratamiento taxonómico. Biovirtual Disponible en: <http://www.biovirtual.unal.edu.co/floradecolombia/en/description/557/>

Ibagué y Piedras (Tolima)

ESPECIE	REGISTRO FOTOGRÁFICO	CARACTERÍSTICAS
	 <p><b>Tomado de:</b> Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>	<p>del sur de Norteamérica hasta Sudamérica tropical. Las plantas de Luziola son monoicas, pequeñas, generalmente estolonífera y perennes, con tallos delgados, vainas esponjosas y carecen de hojas basales y glumas (Martínez-Y-Pérez, Mejía-Saulés, &amp; Sosa, 2008)</p>
<i>Malva L</i>	 <p><b>Tomado de:</b> Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>	<p>Son hierbas anuales o perennes, con tallos erectos o procumbentes, glabros o pubescentes. Las hojas largapecioladas, enteras, crenadas, cerradas y con estípulas sésiles o persistentes. Las flores son solitarias o en fascículos axilares. El epicáliz tiene 2-3 piezas más o menos libres, de lineares a lanceoladas. Los 5 pétalos de la corola -tan o más largos que los sépalos- son generalmente de color lila, rosado o blanquecino, más o menos veteados de lila más oscuro. El fruto es un esquizocarpo discoideo. Las semillas, indehiscentes y no infladas, son reniformes y lisas, ocasionalmente muy finamente puntuadas o reticuladas (Molero &amp; Montserrat, 2005)</p>
<i>Ruellia L.</i>	 <p><b>Tomado de:</b> Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>	<p>El género Ruellia se caracteriza por sus flores tubulosas, hipocraterimorfas o infundibuliformes conspicuas, y varias de sus especies se plantan como ornamentales. Las aquí tratadas son especialmente atractivas por el color rojo de sus corolas, y dos de ellas se conocen en cultivo (Ezcurra, 1989).</p>

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

En esta comunidad el número de morfoespecies reportadas en cada estación es baja, lo cual hace que el análisis por medio de los índices de diversidad, dominancia y equidad sea ineficiente, también los resultados están expresados en porcentajes de cobertura lo cual no permite que el análisis sea claramente concluyente.

#### 5.2.1.2.2.6 Comunidad íctica

Al igual que la mayoría de comunidades biológicas, los peces dependen ampliamente de las condiciones medioambientales tanto bióticas como abióticas, bien sea marinos o continentales, lóticos o lénticos, los ambientes no son uniformes por lo que se han visto obligados a adaptarse a las fluctuaciones y condiciones que suceden naturalmente en el ecosistema (King 1996), desarrollando diferentes adaptaciones en sus estructuras que les han permitido establecerse en casi todos los ambientes acuáticos, llegando a ser el grupo de mayor diversidad y abundancia de los vertebrados.

Todas las poblaciones ícticas están sometidas a diversas presiones de tipo ambiental y pesquero que inciden en la dinámica de las poblaciones según el grado de explotación y modificación de su ambiente (Gutiérrez, 2010). Un aspecto especialmente sensible a la variación de las condiciones medioambientales en la dinámica de la población es la reproducción ya que sobre ella influyen directamente factores como: condiciones fisicoquímicas, pulsos de inundación, oferta de alimento proveniente tanto de material alóctono como autóctono del cuerpo de agua y sobrepesca (no se alcanza la talla de madurez reproductiva).

Por lo tanto, cualquier alteración de un ecosistema acuático que albergue una comunidad íctica específica puede afectar la dinámica de las poblaciones y por lo tanto influir sobre su estructura, riqueza, abundancia y estabilidad (Goulding, 1980). Si la modificación de su ecosistema es drástica o su explotación carece de un manejo adecuado, estas poblaciones pueden reducirse y estar por abajo de la línea de reemplazo poblacional típica ya que las posibilidades de reproducción disminuirán y sus condiciones de crecimiento serán más lentas (Csirke, 1980).

Por ejemplo, al alterar drásticamente la configuración espacial de un cuerpo de agua (tipo de sustrato, vegetación adyacente, pendiente de la ribera, cauce, etc.) se afecta directamente la oferta de microhábitats naturales para la comunidad de peces, necesarios para el refugio, desove y alimentación de los diferentes estadios del ciclo de vida de las

especies presentes en el cuerpo de agua, alterando la estructura de las diferentes poblaciones ícticas (Goulding, 1980; Galdino *et al.*, 2007).

Lo anterior afecta directamente las tasas de reclutamiento de las poblaciones y su capacidad para permanecer en un cuerpo de agua intervenido, lo cual, dependiendo de la especie puede causar la migración de los individuos a otro lugar en busca de mejores condiciones o de lo contrario un detrimento de la población, llevándolas a estar amenazadas o en peligro (Mojica, Usma, Álvarez-León, & Lasso, 2012). Por esta razón es necesario caracterizar los cuerpos de agua de interés y establecer la condición actual de las poblaciones ícticas de mayor importancia con el fin de generar un manejo adecuado en el área a intervenir.

#### 5.2.1.2.2.6.1.1 Época Lluviosa

##### ➤ Composición y abundancia

Para el monitoreo de los cuerpos de agua lóticos y lénticos durante la época lluviosa se registraron un total de 201 individuos distribuidos en 14 especies, 4 órdenes y 6 familias. La información taxonómica y abundancia de las especies registradas se relacionan en la Tabla 5.2-51. A nivel de taxonomía, para órdenes se siguió a Nelson (1994), para familias y subfamilias se adoptó la propuesta de Reis et al. (2003), y en estas las especies se listan en orden alfabético.

**Tabla 5.2-51 Composición y abundancia de las especies ícticas registradas en los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados**

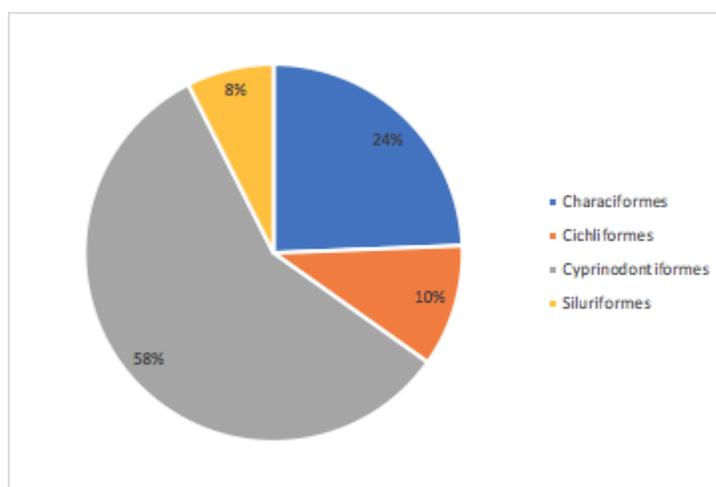
PHYLLUM	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	Estaciones de monitoreo											Total	
				E1	E2	E3	E4	E7	E8	E10	E11	E12	E14	L3		L4
Chordata	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax henseli</i>									17				17
Chordata	Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus caucanus</i>	1												1
Chordata	Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus cf. tolimae</i>										13			13
Chordata	Characiformes	Characidae	<i>Nanocheiroduon insignis</i>								12					12
Chordata	Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>				1									1
Chordata	Characiformes	Erythrinidae	<i>Hypostomus hondae</i>					1		4						5
Chordata	Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>					1						11	1	13
Chordata	Cichliformes	Cichlidae	<i>Geophagus cf. steindachneri</i>				6	2								8
Chordata	Cyprinodontiformes	Rivulidae	<i>Rivulus Magdalenae</i>												116	116
Chordata	Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella chagresi</i>				1									1
Chordata	Siluriformes	Heptapteridae	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	4	1					1						6
Chordata	Siluriformes	Loricariidae	<i>Chaetostoma cf. fischeri</i>				2									2
Chordata	Siluriformes	Loricariidae	<i>Chaetostoma cf. thomsoni</i>			4				1						5
Chordata	Siluriformes	Loricariidae	<i>Sturisomatichthys leightoni</i>							1						1
<b>Total (N° de individuos)</b>				<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>117</b>	<b>201</b>
<b>Riqueza (N° de especies)</b>				<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>14</b>

E1: Quebrada Doima      E2: Quebrada Doima      E3: Quebrada Opia      E4: Quebrada Doima  
E7: Quebrada Opia      E8: Quebrada San Javier      E10: Quebrada Doima      E11: Quebrada Armadillos 2  
E12: Quebrada San Guaiaco      E14: Quebrada la Borbona

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Para las estaciones Quebrada San Javier-E5, Quebrada Opia-E6, Quebrada Armadillos 2-E9 y Quebrada La Perica-E13 no se registraron individuos pertenecientes a esta comunidad, al parecer podría relacionarse con la intervención antrópica generada por las actividades agrícolas que se desarrollan a los alrededores de los cuerpos de agua, así como por las lluvias presentadas previas a los monitoreos.

Los órdenes con mayor riqueza específica corresponden a: Characiformes con 6 especies, y Siluriformes con 5 especies; en cuanto a la abundancia, se evidencia que el orden Cyprinodontiformes fue el más representativo con el 58% de la abundancia total, mientras que el orden Characiformes representó el 24%, seguido de Chiliformes con el 10% y finalmente los Siluriformes con el 8% (Figura 5.2-100).



**Figura 5.2-100 Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad íctica reportados para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados.**

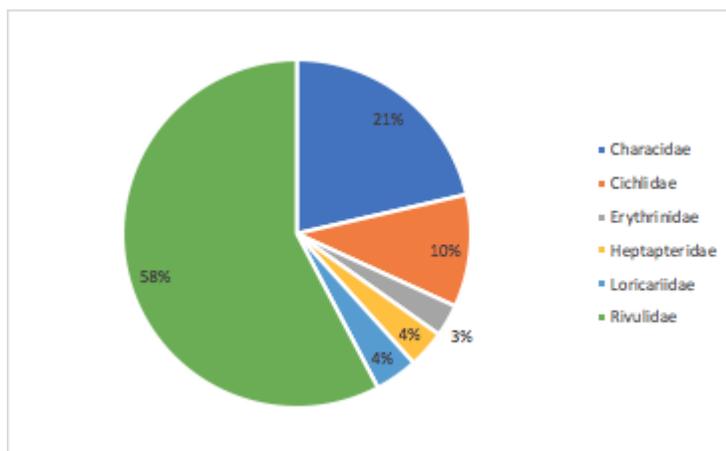
**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Los Cyprinodontiformes son un grupo de peces generalmente de aguas dulces, de pequeño tamaño, alargados, con pequeñas bocas, grandes ojos, una única aleta dorsal y una aleta caudal generalmente redondeada. Los canales y poros de la línea lateral están principalmente en la cabeza, mientras que a lo largo del cuerpo es sólo una línea de escamas apuntadas. El borde superior de la mandíbula solo tiene premaxilares y es

protusible. Generalmente presentan un marcado dimorfismo sexual. Muchas especies pueden vivir en aguas pobres en oxígeno.

El orden Characiformes, muestra una gran adaptabilidad dada por características morfológicas, fisiológicas, comportamentales, reproductivas (estrategia de vida r) y tróficas, las cuales han permitido su amplia distribución y abundancia en estos ecosistemas heterogéneos y complejos (Winemiller, López Fernández, Taphorn, Nico, & Barbarino Duque, 2008). De hecho, tal heterogeneidad y fluctuación temporal, como la encontrada en sistemas del valle Medio del Magdalena, generan respuestas a corto y largo plazo por parte de las especies, manteniendo las comunidades en un constante "desequilibrio", factor determinante en la diversidad de especies en ríos tropicales.

Para las familias se registraron un total de 6, donde las más abundantes corresponden a Rivulidae con el 58% de la abundancia total, seguida por Characidae con el 21% y Cichlidae con el 10%, mientras que las demás familias aportaron entre el 3 y el 4% de la abundancia total (Figura 5.2-101).



**Figura 5.2-101 Porcentaje de abundancia general de las familias de la comunidad íctica reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Con relación a los cuerpos de agua monitoreados, Figura 5.2-102, para las estaciones Quebrada Armadillos 2-E1, Quebrada San GuaicoE12 y Quebrada La Borbona- E14 solo

se reportaron organismos pertenecientes a la familia Characidae, mientras que para las estaciones Quebrada San Javier-E2 y Quebrada San Javier-E8 únicamente se registraron organismos de la familia Heptapteridae, y para la estación Quebrada Opia-E3 únicamente se registraron individuos de la familia Loricariidae. Finalmente, para el cuerpo de agua Léntico 3 solo se registraron individuos de la familia Cichlidae y para el Léntico 4 individuos de la familia Rivulidae.

En términos de riqueza para las familias, la estación Quebrada Doima-E4 reportó organismos pertenecientes a 4 familias, mientras que Quebrada Doima-E1, Quebrada Doima-E10 y Quebrada Opia-E7 registran 2 familias cada una.

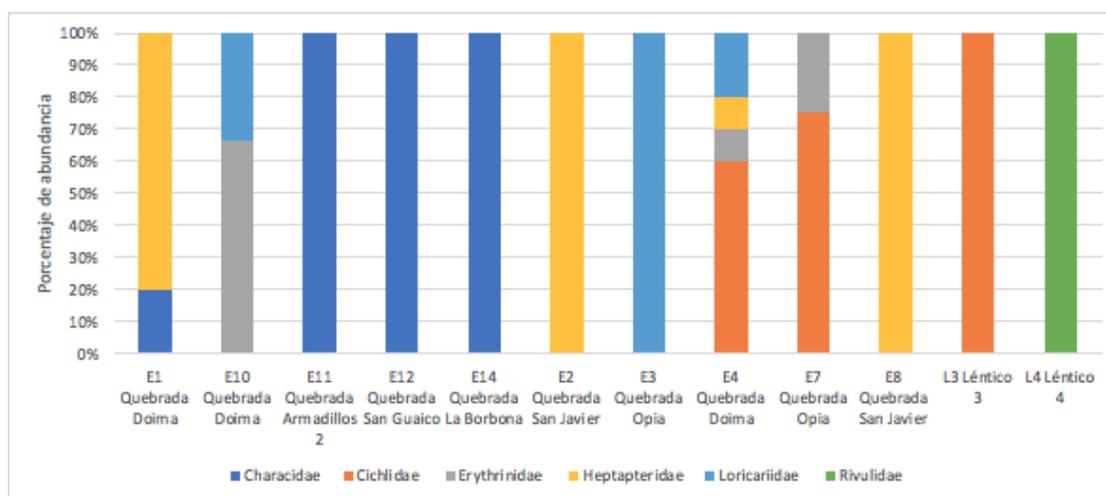


Figura 5.2-102 Porcentaje de abundancia de las familias de la comunidad íctica reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

A nivel de especies, se registró una riqueza de 14 especies y una abundancia total de 201 individuos (Figura 5.2-103). Dentro de estas, aquellas con mayor representación por su abundancia, corresponden a *Rivulus Magdalenae* con 116 individuos y *Astyanax hensei* con una abundancia 17 individuos. Mientras que las especies con mayor frecuencia corresponden a *Andinoacara latifrons*, que se reportó en 3 estaciones: Quebrada Opia-E7, Léntico 3-L3 y Léntico 4-L4, y *Rhamdia guatemalensis* registrada para las estaciones Quebrada Doima-E1, Quebrada San Javier-E2 y Quebrada San Javier-E8,

seguida por *Chaetostoma cf. Thomsoni*, *Geophagus cf. steindachneri*, *Hypostomus hondae*, registrados en 2 estaciones cada uno, Tabla 5.2-52.

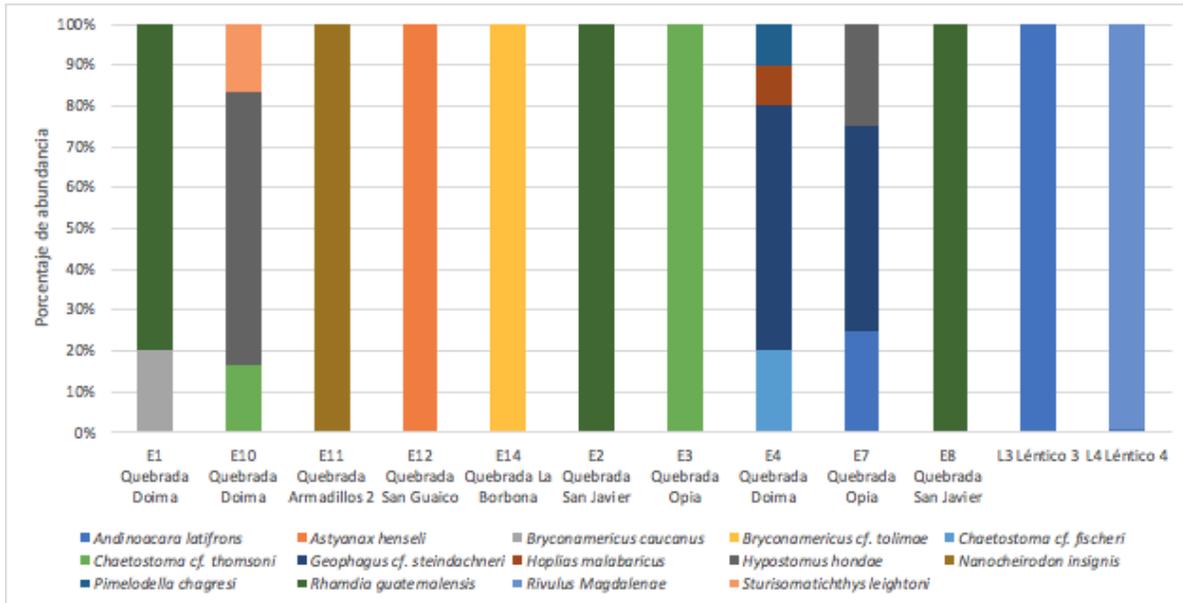
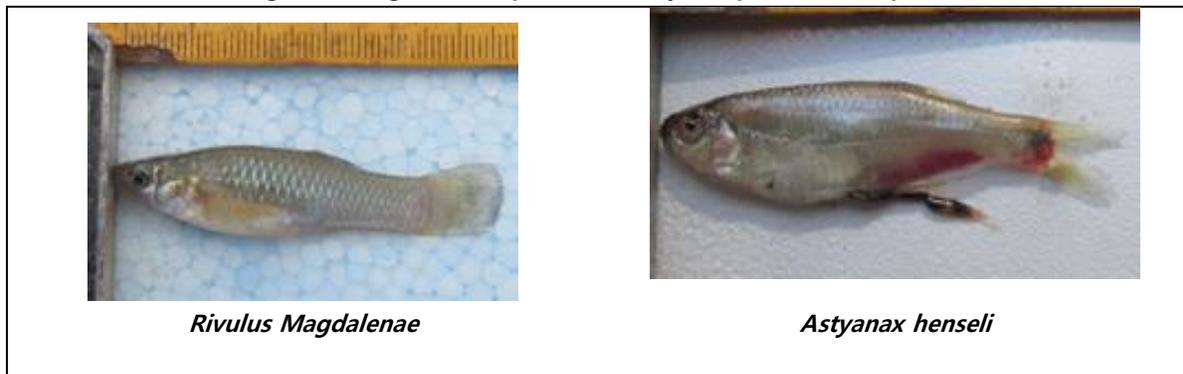


Figura 5.2-103 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de la comunidad íctica reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Tabla 5.2-52. Registro fotográfico de peces con mayor representación por su abundancia



Ibagué y Piedras (Tolima)



*Andinoacara latifrons*



*Rhamdia guatemalensis*



*Chaetostoma cf. thomsoni*



*Geophagus cf. steindachneri*

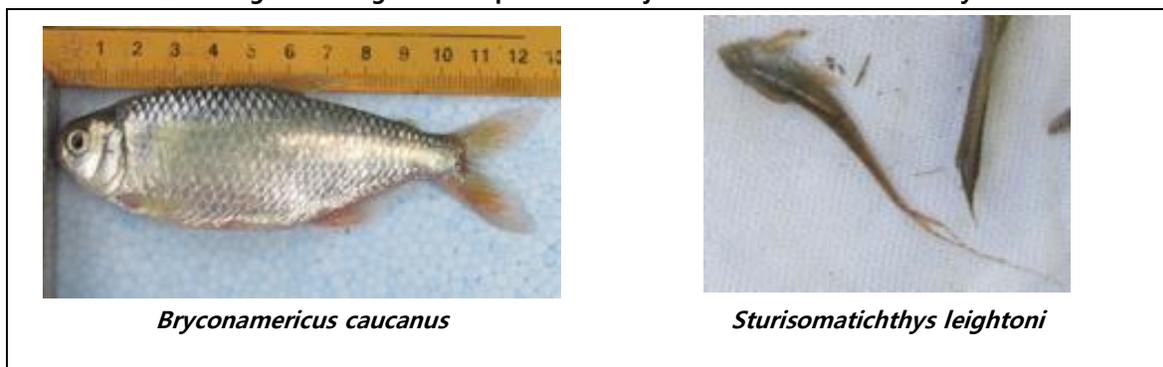


*Hypostomus hondae*

Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

Dentro de las especies registradas se reportaron especies con baja frecuencia de ocurrencia y baja abundancia. Para la estación Quebrada Doima-E1, se reportó el único individuo de la especie *Bryconamericus caucanus*, mientras que para la estación Quebrada Doima-E10 se registró el único individuo de la especie *Sturisomatichthys leightoni* (Tabla 5.2-53)

**Tabla 5.2-53 Registro fotográfico de peces con baja frecuencia de ocurrencia y abundancia**



Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

Las estaciones como quebradas y ríos de menor envergadura, pueden ofrecer una variedad diferente de hábitats y microhábitats para las especies ícticas, ya que la vegetación riparia adyacente aporta una gran cantidad de recursos de tipo alóctono al sistema, además de zonas de sombreado, propiciando la oferta de variados microhábitats; a su vez, la variedad de sustratos (arenosos, rocosos y lodosos) que poseen, permiten que especies de distintos hábitos puedan coexistir. De este modo, factores fundamentales como los recursos, la calidad del hábitat y la variedad de este son "constantes" para la biota acuática, permitiendo así que la comunidad se distribuya de una forma más equitativa y con menor dominancia de especies (Ekness & Randhir, 2007). Por ende, uno de los aspectos en las estrategias de las especies como respuesta a tal mosaico de variables, corresponde a las relaciones tróficas y los hábitos alimentarios de las comunidades ícticas.

En corrientes de bajo orden, en los que gran parte de los recursos disponibles son de origen alóctono como hojarasca, frutos, insectos y materia orgánica que ingresa por escorrentía, la mayoría de las especies tiende a tener hábitos de tipo insectívoro y herbívoro como *Astyanax henseli* (y en general Characiformes), así como pequeños Siluriformes cuya dieta se basa principalmente en insectos y pequeños peces.

El comportamiento de los resultados obtenidos debe ser entendido de acuerdo a varios factores, el primero de ellos se relaciona con el contexto en el cual se encuentran

inmersas estas comunidades, ya que la mayoría de los cuerpos de agua evaluados se encuentran bajo la presión del desarrollo agrícola. De este modo, los ecosistemas fluviales son influenciados a nivel regional por los diferentes usos de la tierra y de este modo, los ecosistemas terrestres paralelos a los ríos, así como la vegetación riparia y los usos del suelo pueden interactuar afectando severamente la calidad del agua y las comunidades biológicas inmersas en estos (Meador & Goldstein, 2003).

Así mismo las alteraciones en las coberturas vegetales riparias, por reemplazo de áreas de pastoreo y cultivos extensivos, puede degradar la estructura y dinámica de las comunidades de peces.

La cobertura vegetal riparia y en general los ecosistemas terrestres paralelos a los ríos, cobran gran importancia para el mantenimiento de las comunidades acuáticas, moderando la temperatura a través de la sombra, generando materia orgánica como fuente de recursos para varios organismos y sosteniendo las redes tróficas de los sistemas lóticos, involucrándose a su vez en los procesos de carga y transporte de los ríos.

Por tal razón, el uso de las tierras tiene una cercana relación con los ecosistemas y los hábitats ribereños, y consecuentemente con las comunidades acuáticas (Pinto, Peixoto, & Araújo, 2006). El uso intensivo del suelo, en actividades como la ganadería, minería y agricultura, degrada los ecosistemas nativos incrementando efectos como la sedimentación, alteraciones hidrográficas, oscilaciones de temperatura y contaminación. Actividades que se realizan de manera intensiva en un área, como la agricultura minería y la ganadería, son la causa de una pobre calidad de hábitat. De esta forma, el estudio del uso de las tierras es importante para el entendimiento de los gradientes naturales y factores derivados de las actividades humanas que se involucran en cambios en la composición y estructura de las comunidades ícticas, y por ende aun es necesaria mucha información para un acercamiento ecológico de los sistemas acuáticos y sus comunidades de peces en Colombia.

Es así como los impactos de estas actividades pueden notarse a diferentes niveles como la calidad físico-química del agua, la estabilidad del cauce y los organismos acuáticos que viven allí. Todos estos parámetros se relacionan entre sí, y en la medida que se afectan por el uso del suelo, pueden ser empleados para determinar los efectos que causan sobre el recurso hídrico. La alta heterogeneidad encontrada incluso en distintos puntos sobre un mismo cuerpo de agua denota esto, a lo largo del cauce desde la cabecera hasta las partes bajas, los ríos son receptores y transmisores de todas las alteraciones que ocurren en todos los gradientes: lateral (vegetación riparia), longitudinal (alteraciones hidrológicas), vertical (gradiente entre el suelo, superficie del agua y atmosfera) y el temporal (fluctuaciones por pulsos de inundación).

➤ Endemismo y distribución

En la Tabla 5.2-54 se muestra la distribución de las diferentes especies endémicas reportadas para el área de estudio.

**Tabla 5.2-54 Endemismo y distribución de las especies ícticas reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados**

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
1	<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra	Endémica de Colombia, en las cuencas del Magdalena, Atrato, Sinú y San Juan Caribe.
2	<i>Astyanax henseli</i>	Sardinita	Posee muy amplia en distribución. Se encuentra en tierras bajas desde Centroamerica hasta Argentina aunque con pequeñas variaciones poblacionales. Reportada para el Magdalena, San Jorge, Sinu, Atrato, San Juan, y Cesar (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003).
3	<i>Bryconamericus caucanus</i>	Mojarita	Especie es conocida en las cuencas de los ríos Magdalena-Cauca y vertientes del Pacífico en Colombia (DoNascimento, y otros, 2017). Su localidad tipo se encuentra en el río La Vieja, Piedra de Moler, Alto Cauca, Colombia (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).
4	<i>Bryconamericus tolimae</i>	Pintona	Esta especie es endémica de Colombia y se conoce en la cuenca del río Magdalena-Cauca, en el Tolima en los ríos Coello, Cocora, Combeima, Opia, Cuinde Negro, Cuinde Blanco, Cuinde Feo y arroyos Gualanday y Cay. Su localidad tipo es Ibagué, vereda Pastales, 100 m antes de Pastales en

Ibagué y Piedras (Tolima)

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
			vía Ibagué-Juntas, río Combeima, afluente del río Magdalena.
5	<i>Chaetostoma cf. fischeri</i>	Chupapiedra	Para la cuenca del río Coello se reporta en la desembocadura del río Coello y en la quebrada Gualanday. En la cuenca de Prado especie se distribuye en las tres subcuencas desde los 387 m.
6	<i>Chaetostoma cf. thomsoni</i>	Trompilisa	La especie está presente en la cuenca del Magdalena y en el Tolima, medio y alto Sinú. En el río Coello desde la desembocadura sobre el Magdalena a los 256 m. hasta los 770 m.s.n.m.
7	<i>Geophagus steindachneri</i>	Mula	En Colombia se distribuye en las cuencas de los ríos Sinú, Cauca y Magdalena y algunos ríos que bajan de la Sierra Nevada de Santa Marta. Se distribuye en la cuenca del río Coello desde los 256 m.s.n.m hasta los 850 m.s.n.m. En la cuenca del río Prado se distribuye desde los 311 m.s.n.m. en la quebrada del río Prado hasta los 450 m.s.n.m en el río Cunday. En la cuenca del río Amoyá está presente en la desembocadura del río Amoyá en el río Saldaña a los 540 m.s.n.m. y en la quebrada Tuluni a los 665 m.s.n.m (Londoño, 2018).
8	<i>Hoplias malabaricus</i>	Guabina	En la cuenca del río Coello se distribuye en las zonas bajas desde los 256 hasta los 850 m.s.n.m. Reportado en las subcuencas del río Negro y río Cunday desde los 387 m. hasta los 484 m.s.n.m. Se reporta para el río Amoyá en la quebrada Tuluni a los 665 m.s.n.m.
9	<i>Hypostomus hondae</i>	Cucha	En Colombia está presente en todas las cuencas. En la cuenca del río Coello se distribuye en las zonas bajas desde los 256 hasta los 850 m.s.n.m. Reportado en las subcuencas del río Negro y río Cunday desde los 387 m.s.n.m. hasta los 484 m.s.n.m. Se reporta para el río Amoyá en la quebrada Tuluni a los 665 m.s.n.m.
10	<i>Nanocheirodon insignis</i>	Sardina	Se distribuye en el río Magdalena, Atrato, Sinú, San Jorge, Cauca, Cesar y Catatumbo.
11	<i>Pimelodella chagresi</i>	Nicurito	En la cuenca del río Coello en la desembocadura en el Magdalena a los 256 m.s.n.m. hasta los 770 m.s.n.m. También se distribuye para las tres subcuencas de Prado, desde los 290 m.s.n.m. en una quebrada cerca al río Prado hasta los 484 m.s.n.m en el cauce principal del río Cunday.
12	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Juli descolorido	Se distribuye ampliamente en las cuencas hidrográficas de drenaje del Atlántico y el Pacífico, desde el centro de México

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
			hasta el norte de América del Sur, incluidas las cuencas trasandinas en Colombia y Venezuela.
13	<i>Rivulus Magdalenae</i>	Saltón	En el Tolima, en la cuenca del río Coello, esta especie se distribuye entre los 256 y los 520 m.s.n.m. En el cauce principal del río Coello y en la quebrada Gualanday. En la cuenca de Prado se reporta en las subcuencas de los ríos Negro y Prado, a los 340 y 429 m.s.n.m. en la quebrada Corinto. En la cuenca del río Amoyá esta especie se registra para quebradas que drenan en el río Ambeima a 830 m.s.n.m., vereda Santa Ana, Chaparral.
14	<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	Raspacanoa	Endémica de Colombia, en las cuencas del Magdalena, Cauca. y Pacífico

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Especies migratorias

Para el área de estudio no se registraron especies migratorias.

➤ Especies amenazadas

En la Tabla 5.2-55 se presenta la categoría de amenaza de las especies ícticas reportadas para el área de influencia del proyecto.

Si bien *Bryconamericus tolimae* esta reportada en la IUCN con especie vulnerable dado su grado de endemismo; al parecer no existe información de referencia sobre el estado de sus poblaciones. Además, esta especie no ha sido incluida en el libro rojo de peces dulceacuicolas (Mojjja et al., 2012) y tampoco ha sido incluida en la Resolución 1912 de 2017 expedida por el MADS en la cual se incluye el listado de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana.

**Tabla 5.2-55 Categoría de amenaza de las especies ícticas reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados**

Nº	ESPECIE	UICN (2021)	LIBRO ROJO (2012)	Res. 0192/2017 (MADS,2017)	AMENAZAS
1	<i>Andinoacara latifrons</i>	LC	NE	NE	La especie no tiene uso, ni se comercializa. Puede verse afectado por la sedimentación y contaminación relacionada con la minería y dragados en el Magdalena Medio y Bajo (Sanchez-Duarte & Mesa-Salazar, 2016).
2	<i>Astyanax henseli</i>	LC	NE	NE	En una escala amplia, no hay amenazas evidentes.
3	<i>Bryconamericus caucanus</i>	LC	LC	NE	No son bien conocidas las amenazas para la especie, no obstante, es muy probable que las poblaciones sean afectadas por la urbanización y la degradación del hábitat producida por la agricultura (Maldonado-Ocampo, Vari, & Usma, 2008).
4	<i>Bryconamericus tolimae</i>	VU	NE	NE	Esta especie es endémica de Colombia y se conoce en la cuenca del río Magdalena-Cauca y en el Tolima. La especie no tiene usos, ni se comercializa, y su principal amenaza son la contaminación por agroquímicos y la deforestación (Maldonado-Ocampo, Vari, & Usma, 2008).
5	<i>Chaetostoma cf. fischeri</i>	LC	NE	NE	La principal amenaza que afecta a la especie son los vertimientos domésticos e industriales relacionados con la actividad minera y agricultura especialmente en el departamento de Antioquía, que causa contaminación en el hábitat y perjudican la calidad del recurso hídrico (Álvarez, Kolok, Fernanda, Carlos, & Palacio, 2012)
6	<i>Chaetostoma cf. thomsoni</i>	LC	LC	NE	No se conocen amenazas para esta especie.
7	<i>Geophagus steindachneri</i>	LC	NE	NE	Sin amenazas importantes.

Ibagué y Piedras (Tolima)

Nº	ESPECIE	UICN (2021)	LIBRO ROJO (2012)	Res. 0192/2017 (MADS,2017)	AMENAZAS
8	<i>Hoplias malabaricus</i>	LC	NE	NE	Las principales amenazas de la especie son la introducción de especies exóticas a su hábitat (Attayde, Brasil, & Menescal, 2011) y actividades mineras locales que a menudo dan como resultado niveles elevados de mercurio y mayores tasas de sedimentación (Marrugo-Negrete, Navarro-Frómeta, & Ruiz-Guzmán, 2015).
9	<i>Hypostomus hondae</i>	LC	NE	NE	Los procesos de deterioro ambiental de los ríos donde está presente hacen presumir alguna amenaza (Londoño, 2018).
10	<i>Nanocheirodon insignis</i>	LC	NE	NE	Sin amenazas importantes
11	<i>Pimelodella chagresi</i>	NE	NE	NE	No se conocen amenazas para la especie
12	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	LC	NE	NE	Se distribuye ampliamente, es abundante y tiende a ser una especie dominante en las comunidades de peces de agua dulce, y solo unas pocas poblaciones localizadas podrían considerarse amenazadas, principalmente debido a la degradación del hábitat (Ceballos, Díaz Pardo, Martínez Estévez, & Espinosa Pérez, 2016).
13	<i>Rivulus Magdalenae</i>	LC	NE	NE	Existen amenazas generales en el área, pero es poco probable que puedan considerarse amenazas importantes para esta especie (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).
14	<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	LC	NE	NE	Como especie bentónica, puede verse afectada por un aumento de la sedimentación relacionada con la tala a gran escala. Hay represas en Alto Cauca y Magdalena que provocan un aumento de la sedimentación (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).

**NE:** No Evaluado; **CR:** Peligro crítico; **EN:** En Peligro; **VU:** Vulnerable; **LC:** Menor; preocupación; **NT:** Casi amenazada  
(Mojica, Usma, Álvarez-León, & Lasso , 2012)

**Fuente:** OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Usos e importancia de las especies de peces

La ictiofauna de los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia del proyecto, se encuentra conformada en su mayor parte por especies medianas con ningún o muy bajo interés comercial. Sin embargo, a pesar de que la composición de la comunidad íctica obtenida no posee un valor importante para la pesca de consumo, las especies presentes en el muestreo desempeñan un papel clave en la cadena trófica del ecosistema al estar relacionadas directa o indirectamente con los flujos de energía y materia de este. No obstante, las especies *Chaetostoma cf. thomsoni*, *Andinoacara latifrons* y *Hoplias malabaricus* representan un interés local debido a su consumo. A continuación, se presenta una lista de estas especies junto con el uso que se les da en el área de estudio (Tabla 5.2-56).

**Tabla 5.2-56 Uso e importancia de las especies ícticas reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados**

Nº	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USO
1	<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra anzuelera	Ornamental/Consumo local
2	<i>Astyanax henseli</i>	Sardinita	Consumo local
3	<i>Bryconamericus caucanus</i>	Mojarrita	Ornamental
4	<i>Bryconamericus tolimae</i>	Pintona	Sin uso específico
5	<i>Chaetostoma cf. fischeri</i>	Chupapiedra	Pesca de subsistencia y Ornamental
6	<i>Chaetostoma cf. thomsoni</i>	Trompilisa	Consumo local/ Ornamental
7	<i>Geophagus cf. steindachneri</i>	Mula	Ornamental
8	<i>Hoplias malabaricus</i>	Guabina	Consumo local/ Comercial
9	<i>Hypostomus hondae</i>	Cucha	Ornamental
10	<i>Nanocheirodon insignis</i>	Sardina	Ornamental
11	<i>Pimelodella chagresi</i>	Nicurito	Consumo local/ Comercial
12	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Juli descolorido	Comercial / acuicultura
13	<i>Rivulus Magdalenae</i>	Saltón	Ornamental
14	<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	Baralcalde	Sin uso específico

**Fuente:** OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices alfa

En la Figura 5.2-104 se presentan los valores calculados del índice de diversidad de Shannon-Weaver para la comunidad íctica, donde se evidencia que las estaciones Quebrada San Javier-E2, Quebrada Opia-E3, Quebrada San Javier-E8, Quebrada Armadillos 2-E11, Quebrada San Guaico-E12, Quebrada La Borbona-E14 y Léntico 3 registraron un valor de 0, dado que solo se reportó una especie para cada uno de estos puntos. Las demás estaciones de monitoreo; Quebrada Doima-E1, Quebrada Doima-E4, Quebrada Opia-E7, Quebrada Doima-E10 y Léntico 4 presentaron niveles muy bajos de diversidad, con valores inferiores a 2 bits/Ind, donde la comunidad presenta algunas dominancias que no permiten que se estabilice, es importante resaltar que en la mayoría de los ecosistemas naturales este valor varía entre 0,5 y 5, aunque lo normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. La baja diversidad de esta comunidad puede estar asociada a los disturbios generados por las precipitaciones en algunas de las estaciones; este es un factor que impide el aumento de la comunidad, debido a que la corriente de los ríos y quebradas aumenta considerablemente y por tal motivo los peces buscan refugio en cuerpos de agua pequeños que ofrecen alimento y protección de sus crías.

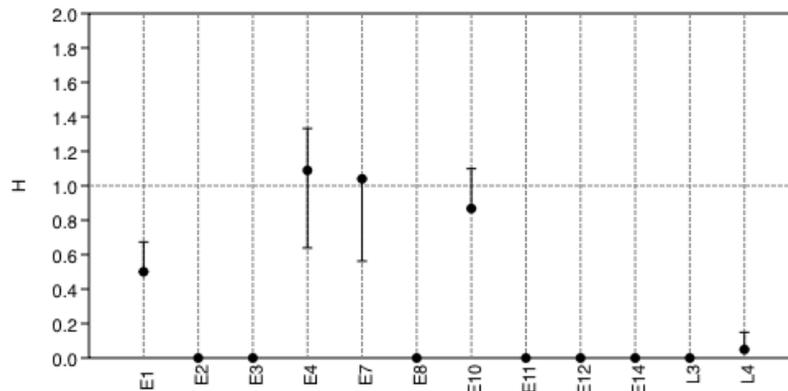


Figura 5.2-104 Diversidad de Shanon (H').

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de dominancia (Simpson), se registraron valores inferiores a 0,5 para las estaciones Quebrada Doima-E1, Quebrada Doima-E4, Quebrada Opia-E7, Quebrada

Doima-E10 y Léntico 4 (Figura 5.2-105), lo que demuestra que esta comunidad en la mayoría de los puntos de monitoreo presenta una distribución equitativa de las morfoespecies registradas, por ende, una mayor diversidad, principalmente para la Quebrada Opia-E7, cuyo valor es el más cercano a 0 (0,375), mientras que la Quebrada Doima-E1 registró el valor más alto (0,68) lo que evidencia que existe una menor diversidad y abundancias marcadas de algunas morfoespecies, donde para esta estación corresponde a la especie *Rhamdia guatemalensis*.

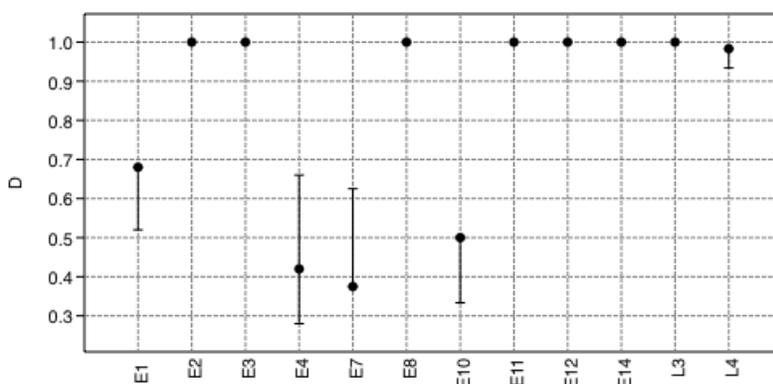


Figura 5.2-105 Dominancia de Simpson (D).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto al índice de Equidad de Pielou en la Figura 5.2-106 se evidencia que para los puntos de monitoreo Quebrada Doima-E1, Quebrada Doima-E4, Quebrada Opia-E7 y Quebrada Doima-E10 se registraron los valores más altos, lo cual demuestra que, las abundancias de las morfoespecies registradas para estos puntos tienden a ser muy similares, mientras que para el Léntico 4 se presentó una abundancia menos uniforme, donde *Rivulus Magdalenae* es la más representativa.

Ibagué y Piedras (Tolima)

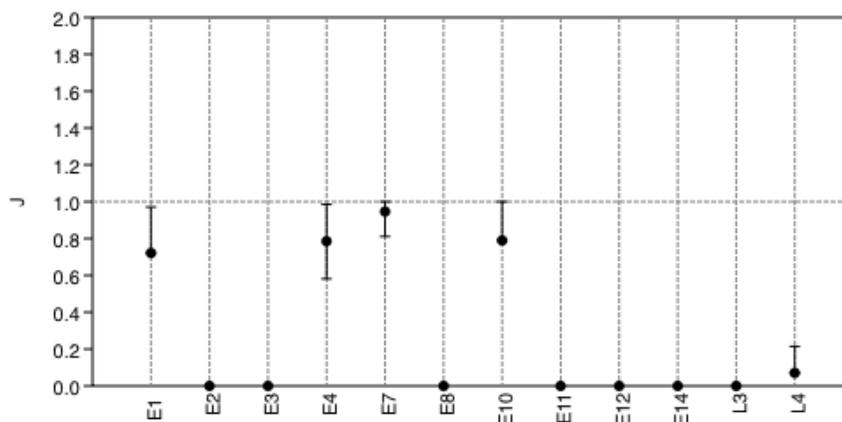


Figura 5.2-106 Equidad de Pieluo (J).

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Índices Beta

Con base en el análisis de conglomerados o similitud de Bray-Curtis efectuado a las estaciones evaluadas en el periodo lluvioso, se encontró que la comunidad íctica para los puntos de muestreo (E2 y E8) sobre Quebrada San Javier presentan una similaridad del 100% al registrarse únicamente la especie *Rhamdia guatemalensis* en ambos puntos, al igual que las estaciones Quebrada Opia-E3, Quebrada San Guaico-E12, Quebrada La Borbona-E14 y Léntico 3 las cuales presentaron una similaridad del 100% (Figura 5.2-107).

Por otro lado, se evidencia un grupo de estaciones que presentan una similaridad del 35% aproximadamente, conformado por las estaciones Quebrada Opia-E7 y Quebrada Doima-E10, las cuales comparten la especie *Hypostomus hondae*. Respecto a las estaciones Léntico 4, Quebrada Armadillos 2-E11 y Quebrada Doima-E4 divergen de las demás estaciones, para el caso del Léntico 4 al reportar una mayor abundancia de la especie *Rivulus Magdalenae*, mientras que para el punto E11 se da por al reportar la especie *Nanocheiroduon insignis* únicamente para este punto, finalmente, la divergencia del punto E4 se presenta por reportar las especies *Chaetostoma cf. fischeri*, *Geophagus cf. steindachneri*, *Hoplias malabaricus* y *Pimelodella chagresi* exclusivamente para este punto de monitoreo.

Ibagué y Piedras (Tolima)

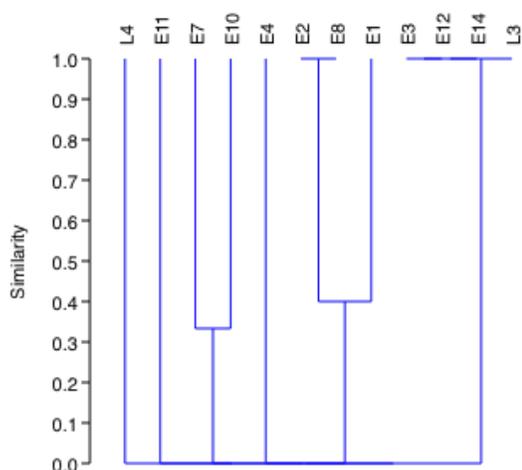


Figura 5.2-107 Dendrograma de similitud del índice de Bray-Curtis.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

5.2.1.2.2.6.1.2 Época seca

➤ Composición y abundancia

Para el monitoreo realizado en los cuerpos de agua lóticos y lénticos durante la época seca se registraron un total de 215 individuos distribuidos en 10 especies, 4 órdenes y 6 familias. La información taxonómica y abundancia de las especies registradas se relacionan en la Tabla 5.2-57 A nivel de taxonomía, para ordenes se siguió a Nelson (1994), para familias y subfamilias se adoptó la propuesta de Reis, *et al.* (2003), y en estas las especies se listan en orden alfabético.

**Tabla 5.2-57 Composición y abundancia de las especies ícticas registradas en los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados**

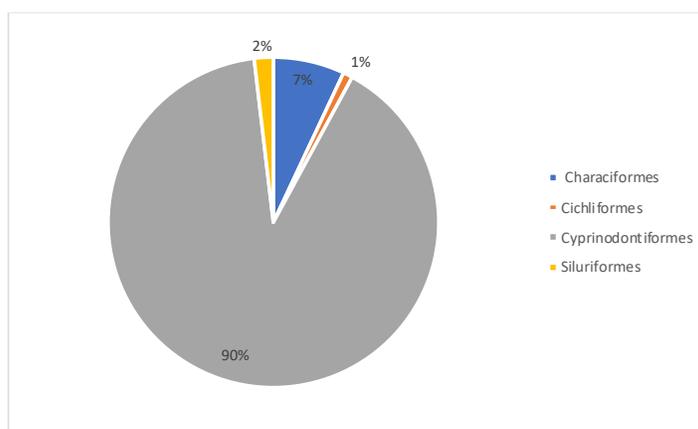
PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Estación de monitoreo											Total	
					E3	E4	E5	E6	E8	E10	E11	E12	E14	L2	L3		L4
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	<i>Hemibrycon sp1</i>			10										10
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	<i>Hemibrycon sp2</i>					3								3
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>				1			1						2
Chordata	Actinopterygii	Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara cf. latifrons</i>									1				1
Chordata	Actinopterygii	Cichliformes	Cichlidae	<i>Oreochromis aff. niloticus</i>		1											1
Chordata	Actinopterygii	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia cf. caucana</i>								14					14
Chordata	Actinopterygii	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Priapichthys caliensis</i>								16		11	18	135	180
Chordata	Actinopterygii	Siluriformes	Heptapteridae	<i>Rhamdia guatemalensis</i>						1							1
Chordata	Actinopterygii	Siluriformes	Loricariidae	<i>Chaetostoma cf. thomsoni</i>	1												1
Chordata	Actinopterygii	Siluriformes	Loricariidae	<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	2												2
<b>Total (N° de individuos)</b>					<b>3</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>135</b>	<b>215</b>
<b>Riqueza (N° de especies)</b>					3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Para las estaciones Quebrada Doima-E1, Quebrada San Javier-E2, Quebrada Opia-E7 y Quebrada La Perica-E13 no se registraron individuos pertenecientes a esta comunidad, al parecer podría relacionarse con la intervención antrópica generada por las actividades agrícolas que se desarrollan a los alrededores de los cuerpos de agua.

Por su parte, los órdenes con mayor riqueza específica, corresponden a: Characiformes y Siluriformes con 3 especies cada uno, en cuanto a la abundancia, se evidencia que el orden Cyprinodontiformes fue el más representativo con el 90% de la abundancia total, mientras que el orden Characiformes representó el 7%, seguido de Siluriformes con el 2% y finalmente los Chiliformes con el 1% (Figura 5.2-108).



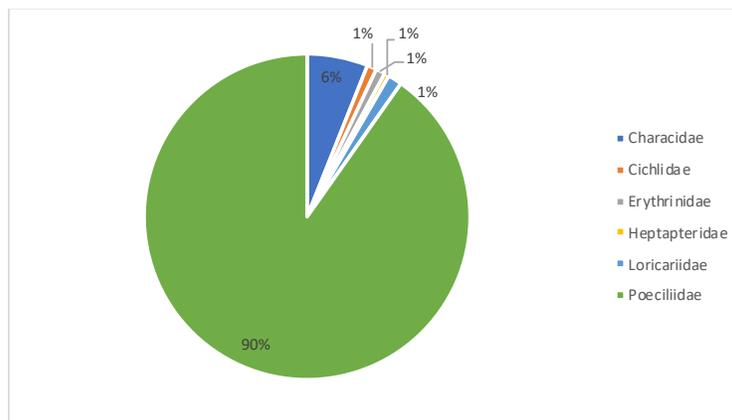
**Figura 5.2-108 Porcentaje de abundancia de los órdenes de la comunidad íctica reportados para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Los Cyprinodontiformes son un grupo de peces generalmente de aguas dulces, de pequeño tamaño, alargados, con pequeñas bocas, grandes ojos, una única aleta dorsal y una aleta caudal generalmente redondeada. Los canales y poros de la línea lateral están principalmente en la cabeza, mientras que a lo largo del cuerpo es sólo una línea de escamas apuntadas. El borde superior de la mandíbula solo tiene premaxilares y es protusible. Generalmente presentan un marcado dimorfismo sexual. Muchas especies pueden vivir en aguas pobres en oxígeno.

Los peces Characiformes, muestran una gran adaptabilidad dada por características morfológicas, fisiológicas, comportamentales, reproductivas (estrategia de vida r) y tróficas, las cuales han permitido su amplia distribución y abundancia en estos ecosistemas heterogéneos y complejos (Winemiller, López, Taphorn, Nico, & Barbarino, 2008). De hecho, tal heterogeneidad y fluctuación temporal, como la encontrada en sistemas del valle Medio del Magdalena, generan respuestas a corto y largo plazo por parte de las especies, manteniendo las comunidades en un constante "desequilibrio", factor determinante en la diversidad de especies en ríos tropicales.

A nivel de familias se registraron un total de 6, donde las más abundantes corresponden a Poeciliidae con el 90% de la abundancia total y Characidae con el 6%, mientras que las demás familias aportaron el 1%, de la abundancia total cada una (Figura 5.2-109).



**Figura 5.2-109 Porcentaje de abundancia general de las familias de la comunidad íctica reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Como se puede evidenciar en la Figura 5.2-110 para la estación Quebrada Opia-E3 solo se reportaron organismos pertenecientes a la familia Characidae, mientras que para las estaciones Quebrada Doima-E4 y Quebrada la Borbona-E14 solo se registraron organismos de la familia Cichlidae, respecto a las estaciones Quebrada San Javier-E5 y Quebrada San Javier-E8 la única familia registrada corresponde a Characidae.

Ibagué y Piedras (Tolima)

En cuanto a la Quebrada Opia-E6 y la Quebrada Armadillos 2-E11 la familia Erythrinidae es la única reportada. Finalmente, para el cuerpo de agua Quebrada San Guaico-E12, Léntico 2, Léntico 3 y Léntico 4 solo se registraron individuos de la familia Poeciliidae.

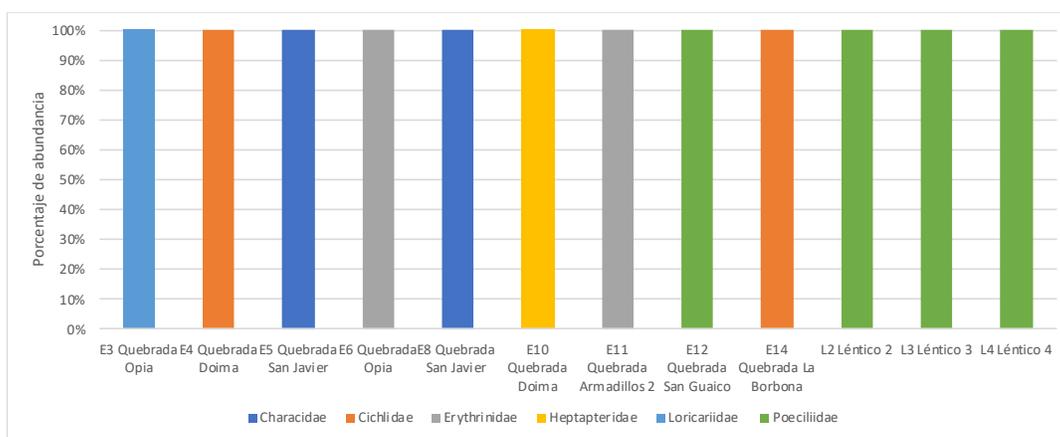


Figura 5.2-110 Porcentaje de abundancia de las familias de la comunidad íctica reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

A nivel de especies, se registró una riqueza específica de 10 especies y una abundancia total de 215 individuos (Figura 5.2-111). Dentro de estas, aquellas con mayor representación por su abundancia, corresponden a *Priapichthys caliensis* con 180 individuos y *Hemibrycon* sp.1 con una abundancia 10 individuos, Tabla 5.2-58. La especie con mayor frecuencia correspondió a *Priapichthys caliensis*, que se reportó en 4 estaciones: E12 Quebrada San Guaico, Léntico 2-L2, Léntico 3-L3 y Léntico 4-L4.

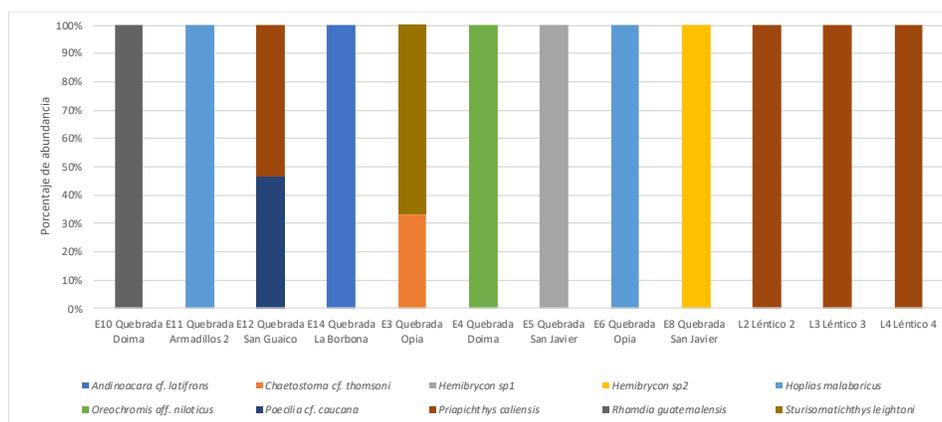


Figura 5.2-111 Porcentaje de abundancia de las morfoespecies de la comunidad íctica reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Tabla 5.2-58. Registro fotográfico de peces con mayor representación por su abundancia

	
<p><i>Priapichthys caliensis</i></p>	<p><i>Hemibrycon sp1</i></p>

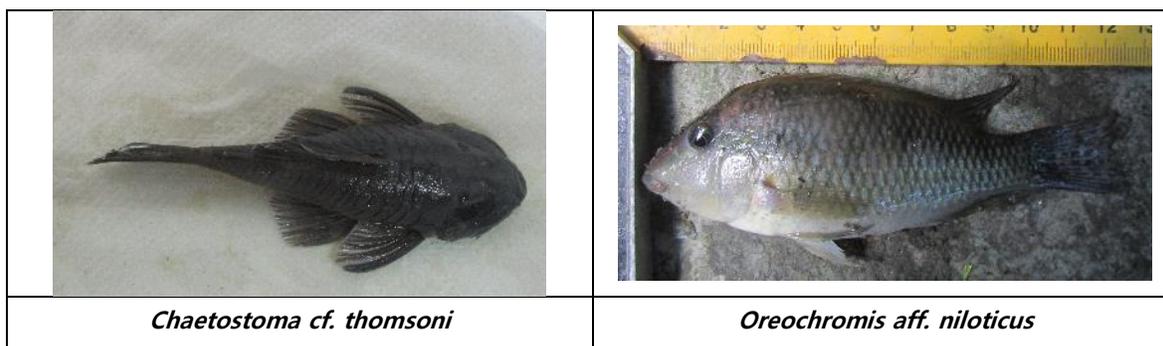
Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

Dentro de las especies registradas se reportaron especies con baja frecuencia de ocurrencia y baja abundancia, Tabla 5.2-59. Para la estación E10 Quebrada Doima, se reportó el único individuo de la especie *Rhamdia guatemalensis*, mientras que para la estación E14 Quebrada La Borbona se registró el único individuo de la especie *Andinoacara cf. latifrons* y para la Quebrada Opia E3 se reportó el único individuo de la especie *Chaetostoma cf. thomsoni*. Finalmente, para la estación E4 Quebrada Doima se registró el único individuo de *Oreochromis aff. niloticus*.

Tabla 5.2-59 Registro fotográfico de peces con baja frecuencia de ocurrencia y abundancia

	
<p><i>Rhamdia guatemalensis</i></p>	<p><i>Andinoacara cf. Latifrons</i></p>

Ibagué y Piedras (Tolima)



Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

➤ Endemismo y distribución

En la Tabla 5.2-60 se muestra la distribución de las diferentes especies endémicas reportadas para el área de estudio.

**Tabla 5.2-60 Endemismo y distribución de las especies ícticas reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados**

Nº	Nombre científico	Nombre común	Distribución
1	<i>Andinoacara cf. latifrons</i>	Mojarra Azul	La distribución de <i>A. latifrons</i> tiene su centro en Colombia, en las cuencas del Magdalena, Atrato, Sinú, Cauca y San Juan (Kullander, 1998).
2	<i>Chaetostoma cf. thomsoni</i>	Trompilisa	Habita en los climas templados de Santander, Boyacá, Cundinamarca y en el Medio y Alto Sinú (Dahl, 1971). Se encuentra en el río Coello desde la desembocadura sobre el Magdalena a los 256 m.s.n.m. hasta los 770 m.s.n.m en la Vía Rovira, incluyendo las quebradas Barbona, Gualanday y Andes a los 850 m.s.n.m (Dahl, 1971)
3	<i>Hemibrycon sp</i>	Mojarrita	El género <i>Hemibrycon</i> se distribuye en las cuencas altas del río Amazonas en Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia, en esta última en las cuencas de los ríos Atrato, León y drenajes costeros del Pacífico y el Caribe, drenajes andinos y alto río Meta; piedemonte llanero, cordillera de la costa (cuenca del río Orinoco) y al occidente de Venezuela en la cuenca del lago de Maracaibo; también en la cuenca del río Tuyra al oriente de Panamá; isla Trinidad, Guyana Británica y Surinam (Román-Valencia, Ruiz-C, & Barriga, 2006)
4	<i>Hoplias malabaricus</i>	Guabina	Es común en las cuencas de Colombia, excepto en el alto Cauca y zonas de torrente (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997).
5	<i>Oreochromis aff. niloticus</i>	Tilapia de Nilo	Es uno de los peces ciclidos más ampliamente distribuidos en el mundo, desde Siria, y a través de Egipto a todo el este

Ibagué y Piedras (Tolima)

			y occidente de África por la cuenca del Río Congo, desde donde ha sido llevado a muchas otras regiones del trópico en Centroamérica, Suramérica, sur de Estados Unidos, Indonesia, Tailandia, China, Taiwán, Asia suroriental, Israel, India (González-Gutiérrez, 2016)
6	<i>Poecilia cf. Caucana</i>	Pipón	Presenta amplia distribución en Colombia. Cauca. quebrada San Pablo, cuenca del río La Paila. Huila. Río Magdalena, paso de la Barca municipio de Aipe (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005)
7	<i>Priapichthys caliensis</i>	Bobo	Presente en los ríos San Juan y Dagua
8	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Juli descolorido	Se distribuye ampliamente en las cuencas hidrográficas de drenaje del Atlántico y el Pacífico, desde el centro de México hasta el norte de América del Sur, incluidas las cuencas trasandinas en Colombia y Venezuela (Perdices, Bermingham, Montilla, & Doadrio, 2002)
9	<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	Raspacanoa	Endémica de Colombia, en las cuencas del Magdalena, Cauca. y Pacífico

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Especies migratorias

Para el área de estudio no se registraron especies migratorias.

➤ Especies amenazadas

En la Tabla 5.2-61 se presenta la categoría de amenaza de las especies ícticas reportadas para el área de influencia del proyecto.

Tabla 5.2-61 Categoría de amenaza de las especies ícticas reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados

Nº	ESPECIE	UICN (2021)	LIBRO ROJO (2012)	Res. 0192/2017 (MADS,2017)	AMENAZAS
1	<i>Andinoacara cf. latifrons</i>	LC	NE	NE	La especie no ocurre en áreas protegidas, pero algunas áreas de presencia de esta especie están en riesgo de hebra debido a la contaminación de algunas industrias como la minería y el petróleo. En la región del Alto

Ibagué y Piedras (Tolima)

Nº	ESPECIE	UICN (2021)	LIBRO ROJO (2012)	Res. 0192/2017 (MADS,2017)	AMENAZAS
					Magdalena se están desarrollando proyectos mineros que en algunos años podrían generar un efecto de pérdida de biodiversidad, incluida la fauna endémica (De la Ossa-Guerra, Santos, & Artoni, 2020)
2	<i>Chaetostoma cf. thomsoni</i>	LC	LC	NE	Sin amenazas para esta especie.
3	<i>Hemibrycon sp</i>	LC	NE	NE	No son bien conocidas las amenazas para la especie, no obstante, es muy probable que las poblaciones sean afectadas por la urbanización y la degradación del hábitat producida por la agricultura. Especie sin usos (Correa, Chuctaya, & Sanchez-Duarte, 2016).
4	<i>Hoplias malabaricus</i>	LC	NE	NE	Las principales amenazas de la especie son la introducción de especies exóticas a su hábitat (Attayde, Brasil, & Menescal, 2011), y actividades mineras locales que a menudo dan como resultado niveles elevados de mercurio y mayores tasas de sedimentación (Marrugo-Negrete, Navarro-Frómata, & Ruiz-Guzmán, 2015).
5	<i>Oreochromis aff. Niloticus</i>	LC	NE	NE	No son bien conocidas las amenazas para la especie, sin embargo, es muy probable que las poblaciones sean afectadas por la hibridación y la sobrepesca localizada en África oriental. En el Medio Oriente, esta especie no enfrenta amenazas, excepto la pérdida de hábitat causada por la extracción de agua <sup>9</sup> .
6	<i>Poecilia cf. Caucana</i>	LC	NE	NE	No son bien conocidas las amenazas para la especie, sin embargo, es muy probable que las poblaciones de esta especie sean afectadas por la deforestación y el cambio de uso de la tierra a nivel regional para el hábitat acuático (Murad & Pearse, 2018). De igual manera, las actividades mineras, en el norte de Colombia, pueden estar impactando la calidad y disponibilidad del hábitat acuático a escalas localizadas (Roa-Fuentes & Pérez-Mayorga, 2017)
7	<i>Priapichthys caliensis</i>	LC	NE	NE	Se desconocen las amenazas a esta especie. Sin embargo, la localidad tipo se encuentra dentro de la ciudad de Cali y, por lo tanto, probablemente esté expuesta a aguas residuales urbanas (Villa-Navarro F. , 2016)

<sup>9</sup> Oreochromis niloticus UICN 2021. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2021-1. <<https://www.iucnredlist.org>>

Nº	ESPECIE	UICN (2021)	LIBRO ROJO (2012)	Res. 0192/2017 (MADS,2017)	AMENAZAS
8	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	LC	NE	NE	Es una especie abundante que tiende a ser una especie dominante en las comunidades de peces de agua dulce, y solo unas pocas poblaciones localizadas podrían considerarse amenazadas, principalmente debido a la degradación del hábitat (Ceballos, Díaz Pardo, Martínez Estévez, & Espinosa Pérez, 2016)
9	<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	LC	NE	NE	Como especie bentónica, puede verse afectada por un aumento de la sedimentación relacionada con la tala a gran escala. Hay represas en Alto Cauca y Magdalena que provocan un aumento de la sedimentación (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005)

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

➤ Usos e importancia de las especies de peces

La ictiofauna de los cuerpos de agua monitoreados en el área de influencia del proyecto, se encuentra conformada en su mayor parte por especies medianas con ningún o muy bajo interés comercial. Sin embargo, a pesar de que la composición de la comunidad íctica obtenida no posee un valor importante para la pesca de consumo, las especies presentes en el muestreo desempeñan un papel clave en la cadena trófica del ecosistema al estar relacionadas directa o indirectamente con los flujos de energía y materia del mismo. Por su parte, las especies *Chaetostoma cf. thomsoni*, *Andinoacara latifrons* y *Hoplias malabaricus* representan un interés local debido a su consumo. A continuación, se presenta una lista de estas especies junto con el uso que se les da en el área de estudio (Tabla 5.2-62).

Tabla 5.2-62 Uso e importancia de las especies ícticas reportadas para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados

Nº	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USO
1	<i>Andinoacara cf. latifrons</i>	Mojarra Azul	Ornamental/Consumo local
2	<i>Chaetostoma cf. thomsoni</i>	Trompilisa	Consumo local/ Ornamental
3	<i>Hemibrycon sp</i>	Mojarrita	Ornamental

Ibagué y Piedras (Tolima)

N°	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USO
4	<i>Hoplias malabaricus</i>	Guabina	Consumo local/ Comercial
5	<i>Oreochromis aff. niloticus</i>	Tilapia de Nilo	Consumo local/ Comercial
6	<i>Poecilia cf. Caucana</i>	Pipón o piponcito	Comercial/ornamental
7	<i>Priapichthys caliensis</i>	Bobo	Ornamental.
8	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Juli descolorido	Comercial / acuicultura
9	<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	Baralcalde	Ornamental

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Debido a la baja abundancia y riqueza de esta comunidad no es posible calcular los índices ecológicos.

En la Tabla 5.2-63 se realiza una breve descripción de los individuos capturados durante las dos épocas climáticas.

**Tabla 5.2-63 Características de los organismos de la comunidad íctica reportados para los cuerpos de agua lóticos y lénticos monitoreados**

<p><i>Andinoacara latifrons</i> (Mojarra anzuelera)</p> 
<p><b>Tomado de:</b> Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021</p>
<p><b>Características:</b> Este pez presenta un cuerpo ovalado. Boca terminal. Línea lateral interrumpida. Superior e inferior. Presenta espinas en aletas dorsal y anal. Aleta caudal redondeada. Crecen hasta 15 cm de longitud total (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).</p>
<p><b>Hábitos tróficos:</b> Hábitos omnívoros con tendencia a consumir material vegetal, restos de peces (escamas, espinas, aletas), insectos y restos de insectos (Olaya-Nieto, Camargo-Herrera, Díaz -Sajonero, &amp; Segura-Guevara, 2016)</p>
<p><b>Hábitat y distribución:</b> Son especies nativos que prefieren cuerpos de agua lenticos como remansos en los ríos, lagunas temporales o permanentes y pequeños charcos de lluvias (Lasso &amp; Machado-Allison, 2000). Así mismo, presente en lugares de baja corriente de sustrato heterogéneo y con presencia de macrófitas y vegetación riparia (Villa-Navarro, Reinoso-Flórez, Bernal-Bautista, &amp; Losada-Prado, 2003).</p>
<p><b>Talla media de madurez:</b> sin información</p>

Ibagué y Piedras (Tolima)

*Astyanax henseli* (Sardinita)



Tomado de: Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Cuerpo un óvalo moderadamente profundo. Los machos pueden llegar alcanzar los 10,8 cm de longitud total. Hocico convexo, cuerpo moderadamente alargado y comprimido. Escamas cicloides, moderadamente grandes. Línea lateral completa con 37-41 escamas. Hileras de escala entre el origen de la aleta dorsal y la línea lateral de siete a ocho. Escalas predorsales 11-16 ordenadas de forma regular. Vaina de escamas en la base de la aleta anal que consta de una fila con ocho a 17 escamas. Escamas alrededor del pedúnculo caudal (De Melo & Buckup, 2006).

**Hábitos tróficos:** Esta especie es generalista, tolerante a una amplia variedad de hábitats, ríos, arroyos, lagos y lagunas costeras. Omnívoro, se alimenta de una amplia variedad de alimentos como: algas, semillas, hojas, insectos acuáticos y terrestres y pequeños peces de cualquier especie. Probablemente desova desde mediados del invierno hasta fines de la primavera (Small, Pringle, Pyron, & Duff, 2011).

**Hábitat y distribución:** Vive en zonas de clima tropical.

**Talla media de madurez:** sin información

*Bryconamericus caucanus* (Mojarrita)



Tomado de: Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Área predorsal verde oscuro, superficie lateral del cuerpo plateado, mancha morada sobre el opérculo; en dorsolateral verde amarillenta; mancha humeral oscura en forma ovalada. Posee mandíbulas iguales; boca terminal; maxilar con 0-4 dientes; 34-44 escamas con poros en la línea lateral; 37-39 vertebras totales (Román-P. & Román-Valencia, 2017). El margen distal de la aleta anal es de color blanco, presenta una banda oscura sobre la línea lateral hasta el final del pedúnculo caudal. Presenta mancha humeral elongada de color oscura. Aleta anal con 25 a 28 radios (Miles, 1971). Los machos presentan dimorfismo sexual secundario, representado en ganchos o espinas en las aletas anal y pélvicas (Román-Valencia, Vanegas-Ríos, & García, 2009).

**Hábitos tróficos:** *B. caucanus* presenta una segregación trófica incipiente entre estadios ontogénicos y sexos. La distinción trófica es sin embargo notable entre periodos climáticos. Dieta Insectívoro. La dieta consiste en insectos de origen autóctono, algas, arañas, semillas y resto vegetales (Román & Román-Valencia, 2015).

Ibagué y Piedras (Tolima)

**Hábitat y distribución:** Esta especie es conocida en las cuencas de los ríos Magdalena-Cauca y vertientes del Pacífico en Colombia (Maldonado-Ocampo, Vari, & Usma, Lista de verificación de peces de agua dulce de Colombia, 2008). Ocurre en elevaciones entre 800 m y 2,300 m (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005). Esta especie habita ríos con corrientes lentas y remansos con vegetación de ribera y sustratos arenoso-rocosos (Roman-Valencia, Ruiz-C, & Giraldo, 2008)

**Talla media de madurez:** Se han registrado tallas máximas hasta de 9 cm de LE (Román-P & Román-Valencia, 2017).

*Bryconamericus tolimae* (Pintona)



**Tomado de:** Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Pez mediano, de cuerpo comprimido. Dorso color amarillo brillante, presenta una mancha color negro en la aleta caudal y el opérculo es trasparente permitiendo observar sus agallas, dando una coloración roja en las mejillas. Los dientes mandibulares laterales disminuyen gradualmente en tamaño (Dahl, 1971).

**Hábitos tróficos:** No es bien conocida su dieta, no obstante, es muy probable que se alimenta de una amplia variedad de alimentos.

**Hábitat y distribución:** Habita fondos de arena, guijarro y roca; vegetación perifítica, riparia, ribereña y de macrófitas; flujo bajo, rápido y moderado; márgenes abruptas, moderadas y excavadas<sup>10</sup>. Esta especie es endémica de Colombia y se conoce en la cuenca del río Magdalena-Cauca y en el Tolima en los ríos Coello, Cocora, Combeima, Opia, Cuiñe Negro, Cuiñe Blanco, Cuiñe Feo y arroyos Gualanday y Cay (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).

**Talla media de madurez:** Especie pequeña, crece unos 11 o 12 centímetros. Varía mucho dentro de las diferentes poblaciones aisladas de su territorio (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).

*Chaetostoma cf. fischeri* (Chupapiedra)



**Tomado de:** Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

<sup>10</sup> Bryconamericus tolimae Eigenmann, 1913 in Londoño C (2018). Fauna del Tolima presente en las cuencas hidrográficas de los ríos Coello, Totare, Recio, Lagunilla, Amoyá, Anamichú, Mendarco, Prado y quebrada Guanábano. Version 3.0. Cortolima - Corporación Autónoma Regional del Tolima. Checklist dataset <https://doi.org/10.15472/zvossv> accessed via GBIF.org on 2021-08-13.

Ibagué y Piedras (Tolima)

**Características:** Pez mediano, cuerpo es de color gris, deprimido desde la cabeza hasta parte del abdomen y redondeado. Presenta manchas oscuras localizadas en los radios de la aleta dorsal. Se caracteriza por tener el cuerpo cubierto de numerosas placas óseas, hocico en forma de almohadilla con la superficie anterior desprovista de placas, sin barbillas, boca modificada a manera de ventosa y presentar aleta adiposa. No presenta dimorfismo sexual, aunque los machos suelen ser de mayor tamaño (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997).

**Hábitos tróficos:** La dieta se compone principalmente de perifiton y algas, que se raspan del sustrato (Power, 1984).

**Hábitat y distribución:** Esta especie se encuentra en arroyos y ríos torrenciales de tierras altas caracterizados por aguas turbulentas en elevaciones superiores a 900 m.s.n.m. En la cuenca del río Coello se encuentra desde los 473 m.s.n.m en el Distrito de Riego incluyendo las quebradas Barbona y Gualanday hasta el río Coello vía Rovira a los 770 m.s.n.m (Jiménez-Segura, y otros, 2016).

**Talla media de madurez:** El tamaño corporal máximo informado en la cuenca del río Cauca, Colombia, es de 17 cm de longitud estándar (Zuluaga-Gómez, Giarrizzo, Andrade, & Arango-Rojas, 2014).

*Chaetostoma cf. thomsoni* (Trompilisa)



**Tomado de:** Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Pez mediano, cubierto con placas óseas. Boca ventral ancha a manera de ventosa. Cabeza ancha. Borde de los labios sin ornamentaciones. Papilas en el margen de la boca. Quilla sobre el occipital. Cuatro o más odontodes operculares. Dientes villiformes sobre el premaxilar y la mandíbula. Presenta aleta adiposa. Aleta dorsal sobrepuesta sobre las aletas ventrales. Abdomen sin placas. Coloración parda y amarilla con algunas franjas oscuras muy tenues. Aletas con franjas o puntos negros. Ventralmente amarillo uniforme (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003).

**Hábitos tróficos:** Consumidores de primer orden que se alimenta de algas (diatomeas) y detritos. Su fecundidad promedio es de 108 ovocitos (Zúñiga-Upegui, 2005).

**Hábitat y distribución:** Presente en la cuenca del Magdalena (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003) y en el Tolima, medio y alto Sinú (Dahl, 1971). En el río Coello desde la desembocadura sobre el Magdalena a los 256 m. hasta los 770 m.s.n.m. Ya para la cuenca Prado se distribuye en las tres subcuencas, desde los 340 m. en la quebrada Corinto hasta los 1000 m. en el cauce principal del río Vichía.

**Talla media de madurez:** Longitud estándar de 106mm, mayor que otros reportes que alcanzan los 101 mm (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003).

*Geophagus cf steindachneri* (Mula)

Ibagué y Piedras (Tolima)



Tomado de: Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Cuerpo comprimido lateralmente, cabeza proyectada hacia abajo. Posee una coloración metálica azulada en su parte posterior, el resto del cuerpo es café rojizo. Línea lateral divide con 31 escamas, aleta dorsal larga con 26 radios. El margen de la aleta caudal es blanco y los radios de las aletas anal, dorsal y caudal poseen manchas negras y blancas. Aleta anal con tres espinas duras., boca protráctil, boca terminal con dientes cónicos dispuestos en una hilera. Cuerpo pardo con pequeños puntos amarillos sobre la cabeza. Los machos poseen una protuberancia en la cabeza que varía de color y tamaño entre los especímenes (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003).

**Hábitos tróficos:** Es un omnívoro que se alimenta además de larvas de insectos nematodos, ostrácodos y peces pequeños (Villa-Navarro & Losada-Prado, 1999)

**Hábitat y distribución:** Habita en fondos de guijarro - rocas y lodo, arena. Con vegetación ribereña, material aloctono y perifiton y en algunas ocasiones árboles de gran altura, además de residuos sólidos. Cuerpos de agua con flujo moderado, lento y rápido; márgenes moderadas, abruptas y escavadas; profundidad entre 0.10-1.20 m (Villa-Navarro, y otros, 2006). Se distribuye en la cuenca del río Coello desde los 256 m. hasta los 850 m. En la cuenca del río Prado se distribuye desde los 311 m. en la quebrada del río Prado hasta los 450 m.s.n.m en el río Cunday (Villa-Navarro, y otros, 2006).

**Talla media de madurez:** Longitud estándar de 84.92 mm, alcanzando los 190 mm de longitud total (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003).

*Hemibrycon sp* (Mojarrita)



Tomado de: Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Pez pequeño de cuerpo comprimido, corto y robusto; parte dorsal de las órbitas plana. Perfil dorsal de la cabeza y del cuerpo oblicuo.

**Hábitos tróficos:** No es bien conocida su dieta, sin embargo, es muy probable que se alimenta de una amplia variedad de alimentos.

Ibagué y Piedras (Tolima)

**Hábitat y distribución:** Prefiere las aguas claras, pequeñas y corrientosas. El género *Hemibrycon* se distribuye en las cuencas altas del río Amazonas en Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia, en esta última en las cuencas de los ríos Atrato, León y drenajes costeros del Pacífico y el Caribe, drenajes andinos y alto río Meta; piedemonte llanero, cordillera de la costa (cuena del río Orinoco) y al occidente de Venezuela en la cuenca del lago de Maracaibo; también en la cuenca del río Tuyra al oriente de Panamá; isla Trinidad, Guyana Británica y Surinam (Román-Valencia, Ruiz-C, & Barriga, 2006)

**Talla media de madurez:** Varía entre 11 o 12 centímetros<sup>19</sup>.

*Hoplias malabaricus* (Guabina)



**Tomado de:** Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Pez de gran tamaño, de cuerpo cilíndrico, cabeza deprimida. Mandíbula con prominentes dientes caniniformes. Posee una coloración pardo-verdosa en el dorso, con algunas manchas oscuras. Ventralmente es blanco con manchas grandes. Sin aleta adiposa. Aleta caudal redondeada. Posee una coloración parda rojiza en el dorso. Ventralmente es blanco. Línea lateral con 44 escamas (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003).

**Hábitos tróficos:** En estadios juveniles consume larvas de insectos y crustáceos. Debido a que es un respirador aéreo facultativo, pueden sobrevivir fuera del agua en periodos de sequía<sup>11</sup>.

**Hábitat y distribución:** Sus hábitats son muy diversos, tanto sistemas lóticos como lénticos, aunque con preferencia de estos últimos, además, posee respiración aérea facultativa, por lo tanto, puede desplazarse fuera del agua en periodos de sequía para colonizar nuevos hábitats más propicios (Lasso, y otros, 2010). En Colombia se distribuye en todas las cuencas hidrográficas. En la del río Magdalena está presente en todas las subcuencas excepto en el Alto Cauca. Su distribución en la cuenca oscila entre los 256 m.s.n.m. y los 850 m.s.n.m. Está presente en la desembocadura del río Coello y cercanías, así como en la subcuenca de Andes (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997).

**Talla media de madurez:** Longitud estándar de 273.34 mm, llegando a medir 490 mm (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003).

*Hypostomus hondae* (Coroncoro, Cucha)

<sup>11</sup> *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) in Londoño C (2018). Fauna del Tolima presente en las cuencas hidrográficas de los ríos Coello, Totare, Recio, Lagunilla, Amoyá, Anamichú, Mendarco, Prado y quebrada Guanábano.. Version 3.0. Cortolima - Corporación Autónoma Regional del Tolima

Ibagué y Piedras (Tolima)



Tomado de: Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Pez grande, cuerpo deprimido. Cubierto de placas óseas y la cabeza más ancha que alta. Boca ventral a manera de ventosa con labios grandes cubiertos con papilas y dientes numerosos y villiformes en forma de cuchara. Presencia de aleta adiposa. Aleta dorsal alta. Cuerpo cubierto con numerosos puntos negros en un fondo café oscuro, incluyendo el vientre el cual no presenta placas, aunque cuando estos son alevinos la coloración en el abdomen es color crema uniforme. Aletas rojizas, con puntos negros tanto en las membranas como en los radios (Weber & Montoya-Burgos, 2002).

**Hábitos tróficos:** Consume detritos con cierto contenido de algas; también suele raspar troncos sumergidos (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997).

**Hábitat y distribución:** Habita fondos de arena, rocas; vegetación ribereña, riparia; flujo rápido; márgenes abruptas, moderadas; profundidad entre 0.30 – 1.20m; corrientes de tipo 3, 2 y ancho entre 25 – 100mm (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997). Se encuentra en todas las partes bajas del sistema del Magdalena, en el Sinú, Pechilín y en otras aguas menores (Dahl, 1971).

**Talla media de madurez:** Longitud estándar de 161mm y alcanzando una de 350mm (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997).

*Nanocheirodon insignis* (Sardina)



Tomado de: Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Sin información

**Hábitos tróficos:** Se alimenta de larvas de mosquitos.

**Hábitat y distribución:** Habita en américa del sur: Lago de Maracaibo y cuenca del río Magdalena en Colombia.

**Talla media de madurez:** Los machos pueden llegar alcanzar los 2,4 cm de longitud total<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> <http://www.fishbase.org/summary/Nanocheirodon-insignis.html>

Ibagué y Piedras (Tolima)

*Oreochromis aff. niloticus* (Tilapia del Nilo)



**Tomado de:** Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Cuerpo comprimido; la profundidad del pedúnculo caudal es igual a su longitud. Escamas cicloideas. Protuberancia ausente en la superficie dorsal del hocico. La longitud de la quijada superior no muestra dimorfismo sexual. El primer arco branquial tiene entre 27 y 33 filamentos branquiales. La línea lateral se interrumpe. Espinas rígidas y blandas continuas en aleta dorsal. Aleta dorsal con 16 o 17 espinas y entre 11 y 15 rayos. La aleta anal tiene 3 espinas y 10 u 11 rayos. Aleta caudal trunca. Las aletas pectoral, dorsal y caudal adquieren una coloración rojiza en temporada de desove; aleta dorsal con numerosas líneas negras (Beveridge & McAndrew, 2000).

**Hábitos tróficos:** Su alimentación es principalmente detritívora, incluye algas adheridas a sedimentos, material de origen vegetal, insectos acuáticos y terrestres (Cala & Bernal, 1997).

**Hábitat y distribución:** Especie muy adaptable a diferentes condiciones ambientales. Vive en ríos, quebradas, pero la especie prefiere cuerpos de agua lenticos, o de baja corriente lagunas, tales como embalses, humedales y esteros<sup>20</sup>. Es uno de los peces ciclidos más ampliamente distribuidos en el mundo, desde Siria, y a través de Egipto a todo el este y occidente de África por la cuenca del Río Congo, desde donde ha sido llevado a muchas otras regiones del trópico en Centroamérica, Suramérica, sur de Estados Unidos, Indonesia, Tailandia, China, Taiwán, Asia suroriental, Israel, India (González-Gutiérrez, 2016).

**Talla media de madurez:** Los machos pueden llegar alcanzar los 60 cm de longitud total.

*Pimelodella chagresi* (Nicurito)



**Tomado de:** Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Pez mediano. Cuerpo largo relativamente redondo y cabeza no muy aplanada. Boca subterminal y pequeña. Dientes numerosos y puntiagudos. Ojos grandes. Especie de color grisáceo con dos bandas oscuras en el cuerpo; una superior más clara, desde la altura de la cabeza, hasta el final de la adiposa y otra desde la punta del hocico hasta el final de la caudal. El lóbulo superior de la aleta caudal más largo que el inferior. Los barbicelos maxilares alcanzan la aleta caudal. Una aleta adiposa larga. La cabeza más larga que ancha y el proceso supraoccipital llega hasta la base de la aleta dorsal, sin terminar en punta (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997)

Ibagué y Piedras (Tolima)

**Hábitos tróficos:** La dieta se compone principalmente de perifiton y algas<sup>13</sup>.

**Hábitat y distribución:** Habita en los ríos y arroyos situados entre 20 y 660 m de altitud. Se encuentra en las corrientes de velocidad moderada sobre sustratos de arena, grava y roca<sup>14</sup>. En la cuenca del río Coello en la desembocadura en el Magdalena a los 256 m. hasta los 770 m. También se distribuye para las tres subcuencas de Prado, desde los 290 m. en una quebrada cerca al río Prado hasta los 484 m.s.n.m en el cauce principal del río Cunday (Villa-Navarro, Reinoso-Flórez, Bernal-Bautista, & Losada-Prado, 2003).

**Talla media de madurez:** Longitud estándar de 70,30 mm y alcanza los 154 mm (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003).

*Poecilia Caucana* (Pipón)



**Tomado de:** Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Pez cuerpo de color amarillo, en la base de la aleta dorsal posee un punto negro que lo distingue de otras especies. La coloración bajo las escamas forma un enrejado oscuro. Algunos ejemplares con bandas transversales delgadas a lo largo del cuerpo, pero esto se puede atribuir a la coloración que toman en periodo pre o post reproductivo. El macho crece hasta 3 cm y la hembra 6 cm (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997)

**Hábitos tróficos:** La dieta se compone principalmente de diatomeas e invertebrados acuáticos (Sanchez, Bracken-Grissom, & Trexler, 2019).

**Hábitat y distribución:** Este pez de agua dulce de cuerpo pequeño y vivo se distribuye ampliamente en pequeños afluentes, estanques, ríos, lagos y embalses artificiales en todo su rango (Jiménez-Segura, y otros, 2016). Presenta amplia distribución en Colombia. Cauca. quebrada San Pablo, cuenca del río La Paila. Huila. Río Magdalena, paso de la Barca municipio de Aipe (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005)

**Talla media de madurez:** Especie no sobrepasa los 4 cm de longitud total (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005)

13 Pimelodella chagresi (Steindachner, 1877) in Londoño C (2018). Fauna del Tolima presente en las cuencas hidrográficas de los ríos Coello, Totare, Recio, Lagunilla, Amoyá, Anamichú, Mendarco, Prado y quebrada Guanábano.. Version 3.0. Cortolima - Corporación Autónoma Regional del Tolima.

14 Pimelodella chagresi (Steindachner, 1877) in Londoño C (2018). Fauna del Tolima presente en las cuencas hidrográficas de los ríos Coello, Totare, Recio, Lagunilla, Amoyá, Anamichú, Mendarco, Prado y quebrada Guanábano. Version 3.0. Cortolima - Corporación Autónoma Regional del Tolima.

Ibagué y Piedras (Tolima)

*Priapichthys caliensis* (Bobo)



**Tomado de:** Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Pez color oliva, la parte superior de la cabeza y el opérculo más oscuros. Presenta una serie de barras oscuras transversales. Escamas con cromatóforos. Perfil dorsal curvado hasta la mitad de la longitud total, llegando a la inserción de la aleta dorsal, perfil ventral menos curvo. Origen de la dorsal equidistante de la punta de la aleta caudal y del margen posterior de la órbita. Dorsal insertada en el último radio anal. Origen de la anal sobre la misma distancia entre la base de la caudal y margen posterior de la órbita (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).

**Hábitos tróficos:** Se desconoce.

**Hábitat y distribución:** La especie vive en un río permanente con fondos de arena y grava. Presente en los ríos San Juan y Dagua

**Talla media de madurez:** Los machos pueden alcanzar los 2,8 cm de longitud total.

*Rhamdia guatemalensis* (Juil descolorido)



**Tomado de:** Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** cuerpo pigmentado; ojos funcionales; base de la aleta dorsal 14,4-19,4% de SL; origen de la aleta adiposa anterior al ano; las barbillas maxilares se extienden más allá del origen de la aleta pélvica; inserción de la aleta adiposa más cerca de la aleta dorsal que de la aleta caudal; cuerpo marrón con una banda oscura longitudinal lateral distintiva (Henández, Ortega-Lara, Sánchez-Garcés, & Alford, 2015).

**Hábitos tróficos:** Especie omnívora y oportunista que se alimenta de una variedad de presas, incluidos micro y macroinvertebrados, peces, materia vegetal (incluidos frutos y semillas) y detritos (Ceballos, Díaz Pardo, Martínez Estévez, & Espinosa Pérez, 2016).

Ibagué y Piedras (Tolima)

**Hábitat y distribución:** Es una especie bentopelágica que se encuentra en una amplia variedad de ambientes, incluido el cauce principal de ríos y arroyos, ya sea con aguas turbias y alta carga de sedimentos o con aguas transparentes y relativamente pocos nutrientes (Henández, Ortega-Lara, Sánchez-Garcés, & Alford, 2015).

**Talla media de madurez:** Los machos pueden llegar alcanzar los 15,4 cm de longitud total (Henández, Ortega-Lara, Sánchez-Garcés, & Alford, 2015)

*Rivulus magdaleneae* (Saltón)



**Tomado de:** Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Pez pequeño. Cabeza deprimida y pedúnculo caudal comprimido. Boca pequeña superoterminal. Aleta dorsal inserta en el último tercio de la longitud estándar. No presenta aleta adiposa. La cabeza presenta una coloración café grisáceo con visos violeta en la parte dorsal y color hueso en la parte ventral. El cuerpo dorsalmente presenta una coloración café grisáceo con visos violeta. Las aletas pectorales al igual que las ventrales son de color hueso. Aleta dorsal gris con puntos café al igual que la anal y la caudal en el lóbulo superior. En los machos existe una franja anaranjada en el margen de la caudal (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003)..

**Hábitos tróficos:** Se alimenta de insectos acuáticos y terrestres, larvas de mosquitos o pequeños insectos acuáticos escondidos entre la vegetación o en la superficie (Reinoso-Florez, Villa-Navarro, Esquivel, Garcia-Melo, & Vejarano-Delgado, 2008)

**Hábitat y distribución:** Este pez de agua dulce habita zonas de corriente lenta o aguas tranquilas con fondo arenoso y fangoso. Ocurre en asociación con abundante vegetación sumergida (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005). Especie endémica de Colombia, distribuida principalmente en la cuenca del río Magdalena (río Magdalena, Cauca y en la cuenca del alto Magdalena), pero se han reportado ejemplares en el río Caquetá y río Meta (Galvis, Mojica, & Camargo, 1997). En el Tolima, en la cuenca del río Coello, esta especie se distribuye entre los 256 y los 520 m. En el cauce principal del río Coello y en la quebrada Gualanday. En la cuenca de Prado se reporta en las subcuencas de los ríos Negro y Prado, a los 340 y 429 m. en la quebrada Corinto (Reinoso-Florez, Villa-Navarro, Esquivel, Garcia-Melo, & Vejarano-Delgado, 2008).

**Talla media de madurez:** Longitud estándar de 56.76 mm y alcanza los 70 mm (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003).

*Sturisomatichthys leightoni* (Barcalcalde)

Ibagué y Piedras (Tolima)



**Tomado de:** Registro fotográfico de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2021

**Características:** Pez mediano de cuerpo deprimido muy similar. Boca ventral a manera de ventosa sin ornamentaciones. Margen rostral triangular. Dientes villiformes y numerosos sobre el premaxilar y la mandíbula. Labio inferior con pocas papilas. Coloración habana oscura dorsalmente y crema ventralmente. Aletas amarillas con franjas negras. De tres a cuatro placas pequeñas sobre el abdomen entre las placas laterales. Los machos presentan odontodes desarrollados sobre el margen lateral de la cabeza. Placas laterales (Ferraris, 2007). Presenta dimorfismo sexual. A menudo pone huevos en el fondo del cauce del río, donde el macho se encarga de la eclosión (Ortega-Lara, Aguiño, & Sanchez, 2002).

**Hábitos tróficos:** Se ha encontrado en ríos, quebradas y desembocaduras de ríos. Habita en aguas poco profundas con corriente de agua moderada a lenta y sustrato rocoso, de arena gruesa y grava fina que acumula gran cantidad de sedimentos orgánicos. Se refugia entre la vegetación marginal y en empalizadas (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).

**Hábitat y distribución:** Presente en Colombia, en la cuenca del Alto Magdalena y la cuenca del río Cauca (Ferraris, 2007). En la cuenca del río Coello está presente desde los 473 m. hasta los 576 m.s.n.m. Asimismo para un solo ejemplar en las subcuencas de Cunday, en el cauce principal del río Cunday a los 450 m. En la cuenca del río Amoyá reporta en la desembocadura del río Amoyá en el Saldaña a los 540 m (Villa-Navarro, Reinoso-Flórez, Bernal-Bautista, & Losada-Prado, 2003).

**Talla media de madurez:** Longitud estándar de 92.96 mm y alcanza los 180 mm (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003).

**Fuente:** OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

#### 5.2.1.2.2.7 Análisis entre épocas climáticas

Los ecosistemas acuáticos continentales tropicales se han desarrollado en un marco de relativa estabilidad climática, representada por la limitada variación de la temperatura a lo largo del año (en un mismo sitio o piso térmico). Sin embargo, estos ecosistemas, y las comunidades que los componen, deben enfrentar cambios estacionales, relacionados con las temporadas de lluvia (aguas altas) y sequía (aguas bajas) que, la mayoría de las veces, impiden la consolidación de ecosistemas estables y permanentes y, por el contrario, hacen que las comunidades se mantengan en constantes procesos de sucesión,

con proliferación de especies generalistas cada vez que se suceden los cambios ambientales.

A continuación, se describe el análisis comparativo entre los muestreos realizados en el mes de junio 2021 (época lluvias) y agosto de 2021 (época seca) en los mismos puntos de muestreo, donde se describen las variaciones encontradas para cada una de las distintas comunidades hidrobiológicas evaluadas.

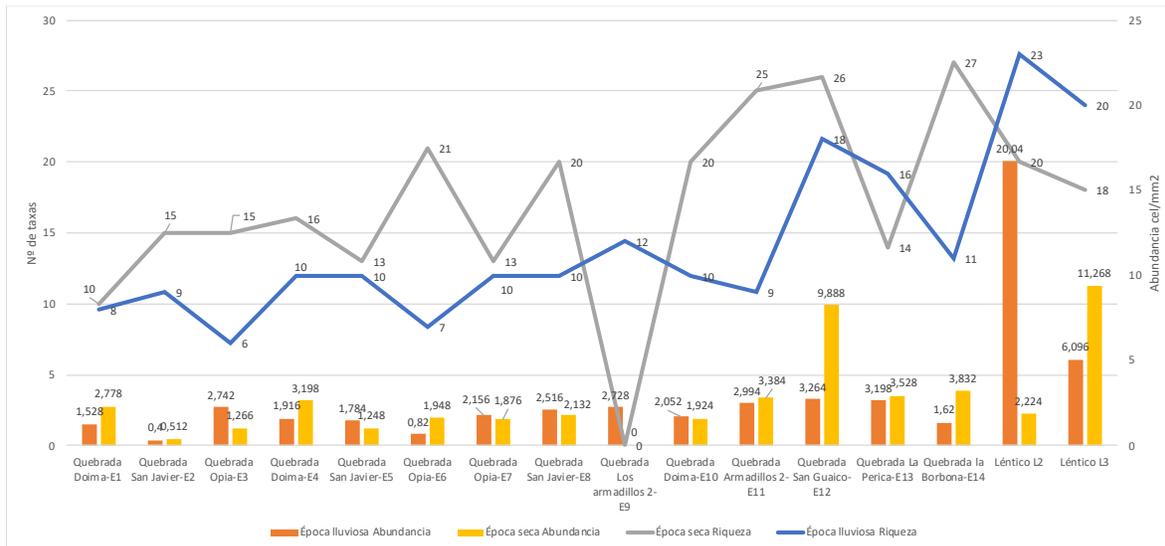
#### *5.2.1.2.2.7.1 Comunidad perifítica*

El desarrollo de las algas del perifiton depende de factores abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes (bacterias, algas, hongos, animales). En este complejo ensamble, la influencia de los factores es variable para cada organismo (Roldan Pérez & Ramírez Restrepo, 2008), variando temporalmente en cada cuerpo de agua y, espacialmente, entre los cuerpos de agua.

Para el siguiente análisis, la comunidad perifítica registró las mayores abundancias para el muestreo en la época lluviosa, con una abundancia de entre 0,4 cel/mm<sup>2</sup> y 20,04 cel/mm<sup>2</sup> siendo en el Léntico L2 donde se registró la mayor densidad de organismos, mientras que para la época seca fue de entre 0,512 cel/mm<sup>2</sup> y 11,268 cel/mm<sup>2</sup>, siendo el Léntico 3 el que registró la mayor densidad. Respecto a la riqueza de especies se presentó los mayores registros en la época climática seca, con una variación entre 10 y 27 taxones, mientras que en la época lluviosa fue entre 6 y 23 taxones (Figura 5.2-112).

Cabe resaltar que el desarrollo del perifiton se ve favorecido por la alta incidencia de radiación solar y las altas concentraciones de nutrientes (Giorgi y Feijoo, 2010). Otro factor que favorece el incremento de biomasa puede ser la estabilidad de la columna de agua que reduce situaciones de desprendimiento y remoción. Si, por el contrario, hay un gran número de perturbaciones físicas, como incremento de la velocidad del agua y arrastre de sedimentos, el perifiton tendrá poco desarrollo (Giorgi y Feijoo, 2010). Por otro lado, se registraron mayores diferencias entre los cuerpos de agua lóticos y lénticos

en cuanto a la abundancia de organismos, indicando que los cuerpos de agua lénticos favorecen el establecimiento de la comunidad.



**Figura 5.2-112 Riqueza y abundancia de organismos perifíticos en distintas épocas climáticas.**  
Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

5.2.1.2.2.7.2 Comunidad fitoplanctónica

La abundancia del fitoplancton presentó variaciones entre las dos épocas climáticas evaluadas, presentando la mayor abundancia y riqueza en la época seca, en la cual, se reportaron valores de densidad entre 0,516 y 0,9822 cel/ml y para la época lluviosa entre 0,2784 y 0,8172 cel/ml (Figura 5.2-113). Por su parte, la riqueza de especies varió en la época de lluvias entre 16 y 28 taxones, así mismo, para la época seca se registró entre 22 y 29 taxones. Los cambios en la estructura y composición del fitoplancton pueden verse afectada por las fluctuaciones del caudal, siendo en las zonas con mayor estabilidad en la columna de agua donde se desarrolla mejor la comunidad.

Ibagué y Piedras (Tolima)

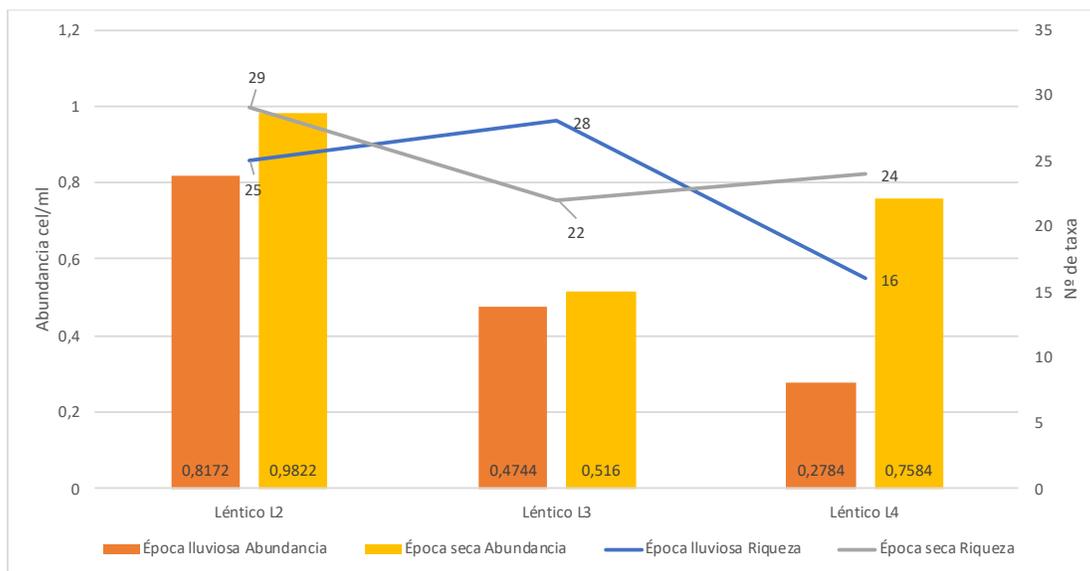


Figura 5.2-113 Riqueza y abundancia de organismos fitoplanctónicos en distintas épocas climáticas.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

5.2.1.2.2.7.3 Comunidad zooplanctónica

De forma general se observa una comunidad escasa en abundancias y riquezas con densidades entre 0,043 y 0,1938 Org/ml en la época de lluvias siendo en el Léptico 2 donde se registró la mayor densidad de organismos, igualmente, para la época seca se reportaron valores entre 0,0204 y 0,1542 Org/ml mostrando una ligera disminución en la abundancia de organismo. Así mismo, la riqueza de especies para la época de lluvias fue entre 10 y 14 taxones, por el contrario, para la época seca se registraron entre 8 y 12 taxones, mostrando una disminución en la diversidad (Figura 5.2-114). Cabe resaltar que, los cuerpos de agua lépticos presentan una estabilidad de la columna de agua que favorece la proliferación de especies, posiblemente debido a la disponibilidad de nutrientes.

Ibagué y Piedras (Tolima)

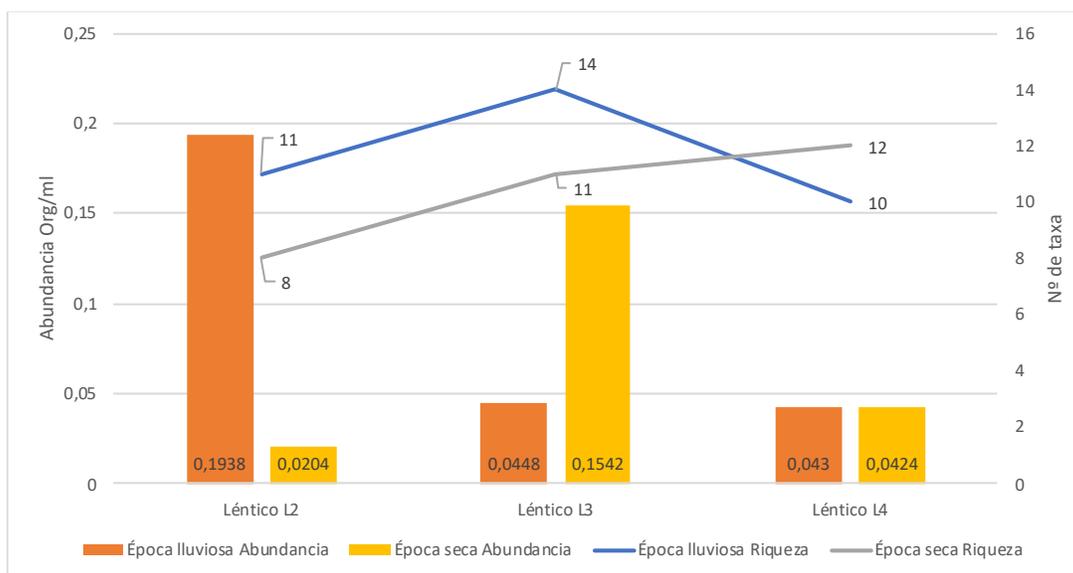


Figura 5.2-114 Riqueza y abundancia de organismos zooplanctónicos en distintas épocas climáticas.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

5.2.1.2.2.7.4 Comunidad de macroinvertebrados acuáticos

Los organismos bentónicos registraron la mayor abundancia durante la época de lluvias con valor entre 8,93 y 508,04 Ind/m<sup>2</sup>; mientras que para la época seca se presentaron densidades entre 33,93 y 592,13 Ind/m<sup>2</sup>, por su parte, la riqueza registró valores similares entre ambas épocas climáticas, con valores entre 2 y 21 taxones para la época de lluvias y desde 2 hasta 23 taxones para la época seca. El análisis temporal de la comunidad muestra un comportamiento atípico según algunos estudios de referencia, donde los organismos tienden a incrementar en la época seca. Sin embargo, en este monitoreo la mayor densidad de organismos se presentó en tres cuerpos de agua durante el periodo de lluvias: Quebrada la Borbona-E14, Quebrada San Guaico-E12 y Quebrada Opia-E6, posiblemente debido al no se presentarse una diferencia significativa en los cambios de velocidad de la corriente (loticos) y su proliferación se deba a una mayor concentración de nutrientes.

#### 5.2.1.2.2.7.5 Comunidad íctica

En general, la ictiofauna estuvo compuesta por 19 especies de las cuales *Priapichthys caliensis* fue la más abundante y frecuente en ambos de muestreos, seguida de *Rivulus magdalenae* y *Astyanax henseli*. Así mismo, la mayor riqueza y diversidad de especies se reportó durante la época lluviosa reportándose 14 especies, mientras que para la época seca se registró la mayor abundancia con un total de 215 individuos, esto debido a la disminución del nivel del agua en los puntos de muestreo lo que facilita su captura. Igualmente, las familias Rivulidae y Poeciliidae fueron las familias más frecuentes dentro de los monitoreos realizados durante la época lluviosa y seca, respectivamente. La baja diversidad de grupos encontrados a lo largo de los monitoreos, muestra que cualquier alteración puede afectar la dinámica de las poblaciones y por lo tanto influir sobre su estructura, riqueza, abundancia y estabilidad (Goulding, 1980).

Esta baja diversidad puede ser atribuida a condiciones propias del sistema, como características geológicas (contenido de minerales y nutrientes en los suelos, sólidos, erosión), tasa de renovación del agua (velocidad, caudal), características morfométricas (forma o irregularidad del lecho, relación área superficial: profundidad), turbidez del agua y tipo de sustrato (Ramírez & Viña, 1998). Sin embargo, existen otros factores que pueden determinar el éxito de la captura de peces; tales aspectos están relacionados con condiciones biológicas, como el comportamiento y reproducción de las especies, aspectos que juegan un papel importante porque determinan el desplazamiento de las mismas. La capacidad de movimiento propio les permite trasladarse en busca de condiciones ventajosas para su supervivencia. Del mismo modo las migraciones relacionadas con la reproducción están influenciadas tanto por la naturaleza de la especie como por la temporada de lluvias y sequías del año. Además, hay factores de origen antropogénico que también pueden modelar la presencia de estos organismos ya que modifican o varían de una u otra forma las condiciones de los ecosistemas en general (Ramírez & Viña, 1998).

*5.2.1.2.2.7.6 Comparación multitemporal de resultados de calidad fisicoquímicos e hidrobiológicos*

En la Tabla 5.2-64, se encuentran los resultados de calidad fisicoquímicos e hidrobiológicos obtenidos para las dos temporadas climáticas contempladas en el presente estudio.

Para las corrientes estudiadas se observó un aumento de la contaminación por materia orgánica en tres estaciones y una disminución del índice en cuatro estaciones para la época seca, vinculado, posiblemente, a que en la época de lluvias se da un aumento en el arrastre de material vegetal (raíces, ramas, hojarasca) que puede generar una disminución de los valores de oxígeno disuelto. Las demás estaciones de monitoreo presentaron un índice de contaminación ICOMO "Medio" en ambas épocas climáticas. Por su parte, el índice de contaminación por pH no presentó variaciones, mostrando un comportamiento constante para las dos épocas climáticas; para el índice de calidad del agua se observó un aumento de la calidad para la temporada seca para la mayoría de las estaciones estudiadas.

El índice de contaminación por sólidos suspendidos presentó un aumento de los niveles de contaminación de "bajo" a "medio" para la estación Quebrada Doima (E1), de "bajo" a "muy alto" para la estación Quebrada Opia (E3), y de "ninguno" a "medio" para la estación Quebrada Opia (E6) durante la época seca, para las demás estaciones se registró una disminución considerable de este índice. Por último, el Índice de contaminación Trófico no mostró fluctuaciones considerables para las dos épocas climáticas, por lo que estos cuerpos de agua son considerados como Eutróficos.

Tabla 5.2-64 Índices de contaminación e índices de calidad biótica, temporada de lluvias y temporada seca.

Cuerpo de agua	Estación		ICA		ICOMO		ICOSUS		ICOpH		ICOTRO		BMWP	
			Lluvias	Seca	Lluvias	Seca	Lluvias	Seca	Lluvias	Seca	Lluvias	Seca	Lluvias	Seca
Lótico	E1	Quebrada Doima	27,59	44,82	0,75	0,506	0,307	0,403	0,001	0,001	Eutrofia	Eutrofia	43	23
	E2	Quebrada San Javier	22,13	54,95	0,53	0,63	0,367	0,124	0,03	0,001	Eutrofia	Eutrofia	52	82
	E3	Quebrada Opia	20,93	48,42	0,53	0,675	0,394	0,868	0,03	0,001	Eutrofia	Eutrofia	18	61
	E4	Quebrada Doima	38	55,34	0,53	0,588	0,076	0,115	0,03	0,001	Eutrofia	Eutrofia	66	58
	E5	Quebrada San Javier	37,53	63,29	0,596	0,206	0,01	0,058	0,001	0,001	Eutrofia	Eutrofia	78	89
	E6	Quebrada Opia	39,86	47,3	0,58	0,488	0,157	0,43	0,001	0,03	Eutrofia	Eutrofia	74	62
	E7	Quebrada Opia	34,77	60,25	0,53	0,374	0,772	0,109	0,03	0,03	Eutrofia	Eutrofia	54	68
	E8	Quebrada San Javier	35,88	65,02	0,717	0,367	0,01	0,01	0,001	0,001	Eutrofia	Eutrofia	70	120
	E9	Quebrada Armadillos	35,98	-	0,613	-	0,43	-	0,001	-	Eutrofia	Eutrofia	49	-
	E10	Quebrada Doima	32,56	55,89	0,546	0,564	1	0,01	0,001	0,001	Eutrofia	Eutrofia	63	45
	E11	Quebrada Armadillos	39,38	64,24	0,508	0,372	0,124	0,037	0,001	0,001	Eutrofia	Eutrofia	30	45
	E12	Quebrada San Javier El Guaico	49,69	50,61	0,491	0,621	0,01	0,016	0,001	0,001	Eutrofia	Eutrofia	76	45
	E13	Quebrada La Perica	38,33	56,1	0,54	0,421	0,523	0,052	0,001	0,001	Eutrofia	Eutrofia	25	28
	E14	Quebrada La Barbona	47	49,17	0,456	0,539	0,01	0,058	0,001	0,001	Eutrofia	Eutrofia	81	66
Léntico	L2	Lentico 2	58,49	53,52	0,419	0,422	0,103	0,073	0,493	0,493	Eutrofia	Eutrofia	7	10
	L3	Lentico 3	61,99	57,72	0,513	0,557	0,295	0,016	0,001	0,03	Eutrofia	Eutrofia	10	9
	L4	Lentico 4	44,33	55,33	0,57	0,466	0,01	0,115	0,001	0,03	Eutrofia	Eutrofia	45	15

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Con respecto a los índices de bioindicación BMWP/Col se observó un aumento general de la calidad para la temporada seca, de tal manera que, para la quebrada Doima (E1, E4, E10), quebrada La Perica y quebrada La Barbona no se observaron cambios en la calidad durante las temporadas climáticas; la quebrada San Javier (E2, E5 y E8) registró aguas moderadamente y ligeramente contaminadas para la temporada de lluvias y aguas ligeramente contaminadas y aguas no contaminadas para la temporada seca; la quebrada Opia (E3, E6 y E7) registro aguas muy contaminadas, moderadamente contaminadas y ligeramente contaminadas para la temporada de lluvias y aguas ligeramente contaminadas para la temporada seca; la quebrada Armadillos, registró aguas muy contaminadas para la temporada de lluvias y aguas moderadamente contaminadas para la temporada seca. Contrario a lo observado en el cuerpo de agua Lentico 4 (L4) y la Quebrada San Javier El Guaico en los cuales se observó un cambio negativo en la calidad de los cuerpos de agua para la temporada seca. Las estaciones Lentico 2 y Lentico 3 presentaron calificación de calidad BMWP/Col de aguas fuertemente contaminadas (calidad critica) durante los dos periodos climáticos estudiados

Según lo anterior, en comparación para las dos temporadas climáticas, en general se observó que la temporada seca presenta un aumento en los valores de calidad para los cuerpos de agua indicando que las condiciones ambientales para esta época son mas favorables para el establecimiento de las comunidades hidrobiológicas.

#### 5.2.1.2.2.8 Correlación de las variables fisicoquímicas con las comunidades hidrobiológicas

Las comunidades biológicas propias de los sistemas acuáticos suelen estar determinadas por diferentes factores que no necesariamente se derivan de acciones naturales sino en los que la acción antrópica puede tener gran injerencia, es por ello que a lo largo del tiempo diversos autores como (Torralba & Alonso, 2010) entre otros, han dedicado gran parte de sus estudios a tratar de entender este tipo de relaciones. Partiendo de lo anterior se realizó un análisis de correspondencia canónico (ACC), buscando establecer si los valores reportados por los parámetros físico-químicos medidos en los cuerpos de

agua monitoreados tienen algún tipo de relación con la estructuración de las comunidades hidrobiológicas.

Para el análisis de correlaciones fisicoquímicas e hidrobiológicas se tuvieron en cuenta solamente los parámetros que representaran alguna relevancia para las comunidades hidrobiológicas, por influir en aspectos como productividad primaria, respiración y degradación de materia orgánica (Ramírez González & Viña Vizcaíno, 1998)

Se determinaron los factores que pudieran determinar la distribución de especies en las corrientes a través de un análisis canónico de correspondencias, mediante la ejecución del paquete estadístico Past 3.14, para lo cual se analizaron todas las especies registradas (presencia-ausencia) para el área de estudio en correspondencia con los parámetros fisicoquímicos de interés por su relevancia en la mediación de funciones biológicas, para las variables fisicoquímicas que registraron valores por debajo del límite de detección en todas las estaciones de monitoreo tales como: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Nitrógeno Total, Surfactantes: Aniónicos como SAAM, Hidrocarburos y Fenoles no se tuvieron en cuenta para el análisis de correlación. En los casos en que para algunas estaciones se registraran valores por debajo del límite de detección, se utilizó ese valor mínimo.

#### 5.2.1.2.2.8.1.1 Época Lluviosa

En la Tabla 5.2-65 se presentan los resultados de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas que fueron tenidas en cuenta en el análisis de correlación.

Tabla 5.2-65 Resultados de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas de los cuerpos de agua monitoreados

Parámetro fisicoquímico	Unidades	Estación de monitoreo																
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	L2	L3	L4
Temperatura del agua	°C	22,5	21,56	21,78	22,10	24,25	22,38	24,3	22,65	22,8	22,58	24,52	28	22,10	23,2	27,61	25,37	26,7
pH	UNIDADES	7,61	8,3	8,68	8,13	7,67	7,925	8,132	7,82	7,31	8	7,65	7,65	7,02	7,81	9,1	7,78	7,97
Conductividad eléctrica	µS/cm	226,67	427,5	605	774,25	721,50	917,6	244,3	200,65	201,26	241	168,20	339,66	22,42	61	196,5	120,7	461
Oxígeno disuelto	mg/L	6,98	7,89	7,80	7,74	5,59	6,32	7,475	7,62	5,28	7,31	7,19	6,09	7,37	7,06	6,58	7,5	6,22
Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> /L	11,0	9,9	10,5	14,7	9,9	9,9	14,9	9,9	13,0	12,0	11,5	16,4	10,7	20,4	9,9	9,9	14,2
Coliformes fecales Termotolerantes ( <i>E. Coli</i> )	NMP/100 mL	23300	22470	111990	36540	10630	34480	5540	2010	7500	11300	1210	200	72300	1480	1	1	1340
Coliformes Totales	NPM/100 ml	115300	38730	155310	41060	198630	48840	27230	48840	103900	81640	16740	9340	27550	7430	3130	29090	61310
Fósforo Total	mg P/L	0,602	0,437	0,276	0,333	0,228	0,320	0,767	0,130	0,291	0,792	0,190	0,130	0,707	0,377	0,212	0,339	0,368
Grasas y aceites	mg/L	0,475	0,200	0,372	0,635	0,301	0,296	0,201	0,953	0,720	1,76	0,204	0,200	0,761	0,442	0,411	0,200	0,411
Potasio Total	mg K/L	5,99	4,92	3,92	3,94	4,63	3,17	5,06	4,14	7,62	4,42	6,49	7,94	3,67	7,08	3,3	6,98	6,36
Sólidos disueltos totales	mL/L	0,7	282	276	222	218	210	200	144	162	180	146	252	188	250	138	152	200
Sólidos sedimentales	mg/L	109	0,600	0,500	0,300	0,1	0,100	0,100	0,1	0,200	1,60	0,200	0,100	0,400	0,1	0,1	0,6	0,7
Sólidos suspendidos totales	mg/L	226	129	138	32,500	10,0	59,5	264	10,0	150	505	48,0	10,0	181	10,0	41	105	10

Ibagué y Piedras (Tolima)

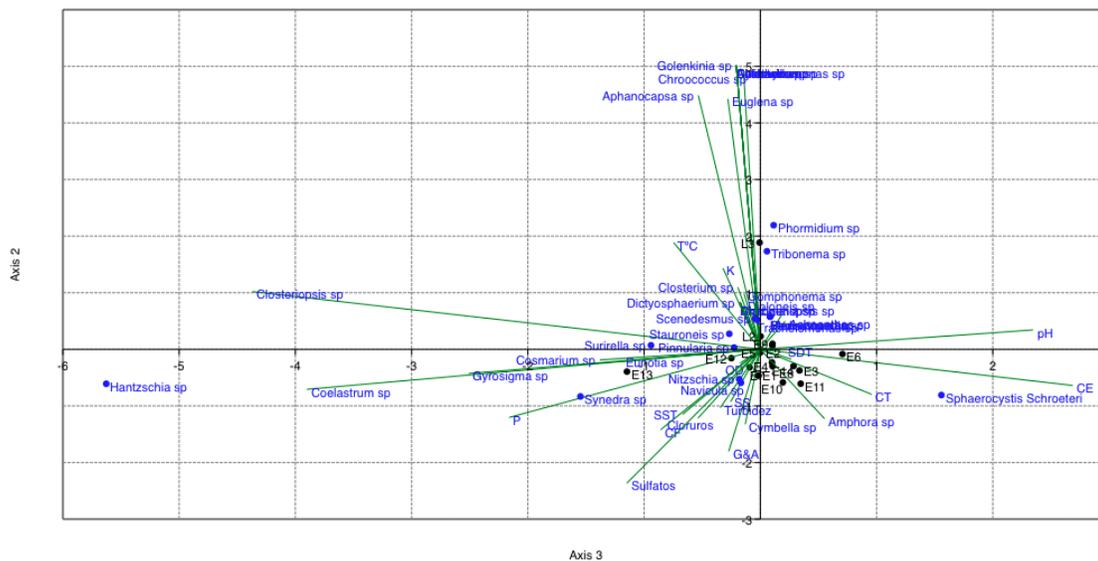
Parámetro fisicoquímico	Unidades	Estación de monitoreo																
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	L2	L3	L4
Sulfatos	mg SO <sup>4</sup> /L	23,5	5,0	18,0	26,3	19,8	25,9	22,8	13,2	17,3	27,6	5,0	31,7	24,9	32,4	20,8	5,0	15,7
Turbidez	NTU	100	174	158	47	70	95	254	25	139	457	49	8,7	169	9,8	36	96	118

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Ibagué y Piedras (Tolima)

Para establecer la relación perifiton-ambiente se efectuó un análisis de correspondencia canónica (ACC) que permitió observar los patrones de distribución y abundancia de las algas entre las variables fisicoquímicas. En la Figura 5.2-115 se presenta la distribución de las morfoespecies de la comunidad perifítica reportada para los todos los cuerpos de agua evaluados, se evidencia que los géneros *Hantzschia*, *Coelastrum*, *Synedra*, *Nitzschia* y *Navicula* presentaron correspondencia negativa con las variables fisicoquímicas pH, sólidos suspendidos, y Turbidez, es decir, que a medida que aumenten las concentraciones de estos parámetros, las poblaciones de estos taxas disminuirán, es importante mencionar que la mayoría de estas algas son bentónicas ampliamente distribuidas, las cuales son algas tolerantes a aguas poco contaminadas, condición que favorece la colonización de diferentes ecosistemas.

Respecto a la especie *Sphaerocystis Schroeteri* se evidencia una correlación con las variables conductividad eléctrica y los coliformes totales, al igual que la morfoespecie *Amphora sp.* Esto concuerda con la bibliografía donde establece que *Sphaerocystis schroeteri* es una pequeña alga de distribución cosmopolita muy extendida en masas acuáticas de diferente estado trófico, mientras que la presencia de *Amphora*. podría indicar aguas con contaminación intensa a moderada, en aguas estancadas y eutrofizadas (Pinilla, 2000).



**Figura 5.2-115 ACC de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas del agua y la comunidad Perifítica.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

En la Figura 5.2-116 se presenta la distribución de las morfoespecies de la comunidad fitoplanctónica de los cuerpos de agua evaluados y su posible relación con las variables fisicoquímicas y bacteriológicas del agua. Se evidencia que las variables Sólidos disueltos totales, pH, grasas y aceites y la conductividad eléctrica se encuentra afectando de forma positiva a organismos como *Staurastrum sp*, *Surirella sp.*, *Navicula sp.*, *Anabaena sp.*, *Pediastrum sp.*, *Scenedesmus sp.*, este tipo de relación indica que a mayor concentración de estas variables en el medio mayor puede llegar a hacer la abundancia de estos organismos. Hay que tener en cuenta que los sólidos pueden verse aumentados progresivamente debido al material suspendido proveniente del mismo terreno efecto de las precipitaciones.

Respecto a las algas, éstas en su mayoría son diatomeas, las cuales son utilizadas ampliamente como indicadoras de condiciones ambientales del medio acuático. Su uso se debe a que es una comunidad muy diversa, teniendo la característica de ser sésiles y de fácil manejo, convirtiéndolas en excelentes indicadoras de la calidad de agua principalmente de los sistemas lóticos (Gualtero-Leal, 2007). Su forma de vida sétil no le permite evitar los contaminantes, tolerando condiciones extremas o desapareciendo. El grado de tolerancia que tienen algunas especies permite inferir o asociar niveles de polución, basado únicamente en la estructura comunitaria.

Por otro lado, las algas del género *Merismopedia* se ve influenciada por la variable fisicoquímica Coliformes fecales, esta alga pertenece a grupo de las cianobacterias, las cuales han desarrollado gran variedad de mecanismos adaptativos en términos bioquímicos, físicos y bióticos que les permite dominar bajo condiciones de elevado estrés ambiental. Entre otros mecanismos adaptativos incluyen estrategias cuando hay limitaciones lumínicas, la fijación del nitrógeno, almacenamiento de nutrientes y de metabolitos esenciales en su citoplasma (Paerl, 1994). Dentro de estas estrategias se incluyen aquellas que les permite sobrevivir en aguas con alto grado de turbidez ya sea



Respecto a la comunidad zooplanctónica se encontró poca correlación con las variables fisicoquímicas, Figura 5.2-117, sin embargo, se evidencia que el género *Arcella*, presenta una fuerte correspondencia con la Turbidez, el Potasio y el fósforo; los organismos del género *Arcella* presentan un aumento poblacional al aumentar la temperatura y por ende a la disminución del oxígeno disuelto, de hecho; estudios sistemáticos del grupo han asociado gradientes ambientales específicos, tales como contaminación, acidificación y temperatura a determinadas especies de arcellinidas. Estos estudios, por ejemplo, han corroborado que el nivel de nutrientes, especialmente de fósforo y nitrógeno, son los controles principales de la distribución de arcellinidas los cuerpos de agua (Panadés, 2013).

Por otro lado, las Larvas de nauplio y los Cyclopoidae se correlacionan con la conductividad eléctrica, mientras que *Polyarthra sp.* se relaciona con las grasas y aceites y finalmente *Diaphanosoma sp.*, *Diffugia sp.* y *Brachionus sp.* se ven influenciados por las variables Cloruros, Sólidos Totales, pH y Temperatura. La interacción de diversos factores biológicos, físicos y químicos pueden influenciar la composición y abundancia de las comunidades zooplanctónicas, adicionalmente durante el mes de junio como consecuencia del fenómeno del niño que ocasionó fuertes precipitaciones, causando un efecto de dilución y arrastre de especies, y con relación a los factores químicos, se presentó una disminución del en el oxígeno disuelto, lo cual podría disminuir funciones metabólicas como la reproducción. Es importante mencionar que las altas densidades de nauplios y copepoditos son un indicador de un aumento en la población de microcrustáceos, que se ven favorecidos por la presencia de microalgas de la Clase Bacillariophyta (alimento predilecto de los nauplios) según estudios realizados en Brasil por Turnner (1984); la presencia de estadios juveniles de microcrustáceos también es un indicador de un gran esfuerzo reproductivo y una alta tasa de mortalidad, lo cual es una respuesta adaptativa ante ambientes inestables (Simoes et al., (2008).

Ibagué y Piedras (Tolima)

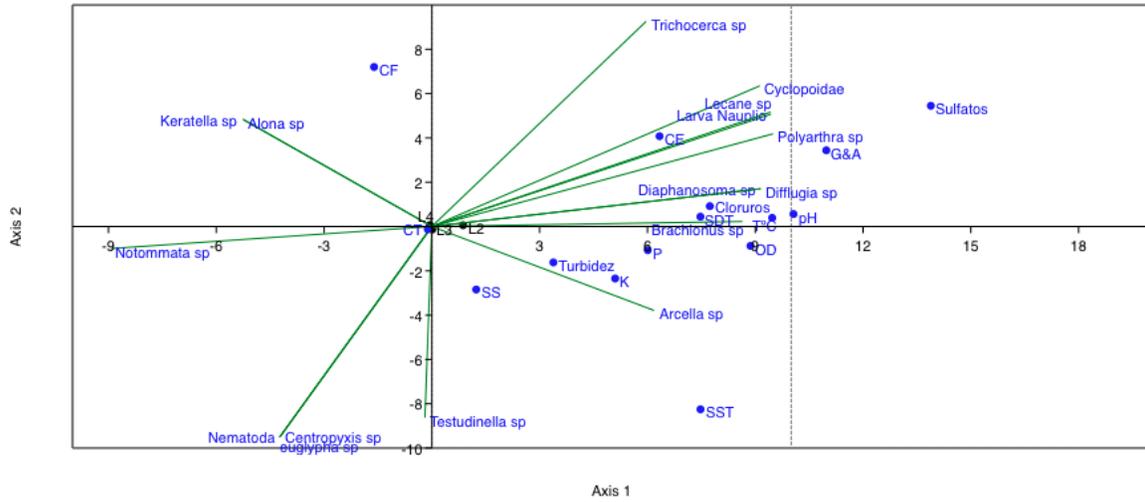


Figura 5.2-117 ACC de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas del agua y la comunidad zooplanctónica.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Finalmente, para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos se encontró una baja correspondencia con las variables fisicoquímicas, sin embargo, se evidencia que la mayoría de las morfoespecies registradas, presentaron una fuerte correspondencia negativa con los coliformes fecales y la Turbidez (Figura 5.2-118), este tipo de relación indica que, a mayor concentración de estas variables en el medio menor puede llegar a ser la abundancia reportada por estos organismos. Los valores de las variables en mención pueden ser el reflejo de los altos caudales observados a lo largo de los diferentes cuerpos de agua, ya que durante los periodos de precipitación suele verse favorecida el aumento de la turbidez por la acumulación de sólidos.

Ibagué y Piedras (Tolima)

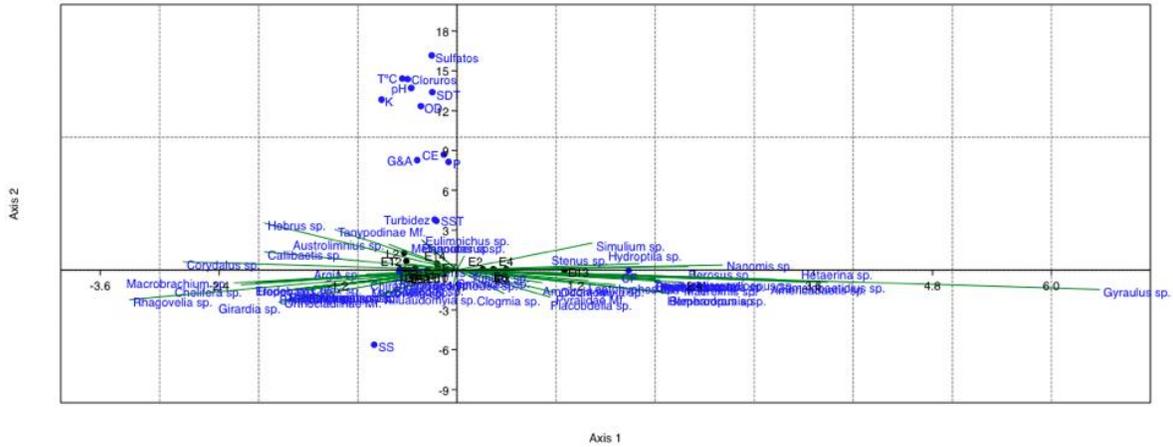


Figura 5.2-118 ACC de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas del agua y la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

5.2.1.2.2.8.1.2 Época seca

En la Tabla 5.2-66 se presentan los resultados de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas que fueron tenidas en cuenta en el análisis de correlación de la época seca.

**Tabla 5.2-66 Resultados de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas de los cuerpos de agua monitoreados**

Parámetros	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E10	E11	E12	E13	E14	L2	L3	L4
Temperatura del agua	19,3	22	22,80	23,60	21,80	23,7	24,1	23,2	21,95	25,40	25,2	23,40	23,2	25,4	25,9	27,6
pH	7,80	7,88	7,97	7,89	7,85	8,60	8,32	7,8	7,93	7,26	7,75	7,85	7,77	9,09	8,72	8,4
Conductividad eléctrica	272,00	296,3	224,5	326	359	249,5	293,1	325	303,5	213,8	519	313,60	385	217,6	315,5	171,8
Oxígeno disuelto	5,52	7,42	7,48	7,40	7,53	7,61	7,54	7,13	5,91	6,56	4,34	4,97	4,6	5,73	7,37	7,08
Cloruros	14,6	23,6	19,7	22,6	32,1	13,4	13,1	28,5	15,1	13,1	32,1	11,7	54	9,9	14,1	12,4
Coliformes fecales Termotolerantes	5820	7840	12030	4490	498	14170	3320	2490	1580	2160	1730	1890	714	2750	3160	1029
Coliformes Totales	104620	54750	86640	34480	2755	241960	28510	9590	22470	18500	11620	50120	1782	54750	82970	19863
DBO5	5	7,75	6,11	6,63	5	5	5	5	5,29	5	5,78	5	6,37	5	5,49	5,19
DQO	12,9	15,0	5	21,9	5	19,5	11,6	5	17,8	15,7	25,4	5	16,4	10,9	36,5	21,2
Fósforo Total	0,897	0,643	0,488	0,501	0,716	0,437	0,406	0,260	0,425	0,269	0,374	0,440	0,218	0,203	0,158	0,196
Grasas y aceites	0,516	0,200	0,336	0,459	0,353	0,200	0,200	0,741	0,804	0,812	0,314	0,914	0,614	0,200	0,411	0,200
Potasio Total	4,14	6,34	4,10	9,80	12,8	3,74	7,28	15,9	8,18	5,82	31,0	5,52	6,65	5,01	12,9	7,63
Sólidos disueltos totales	196	202	164	222	250	174	212	236	192	162	322	194	294	152	226	118
Sólidos sedimentales	1,000	0,600	1,000	0,300	0,300	0,300	0,300	0,1	0,1	0,1	0,1	0,200	0,200	0,100	0,100	0,900
Sólidos Suspendidos Totales	141	48,0	296	45,0	26,5	150	43,0	10	10,5	19,0	12,0	24,0	26,0	31,0	12,0	45,5
Sulfatos	30,5	43,5	29,7	38,1	54,6	29,0	26,5	30,7	22,3	24,6	26,9	24,0	26,6	22,6	27,5	19,5
Turbidez	107	44	145	44	36	159	49	20	9,00	11	12	26	13	36	18	36

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Figura 5.2-119 se presenta la distribución de las morfoespecies de la comunidad perifítica reportada para los todos los cuerpos de agua evaluados, se evidencia que el género *Golenkinia* presentó correspondencia positiva con las variables fisicoquímicas Coliformes fecales, Sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables y turbidez, es decir, a medida que aumenta la concentración de estas variables, las poblaciones aumentan su densidad. Según varios autores, este género es ampliamente reconocido por encontrarse comúnmente asociados a sistemas eutróficos (Dilini & Wijeyaratne, 2016; Kshirsagar, 2013; Sawaiker & Rodrigues, 2016; Wan Maznah & Makhrough, 2015).

Respecto a las morfoespecies *Sphaerocystis Schroeteri* y *Closteriopsis* sp. se evidencia una correlación con las variables oxígeno disuelto, Fenoles Totales, cloruros, pH y sólidos disueltos totales. Esto concuerda con la bibliografía donde establece que *Sphaerocystis schroeteri* es una pequeña alga de distribución cosmopolita muy extendida en masas acuáticas de diferente estado trófico, mientras el género *Closteriopsis* es cosmopolita y generalmente planctónicas que pueden vivir en un variado tipo de medios acuáticos, casi siempre con moderada o mediana carga de nutrientes.

Finalmente, los géneros *Anabaena*, *Pediastrum*, *Staurastrum*, *Crucigenia*, *Trachelomonas*, *Scenedesmus*, *Euglena*, *Spirogyra*, *Synedra* y *Chaetophora* se correlacionan con las variables DQO, Potasio, Grasas y aceites, conductividad eléctrica y DBO. Estos géneros presentan una amplia tolerancia (cosmopolitas) en las variaciones de las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua que habitan, especialidades que les han permitido colonizar diferentes ecosistemas tales como charcas, lagos y cuerpos de agua lóticos. Estudios realizados han encontrado que los géneros *Trachelomonas*, *Phacus* y *Euglena* presentan una mayor tasa de crecimiento cuando en el cuerpo de agua presenta altas concentraciones de materia orgánica, resultados que son concordantes con los resultados obtenidos en el presente monitoreo.

Ibagué y Piedras (Tolima)

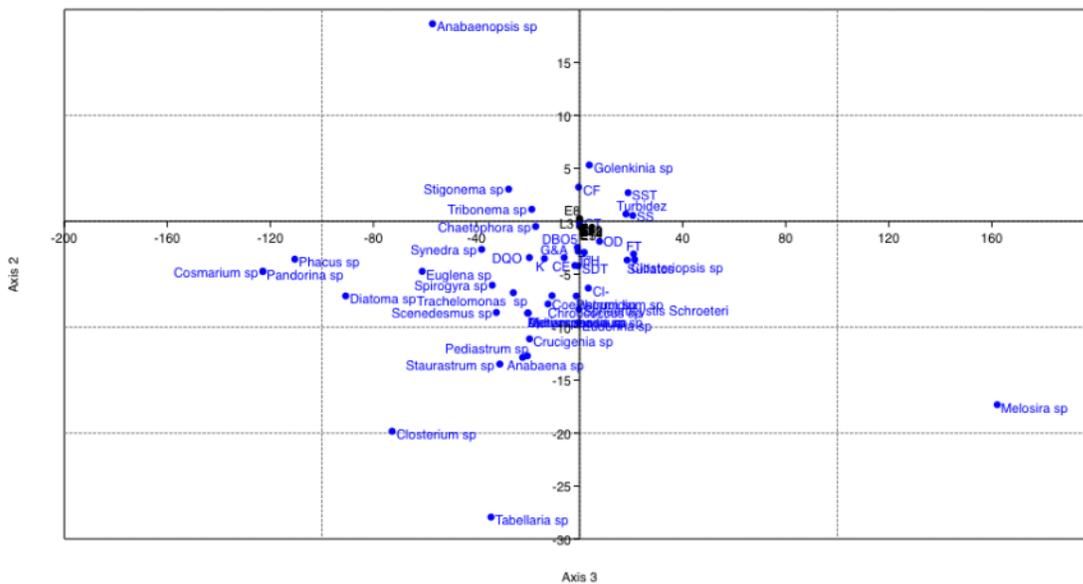


Figura 5.2-119 ACC de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas del agua y la comunidad Perifítica.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

En la Figura 5.2-120 se presenta la distribución de las morfoespecies de la comunidad fitoplanctónica de los cuerpos de agua evaluados y su posible relación con las variables fisicoquímicas y bacteriológicas del agua. Se evidencia que las variables Coliformes fecales y Turbidez se encuentra afectando de forma positiva a organismos como *Scenedesmus sp.*, *Chroococcus sp.*, *Crucigenia sp.* y *Anabaenopsis sp.* este tipo de relación indica que a mayor concentración de estas variables en el medio mayor puede llegar a hacer la abundancia de estos organismos. Algunas de estas algas pertenecen al grupo de las cianobacterias, las cuales han desarrollado gran variedad de mecanismos adaptativos en términos bioquímicos, físicos y bióticos que les permite dominar bajo condiciones de elevado estrés ambiental. Entre otros mecanismos adaptativos incluyen estrategias cuando hay limitaciones lumínicas, la fijación del nitrógeno, almacenamiento de nutrientes y de metabolitos esenciales en su citoplasma (Paerl, 1994). Dentro de estas estrategias se incluyen aquellas que les permite sobrevivir en aguas con alto grado de turbidez ya sea por crecimiento de otros organismos o por el aporte continuo de

sedimentos. Adicionalmente, factores como la eutrofización, las altas temperaturas y la abundante materia orgánica favorecen el crecimiento de esta comunidad.

Por otro lado, las algas de los géneros *Coelastrum*, *Euglena*, *Tribonema*, *Dictyosphaerium*, *Selenastrum*, *Golenkinia* y *Anabaena* se ven influenciados por las variables fisicoquímicas sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, DBO, Cloruros, oxígeno disuelto, grasas y aceites, potasio, DQO y Sulfatos. Para el caso de las Euglenophytas (*Trachelomonas*) éstas son abundantes en lagunas temporales con alta concentración de materia orgánica y por ende de sólidos disueltos y DBO. Es importante en el uso de bioindicadores tener en cuenta que actualmente no se ha encontrado un grupo que pueda considerarse como indicador general, debido a que todos los ambientes son distintos, incluso dentro de un mismo ecosistema, y en muchos casos se podrán encontrar organismos indicadores que serán específicos de algún tipo de evento. Igualmente, debido a que el conocimiento en el campo de la evaluación del estado de los ecosistemas aun es escaso, no existe una formula general para determinar el estado de un ecosistema (Jorgesen et al., 2005).

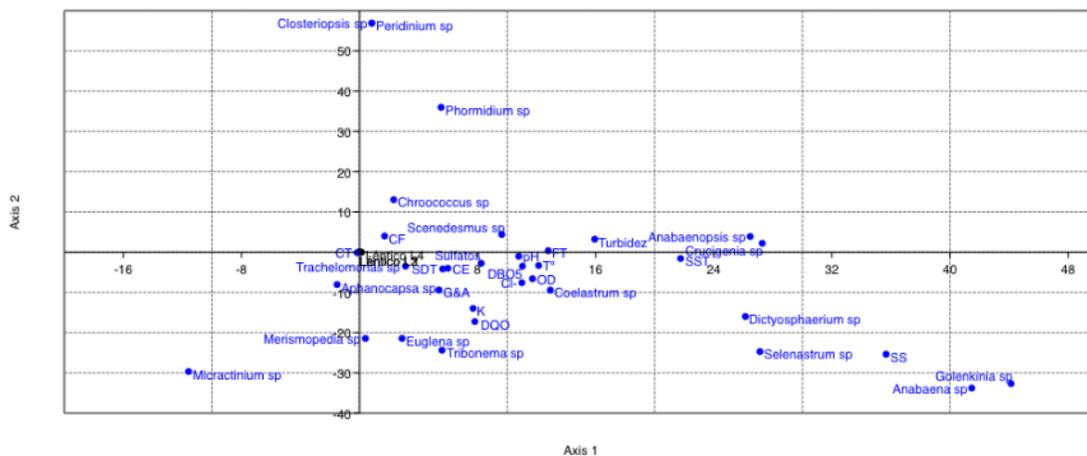
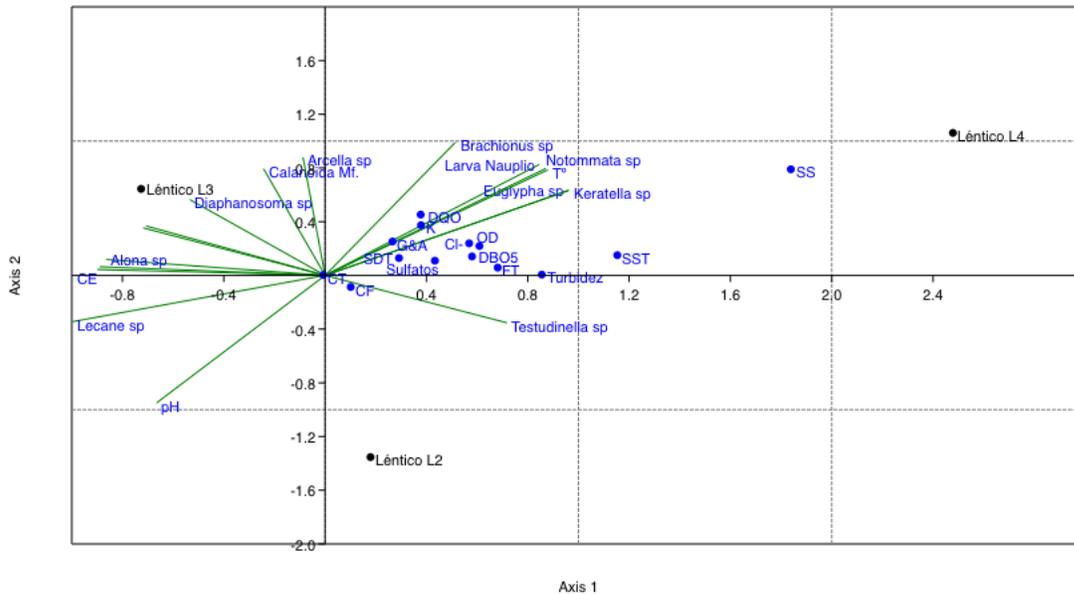


Figura 5.2-120 ACC de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas del agua y la comunidad fitoplanctónica.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Respecto a la comunidad zooplanctónica se evidencia en la Figura 5.2-121 que las morfoespecies *Brachionus* sp., Larva Nauplio, *Keratella* sp., *Notommata* sp. y *Euglypha*

sp., se correlacionan con las variables fisicoquímicas DQO, Potasio, oxígeno disuelto, DBO, sulfatos, grasas y aceites, cloruros y Temperatura. Es importante tener en cuenta que la mayoría de estos organismos son rotíferos, los cuales tienen una alta tolerancia a fluctuaciones en las condiciones ambientales (Allan 1976, Robertson & Hardy 1984) debido a que son poblaciones de especies pequeñas, ciclo de vida corto y tolerantes a los cambios ambientales frecuentes, lo que los podrían favorecer (Neves, *et al.* 2003). Las bajas correlaciones presentadas por esta comunidad y en general por los nauplios y copepoditos con las variables físicas, químicas y biológicas pueden indicar que existen otros factores como por ejemplo el tiempo de retención del agua que pueden estar influyendo en la distribución y estructura de estos organismos.



**Figura 5.2-121 ACC de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas del agua y la comunidad zooplanctónica.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Finalmente, para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos se encontró una baja correspondencia con las variables fisicoquímicas con los ejes canónicos de ahí que se agruparon muy cerca del centro (Figura 5.2-122).



### 5.2.1.3 Ecosistemas estratégicos, sensibles y / o áreas protegidas

En el presente numeral se relacionan los ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas cercanos o presentes en el al área de influencia Físico-Biótica definida para el "Proyecto Fotovoltaico Shangri-La" según la revisión de información secundaria oficial consultada.

#### 5.2.1.3.1 Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) incluye un conjunto de áreas protegidas públicas, privadas o comunitarias del ámbito de gestión nacional, regional o local, actores sociales y estrategias e instrumentos de gestión que las articulan para el cumplimiento de los objetivos de conservación del país<sup>15</sup>, los cuales están enfocados en asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos naturales, para mantener la diversidad biológica, garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales y la permanencia del medio natural, o de algunos de sus componentes.

Luego, una vez verificadas las categorías que conforman el SINAP con el Área de Influencia Físico-Biótica para el "Proyecto Fotovoltaico Shangri-La" con información oficial como: <http://www.parquesnacionales.gov.co>, <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>, Tremarctos, cartografía de las determinantes y otras fuentes verificadas en el estudio, se evidenció que este no cuenta con áreas SINAP; tal como se expone a continuación.

##### 5.2.1.3.1.1 Parques Nacionales Naturales

Los Parques Nacionales Naturales son áreas que permiten su autorregulación ecológica que no han sido alteradas por la explotación u ocupación humana, en donde la biodiversidad y los complejos geomorfológicos tienen un valor científico, educativo,

---

<sup>15</sup> Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2009). Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/>

estético y recreativo, por lo cual, deben someterse a un régimen adecuado de manejo<sup>16</sup>, y a su vez, permiten preservar la biodiversidad del país, es decir, la conservación de las especies y de las relaciones que existe entre estas. La conservación de estas áreas es importante ya que son áreas que ofrecen innumerables servicios ecosistémicos para la humanidad<sup>17</sup>. Es así que, para el Área de Influencia Físico-Biótica del proyecto no se encontraron zonas catalogadas como Parques Nacionales Naturales (PNN), por lo cual, el PNN Los Nevados es el más cercano, estando ubicado a 28 km en línea recta aproximadamente (Figura 5.2-123).

---

<sup>16</sup> Corporación Autónoma Regional del Departamento del Cesar (CORPOCESAR). (2012). Resolución No 1207 de Noviembre de 2012. Recuperado de <https://www.corpocesar.gov.co/files/RESOLUCION%20DETERMINANTES%20AMBIENTALES.pdf>

<sup>17</sup> Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2014). Los Parques Nacionales conservan nuestra diversidad biológica. Recuperado de: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/los-parques-nacionales-conservan-nuestra-diversidad-biologica/>

Ibagué y Piedras (Tolima)

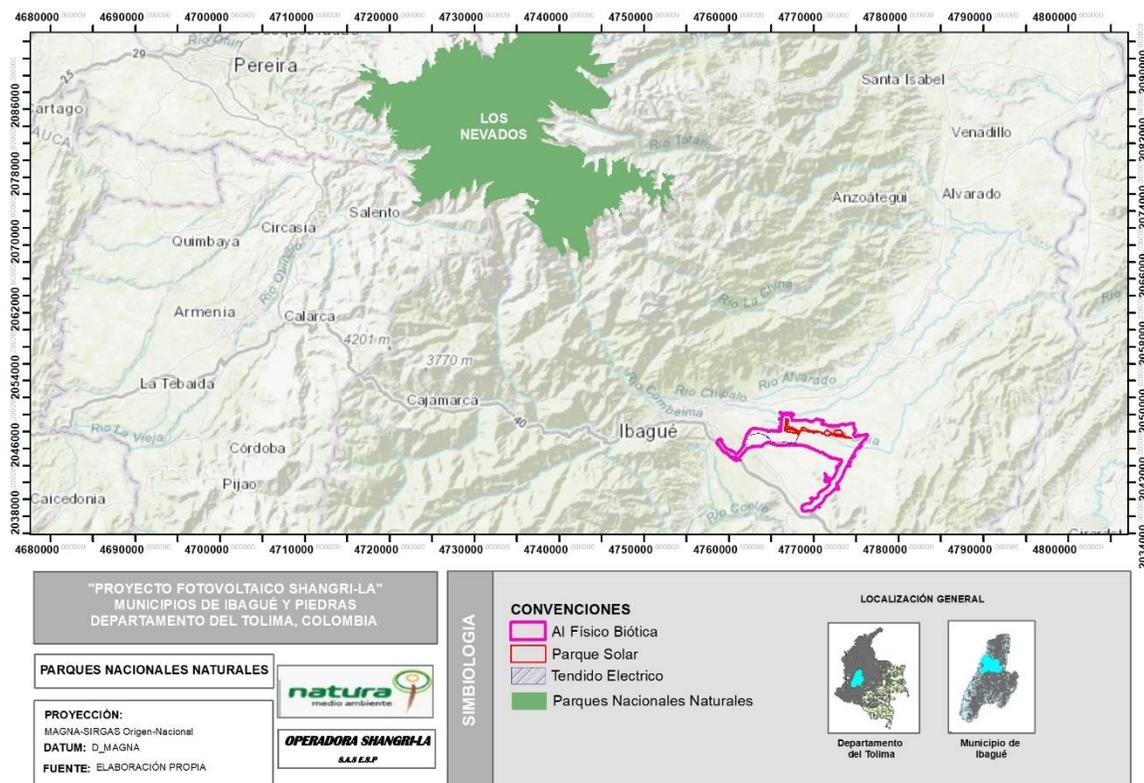


Figura 5.2-123 Parques Nacionales Naturales cercanos al área de influencia del proyecto.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### 5.2.1.3.1.2 Parques Naturales Regionales

Un Parque Natural Regional es un área que contiene uno o varios ecosistemas inalterados o poco alterados por la acción humana con características paisajísticas, geológicas y geomorfológicas sobresalientes a escala regional, que deben ser conservados para el mantenimiento de sus condiciones naturales, con propósitos de investigación, educación y recreación para contribuir al desarrollo económico y social de la región<sup>18</sup>. No se encontró la presencia de Parques Naturales Regionales (PNR) dentro

<sup>18</sup> Corporación Autónoma Regional del Departamento del Cesar (CORPOCESAR). (2012). Resolución No 1207 de Noviembre de 2012. Recuperado de <https://www.corpocesar.gov.co/files/RESOLUCION%20DETERMINANTES%20AMBIENTALES.pdf>

Ibagué y Piedras (Tolima)

del área de influencia del proyecto, sin embargo, el PNR más cercano es el PNR Ucumarí, que se ubica a 47 km en línea recta (Figura 5.2-124).

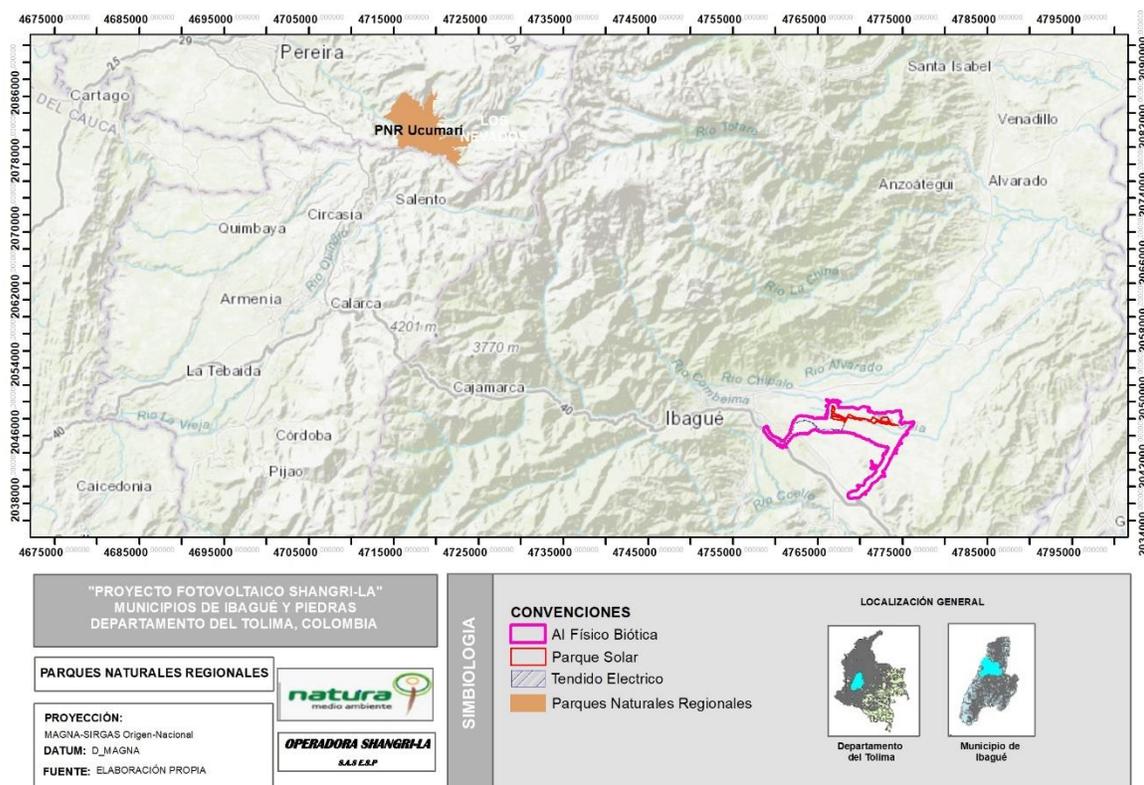


Figura 5.2-124 Parques Naturales Regionales cercanos al área de influencia del proyecto.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### 5.2.1.3.1.3 Reservas Forestales Protectoras

El área forestal protectora se establece como una zona que debe ser conservada permanentemente en bosques naturales o artificiales para proteger estos recursos, que están orientadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, aguas y la vida silvestre. En ella, solo se permite la obtención de frutos secundarios del

Ibagué y Piedras (Tolima)

bosque<sup>19</sup>. Dentro del área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Shangri-La no se halló la presencia de Reservas Forestales Protectoras Regionales (RFPR), por lo cual, las RFPR Bellavista y Buenos Aires El Porvenir son las que presentan mayor cercanía, estando ubicadas a 8 y 16 km en línea recta, respectivamente (Figura 5.2-125).

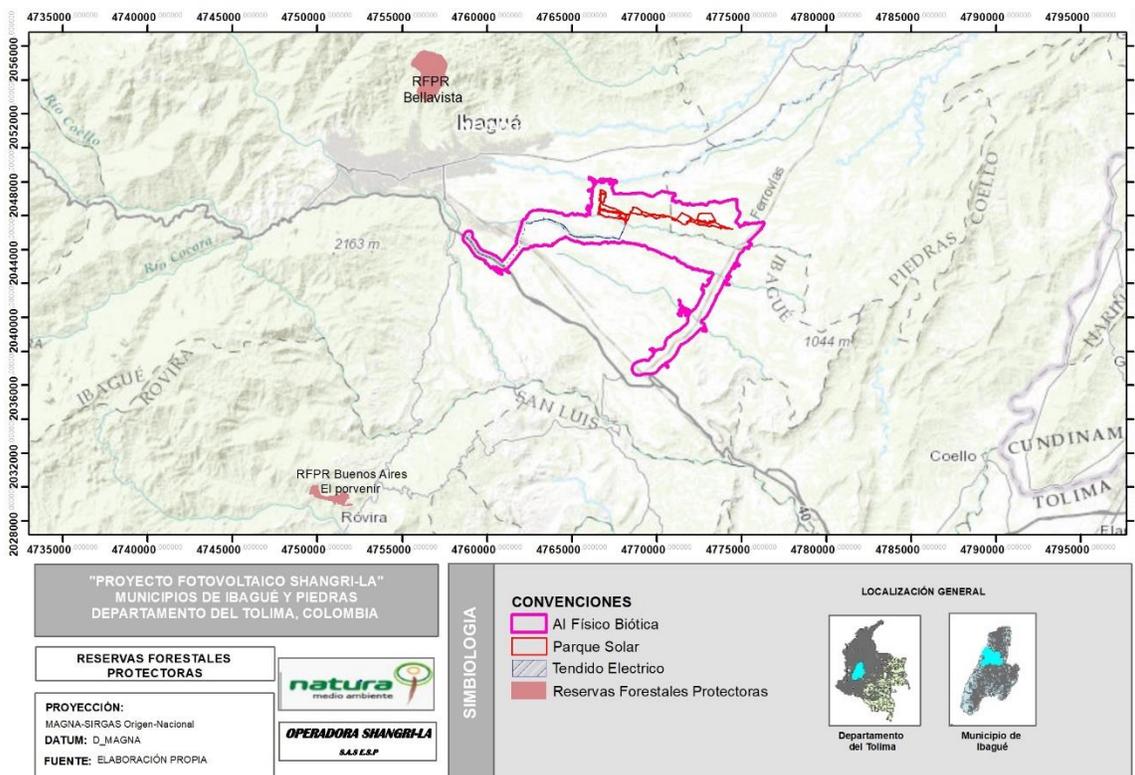


Figura 5.2-125 Reservas Forestales Protectoras cercanas al área de influencia del proyecto.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

No obstante, teniendo en cuenta el Decreto 1076 de 2015, artículos 2.2.1.1.17.6 y 2.2.1.1.18.2, se deben conservar aquellas zonas con abundancia y variedad de fauna silvestre o aquellas que permitan el establecimiento de la vida silvestre, proteger los

<sup>19</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Resolución No. 1403. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/05-RES%201403%20DE%202018.pdf>

ejemplares de la flora silvestre vedadas que existan dentro del predio y cumplir con las disposiciones relacionadas con la prevención de incendios, plagas forestales y el control de quemas.

#### 5.2.1.3.1.4 Distritos de Manejo Integrado

Un Distrito de Manejo (DMI) Integrado es un espacio de la biosfera que teniendo en cuenta factores ambientales o socioeconómicos, se delimitó para que dentro de los criterios del desarrollo sostenible se ordene, planifique y regule el uso y manejo de los recursos naturales renovables y las actividades económicas que allí se desarrollen<sup>20</sup>. De esta manera, el plan de manejo para estas áreas es armonizar las actividades productivas en conjunto con las acciones de conservación<sup>21</sup>. No obstante, no se evidenció la presencia de DMIs dentro del área de influencia del proyecto, observando el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Cuenca Alta del Río Quindío Salento a 40 km en línea recta (Figura 5.2-126).

---

<sup>20</sup> Ministerio de Agricultura. (1989). Decreto de 1974 del 31 de agosto de 1989. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyserviciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec\\_1974\\_310889.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyserviciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_1974_310889.pdf)

<sup>21</sup> Fundación Reto Colombia. (2011). PLAN DE MANEJO DEL DISTRITO REGIONAL DE MANEJO INTEGRADO COMPLEJO CENAGOSO ZÁRATE, MALIBÚ Y VELADERO. Corporación Autónoma Regional del Magdalena-CORPAMAG y Fundación Reto Colombia. Bogotá, Colombia.

Ibagué y Piedras (Tolima)

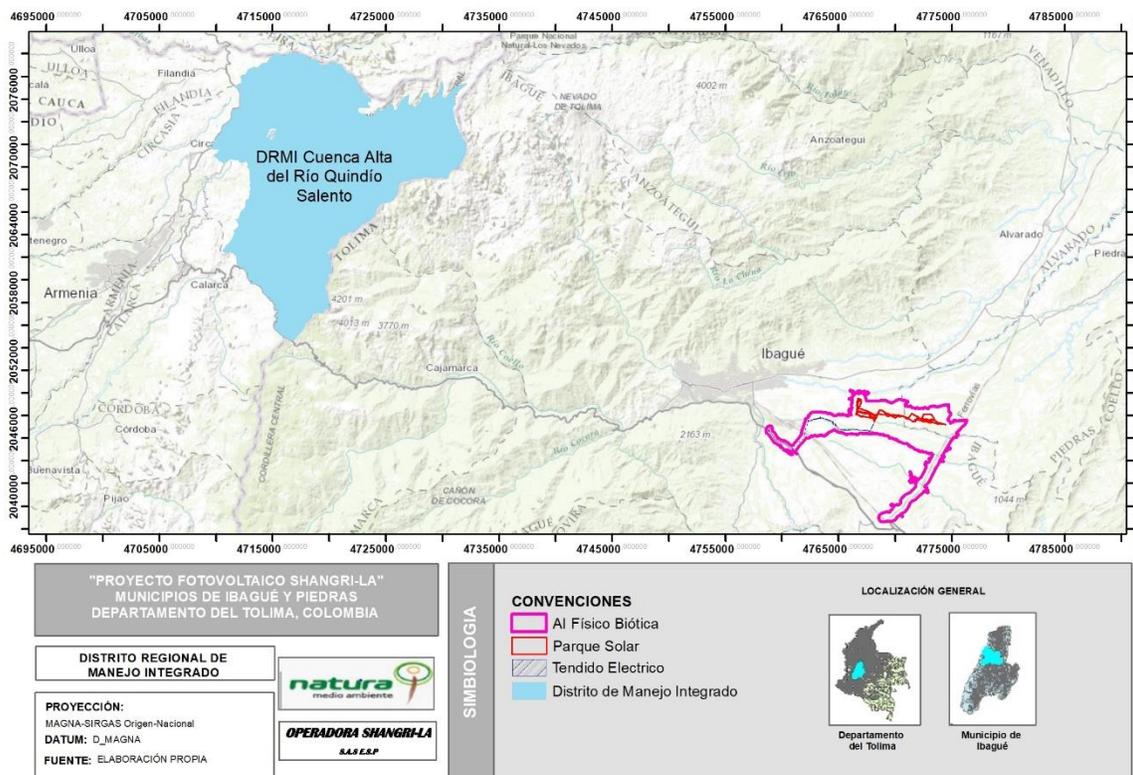


Figura 5.2-126 Distrito Regional de Manejo Integrado cercano al área de influencia del proyecto.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### 5.2.1.3.1.5 Distrito de Conservación de Suelos

Un Distrito de Conservación de Suelos (DCS) es un espacio geográfico cuyo ecosistema estratégico regional mantiene su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, aportando a la generación de bienes y servicios ambientales, donde sus valores naturales y culturales se ponen al alcance de la población humana para su restauración, uso sostenible, preservación y conocimiento<sup>22</sup>. Los DCS que presentan cercanía con el área de influencia del proyecto son el DCS Barbas Bremen y el DCS Campoalegre, ubicados a 54 y 57 km en línea recta, respectivamente (Figura 5.2-127).

<sup>22</sup> Grupo Energía Bogotá. (2018). Plan de manejo del Distrito de Conservación de Suelos Barbas Bremen. Corporación Autónoma Regional del Quindío, 40 pp.

Ibagué y Piedras (Tolima)

Teniendo en cuenta el Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.1.1.18.6, los propietarios de predios están obligados a usar los suelos de acuerdo con sus condiciones, de tal forma que se mantenga su integridad física y su capacidad productora, evitando la salinización, compactación, erosión, contaminación, pérdida y degradación de los mismos<sup>23</sup>. Además, en suelos agrícolas se debe mantener la cobertura vegetal para evitar problemas de erosión y degradación del área y también se deberá proteger y mantener la cobertura vegetal a lado y lado de las acequias.

---

<sup>23</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Decreto número 1076 de 2015. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/08/Decreto-Unico-Reglamentario-Sector-Ambiental-1076-Mayo-2015.pdf>

Ibagué y Piedras (Tolima)

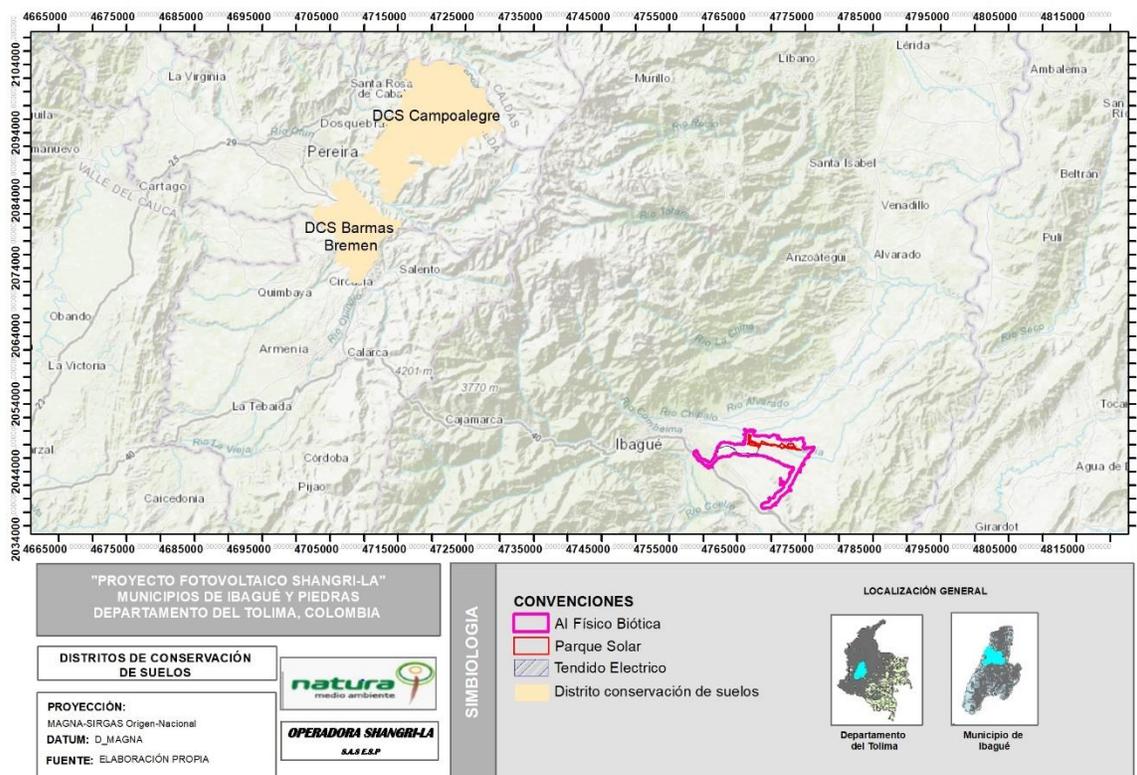


Figura 5.2-127 Distritos de Conservación de Suelos cercanos al área de influencia del proyecto.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### 5.2.1.3.1.6 Reservas Naturales de la Sociedad Civil

Una Reserva Natural de la Sociedad Civil (RSNC) es el área de un inmueble que conserva una muestra de un ecosistema natural, con el uso de los recursos naturales de manera sustentable<sup>24</sup>. De esta manera, alrededor del área de influencia del proyecto se evidencia la presencia de las RSNC Conjunto de Reservas Naturales de Sumicol S.A. La Estrella, El Silencio y Villa Maria (Figura 5.2-128). Estas áreas son importantes ya que cualquier persona puede establecerla si tiene la voluntad de hacer de su predio un lugar que

<sup>24</sup> Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2020). Reservas Naturales de la Sociedad Civil. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/reservas-naturales-de-la-sociedad-civil/>

aporte a la conservación de la riqueza natural del país. Además, al igual que en las otras áreas protegidas, estas reservas ayudan a mantener la biodiversidad y los beneficios que esta brinda<sup>25</sup>.

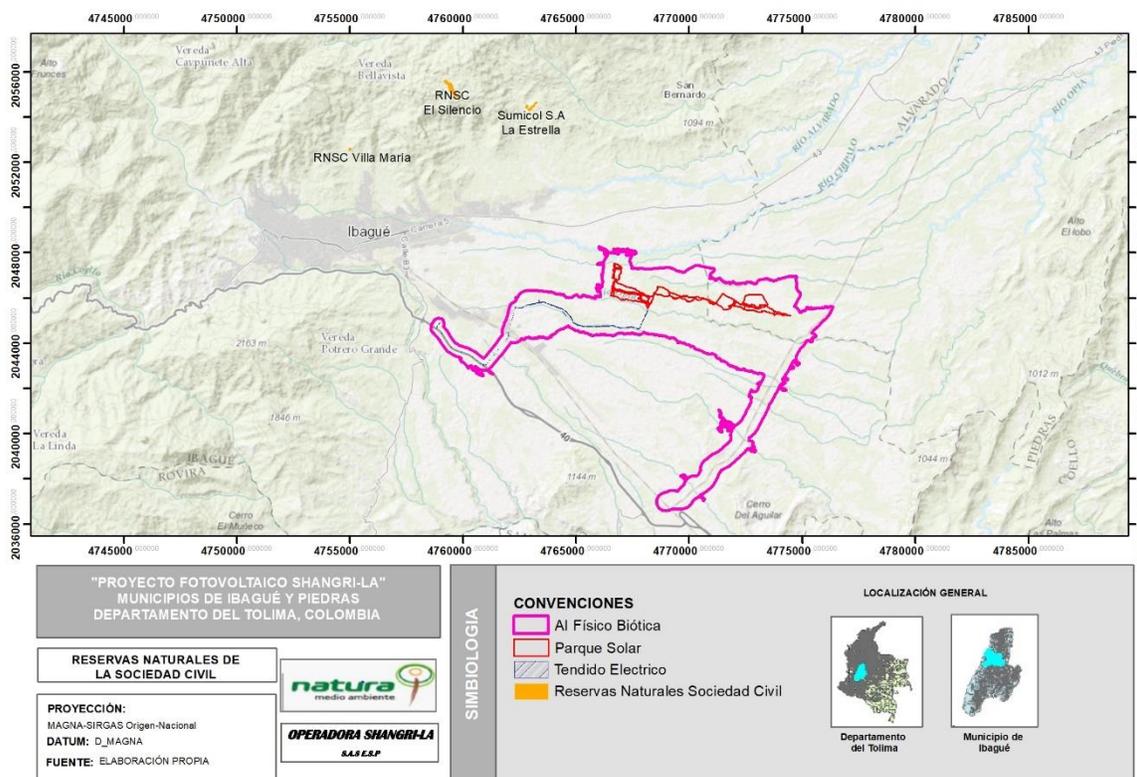


Figura 5.2-128 Reservas Naturales de la Sociedad Civil aledañas al área de influencia del proyecto.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### 5.2.1.3.1.7 Áreas complementarias para la conservación

Estas áreas son espacios geográficos definidos, no reconocidos como áreas protegidas, que son manejados y gestionados para aportar a la conservación in situ de la biodiversidad, sus servicios ecosistémicos y valores culturales de manera efectiva y a

<sup>25</sup> WWF. (2019). ¿Por qué establecer una Reserva Natural de la Sociedad Civil? Recuperado de: <https://www.wwf.org.co/?uNewsID=343530>

largo plazo, los cuales mejoran la representación ecológica de los sistemas de áreas protegidas, al incrementar las zonas amortiguadoras alrededor de las mismas y mejorar la conectividad<sup>26</sup>.

#### 5.2.1.3.1.8 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

En Colombia, para el establecimiento de las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA) se tiene en cuenta la identificación y documentación de lugares críticos para la conservación de las aves y la biodiversidad, siendo estos sitios considerados "hotspots" irremplazables y potencialmente vulnerables<sup>27</sup>. El área de influencia del proyecto se ubica a 9 km en línea recta del Cañón del Río Combeima (Figura 5.2-129).

---

<sup>26</sup> Santamaría, M., Areiza, A., Matallana, C., Solano, C., Galán, S. (2018). Estrategias complementarias de conservación en Colombia, Bogotá, Colombia, Instituto Humboldt, Resnatur y Fundación Natura.

<sup>27</sup> Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2019). Áreas importantes para la conservación de las aves AICAS. Recuperado de <http://www.humboldt.org.co/es/component/k2/item/525-areas-importantes-para-la-conservacion-de-las-aves-aicas>

Ibagué y Piedras (Tolima)

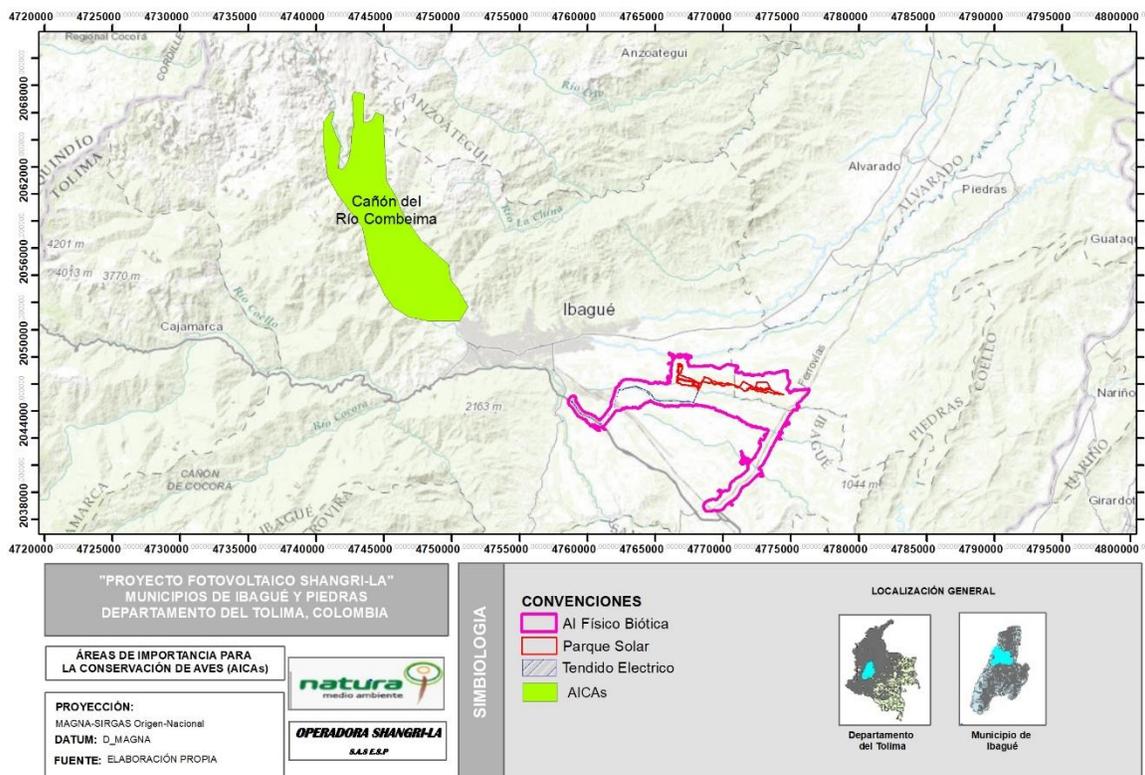


Figura 5.2-129 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) cercanas al área de influencia del proyecto.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### 5.2.1.3.2 Ecosistemas sensibles y estratégicos

Los ecosistemas estratégicos son aquellos que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país, los cuales se caracterizan por mantener en equilibrio los procesos ecológicos básicos tales como la regulación del clima y del agua, realizar la función depuradora del aire, agua y suelos y contribuir a la conservación de la biodiversidad<sup>28</sup>, así como proporcionan suelos

<sup>28</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Ecosistemas estratégicos. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=408:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemáticos-10>

adecuados para la producción de alimentos, previenen desastres naturales y ayudan en el control de plagas<sup>29</sup>.

#### 5.2.1.3.2.1 Bosques Secos Tropicales

Se encontraron zonas de Bosque Seco Tropical (BST) dentro del área de influencia del proyecto (Figura 5.2-130), por lo cual, es importante destacar que en el país este ecosistema solía cubrir más de nueve millones de hectáreas, de las cuales quedan en la actualidad apenas un 8%; motivo por el cual es considerado uno de los ecosistemas más amenazados del país, esto debido a que son zonas con suelos fértiles que han sido intervenidas para la producción agrícola y ganadera, minería, desarrollo urbano y turismo<sup>30</sup>.

Los bosques secos tropicales tienen una biodiversidad única de flora y fauna que se ha adaptado a las condiciones de estrés hídrico presentes en la zona, por lo cual, evidencia altos niveles de endemismos. Estos ecosistemas cumplen un rol fundamental en la regulación hídrica, retención de suelos y la captura de carbono, con la consecuente regulación del clima y la disponibilidad de agua y nutrientes<sup>31</sup>.

---

<sup>29</sup> Márquez, G. (2003). ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS DE COLOMBIA. Recuperado de: <https://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf>

<sup>30</sup> Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2019). Bosques secos tropicales en Colombia. Recuperado de <http://www.humboldt.org.co/en/research/projects/developing-projects/item/158-bosques-secos-tropicales-en-colombia>

<sup>31</sup> Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2019). Bosques secos tropicales en Colombia. Recuperado de: <http://www.humboldt.org.co/en/research/projects/developing-projects/item/158-bosques-secos-tropicales-en-colombia>

Ibagué y Piedras (Tolima)

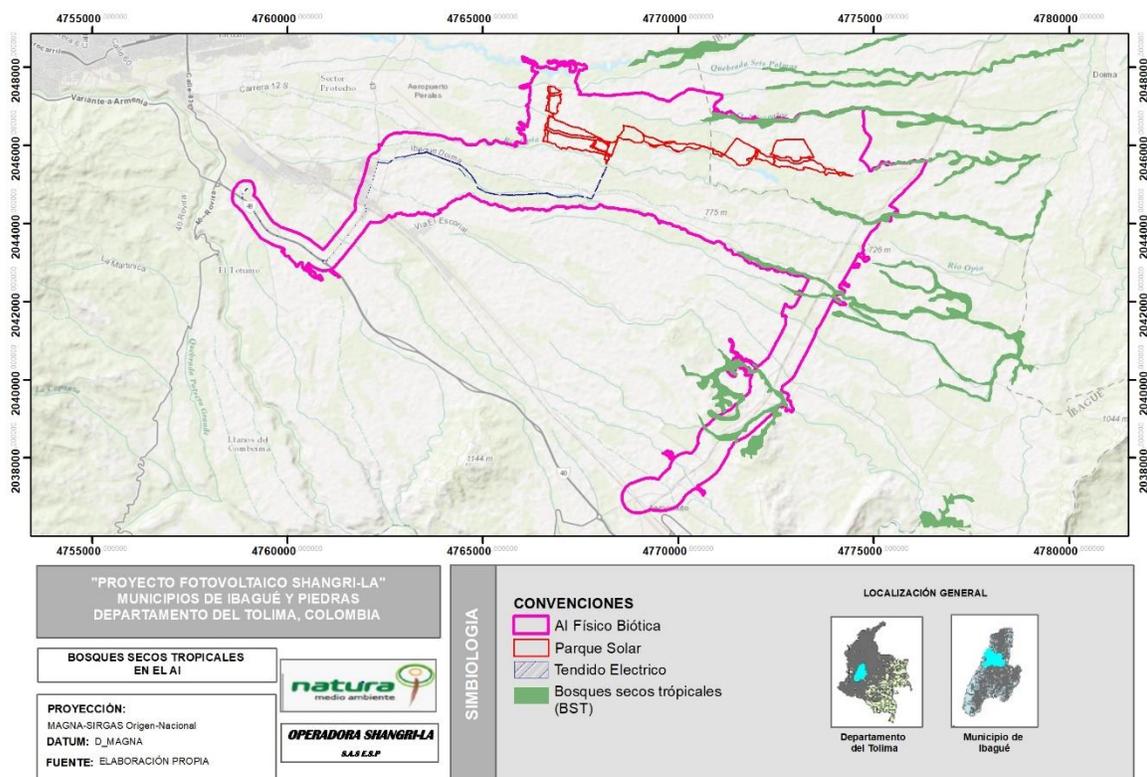


Figura 5.2-130 Bosques Secos Tropicales (BST) presentes en el área de influencia del proyecto.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

### 5.2.1.3.2.2 Humedales

En cercanía a los límites del área de influencia del proyecto se halló la presencia de humedales bajo el nombre de aguas continentales naturales del Helobioma del Magdalena y Caribe (Figura 5.2-131), entendiéndose un helobioma como aquellas áreas de influencia acuática como las llanuras aluviales<sup>32</sup>. Sin embargo, no se evidenció la presencia de humedales RAMSAR (humedales de importancia internacional), no obstante, se identifican al interior de estas zonas pantanosas, herbazales densos inundables no arbolados y arbolados que suelen inundarse durante la época lluviosa.

<sup>32</sup> SINCHI. (2007). (adaptado de IDEAM, Humboldt, Invemar, IGAC, IIAP, Sinchi, 2007) Mapa de biomas. Recuperado de <http://siatac.co/web/guest/biodiversidad>

Ibagué y Piedras (Tolima)

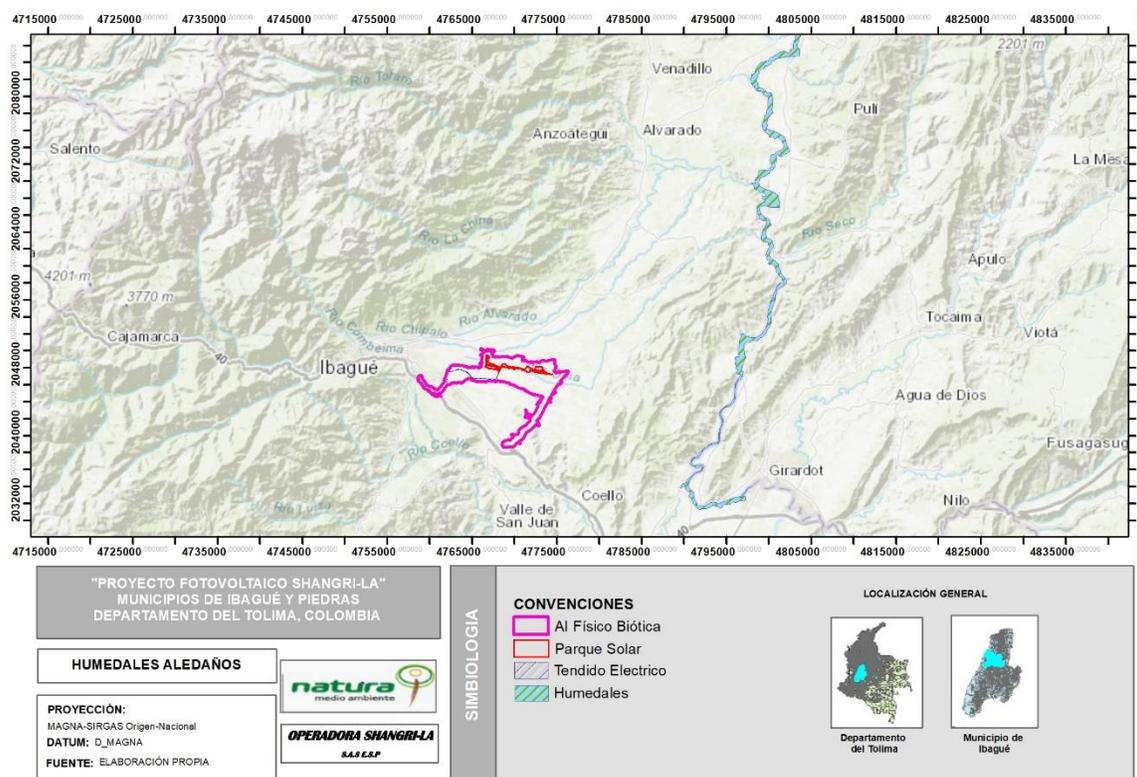


Figura 5.2-131 Humedales aledaños al área de influencia del proyecto.

Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).

Los humedales son áreas protegidas que representan un importante patrimonio ambiental, debido a que constituyen un hábitat biodiverso que brinda zonas de desove, desarrollo y reclutamiento de invertebrados y peces, zonas de anidación para aves y una singular composición florística que oferta refugio y alimento constante para los grupos faunísticos<sup>33</sup>, por ende, sus particularidades lo hacen un ecosistema con un alto endemismo de especies de flora y fauna. Además, los humedales ayudan en factores como la regulación del ciclo hídrico, mitiga las inundaciones y los efectos del cambio

<sup>33</sup> Castellanos, C. A. (2006). Los ecosistemas de humedales en Colombia. Universidad Industrial de Santander. Recuperado de [http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/downloads/Lunazul13\\_4.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/downloads/Lunazul13_4.pdf)

climático<sup>34</sup>, suministro de agua dulce para especies de fauna terrestre, controlan y regulan las crecientes en la época de lluvia, ayudan en la recarga de aguas subterráneas, mitigan el cambio climático y poseen una biodiversidad alta<sup>35</sup>.

#### 5.2.1.3.2.3 Rondas hídricas

El establecimiento de las zonas de recarga de acuíferos y rondas hídricas en el área del proyecto tendrá en cuenta lo estipulado en el Decreto 1076 de 2015, artículos 2.2.1.1.17.6 y 2.2.1.1.18.2, en donde deben ser conservados: 1) los sitios que se determinen como de influencia sobre cabeceras y nacimientos de ríos y quebradas, sean permanentes o no, en una extensión de por lo menos 100 metros a la redonda; 2) lugares con abundancia y variedad de fauna silvestre acuática y terrestre; y 3) coberturas boscosas con 30 metros de ancho paralelos a las líneas de mareas máximas a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas, arroyos y alrededor de los lagos y depósitos de agua<sup>36</sup>.

#### 5.2.1.3.2.4 Áreas Prioritarias para la Conservación Nacional

Las áreas con prioridades de conservación son sitios estratégicos que representan diferentes ecosistemas del país y que conforman el patrimonio natural nacional<sup>37</sup>. Así, la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, analiza las Áreas Prioritarias para La Conservación "In Situ" de La Biodiversidad Continental En Colombia. A partir de la metodología propuesta por el MsC. Germán Corzo, en el área de influencia del proyecto se determinaron áreas con prioridades de conservación

---

<sup>34</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. (2013). Humedales. Hoja Técnica de Divulgación Científica, (3), 1-4.

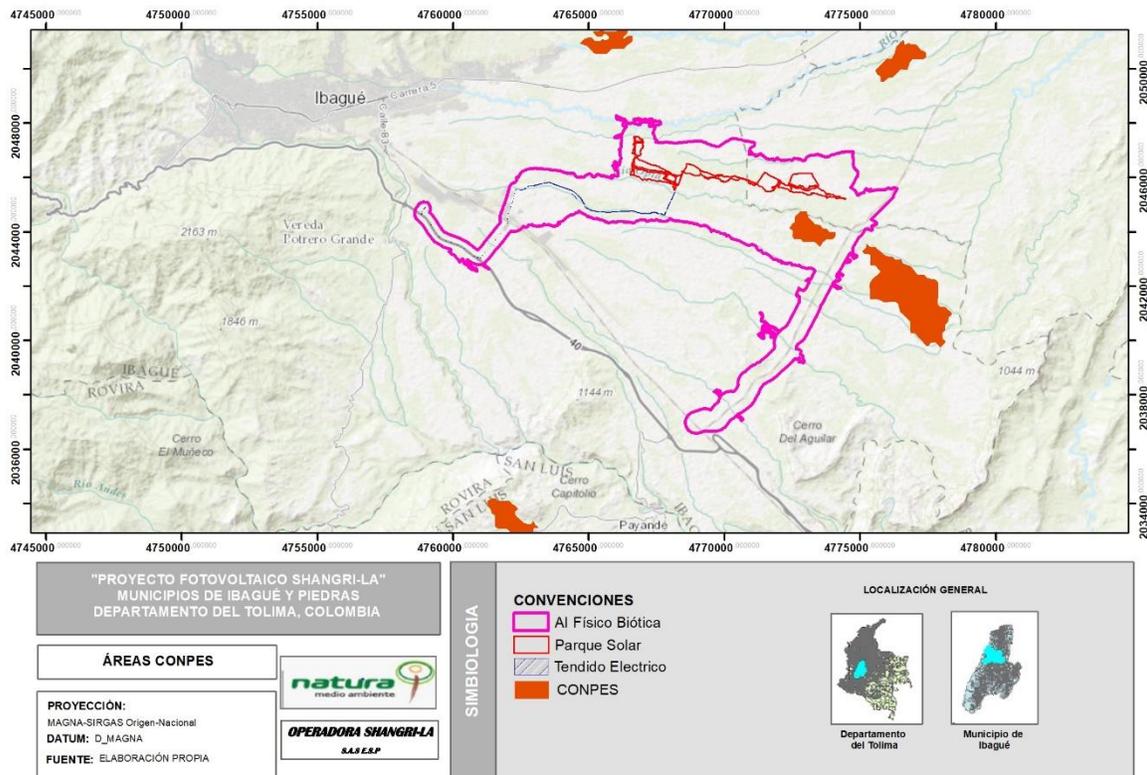
<sup>35</sup> Ramsar. (2014). La Importancia de los Humedales. Ramsar. Recuperado de: <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales>

<sup>36</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Decreto número 1076 de 2015. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/08/Decreto-Unico-Reglamentario-Sector-Ambiental-1076-Mayo-2015.pdf>

<sup>37</sup> Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2020). Prioridades de conservación. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-de-parques-nacionales-naturales/prioridades-de-conservacion/>

Ibagué y Piedras (Tolima)

nacional CONPES, correspondientes a la Vegetación secundaria del Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerófitico Tropical del Alto Magdalena (Figura 5.2-132).



**Figura 5.2-132 Áreas con Prioridades de Conservación Nacional CONPES presentes en el área de influencia del proyecto.**

**Fuente: OPERADORA SHANGRI-LA S.A.S. E.S.P. y NATURA MEDIO AMBIENTE (2021).**

Las Áreas Prioritarias para la Conservación son importantes debido a que mantienen la conectividad de los ecosistemas, la representatividad y la condición ecológica de los mismos; así como la conservación de las especies de interés. Además, lo que se busca con estas áreas es generar la mayor cantidad de beneficios del tipo ambiental y social, logrando la optimización de los recursos económicos y humanos en pro de una

conservación eficaz, es decir, lograr un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales<sup>38</sup>.

---

<sup>38</sup> Conservacionfpo. (s.f.). Áreas Prioritarias. Recuperado de: <https://conservacionfpo.org/about/areas-prioritarias/>