

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A

Caracterización hidrobiológica realizada los días 20, 21, 22 y 29 de octubre y 01,02,03,04 y 05 de noviembre de 2021.

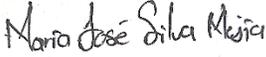
BARRANQUILLA/ATLANTICO

NOVIEMBRE 2021.



INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

Elaboró: 
Maria Angelica Oviedo Prasca

Revisó: 
María José Silva Mejía

Aprobó: 
Eduardo Ibarra Trujillo

El monitoreo fue realizado por Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM por medio de la Resolución 0052 del año 2021, vigente hasta el 19 de junio de 2023, para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes. Esta compañía se encuentra ubicada en la carrera 41 # 73B-72 en la ciudad de Barranquilla. El grupo de trabajo estuvo conformado por los siguientes funcionarios de SERAMBIENTE S.A.S:

MARÍA ANGELICA OVIEDO PRASCA
Bióloga

BEDER DANIEL MADRID PERALTA
Biólogo

EDUARDO IBARRA TRUJILLO
Biólogo

ANA MILENA ARIZA BLANCO
Coordinador de proyectos



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	26
2. OBJETIVOS	27
2.1 Objetivo general	27
2.2 Objetivos específicos	27
3. GENERALIDADES	28
3.1 Alcance.....	28
3.2 Normativa de referencia	28
3.3 Información de la empresa.....	28
3.4 Empresa responsable del estudio	29
4. METODOLOGÍA	31
4.1 Características del monitoreo.....	31
4.2 Descripción de los puntos de muestreo	32
4.2.1 Cuenca Río Magdalena.....	32
4.2.2 Cuenca Canal del Dique.....	42
4.2.3 Cuenca Litoral.....	44
4.3 Ubicación de los puntos de muestreo	51
4.4 Proceso metodológico.....	55
4.4.1 Etapa de campo.....	57
4.4.2 Etapa de laboratorio.....	62
4.5 Análisis de información	65
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
5.1 Cuenca Río Magdalena.....	67
5.1.1 Ciénaga Mesolandia	67
5.1.2 Ciénaga de Malambo.....	95
5.1.3 Ciénaga de Sabanagrande	118
5.1.4 Ciénaga de Santo Tomás	141
5.1.5 Ciénaga El Convento.....	164
5.1.6 Ciénaga El Paraíso	186



5.1.7	Ciénaga El Uvero	201
5.1.8	Ciénaga La Luisa	222
5.1.9	Río Magdalena.....	235
5.2	Cuenca Canal del Dique.....	255
5.2.1	Ciénaga de Luruaco	255
5.2.2	Ciénaga San Juan de Tocagua.....	274
5.3	Cuenca Litoral.....	292
5.3.1	Ciénaga del Totumo	292
5.3.2	Ciénaga de Balboa.....	311
5.3.3	Ciénaga de Mallorquín	329
5.3.4	Ciénaga Los Manatíes.....	351
5.3.5	Ciénaga del Rincón	362
6.	CONCLUSIONES.....	415
6.1	Cuenca Río Magdalena.....	415
6.1.1	Ciénaga Mesolandia	415
6.1.2	Ciénaga de Malambo.....	416
6.1.3	Ciénaga de Sabanagrande.....	418
6.1.4	Ciénaga de Santo Tomás	419
6.1.5	Ciénaga El Convento.....	421
6.1.6	Ciénaga El Paraíso	422
6.1.7	Ciénaga El Uvero	423
6.1.8	Ciénaga La Luisa	425
6.1.9	Río Magdalena.....	426
6.2	Cuenca Canal del Dique.....	428
6.2.1	Ciénaga de Luruaco	428
6.2.2	Ciénaga San Juan de Tocagua.....	429
6.3	Cuenca Litoral.....	430
6.3.1	Ciénaga del Totumo	430
6.3.2	Ciénaga de Balboa.....	432
6.3.3	Ciénaga de Mallorquín	433



6.3.4	Ciénaga de Los Manatíes.....	435
6.3.5	Ciénaga del Rincón	436
7.	BIBLIOGRAFÍA	438
8.	ANEXOS	459



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresa responsable de los análisis de muestras.	29
Tabla 2. Datos generales del estudio.....	29
Tabla 3. Identificación de las muestras.	29
Tabla 4. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Mesolandia.	32
Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Malambo.	33
Tabla 6. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Sabanagrande.	34
Tabla 7. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Santo Tomás.	35
Tabla 8. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Convento.....	36
Tabla 9. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Paraíso.	37
Tabla 10. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Uvero.	38
Tabla 11. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga la Luisa.	39
Tabla 12. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el Río Magdalena.	40
Tabla 13. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Luruaco.	42
Tabla 14. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Tocagua.	43
Tabla 15. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga del Totumo.	44
Tabla 16. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Balboa.....	46
Tabla 17. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Mallorcaín.	47
Tabla 18. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga los Manatíes.	48
Tabla 19. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga del Rincón.	49
Tabla 20. Identificación y coordenadas de ubicación de los puntos de monitoreo.	52
Tabla 21. Listado de los métodos empleados para la toma de muestra	57
Tabla 22. Listado de los métodos empleados para el análisis de las muestras.....	62
Tabla 23. Índices ecológicos	65
Tabla 24. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga Mesolandia.	68
Tabla 25. Densidad (Ind/l) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Mesolandia.	70
Tabla 26. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton en la ciénaga de Mesolandia.....	73
Tabla 27. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Mesolandia.....	74
Tabla 28. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Mesolandia	75
Tabla 29. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton de la ciénaga Mesolandia	78
Tabla 30. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga Mesolandia.	79
Tabla 31. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Mesolandia.	80
Tabla 32. Índices ecológicos aplicados al perifiton en la ciénaga de Mesolandia.	84
Tabla 33. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga Mesolandia.	85



Tabla 34. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mesolandia.....	86
Tabla 35. Clasificación taxonómica de las especies icticas reportadas en la cienaga de Mesolandia.....	89
Tabla 36. Abundancia y abundancia relativa de especies icticas reportadas en la ciénaga Mesolandia.	90
Tabla 37. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Mesolandia.....	91
Tabla 38. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Mesolandia	92
Tabla 39. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga Mesolandia .	94
Tabla 40. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Malambo.....	95
Tabla 41. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Malambo.....	96
Tabla 42. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga de Malambo.	100
Tabla 43. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Malambo	100
Tabla 44. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga de Malambo.....	101
Tabla 45. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton de la ciénaga Malambo.....	104
Tabla 46. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la ciénaga de Malambo.	105
Tabla 47. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de perifiton en la ciénaga de Malambo.....	106
Tabla 48. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del perifiton en la ciénaga de Malambo.....	109
Tabla 49. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Malambo.....	109
Tabla 50. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Malambo.	110
Tabla 51. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Malambo.....	114
Tabla 52. Clasificación taxonómica de la ictiofauna reportada en la Ciénaga de Malambo	114
Tabla 53. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga de Malambo	115
Tabla 54. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Malambo.....	116
Tabla 55. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga de Malambo	117
Tabla 56. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Sabanagrande.	118
Tabla 57. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Sabanagrande.	120
Tabla 58. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton en la ciénaga Sabanagrande.	123
Tabla 59. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Sabanagrande	124
Tabla 60. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Sabanagrande.	125
Tabla 61. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Sabanagrande.....	127



Tabla 62. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga de Sabanagrande.	128
Tabla 63. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Sabanagrande.	129
Tabla 64. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga Sabanagrande.	131
Tabla 65. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Sabanagrande.	132
Tabla 66. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande.	133
Tabla 67. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga de Sabanagrande	136
Tabla 68. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Sabanagrande	137
Tabla 69. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga de Sabanagrande	139
Tabla 70. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces presente en la ciénaga de Sabanagrande. ...	139
Tabla 71. Abundancia y abundancia relativa de la ictiofauna presente en la ciénaga de Sabanagrande.	139
Tabla 72. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en ciénaga de Santo Tomás.	141
Tabla 73. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Santo Tomás.	142
Tabla 74. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga Santo Tomás.	146
Tabla 75. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Santo Tomás.	147
Tabla 76. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Santo Tomás.	147
Tabla 77. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Santo Tomás	150
Tabla 78. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en ciénaga de Santo Tomás.	151
Tabla 79. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Santo Tomás.	152
Tabla 80. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del perifiton en la ciénaga Santo Tomás.	155
Tabla 81. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga de Santo Tomás.	156
Tabla 82. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás.	156
Tabla 83. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Santo Tomás	159
Tabla 84. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Santo Tomás	160
Tabla 85. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga Santo Tomás	161
Tabla 86. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces reportada en la ciénaga de Santo Tomas. ...	161
Tabla 87. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces de la ciénaga de Santo Tomas.	162
Tabla 88. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga El convento.	164



Tabla 89. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga El convento.	165
Tabla 90. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton.	169
Tabla 91. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton observadas en la ciénaga El convento.	170
Tabla 92. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga el Convento.	171
Tabla 93. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga el Convento.	174
Tabla 94. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga El convento.	174
Tabla 95. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de perifiton en la ciénaga El convento.	175
Tabla 96. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton.	178
Tabla 97. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga El convento.	179
Tabla 98. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El convento.	180
Tabla 99. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El convento.	184
Tabla 100. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga el Convento	184
Tabla 101. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga el Convento	185
Tabla 102. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga El Convento	186
Tabla 103. Clasificación de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga Paraíso.	187
Tabla 104. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga Paraíso.	188
Tabla 105. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga Paraíso.	190
Tabla 106. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Paraíso	190
Tabla 107. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Paraíso.	191
Tabla 108. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Paraíso.	192
Tabla 109. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga Paraíso.	193
Tabla 110. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga Paraíso.	193
Tabla 111. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga Paraíso.	195
Tabla 112. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga Paraíso.	195
Tabla 113. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Paraíso.	196
Tabla 114. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Paraíso	197
Tabla 115. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Paraíso	198
Tabla 116. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga Paraíso	199



Tabla 117. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces reportada en ciénaga Paraíso.	199
Tabla 118. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de las morfoespecies de peces reportadas en ciénaga Paraíso.	200
Tabla 119. Clasificación taxonómica del fitoplancton observadas en ciénaga El Uvero.	201
Tabla 120. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga El Uvero.	202
Tabla 121. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga El Uvero.	205
Tabla 122. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga el Uvero.	206
Tabla 123. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga el Uvero.	207
Tabla 124. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga El Uvero.	210
Tabla 125. Clasificación taxonómica del perifiton observadas en ciénaga El Uvero.	210
Tabla 126. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de perifiton en la ciénaga El Uvero.	210
Tabla 127. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga El Uvero.	212
Tabla 128. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga El Uvero.	212
Tabla 129. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Uvero.	213
Tabla 130. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Uvero.	218
Tabla 131. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Uvero.	218
Tabla 132. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Uvero.	219
Tabla 133. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga Uvero.	220
Tabla 134. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de peces en la ciénaga de Uvero.	220
Tabla 135. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de las morfoespecies de peces en ciénaga de Uvero.	221
Tabla 136. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en ciénaga La Luisa.	222
Tabla 137. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga La Luisa.	223
Tabla 138. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton en la ciénaga La Luisa.	224
Tabla 139. Clasificación taxonómica del zooplancton en la ciénaga La Luisa.	225
Tabla 140. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga La Luisa.	225
Tabla 141. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga La Luisa.	227
Tabla 142. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en ciénaga La Luisa. ...	227
Tabla 143. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga La Luisa.	228
Tabla 144. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga La Luisa.	229
Tabla 145. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga La Luisa.	229



Tabla 146. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga La Luisa.	230
Tabla 147. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga la Luisa	232
Tabla 148. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga la Luisa	232
Tabla 149. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga la Luisa	233
Tabla 150. Clasificación de las morfoespecies del fitoplancton observado en el Río Magdalena.....	235
Tabla 151. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en Río Magdalena.	236
Tabla 152. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton.	239
Tabla 153. Clasificación de las morfoespecies de zooplancton observadas en el Río Magdalena.	239
Tabla 154. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en Río Magdalena.	240
Tabla 155. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton.	244
Tabla 156. Clasificación de las morfoespecies del perifiton observadas en el Río Magdalena.	244
Tabla 157. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en Río Magdalena.	245
Tabla 158. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton.	249
Tabla 159. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en el Río Magdalena.	249
Tabla 160. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en Río Magdalena.	250
Tabla 161. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en el Río Magdalena	250
Tabla 162. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en el Río Magdalena.....	250
Tabla 163. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas del Río Magdalena	251
Tabla 164. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de peces reportada en el río Magdalena.....	252
Tabla 165. Abundancia y presencia (p) de las morfoespecies de peces en el río Magdalena.....	253
Tabla 166. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de peces reportadas.	253
Tabla 167. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Luruaco.	255
Tabla 168. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Luruaco.	256
Tabla 169. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga de Luruaco.	259
Tabla 170. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga de Luruaco.....	259
Tabla 171. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga de Luruaco	260
Tabla 172. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga Luruaco.	263
Tabla 173. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga de Luruaco.	263
Tabla 174. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Luruaco.	264
Tabla 175. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga de Luruaco.	268



Tabla 176. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Luruaco.	268
Tabla 177. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco.	269
Tabla 178. Clasificación taxonómica de la ictiofauna reportada en la ciénaga de Luruaco.	272
Tabla 179. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa de la comunidad de peces reportada en la ciénaga de Luruaco.	273
Tabla 180. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Tocagua.	274
Tabla 181. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Tocagua.	275
Tabla 182. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton en la ciénaga Tocagua.	278
Tabla 183. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Tocagua.	278
Tabla 184. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Tocagua.	278
Tabla 185. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga de Tocagua.	281
Tabla 186. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Tocagua.	282
Tabla 187. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga Tocagua.	286
Tabla 188. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Tocagua.	286
Tabla 189. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua.	287
Tabla 190. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces de la ciénaga de San Juan de Tocagua.	290
Tabla 191. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces de la ciénaga de San Juan de Tocagua.	290
Tabla 192. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en ciénaga El Totumo.	292
Tabla 193. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga El Totumo.	293
Tabla 194. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga El Totumo.	296
Tabla 195. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton observadas en ciénaga El Totumo.	296
Tabla 196. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga El Totumo.	297
Tabla 197. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga El Totumo.	300
Tabla 198. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en ciénaga El Totumo.	300
Tabla 199. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga El Totumo.	301
Tabla 200. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del perifiton en la ciénaga El Totumo.	304



Tabla 201. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga El Totumo.	304
Tabla 202. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Totumo.	305
Tabla 203. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Totumo.	309
Tabla 204. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de peces reportadas en ciénaga del Totumo. ...	310
Tabla 205. Clasificación de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Balboa.	311
Tabla 206. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Balboa.	312
Tabla 207. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica ciénaga de Balboa.	314
Tabla 208. Clasificación de las morfoespecies de zooplancton observadas en la ciénaga de Balboa.	315
Tabla 209. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga de Balboa.	315
Tabla 210. Índices ecológicos aplicados a la comunidad zooplanctónica.	319
Tabla 211. Clasificación de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga de Balboa.	319
Tabla 212. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Balboa.	320
Tabla 213. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica ciénaga de Balboa.	323
Tabla 214. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Balboa.	323
Tabla 215. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Balboa.	324
Tabla 216. Clasificación taxonómica de la especie reportada en la ciénaga de Balboa.	327
Tabla 217. Abundancia de la especie <i>Mugil liza</i> en la ciénaga de Balboa.	328
Tabla 218. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Mallorcaín.	329
Tabla 219. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Mallorcaín.	330
Tabla 220. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Mallorcaín.	331
Tabla 221. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton.	335
Tabla 222. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de Zooplancton observadas en la ciénaga de Mallorcaín.	336
Tabla 223. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga de Mallorcaín.	336
Tabla 224. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga de Mallorcaín.	337
Tabla 225. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton.	341
Tabla 226. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga de Mallorcaín.	342
Tabla 227. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Mallorcaín.	342
Tabla 228. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.	343
Tabla 229. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Mallorcaín.	344



Tabla 230. Densidad (Ind/m ²) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mallorquín.	345
Tabla 231. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mallorquín.	345
Tabla 232. Clasificación taxonómica de las especies icticas capturadas en la ciénaga de Mallorquín.....	348
Tabla 233. Abundancia de las morfoespecies de peces reportadas en la ciénaga de Mallorquín.	349
Tabla 234. Abundancia relativa (%) de la comunidad de peces reportada en ciénaga Mallorquín.	349
Tabla 235. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en ciénaga Los Manatíes.	351
Tabla 236. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga Los Manatíes.	351
Tabla 237. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga Los Manatíes.	352
Tabla 238. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Los Manatíes	353
Tabla 239. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Los Manatíes	353
Tabla 240. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en ciénaga Los Manatíes.	355
Tabla 241. Densidad (Ind/cm ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga Los Manatíes.	356
Tabla 242. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga Los Manatíes.	357
Tabla 243. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga Los Manatíes.	358
Tabla 244. Densidad (Ind/m ²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Los Manatíes.	358
Tabla 245. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Manatíes.....	359
Tabla 246. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Manatíes	360
Tabla 247. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga Manatíes .	361
Tabla 248. Clasificación de las morfoespecies de fitoplancton observadas en la ciénaga El Rincón.	362
Tabla 249. Densidad (Ind/L) y abundancia relativa (%) de las morfoespecies fitoplanctónicas en la ciénaga El Rincón.	364
Tabla 250. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga El Rincón.....	369
Tabla 251. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de Zooplancton observadas en la ciénaga del Rincón.	369
Tabla 252. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga del Rincón	370
Tabla 253. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga del Rincón.	370
Tabla 254. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton.....	374
Tabla 255. Clasificación de las morfoespecies de perifiton observadas en la ciénaga El Rincón.	374
Tabla 256. Densidad (Ind/cm ²) y abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la ciénaga El Rincón.	376
Tabla 257. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga El Rincón	379
Tabla 258. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga El Rincón.	379



Tabla 259. Densidad (Ind/m ²) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Rincón.	380
Tabla 260. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Rincón.	380
Tabla 261. Clasificación taxonómica de especies icticas reportadas en la ciénaga el rincón	383
Tabla 262. Abundancia de las especies de peces reportadas en la ciénaga el Rincón.	384
Tabla 263. Abundancia relativa (%) de los peces reportados en ciénaga el Rincón.	384
Tabla 264. Registro fotográfico de las morfoespecies de fitoplancton observadas.	386
Tabla 265. Registro fotográfico de las morfoespecies de zooplancton observadas.	389
Tabla 266. Registro fotográfico de las morfoespecies de perifiton observadas.	391
Tabla 267. Registro fotográfico de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas.	393
Tabla 268. Registro fotográfico de las morfoespecies de macrófitas observadas.	396
Tabla 269. Información general de <i>Astyanax magdalenae</i>	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 270. Información general de <i>Astyanax</i> sp.	398
Tabla 271. Información genral de <i>Roeboides dayi</i>	399
Tabla 272. Información general de <i>Cyphocharax magdalenae</i>	400
Tabla 273. Información general de <i>Prochilodus magdalenae</i>	401
Tabla 274. Información general de <i>Ctenolucius hujeta</i>	402
Tabla 275. Información general de <i>Bunocephalus colombianus</i>	403
Tabla 276. Información general de <i>Poecilia gilli</i>	404
Tabla 277. Información general de <i>Caquetaia kraussii</i>	405
Tabla 278. Información general de <i>Andinoacara latifrons</i>	406
Tabla 279. Información general de <i>Sternopygus aequilabiatus</i>	407
Tabla 280. Información general de <i>Oreochromis niloticus</i>	408
Tabla 281. Información general de <i>Trichopodus pectoralis</i>	409
Tabla 282. Información general de <i>Mugil liza</i>	410
Tabla 283. Información general de <i>Triporthes magdalenae</i>	411
Tabla 284. Información general de <i>Notarius bonillai</i>	412
Tabla 285. Información general de <i>Eugerres plumieri</i>	413
Tabla 286. Información general de <i>Colossoma macropomum</i>	414
Tabla 287. Anexos del informe técnico	459



ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Contribución porcentual de los phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga Mesolandia.	71
Gráfica 3. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga Mesolandia.	72
Gráfica 4. Contribución de los phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga Mesolandia.	73
Gráfica 5. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en la ciénaga Mesolandia	76
Gráfica 6. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Mesolandia	77
Gráfica 7. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en la ciénaga Mesolandia	78
Gráfica 8. Contribución porcentual de los phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga Mesolandia.	82
Gráfica 9. Densidad (Ind/cm ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga Mesolandia.	83
Gráfica 10. Contribución de los phyla de perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga Mesolandia.	84
Gráfica 11. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mesolandia.	87
Gráfica 12. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga Mesolandia.	88
Gráfica 13. Contribución de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga Mesolandia.	89
Gráfica 14. Abundancia (No. Individuos) y Riqueza (No. Especies) de la comunidad de peces en la ciénaga de Mesolandia.	91
Gráfica 15. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Mesolandia	93
Gráfica 16. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Malambo.	98
Gráfica 17. Contribución porcentual de los phyla del fitoplanctónica la densidad total en la ciénaga de Malambo.	98
Gráfica 18. Contribución de los phyla del fitoplancton a la densidad por punto de monitoreo en la ciénaga de Malambo.	99
Gráfica 19. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Malambo.	102
Gráfica 20. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Malambo.	103
Gráfica 21. Contribución a la densidad total de los phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Malambo	104
Gráfica 22. Densidad (Ind/cm ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga de Malambo.	107
Gráfica 23. Contribución porcentual de los phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Malambo.	107
Gráfica 24. Contribución de los phyla del perifiton a la densidad por punto de monitoreo en la ciénaga de Malambo.	108
Gráfica 25. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Malambo.	111



Gráfica 26. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Malambo.....	112
Gráfica 27. Contribución de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad por punto de monitoreo en la ciénaga de Malambo.	113
Gráfica 28. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la ciénaga de Malambo	116
Gráfica 29. Densidad (Ind/l) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Sabanagrande.	121
Gráfica 30. Contribución porcentual de los phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de Sabanagrande.	122
Gráfica 31. Contribución de los phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Sabanagrande.	123
Gráfica 32. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Sabanagrande	125
Gráfica 33. Contribución porcentual de la densidad total de los Phyla zooplanctónicas en la ciénaga Sabanagrande.....	126
Gráfica 34. Contribución a la densidad total de los Phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Sabanagrande.	127
Gráfica 35. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga Sabanagrande.	129
Gráfica 36. Contribución porcentual de los phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Sabanagrande.	130
Gráfica 37. Contribución de los phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Sabanagrande.	131
Gráfica 38. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande.....	134
Gráfica 39. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Sabanagrande.....	135
Gráfica 40. Contribución de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Sabanagrande.	136
Gráfica 41. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la ciénaga de Sabanagrande	138
Gráfica 42. Riqueza (No. Especies) y abundancia (No. Individuos) de la comunidad de peces reportada en la ciénaga de Sabanagrande.	140
Gráfica 43. Densidad (Ind/l) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Santo Tomás.	144
Gráfica 44. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de Santo Tomás.....	145
Gráfica 45. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Santo Tomás.....	146
Gráfica 46. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Santo Tomás	148
Gráfica 47. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Santo Tomás.....	149
Gráfica 48. Contribución a la densidad total de los Phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Santo Tomás.....	150
Gráfica 49. Densidad (Ind/cm ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga de Santo Tomás.	153
Gráfica 50. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Santo Tomás.	154



Gráfica 51. Contribución de las phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Santo Tomás.....	155
Gráfica 52. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás.....	157
Gráfica 53. Contribución porcentual de las familias de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Santo Tomás.....	158
Gráfica 54. Contribución de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Santo Tomás.....	158
Gráfica 55. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Santo Tomás	160
Gráfica 56. Riqueza (No. Especies) y abundancia (No. Individuos) de la comunidad de peces en la ciénaga de Santo Tomas.	163
Gráfica 57. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en la ciénaga El convento.	167
Gráfica 58. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla fitoplanctónicos en la ciénaga Convento	168
Gráfica 59. Contribución a la densidad total de los phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Convento.	169
Gráfica 60. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en la ciénaga el Convento.....	172
Gráfica 61. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Convento.....	173
Gráfica 62. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en la ciénaga el Convento.	173
Gráfica 63. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga El convento.	176
Gráfica 64. Contribución a la densidad total de los phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Convento.	177
Gráfica 65. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla perifíticos en la ciénaga Convento ..	178
Gráfica 66. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El convento.....	181
Gráfica 67. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga El convento.	182
Gráfica 68. Contribución de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad por punto de monitoreo en la ciénaga El convento.	183
Gráfica 69. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga el Convento.....	185
Gráfica 70. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga Paraíso.	189
Gráfica 71. Contribución porcentual de la densidad total de los Phylum zooplanctónicas en la ciénaga Paraíso.	192
Gráfica 72. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga Paraíso. ...	194
Gráfica 73. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga Paraíso.	196
Gráfica 74. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Paraíso	198
Gráfica 75. Densidad (Ind/l) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en la ciénaga El Uvero.	203
Gráfica 76. Contribución porcentual de los phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de El Uvero.	204



Gráfica 77. Contribución porcentual de los phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de El Uvero.	205
Gráfica 78. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga El Uvero.	208
Gráfica 79. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla zooplanctónicos en la ciénaga El Uvero.	208
Gráfica 80. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en la ciénaga El Uvero.	209
Gráfica 81. Densidad (Ind/cm ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga El Uvero.	211
Gráfica 82. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Uvero.	215
Gráfica 83. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de El Uvero.	216
Gráfica 84. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de El Uvero.	217
Gráfica 85. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Uvero.	219
Gráfica 86. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton en la densidad total en la ciénaga La Luisa.	224
Gráfica 87. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga La Luisa.	226
Gráfica 88. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga La Luisa.	228
Gráfica 89. Contribución porcentual de las familias de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga La Luisa.	231
Gráfica 90. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga la Luisa.	233
Gráfica 91. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en el Río Magdalena.	237
Gráfica 92. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum fitoplanctónicos en el Río Magdalena.	237
Gráfica 93. Contribución a la densidad total de los phylum fitoplanctónicos en los puntos de monitoreo del Río Magdalena.	238
Gráfica 94. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en Río Magdalena.	241
Gráfica 95. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla zooplanctónicos en el Río Magdalena.	242
Gráfica 96. Contribución a la densidad total de los phyla zooplanctónicos en los puntos de monitoreo en el Río Magdalena.	243
Gráfica 97. Densidad (Ind/cm ²) y riqueza (No Morfoespecies) de la comunidad perifítica en los puntos de monitoreo en el Río Magdalena.	246
Gráfica 98. Contribución porcentual de los phyla del perifiton a la densidad total en el Río Magdalena.	247
Gráfica 99. Contribución a la densidad total de los phylum perifíticos en los puntos de monitoreo en el Río Magdalena.	248
Gráfica 100. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en el Río Magdalena.	251
Gráfica 101. Porcentaje de riqueza por orden de la comunidad de peces reportados en el río Magdalena.	254
Gráfica 102. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Luruaco.	257
Gráfica 103. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton en la densidad total en la ciénaga de Luruaco.	258



Gráfica 104. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Luruaco.	258
Gráfica 105. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Luruaco	261
Gráfica 106. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Luruaco	262
Gráfica 107. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en la ciénaga Luruaco	262
Gráfica 108. Densidad (Ind/cm ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga de Luruaco.	265
Gráfica 109. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Luruaco.	266
Gráfica 110. Contribución de las phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Luruaco.	267
Gráfica 111. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco.....	269
Gráfica 112. Contribución porcentual de las familias de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Luruaco.	270
Gráfica 113. Contribución de las familias de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Luruaco.	271
Gráfica 114. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Tocagua.....	276
Gráfica 115. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de Tocagua.	276
Gráfica 116. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Tocagua.....	277
Gráfica 117. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Tocagua.....	279
Gráfica 118. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Tocagua.....	280
Gráfica 119. Contribución a la densidad total de los phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Tocagua	281
Gráfica 120. Densidad (Ind/cm ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga de Tocagua.	283
Gráfica 121. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Tocagua.	284
Gráfica 122. Contribución de los phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga deTocagua.....	285
Gráfica 123. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua.	288
Gráfica 124. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Tocagua.....	288
Gráfica 125. Contribución de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Tocagua.	289
Gráfica 126. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en la ciénaga El Totumo.....	294
Gráfica 127. Contribución porcentual de las phyla fitoplanctónicos a la densidad total en la ciénaga El Totumo.	294



Gráfica 128. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga El Totumo.....	295
Gráfica 129. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga el Totumo.....	299
Gráfica 130. Contribución porcentual de las phyla zooplanctónicos a la densidad total en la ciénaga el Totumo.	299
Gráfica 131. Contribución de las phyla de zooplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga el Totumo.....	299
Gráfica 132. Densidad (Ind/cm ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga el Totumo.....	302
Gráfica 133. Contribución porcentual de las phyla perifíticos a la densidad total en la ciénaga El Totumo..	303
Gráfica 134. Contribución de las phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga el Totumo.....	303
Gráfica 135. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Totumo.	306
Gráfica 136. Contribución porcentual de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga el Totumo.....	307
Gráfica 137. Contribución de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga el Totumo.....	308
Gráfica 138. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en la ciénaga de Balboa.	313
Gráfica 139. Contribución porcentual de las phyla fitoplanctónicas a la densidad total en la ciénaga de Balboa.	313
Gráfica 140. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Balboa.....	314
Gráfica 141. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en la ciénaga de Balboa.	316
Gráfica 142. Contribución porcentual de las phyla zooplanctónicos a la densidad total en la ciénaga de Balboa.	317
Gráfica 143. Contribución I de las phyla de zooplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Balboa.....	318
Gráfica 144. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga de Balboa.	321
Gráfica 145. Contribución porcentual de las phyla perifíticas a la densidad total en la ciénaga de Balboa. .	321
Gráfica 146. Contribución de las phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Balboa.	322
Gráfica 147. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Balboa.....	325
Gráfica 148. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Balboa.....	326
Gráfica 149. Contribución I de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Balboa.	327
Gráfica 150. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en la ciénaga de Mallorcaín.....	333
Gráfica 151. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de Mallorcaín.	334
Gráfica 152. Contribución I de las phyla zooplanctónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Mallorcaín.	334



Gráfica 153. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga de Mallorcaín.....	338
Gráfica 154. Contribución porcentual de las phyla de Zooplancton a la densidad total en la ciénaga de Mallorcaín.	339
Gráfica 155. Contribución I de las phyla zooplanctónicas a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Mallorcaín.	340
Gráfica 156. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga de Mallorcaín.	343
Gráfica 157. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mallorcaín.....	346
Gráfica 158. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Mallorcaín.	347
Gráfica 159. Contribución I de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Mallorcaín.....	348
Gráfica 160. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de Los Manatíes.	352
Gráfica 161. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicas en la ciénaga Los Manatíes	354
Gráfica 162. Contribución a la densidad total de los phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Los Manatíes	355
Gráfica 163. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Los Manatíes.	357
Gráfica 164. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Los Manatíes.....	359
Gráfica 165. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Manatíes	360
Gráfica 166. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga El Rincón.	366
Gráfica 167. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga El Rincón.	367
Gráfica 168. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga El Rincón.	368
Gráfica 169. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga del Rincón.	371
Gráfica 170. Contribución porcentual de las Phyla de Zooplancton a la densidad total en la ciénaga del Rincón.	372
Gráfica 171. Contribución de las Phyla zooplanctónicas a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga del Rincón.	373
Gráfica 172. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga El Rincón.....	377
Gráfica 173. Densidad (Ind/cm ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga El Rincón.	378
Gráfica 174. Contribución de las phyla de la comunidad perifítica a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga El Rincón.....	378
Gráfica 175. Densidad (Ind/m ²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Rincón.....	381
Gráfica 176. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga El Rincón.	382
Gráfica 177. Contribución de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga El Rincón.....	383





ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Toma de muestras de fitoplancton en campo	58
Fotografía 2. Toma de muestra de Macroinvertebrados bentónicos.	60
Fotografía 3. Estimación de cobertura de macrófitas en campo	61
Fotografía 4. Biólogo de campo con red de realizando la toma de muestra de peces.	61



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciénaga de Mesolandia y puntos de muestreo.	32
Figura 2. Ciénaga de Malambo y puntos de muestreo.	33
Figura 3. Ciénaga de Sabanagrande y puntos de muestreo.	34
Figura 4. Ciénaga de Santo Tomás y puntos de muestreo.	35
Figura 5. Ciénaga el Convento y puntos de muestreo.	36
Figura 6. Ciénaga el Paraíso y puntos de muestreo.	37
Figura 7. Ciénaga el Uvero y puntos de muestreo.	38
Figura 8. Ciénaga la Luisa y puntos de muestreo.	39
Figura 9. Río Magdalena y puntos de muestreo.	41
Figura 10. Ciénaga de Luruaco y puntos de muestreo.	42
Figura 11. Ciénaga del Totumo y puntos de muestreo.	45
Figura 12. Ciénaga de Balboa y puntos de muestreo.	46
Figura 13. Ciénaga de Mallorquín y puntos de muestreo.	47
Figura 14. Ciénaga los Manatíes y puntos de muestreo.	48
Figura 15. Ciénaga del Rincón y puntos de muestreo.	49
Figura 16. Actividades de la etapa de preparación.	56



1. INTRODUCCIÓN

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A., contrató los servicios de SERAMBIENTE S.A.S., para desarrollar una caracterización de agua superficial en cuarenta y seis (46) puntos, ubicados en las ciénagas del departamento del Atlántico; seis (6) de los cuales no pudieron ser monitoreados debido a que se evidenció alta cobertura de macrófitas. Los puntos de muestreo fueron seleccionados por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico, con el fin de verificar el estado de la calidad del agua para su programa de control y seguimiento ambiental.

El monitoreo se llevó a cabo los días 20, 21, 22 y 29 de octubre y 01,02,03,04 y 05 de noviembre de 2021 por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., dicho laboratorio se encuentra acreditado por el IDEAM para la toma de muestras y análisis de parámetros hidrobiológicos. Los parámetros evaluados son los solicitados por el cliente, los cuales fueron: fitoplancton, zooplancton, plancton, perifiton, macroinvertebrados bentónicos, macrófitas y Peces.

El presente informe presenta la etapa de campo y los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua superficial. Los métodos de medición y análisis empleados son los definidos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed. 23 de 2017.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Caracterizar las comunidades hidrobiológicamente de los cuerpos de agua lénticos del Departamento del Atlántico durante época de lluvia con el fin de evaluar su estado actual de calidad, en cumplimiento de lo establecido en el Plan de Acción Institucional 2020–2023.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la composición de las comunidades hidrobiológicas fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados bentónicos, perifiton, macrófitas y peces en el área de estudio.
- Estimar la densidad de las comunidades hidrobiológicas que se encuentran en el área de estudio.
- Cuantificar la diversidad y calidad del hábitat aplicando los índices de diversidad más comunes.



3. GENERALIDADES

3.1 Alcance

Toma de muestra de parámetros hidrobiológicos en 46 puntos de monitoreo ubicados en las ciénagas del departamento del Atlántico, seis (6) de los cuales no pudieron ser monitoreados debido a que se evidenció alta cobertura de macrófitas, esto con el fin de dar cumplimiento de lo establecido en el Plan de Acción Institucional 2020 – 2023.

3.2 Normativa de referencia

Dentro de la legislación colombiana, no existe una normativa de referencia que regule específicamente los resultados hidrobiológicos. El análisis de las diferentes comunidades se hizo tomando en cuenta aspectos como riqueza, abundancia y estructura, este último referido al cálculo de los índices ecológicos, estableciendo además la posible condición bioindicadoras de los diferentes grupos y su relación con el aspecto fisicoquímico.

3.3 Información de la empresa

Razón social: CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL ATLANTICO

Departamento: Atlántico

Municipio: Barranquilla

Dirección: Carrera 68 calle 68

Actividad económica: Ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.



3.4 Empresa responsable del estudio

El laboratorio responsable de cada uno de los análisis de las muestras y su respectiva resolución de acreditación ante el IDEAM se detallan en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Empresa responsable de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Fitoplancton	Resolución 0052 del 2021
	Zooplancton	
	Perifiton	
	Macroinvertebrados bentónicos	
	Peces	
	Macrófitas	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.

Los datos generales del monitoreo, identificación de cada una de las muestras y los puntos de muestreo, se detallan en las **Tabla 2 y Tabla 3**.

Tabla 2. Datos generales del estudio.

Fecha de muestreo	20 de octubre al 06 de noviembre de 2021
Sitio de muestreo	Barranquilla, Atlántico
Duración del muestreo	9 días
Puntos de muestreo	Ciénagas del departamento del Atlántico
Tipo de estudio	Estudio Hidrobiológico

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.

Tabla 3. Identificación de las muestras.

ID	Nombre punto	Laboratorio	No. Reporte	Fecha reporte
145216	Ciénaga de Mesolandia P1	SERAMBIENTE S.A.S	10809	28/04/2022
145187	Ciénaga de Mesolandia P2			
145172	Ciénaga de Malambo P1			
145201	Ciénaga de Malambo P2			
145181	Ciénaga de Sabanagrande P1			
145202	Ciénaga de Sabanagrande P2			
145186	Ciénaga de Santo Tomas P1			
145179	Ciénaga de Santo Tomas P2			
145191	Ciénaga del Convento P1			
145203	Ciénaga del Convento P2			
145178	Ciénaga Paraíso P1			
145213	Ciénaga de Uvero P1			
145196	Ciénaga de Uvero P2			
145208	Ciénaga Luisa P1			



ID	Nombre punto	Laboratorio	No. Reporte	Fecha reporte
145174	Río Magdalena P1			
145190	Río Magdalena P2			
145215	Río Magdalena P3			
145206	Ciénaga los Manatíes P1			
145189	Ciénaga del Totumo P2			
145199	Ciénaga del Totumo P1			
145209	Ciénaga de Balboa P1			
145188	Ciénaga de Balboa P2			
145210	Ciénaga de Mallorca P1			
145185	Ciénaga de Mallorca P2			
145207	Ciénaga de Mallorca P3			
145217	Ciénaga de Mallorca P4			
145205	Ciénaga de Mallorca P5			
145177	Ciénaga de Mallorca P6			
145173	Ciénaga de Mallorca P7			
145184	Ciénaga del Rincón P1			
145198	Ciénaga del Rincón P2			
145211	Ciénaga del Rincón P3			
145192	Ciénaga del Rincón P4			
145214	Ciénaga del Rincón P5			
145176	Ciénaga del Rincón P6			
145212	Ciénaga de Luruaco P1			
145197	Ciénaga de Luruaco P2			
145194	Ciénaga de San Juan de Tocagua P1			
145183	Ciénaga de San Juan de Tocagua P2			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.



4. METODOLOGÍA

4.1 Características del monitoreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la Corporación Autónoma regional del Atlántico, los cuales fueron, realizar la toma de muestra de parámetros hidrobiológicos: fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados bentónicos, peces y macrófitas en cuarenta (40) puntos, que se encuentran localizados en las ciénagas del departamento del Atlántico, con el fin de dar cumplimiento de lo establecido en el Plan de Acción Institucional 2020 – 2023.

Previo a la toma de muestras se prepararon los reactivos y materiales necesarios para la preservación y envasado de las muestras, según lo indicado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed. 23 de 2017. La toma de muestras se realizó los días 20, 21, 22 y 29 de octubre y 01,02,03,04 y 05 de noviembre de 2021. Asimismo, se efectuó la medición de los parámetros *in situ* temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y pH.

La toma de muestras para la caracterización de comunidades hidrobiológicas se realizó puntual o simple y se siguió lo establecido en los procedimientos, PO-PSM-35 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de plancton, PO-PSM-36 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de perifiton, PO-PSM-37 Procedimiento de captura y procesamiento de muestras de macroinvertebrados bentónicos, PO-PSM-38 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de peces y PO-PSM-39 Procedimiento para toma y procesamiento de macrófitas.



4.2 Descripción de los puntos de muestreo

A continuación, se presenta la descripción de cada uno de los puntos de monitoreo, los cuales se encuentran relacionados en el **Anexo 2** (FO-PO-PSM-33-02 Plan de monitoreo para Hidrobiológicos, FO-PO-PSM-33-03 Planilla de campo para hidrobiológicos y FO-PO-PSM-13-03 Cade de custodia).

4.2.1 Cuenca Río Magdalena

4.2.1.1 Ciénaga de Mesolandia

Tabla 4. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Mesolandia.

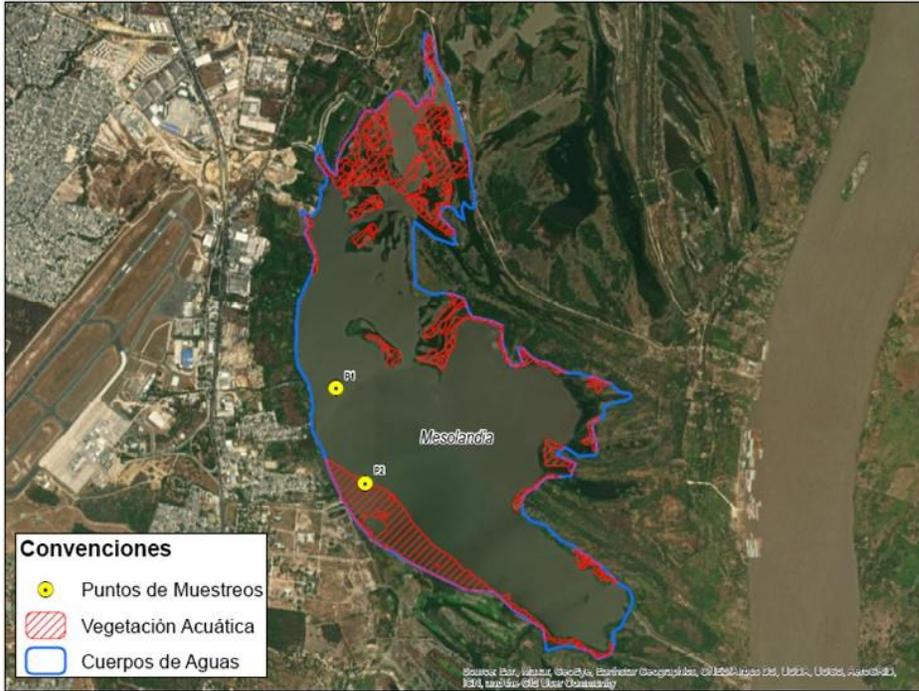
Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga de Mesolandia: La ciénaga hace parte del complejo cenagoso del departamento del Atlántico destacándose como una zona de amortiguación de las crecientes del río Magdalena y es un ecosistema de interés social, económico y ambiental, ya que aún existen comunidades que desarrollan actividades agropecuarias y de pesca para su subsistencia aprovechando este ecosistema. Igualmente, la ciénaga constituye, en menor grado, una fuente de abastecimiento de agua para las actividades del sector industrial de la calle 30 del municipio de Soledad (Alean, 2009).</p>
	 <p>Conveniones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de Muestreos Vegetación Acuática Cuerpos de Aguas

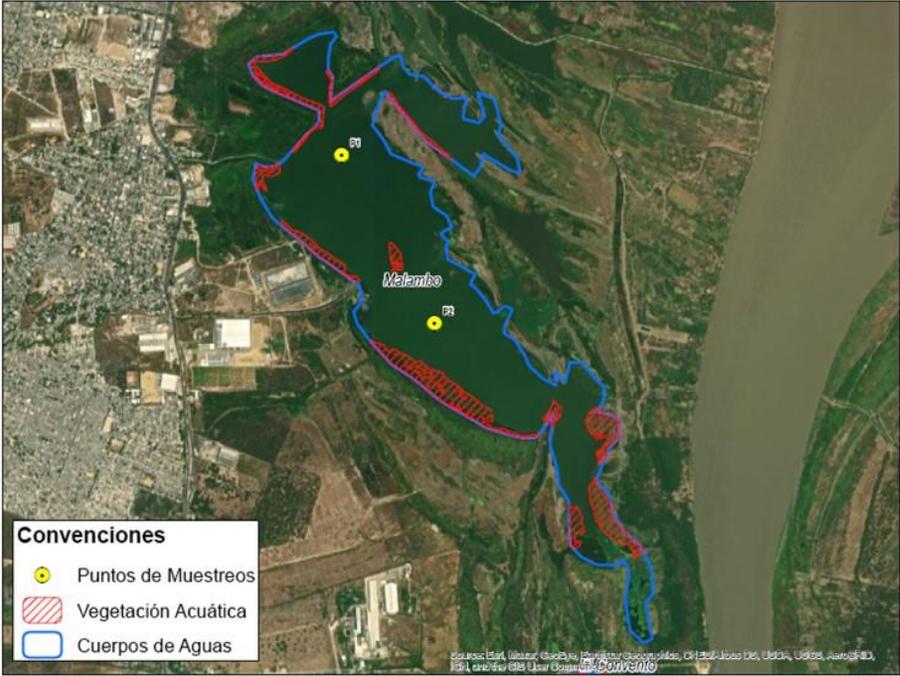
Figura 1. Ciénaga de Mesolandia y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



4.2.1.2 Ciénaga de Malambo.

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Malambo.

Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga de Malambo: se encuentra localizada en la margen izquierda del río Magdalena, haciendo parte del complejo de ciénagas aguas abajo del río Magdalena. Está ubicada en la parte oriental del municipio de Malambo, al frente de la cabecera municipal. La ciénaga de Malambo tiene un área aproximada de 225 Ha, donde actúa como uno de los dos vasos receptores de la cuenca. Se comunica al sur con la ciénaga El Convento (a través del caño Tortuga) y al norte con la ciénaga la Bahía (a través de caño Hondo). Su profundidad media en época de aguas bajas es de 1,1 m y en épocas de aguas altas de 2,2 m aproximadamente. Es un cuerpo de agua que soporta una fuerte sobrecarga de materia orgánica producida por los vertimientos de aguas residuales y por la construcción de terraplenes sobre sus únicas vías de intercambio de aguas (caño Hondo y caño Tortuga). Los principales arroyos que en época de lluvias vierten sus aguas en la ciénaga de Malambo son El Caracolí, El Sapo y El San Blas; que también reciben y le aportan vertimientos y basuras.</p>  <p style="text-align: center;">Figura 2. Ciénaga de Malambo y puntos de muestreo.</p> <p style="text-align: center;"><i>Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.</i></p>



4.2.1.3 Ciénaga de Sabanagrande

Tabla 6. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Sabanagrande.

Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga de Sabanagrande: Esta ciénaga se encuentra ubicada en el sector oriental del municipio de Sabanagrande, con una extensión de 95 Ha. Su mayor efluente es el arroyo Cañafístola, el cual nace en el municipio de Baranoa. A su vez el arroyo San Nicolás que nace en el municipio de Polonuevo vierte sus aguas al Cañafístola. Esta ciénaga, al igual que las de Santo Tomás y Palmar de Varela fueron sometidas a una serie de obras hidráulicas, mediante la ejecución del proyecto denominado “Regulación y Manejo del Sistema de Ciénagas de las poblaciones de Sabanagrande, Santo Tomás y Palmar de Varela”. Como resultado de dichas obras, el flujo hidrodinámico natural de esta ciénaga se ha visto afectado, lo cual ha llevado al deterioro y empobrecimiento de la misma (Corporación Autónoma Regional de Atlántico, CRA).</p> <p>La ciénaga tiene conflictos en su uso, tales como el taponamiento de caños intercomunicadores de ciénagas menores que modifican la dinámica hidráulica e hidrobiológica, así como el crecimiento de la frontera pecuaria (Escolar, 2007).</p>  <p style="text-align: center;"><small>Source: Esri, DeLorme, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community</small></p>

Figura 3. Ciénaga de Sabanagrande y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



4.2.1.4 Ciénaga de Santo Tomás

Tabla 7. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Santo Tomás.

Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga de Santo Tomás: Ubicada en el municipio de Santo Tomás la ciénaga se encuentra bordeando el casco urbano por el sector oriental. La Ciénaga de Santo Tomás tiene una extensión de 105 Ha, de acuerdo con el documento Ecosistemas Acuáticos del Departamento del Atlántico. Asimismo, presenta una fuerte presión poblacional, por lo tanto; su comportamiento hidráulico en épocas secas es modificado por las alteraciones y cerramientos que hacen los usuarios a los canales interceptores y la discrepancia entre ganaderos, agricultores y pescaderos con el manejo de las compuertas.</p> <p>Los niveles de contaminación y sedimentación en el cuerpo de agua son preocupantes, más que todo por la inadecuada disposición de residuos sólidos, cada calle de la ciudad que desemboca en la ciénaga es un basurero a cielo abierto. Los niveles de erosión de las bancas no son tan altos, lo que determina una mejor estabilidad hidráulica de la ciénaga, sin generar desplazamientos laterales y transversales aguas abajo (Corporación Autónoma Regional de Atlántico, CRA).</p>
	 <p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de Muestreos Vegetación Acuática Cuerpos de Aguas

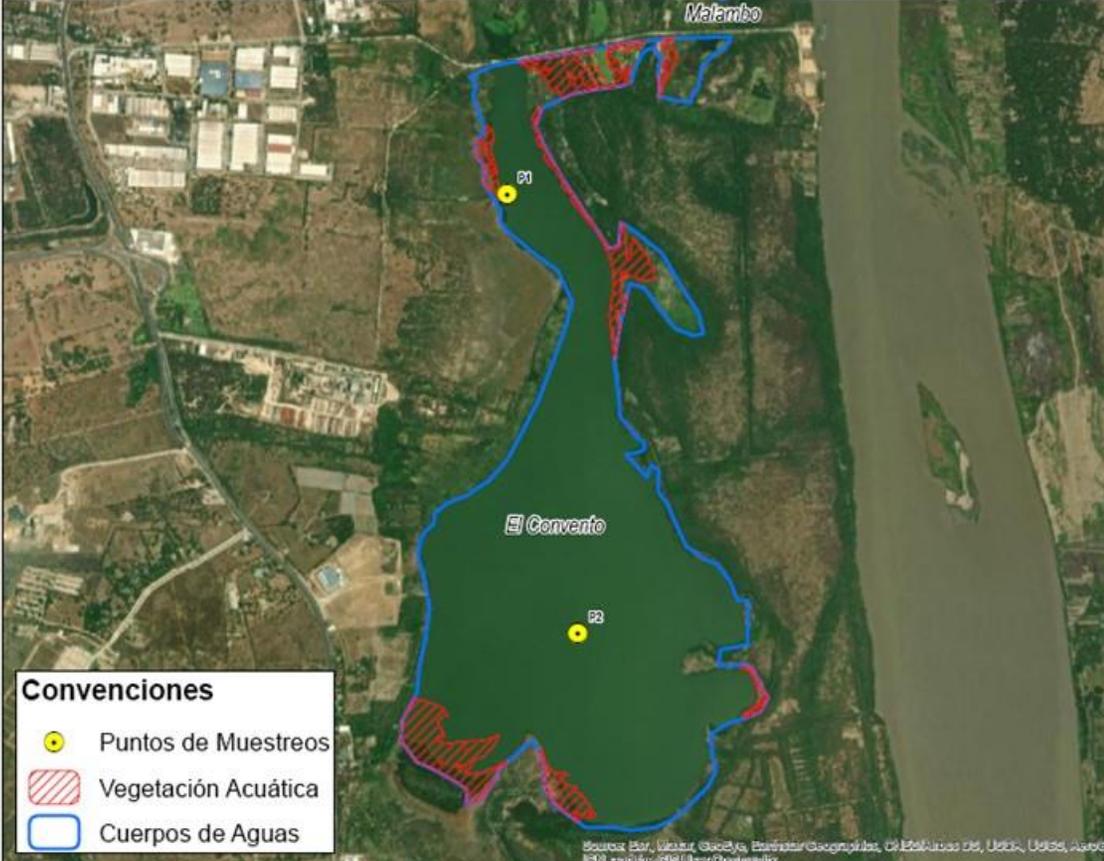
Figura 4. Ciénaga de Santo Tomás y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



4.2.1.5 Ciénaga el Convento

Tabla 8. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Convento.

Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga el Convento: Ubicada en el municipio de Sabanagrande, su principal aportante es el río Magdalena y adicionalmente la Ciénaga El Convento recibe las aguas del arroyo Pital; éste arroyo a su vez nace en el municipio de Polonuevo y es utilizado en su recorrido como vertedero de residuos domésticos. La regulación hidráulica de esta ciénaga es mejor que otras del sector como Malambo y Bahía dado que sus canales de retroalimentación con el río no han sido intervenidos como en el caso de la ciénaga de Malambo con la construcción del terraplén de PIMSA (CRA, 2007).</p>  <p style="text-align: center;">Figura 5. Ciénaga el Convento y puntos de muestreo</p> <p style="text-align: center;"><i>Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.</i></p>



4.2.1.6 Ciénaga el Paraíso

Tabla 9. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Paraíso.

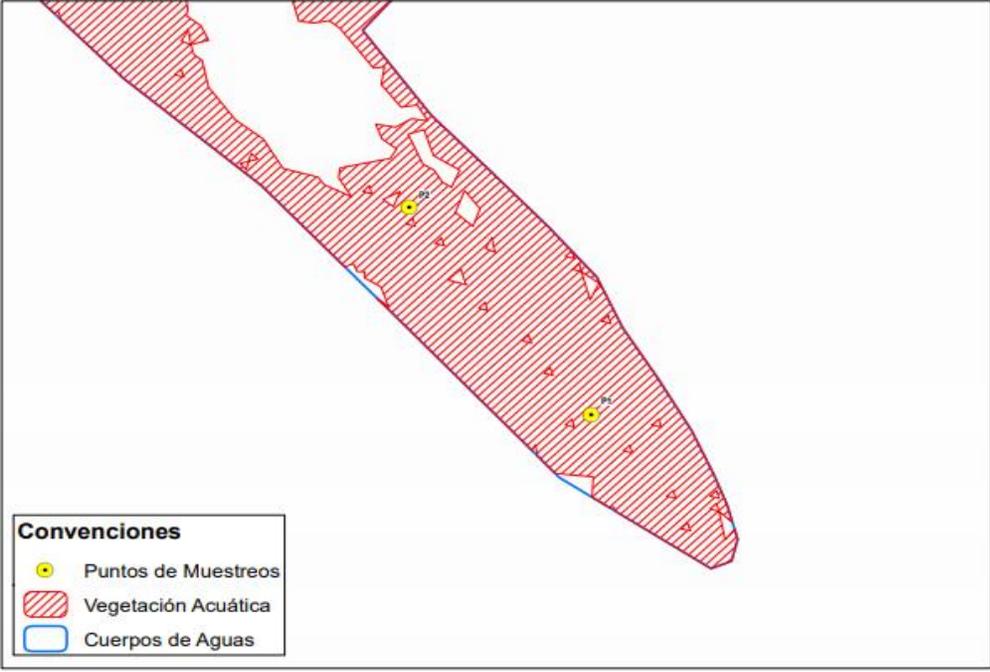
Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga el Paraíso : Ubicada al suroriente del municipio de Palmar de Varela, hace parte del sistema cenagoso de la Ciénaga La Luisa; ubicada al sur de ésta, es uno de los cuatro vasos receptores importantes de esta subcuenca, ya que en épocas de llenado del complejo, se intercomunica a través de un canal interceptor con la Ciénaga La Luisa; además es la más afectada por la construcción de diques direccionales y marginales del Macroproyecto “Recuperación del Sistema de Ciénagas de los municipios de Sabanagrande, Santo Tomás y Palmar de Varela” (Corporación Autónoma Regional de Atlántico, CRA).</p> <p>La ciénaga El Paraíso en el municipio de Palmar de Varela, prácticamente es el primer vaso receptor aguas arriba de la cuenca del río Magdalena. Cuenta con el arroyo Hondo como el principal afluente o arroyo conector, que nace en la zona de terrazas no inundables del municipio de Palmar de Varela, discurre sus aguas intermitentes con otros drenajes pequeños en el sector. Recibe aguas principalmente del río Magdalena, por medio de un canal interceptor en el extremo sur de la ciénaga, pero también tenía un importante flujo hídrico con la Ciénaga La Luisa hasta que se construyó el dique marginal que comunica con el direccional, donde no se tuvo en cuenta la comunicación entre las dos ciénagas lo cual desecó casi por completo a la Ciénaga El Paraíso. Además, los usuarios ganaderos aprovechando la desecación corrieron cercas y aun en la parte de vaso receptor que siempre conservaba el agua así fuera verano, está siendo utilizado en pastoreo extensivo actualmente (Corporación Autónoma Regional de Atlántico, CRA).</p>
	

Figura 6. Ciénaga el Paraíso y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021



4.2.1.7 Ciénaga el Uvero

Tabla 10. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Uvero.

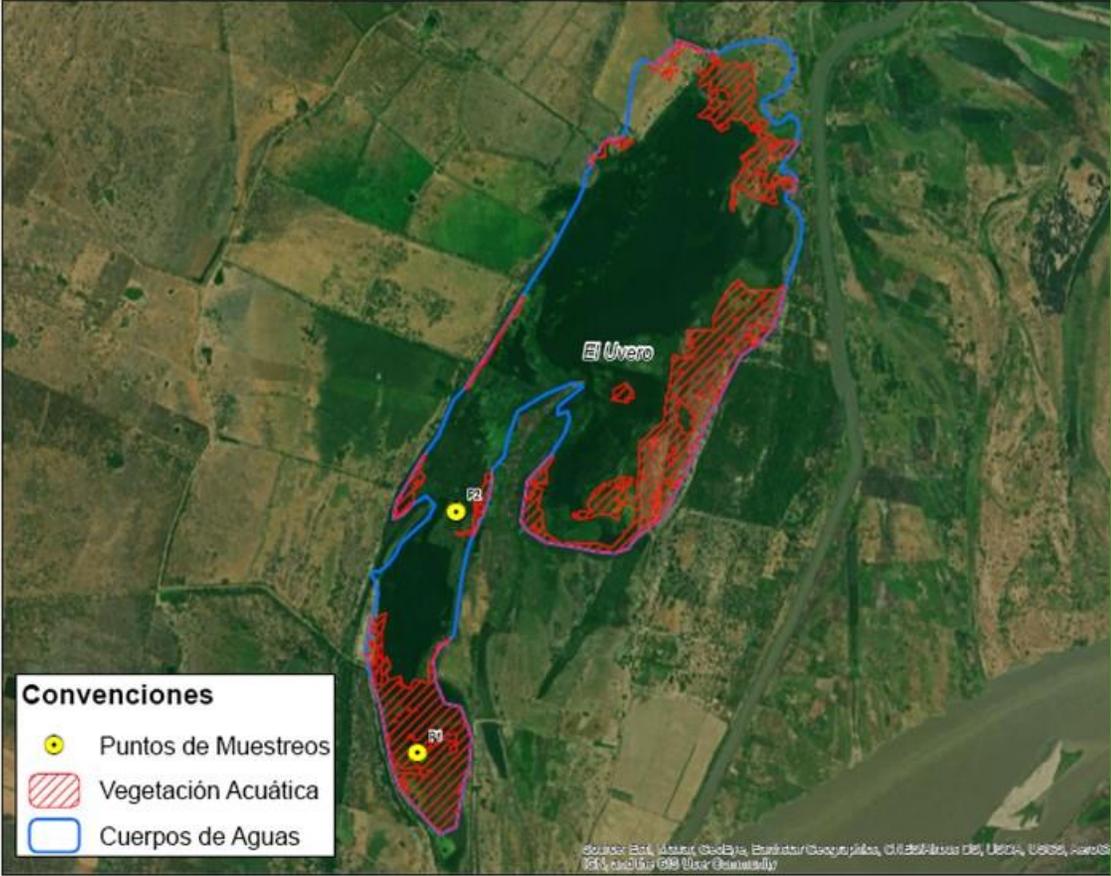
Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga el Uvero: Ubicada al sur del municipio de Ponedera, con una extensión de 298 Ha, su mayor aportante es el río Magdalena, en esta ciénaga se realizan faenas de pesca y a su vez supe a los propietarios de predios cercanos, del recurso hídrico para el desarrollo agropecuario. Actualmente está siendo afectada debido a la tala de árboles y la caza indiscriminada que se incrementaron en los últimos diez años.</p>  <p>Convenções</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de Muestras Vegetación Acuática Cuerpos de Aguas <p style="font-size: small; text-align: right;">Source: SERambiente S.A.S., 2021. Elaboración de SERambiente S.A.S., 2021. Base de Datos de SERambiente S.A.S., 2021.</p>

Figura 7. Ciénaga el Uvero y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



4.2.1.8 Ciénaga la Luisa

Tabla 11. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga la Luisa.

Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga la Luisa: Se encuentra ubicada en el municipio de Palmar de Varela, con un área aproximada de 240 Ha. En época de invierno se comunica a través de un canal interceptor con la Ciénaga de Santo Tomás hacia el norte, y en su extremo sur con la Ciénaga de El Paraíso, las cuales actúan como vasos receptores de la cuenca del río Magdalena. La Ciénaga La Luisa juega un papel muy importante en el flujo hidrodinámico en el complejo cenagoso, que junto con la Ciénaga de Manatí actúan como reguladores hidráulicos principales de las ciénagas de Santo Tomás y el Paraíso y como cuerpos intermedios entre estas dos ciénagas. Esta ciénaga no cuenta con arroyos conectores o afluentes importantes (Microcuencas) que discurren allí sus aguas, solamente discurren drenajes naturales provenientes de las partes altas del municipio.</p>
	

Figura 8. Ciénaga la Luisa y puntos de muestreo.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021


4.2.1.9 Río Magdalena

Tabla 12. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el Río Magdalena.

Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Río Magdalena: Nace en el extremo suroccidental del país, a 3.685 metros de elevación, en la laguna de la Magdalena, localizada en una pequeña planicie del Páramo de las Papas, correspondiente al Macizo colombiano, en el Departamento del Huila. Su longitud, según la fuente, varía de 1.528 a 1.600 km, de los cuales 886 km son navegables. En el estrecho, el lugar donde el río es más angosto, mide 2.20 m de ancho y en el municipio de Plato Magdalena, tiene una anchura de 1.073 metros. Vierte sus aguas en el mar Caribe, en el sitio conocido como Bocas de Ceniza, Barranquilla. El canal del Dique también le sirve como tributario de sus aguas, que llegan al mar en la bahía de Cartagena. En su trascurso recibe más de 500 ríos y numerosas quebradas. Su caudal promedio registra entre pocos metros cúbicos por segundo al comienzo, hasta 6.700 m³ en su desembocadura.</p> <p>Después de su nacimiento, el río Magdalena fluye de sur a norte por un valle interandino ubicado entre las cordilleras Central y Oriental de los Andes. El nivel de las aguas del río Magdalena y del Cauca, su principal afluente presenta variaciones a causa de las fuertes precipitaciones locales y en áreas de sus afluentes, más evidentes en sus sectores alto y medio. En la parte baja se reduce el volumen de lluvia y, como corresponde a una zona cenagosa con poder de regulación y amortización, la variación de niveles y caudales es menor.</p> <p>Si se grafica el caudal medio contra el área de la cuenca, se aprecia el ascenso continuo desde pocos litros en su desembocadura hasta 7.100 m³/s a la altura de Calamar, en donde se desprende el canal del Dique y aún más en su desembocadura.</p> <p>El caudal de los ríos se nutre también del agua lluvia, elemento atmosférico que es determinante en el régimen de la corriente. De acuerdo con el volumen de lluvias, las épocas del año en que ocurren y en general, la dinámica ambiental, es decir, la temperatura, la naturaleza de los suelos, el tipo de geofomas, la orientación de la orografía y los vientos, unidos a los procesos que tienen lugar en su interior, entre otros factores, serán características de los ríos.</p> <p>Colombia se ufana de ser una potencia hídrica. Se dice que es el cuarto país en el mundo en riqueza hídrica. Los cálculos para llegar a esa afirmación son muy gruesos. Se toma el área de Colombia, se asume que cerca del 90% de su territorio tiene lluvias superiores a 2.000 milímetros (mm) y entonces se estima que el promedio anual es de 3.000 mm. La cuestión se reduce a multiplicar el área del país por el volumen de precipitación estimada como promedio y luego restarle la evaporación (calculada en 1.150 mm) y queda un volumen de escorrentía superficial de 2.112 km³.</p> <p>La importancia del río Magdalena en cuanto a su potencial pesquero, ya que alberga más de 240 especies de peces, pero solo cinco representan el 70% de la pesca, bagre y al bocachico las especies más apetecidas y a su vez las más amenazadas, amenazas como la sobrepesca, minería, generación hidroeléctrica, erosión y contaminación entre las principales, las cuales también afectan todo el equilibrio ecosistémico de las demás especies asociadas (aves, mamíferos, crustáceos, entre otras) así como a los pobladores.</p>



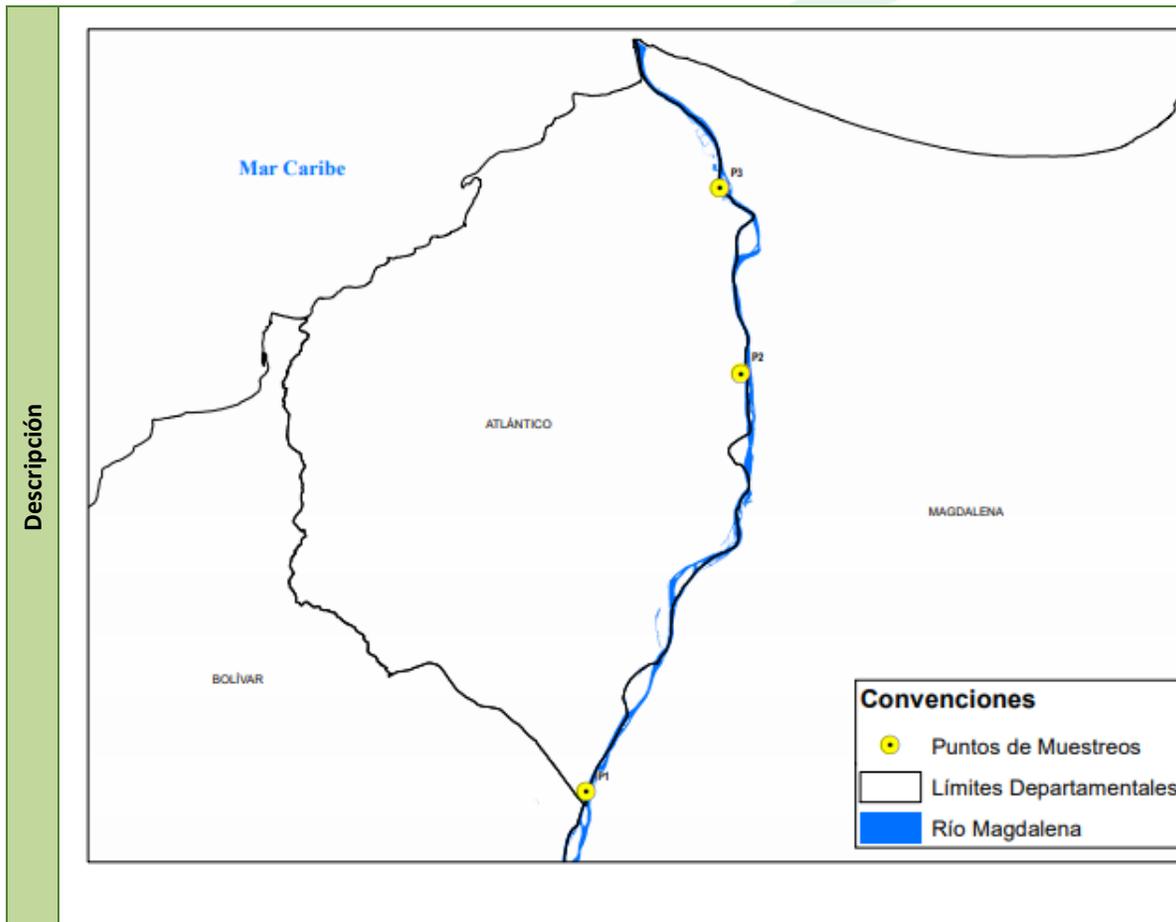


Figura 9. Río Magdalena y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



4.2.2 Cuenca Canal del Dique

4.2.2.1 Ciénaga de Luruaco

Tabla 13. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Luruaco.

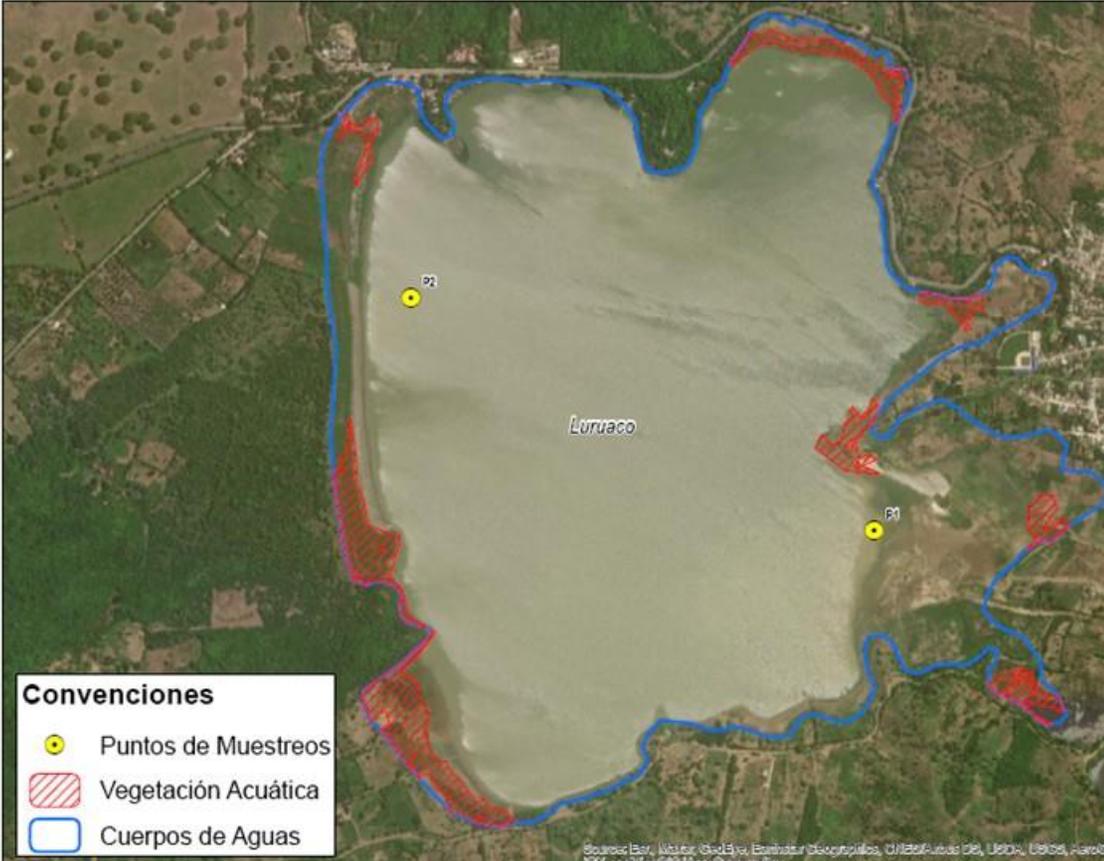
Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga de Luruaco: Se encuentra ubicada al sur occidente del municipio de Luruaco; posee un área aproximada de 365 Ha, para el 2007 se había detectado en sectores de la ciénaga, procesos de eutrofización, sobretodo en la desembocadura del arroyo Limón. El cual en su recorrido por la cabecera municipal arrastra residuos sólidos y vertimientos domésticos (Escolar, 2007). Las fuertes sequías que han azotado la costa caribe colombiana en los últimos años ha hecho que esta ciénaga haya bajado su nivel, bajando hasta en 7 metros (Herrera Delghams, 2015).</p>  <p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de Muestreos Vegetación Acuática Cuerpos de Aguas <p style="font-size: small; text-align: right;">Sources: Bar, Wilsón, Gadea, Borrero Geográficos, UNIBOL, UBOB, UBOB, HERRERA DELGHAMS, 2015. Analisis del Area de Luruaco</p>

Figura 10. Ciénaga de Luruaco y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



4.2.2.2 Ciénaga de Tocagua

Tabla 14. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Tocagua.

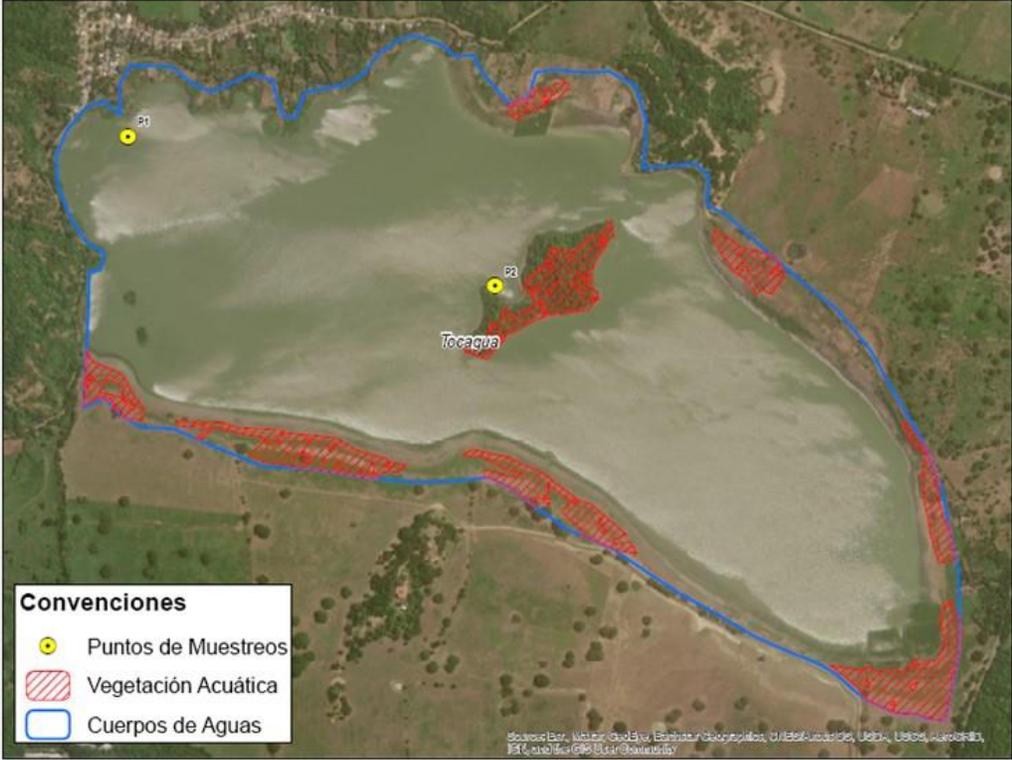
Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga de Tocagua: Queda ubicada en el Corregimiento de San Juan de Tocagua, jurisdicción del municipio de Luruaco, con un área de 185 Ha (Escolar, 2007), las cuales han sido mermadas por procesos de sedimentación y la sequía ocurrida en los últimos años en la costa caribe colombiana. Escolar (2007) también indicó que la fauna Ictiológica había disminuido, principalmente por la alta sedimentación, producto del material de arrastre de los arroyos tributarios Guayacán, Iraca y demás drenajes naturales, así como por prácticas pesqueras ilegales.</p>
	 <p>Conveniones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de Muestreos Vegetación Acuática Cuerpos de Aguas

Ilustración 1 .Ciénaga de Tocagua y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021



4.2.3 Cuenca Litoral

4.2.3.1 Ciénaga del Totumo

Tabla 15. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga del Totumo.

Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga del Totumo: se encuentra entre los municipios de Piojó en el departamento del Atlántico y Santa Catalina en el departamento de Bolívar. Con un área aproximada de 1361 Ha, que sirve en términos económicos y provee de agua a los pobladores de sus alrededores. También se encuentran allí zonas inundables o pantanosas que están cubiertas por plantas hidrófilas y parches de manglares, los cuales bordean el cuerpo de agua y son de una gran importancia ecológica. Según la clasificación de los humedales de la Convención de Ramsar (1971), la Ciénaga del Totumo, de acuerdo con sus características actuales, se ubica de la siguiente manera: Ámbito: marino costero. Sistema: lacustre – palustre. Subsistema: permanente – estacional. Subclase: lagunas costeras dulces. Sus principales afluentes son los arroyos Roberto, Sabana, Cara-col, Cagón, Calabrisa y Caño Lata. Otras de las fuentes de alimentación de la Ciénaga provienen de las escorrentías de la Loma de Juan Congo, que comienzan a disminuir de manera importante por la ampliación de la frontera agrícola y ganadera de la región, que trae consigo la tala de su vegetación natural. La Ciénaga del Totumo se encontraba conectada al mar Caribe de Colombia mediante una desembocadura denominada “Caño Amansaguapos”, sin embargo, debido a la presencia de un dique construido por el Banco de la República ésta solo se une al mar en la época lluviosa cuando el nivel de sus aguas se eleva y sobrepasa la altura del dique; no obstante, el agua de mar nunca logra entrar a ella pues durante la época seca el dique lo impide (Vásquez, 1971). La disminución en los niveles de salinidad de la Ciénaga del Totumo ha generado un deterioro gradual de este cuerpo de agua, pues el bosque de manglar se encuentra en un proceso de sucesión hacia sistemas terrestres. En consecuencia, la profundidad de la Ciénaga ha disminuido de 1.5 m a 0.7 m (Arévalo <i>et. al.</i>, 2007).</p>



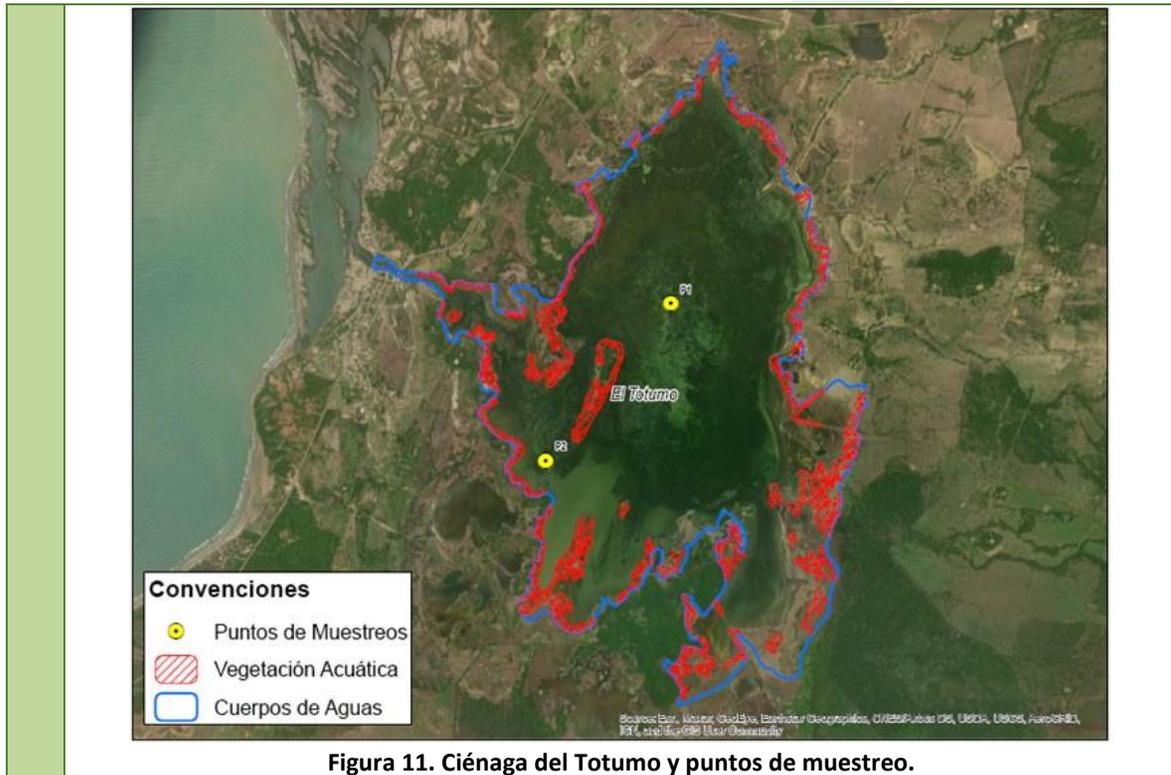


Figura 11. Ciénaga del Totumo y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



4.2.3.2 Ciénaga de Balboa

Tabla 16. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Balboa.

Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga de Balboa: La ciénaga de Balboa cuenta con un área de 120,85 ha aproximadamente, se encuentra localizada a orillas del Mar Caribe en el Municipio de Puerto Colombia al noroccidente del Departamento del Atlántico y tiene su origen en los cambios morfológicos ocurridos en la línea de costa a raíz de la construcción de los tajamares de Bocas de Cenizas (FEDEC, 2003). Cuenta con tres cuencas que aportan los caudales de escorrentía superficial directamente sobre ella.</p> <p>Sin embargo, no es un hidrosistema que se ve afectado solamente por los aportes de su cuenca aferente directa, sino que además se encuentra conectada directamente con el Mar Caribe mediante una boca, el cual regula los niveles en la ciénaga, esta boca en temporadas de aumento de los niveles de ciénaga se abre y en las de estiaje se cierra, mientras que las aguas dulces provienen de los arroyos Juaruco, Caña, Cucambito y El Volcán. Su problemática principal está relacionada con el recibimiento de aguas servidas de algunas zonas del municipio de Puerto Colombia.</p>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> Puntos de Muestreos Vegetación Acuática Cuerpos de Aguas </div>

Figura 12. Ciénaga de Balboa y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



4.2.3.3 Ciénaga de Mallorquín

Tabla 17. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Mallorquín.

Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga de Mallorquín: La Ciénaga de Mallorquín (CM) es la única laguna de tipo costera-estuarina del Departamento del Atlántico, se encuentra ubicada en el extremo norte del distrito de Barranquilla, al margen de la desembocadura del río Magdalena en la costa Caribe Colombiana; limita al norte del Mar Caribe, al sur del corregimiento de la Playa y barrio de las Flores, ambos en Jurisdicción de Barranquilla y por el occidente con la vía alternativa (vía Puerto Colombia) que se comunica con la línea de costa en el sector Noroccidental, y por el Oriente con el Tajamar occidental de Boca de Ceniza</p> <p>La ciénaga de Mallorquín hace parte de una cuenca denominada con el mismo nombre y está constituida por los arroyos Grande y León, administrativamente vinculada al Distrito de Barranquilla y los municipios Puerto Colombia, Galapa, Tubará y Baranoa (CRA, 2006).</p>
	 <p>Con convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de Muestreos Vegetación Acuática Cuerpos de Aguas <p style="font-size: small;">Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community</p>

Figura 13. Ciénaga de Mallorquín y puntos de muestreo.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.


4.2.3.4 Ciénaga Los Manatíes

Tabla 18. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga los Manatíes.

Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga Los Manatíes: Se encuentra localizada en el municipio de Puerto Colombia, es un cuerpo lagunar marino, no tiene arroyos conectores y tributarios importantes, se alimenta de agua dulce de drenajes y escorrentías naturales. Escolar, 2007 indicó que la ciénaga tenía un área aproximada de 70 hectáreas mientras que CRA, 2012, indica que el área aproximada es de 41,2 Ha, lo que demuestra la pérdida gradual del área de la ciénaga, e indicando que durante los últimos años la Ciénaga de los Manatíes ha venido presentando un preocupante proceso de sedimentación y de pérdida sistemática de espejo de agua, relacionado principalmente con la acción de los sedimentos aportados por el Río Magdalena sobre el Tajamar Occidental. Este es un ecosistema de característica estuarina, los cuales son fundamentales para refugio, alimentación y reproducción de peces, crustáceos y moluscos.</p>  <p style="text-align: right; font-size: small;">Source: Esf, Ustariz (2007), Estrategia Ambiental Geográfica, CRAS/Planos DE, UICRA, UICSE, AeroGRIN, 2014, modificado por SERambiente</p>

Figura 14. Ciénaga los Manatíes y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



4.2.3.5 Ciénaga del Rincón

Tabla 19. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga del Rincón.

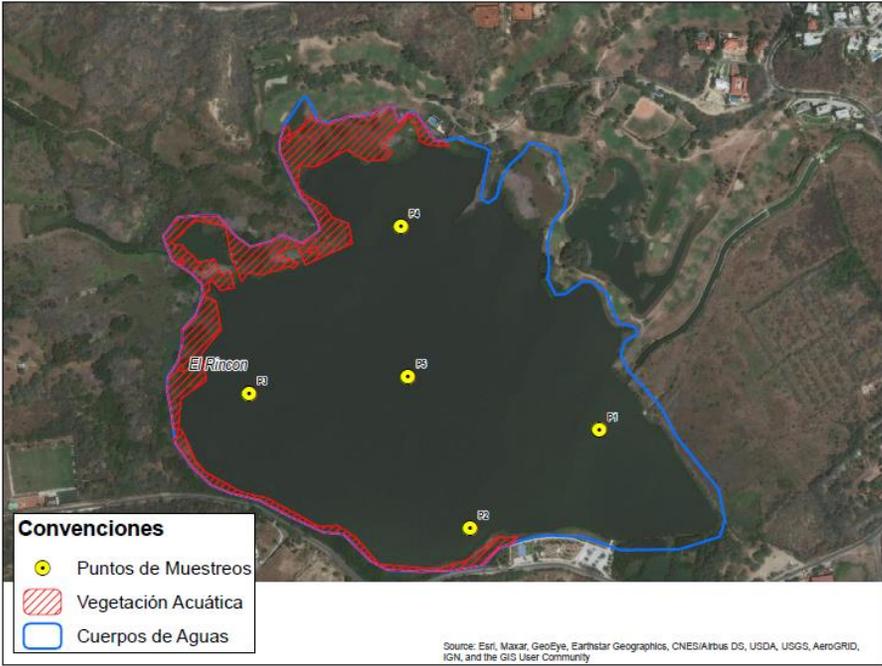
Monitoreo Hidrobiológico	
Descripción	<p>Ciénaga del Rincón: La Ciénaga del Rincón es un humedal ubicado en el municipio de Puerto Colombia, de poca extensión y aislado de la línea de costa, pero que hace parte de la Cuenca Litoral. Según el Pomca adaptado por la comisión conjunta mediante Acuerdo número 001 de 2007 ciénaga el Rincón se encuentra dentro de una zona de ecosistema estratégico (ZEE), el cual está encaminada a garantizar permanentemente oferta de bienes y servicios ambientales y biodiversidad'. Las aguas de la ciénaga provienen de las escorrentías y los afluentes el arroyo León y sus afluentes como el arroyo Mosquito, Granada y caños que desembocan en diferentes tramos a lo largo del recorrido de este en la parte sur del departamento del Atlántico.</p> <p>Durante la sequía la profundidad máxima es de dos metros en el sector central y un valor de 0,7 metros en la desembocadura del arroyo debido a la cantidad de sedimentos aportados durante las lluvias y la extracción del agua para riego a través de canales, lo que disminuye sustancialmente el nivel del agua. Las mayores profundidades se registran en la época de lluvia son de 5,6 metros en la parte central y suroccidental.</p> <p>En los últimos años, este cuerpo de agua sufrió una completa desecación que indujo a la pérdida de total de la columna de agua por lo cual fue sometida a un proceso de llenado y dragado para la recuperación de su capacidad de almacenamiento de agua y la diversidad biótica. Este proceso de llenado se realizó mediante el bombeo de aguas previamente tratadas del arroyo León, que había perdido su conexión por la alta cantidad de sedimentos que taponaron la entrada de este hacia la ciénaga.</p>
	 <p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Puntos de Muestras Vegetación Acuática Cuerpos de Aguas <p style="font-size: small; text-align: right;">Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community</p>

Figura 15. Ciénaga del Rincón y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.





4.3 Ubicación de los puntos de muestreo

En este numeral se presenta la ubicación y las características en los puntos de monitoreo de agua superficial, tomadas en las ciénagas del departamento del Atlántico, seleccionadas por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico, con el fin de verificar el estado de la calidad del agua para su programa de control y seguimiento ambiental.

El departamento del Atlántico se encuentra situado en el norte de la República de Colombia en las tierras que constituyen la extremidad septentrional del valle del río Magdalena, sobre su banda izquierda. Dicho territorio se halla limitado en el Norte y el Oeste, por el mar Caribe; en el Este por el río Magdalena, que lo separa del departamento de este nombre y, en el Sur, por el Departamento de Bolívar, así: un tramo de 36km que corresponde al Canal del Dique; y, unos 58 kilómetros de tierra firme, que se prolonga por el extremo meridional de la ciénaga del Totumo, hasta la desembocadura del Caño Manzaguapo.

En términos generales, el clima del Caribe Colombiano es tropical semiárido, y se presentan dos periodos climáticos principales: época seca (verano) época húmeda (invierno), así como una época de transición, conocido como veranillo de San Juan, en la cual se presenta una época de lluvia menores. El clima en general se encuentra bajo la influencia de los desplazamientos norte – sur de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) que va determinando las temporadas lluviosas en Colombia, así como por el movimiento meridional del sistema de monzones americanos (Posada *et al.*, 2008).

En el Departamento del Atlántico, las mayores variables determinantes del clima son la temperatura y la humedad, la primera con valores que median entre 28 y 32 °C, lo cual es comparable con la alta y media Guajira, parte central de Cesar y Bolívar, departamentos del Magdalena y Sucre, en contraste con el resto de la región Caribe donde la temperatura oscila entre los 24 y 28°C. El comportamiento estacional de la temperatura en el departamento es muy regular a lo largo del año debido a la proximidad del mar Caribe, con variaciones del orden de 1.5 °C. Los meses más cálidos



en el litoral central son mayo, junio, julio y agosto, mientras que a principios y finales de año la temperatura del aire es ligeramente menor debido a la influencia de los vientos Alisios (IDEAM, 2006). Esto se encuentra mediado también por la incidencia de la radiación solar que llega hasta este territorio, debido a que en la mayor parte del territorio colombiano la incidencia de la radiación solar tiene promedios entre 4 y 4,5 kWh/m²/día y la región Caribe está dentro de las zonas que reciben mayor radiación (4,5 y 6 kWh/m²/día), dejando al departamento del Atlántico como uno de los territorios que registran valores más altos, comprendidos entre 5,5 y 6 kWh/m²/día.

En cuanto a las precipitaciones es uno de los departamentos de Colombia con menores lluvias durante el año. Los totales anuales no sobrepasan los 1500 mm y en algunos sectores del noreste y del suroccidente del departamento, las lluvias oscilan entre 500 y 1000 mm. El régimen intranual es de tipo bimodal. La principal temporada de lluvias se extiende de septiembre a noviembre y en el primer semestre se registra una corta temporada de aumento de lluvias principalmente en el mes de mayo. Las temporadas secas ocurren entre diciembre y abril, la principal, y una segunda, de menor intensidad, mediados de año, en los meses de junio, julio y agosto. El número de días lluviosos durante el año oscila entre 50 y 100, en la mayor parte del departamento. En algunos puntos aislados, llueve durante menos de 50 días al año IDEAM.

Los puntos de monitoreo se localizaron según el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional, las coordenadas se relacionan en la **Tabla 20**

Tabla 20. Identificación y coordenadas de ubicación de los puntos de monitoreo.

Características del monitoreo					
Tipo de muestreo			Puntual o simple		
Tipo de sistema			Sistema lótico y léntico		
Fecha: 20,21,22 y 29/10/2021 y 01,02,03,04,05/11/2021			Georreferenciación		
Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota de Elevación (msnm)	Coordenadas geográficas WGS84	Sistema magna sirgas Origen Nacional
Ciénaga de Mesolandia P1	145216	11:48	3	10°53'24,20" N	2761950,558 N
				74°45'46,10" W	4807402,02
Ciénaga de Mesolandia P2	145187	10:15	3	10°53'5,10" N	2761362,842 N
				74°45'40,10" W	4807580,756 E
Ciénaga de Malambo P1	145172	9:47	2	10°51'45,80" N	2758927,896 N
				74°45'44,40" W	4807436,077 E
Ciénaga de Malambo P2	145201	11:33	2	10°51'14,80" N	2757972,690 N



Características del monitoreo					
Tipo de muestreo				Puntual o simple	
Tipo de sistema				Sistema lótico y léntico	
Fecha: 20,21,22 y 29/10/2021 y 01,02,03,04,05/11/2021				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota de Elevación (msnm)	Coordenadas geográficas WGS84	Sistema magna sirgas Origen Nacional
				74°45'27,10"W	4807955,813 E
Ciénaga de Sabanagrande P1	145181	9:00	4	10°47'28,53" N	2751014,752 N
				74°44'40,62"W	4809327,266 E
Ciénaga de Sabanagrande P2	145202	9:40	3	10°47'13,03" N	2750540,021 N
				74°44'48,39"W	4809088,591 E
Ciénaga de Santo Tomas P1	145186	10:00	3	10°45'18,41" N	2747019,297 N
				74°44'47,16"W	4809105,883 E
Ciénaga de Santo Tomas P2	145179	11:30	4	10°45'43,99" N	2747804,283 N
				74°44'43,15"W	4809232,141 E
Ciénaga del Convento P1	145191	10:20	3	10°49'34,90" N	2754900,705 N
				74°45'6,70"W	4808557,538 E
Ciénaga del Convento P2	145203	9:03	3	10°48'50,87" N	2753548,519 N
				74°45'7,77"W	4808517,282 E
Ciénaga Paraíso P1	145178	13:25	5	10°42'9,07" N	2741199,196 N
				74°44'20,32"W	4809888,180 E
Ciénaga de Uvero P1	145213	9:30	3	10°33'21,10" N	2724995,582 N
				74°45'34,40"W	4807545,990 E
Ciénaga de Uvero P2	145196	9:45	3	10°33'58,30" N	2726137,133 N
				74°45'28,40"W	4807734,765 E
Ciénaga Luisa P1	145208	9:30	6	10°44'43,86" N	2745958,403 N
				74°44'48,87"W	4809047,911 E
Río Magdalena P1	145174	8:50	2	10°16'4,22" N	2693240,816 N
				74°54'25,47"W	4791213,794 E
Río Magdalena P2	145190	11:00	4	10°44'41,88" N	2745887,585 N
				74°43'50,68"W	4810814,926 E
Río Magdalena P3	145215	11:00	3	10°56'26,43" N	2767543,666 N
				74°45'22,86"W	4808140,034 E
Ciénaga del Totumo P2	145189	10:50	0	10°43'13,81" N	2743546,232 N
				75°14'44,40"W	4754485,878 E
Ciénaga del Totumo P1	145199	11:50	0	10°44'10,09" N	2745265,322 N
				75°13'59,14"W	4755873,579 E
Ciénaga de Balboa P1	145209	13:10	3	10°59'3,52" N	2772510,607 N
				74°57'57,97"W	4785250,629 E
Ciénaga de Balboa P2	145188	11:40	0	10°58'44,55" N	2771935,502 N
				74°58'36,30"W	4784083,42 E
Ciénaga de Balboa P3	145182	10:00	3	10°58'24,96" N	2771345,052 N
				74°59'32,89"W	4782361,780 E
Ciénaga de Mallorquín P1	145210	8:30	3	11°2'42,91" N	2779181,418 N



Características del monitoreo					
Tipo de muestreo				Puntual o simple	
Tipo de sistema				Sistema lótico y léntico	
Fecha: 20,21,22 y 29/10/2021 y 01,02,03,04,05/11/2021				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota de Elevación (msnm)	Coordenadas geográficas WGS84	Sistema magna sirgas Origen Nacional
				74°52'5,71" W	4795984,014 E
Ciénaga de Mallorcaín P2	145185	9:18	0	11°03'5,46" N	2779863,195 N
				74°51'8,05" W	4797737,922 E
Ciénaga de Mallorcaín P3	145207	10:04	0	11°02'39,42" N	2779060,620 N
				74°50'53,62" W	4798170,823 E
Ciénaga de Mallorcaín P4	145217	10:42	0	11°02'18,80" N	2778434,787 N
				74°51'33,75" W	4796949,194 E
Ciénaga de Mallorcaín P5	145205	11:35	0	11°02'8,78" N	2778116,489 N
				74°50'37,75" W	4798646,572 E
Ciénaga de Mallorcaín P6	145177	12:35	0	11°02'34,09" N	2778887,470 N
				74°50'3,15" W	4799701,252 E
Ciénaga de Mallorcaín P7	145173	13:40	0	11°03'26,15" N	2780492,328 N
				74°50'33,97" W	4798775,925 E
Ciénaga los Manaties P1	145206	10:30	5	10°42'50,77" N	2742481,625 N
				74°44'29,87" W	4809605,320 E
Ciénaga del Rincón P1	145184	12:20	8	11°0'57,44" N	2775956,699 N
				74°53'24,58" W	4793570,329 E
Ciénaga del Rincón P2	145198	9:50	8	11°0'51,75" N	2775783,371 N
				74°53'32,17" W	4793338,891 E
Ciénaga del Rincón P3	145211	10:30	8	11°0'59,55" N	2776025,452 N
				74°53'45,13" W	4792947,104 E
Ciénaga del Rincón P4	145192	11:20	8	11°01'09,22" N	2776320,780 N
				74°53'36,22" W	4793219,374 E
Ciénaga del Rincón P5	145214	13:00	5	11°1'0,52" N	2776053,458 N
				74°53'35,80" W	4793230,432 E
Ciénaga del Rincón P6	145176	13:40	9	11°1'12,99" N	2776430,718 N
				74°53'05,56" W	4794150,535 E
Ciénaga de Luruaco P1	145212	12:00	24	10°36'16,90" N	2730664,673 N
				75°9'5,60" W	4764690,453 E
Ciénaga de Luruaco P2	145197	10:21	24	10°36'38,20" N	2731328,081 N
				75°9'48,50" W	4763391,131 E
Ciénaga de San Juan de Tocagua P1	145194	10:21	22	10°38'6,40" N	2734054,650 N
				75°11'8,0" W	4760993,949 E
Ciénaga de San Juan de Tocagua P2	145183	9:00	21	10°37'53,40" N	2733648,389 N
				75°10'35,80" W	4761969,729 E

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021



4.4 Proceso metodológico

Los métodos empleados siguen los lineamientos y técnicas recomendados en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, en donde se indican lineamientos generales relacionados con el muestreo, toma y tipo de muestra, alistamiento de equipos y materiales empleados, su limpieza y calibración, el transporte de envases y preservantes y el embalaje y envío de las muestras al laboratorio. Así como también se detallan las normas de seguridad y de protección personal para sustancias químicas que deben cumplir el personal encargado de la toma de muestra y el manejo de residuos generados en campo.

Adicionalmente se tuvieron en cuenta las especificaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos-U.S EPA en su Handbook for Analytical Quality Control in Water and Wastewater Laboratories, y por la Asociación Americana de Trabajos del Agua- AWWA- en el American Standard Methods for Examination of Water and Wastewater Edición 23, 2017, además de la norma técnica Colombiana NTC-ISO 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración (ICONTEC, 2005). Etapa de preparación

Esta etapa es fundamental para el adecuado funcionamiento de los demás procesos, pues es aquí donde se lleva a cabo toda la planeación y programación para que la fase de campo se desarrolle sin ningún inconveniente. En la **Figura 16**, se muestran los pasos que se siguieron, con la finalidad de desarrollar el monitoreo y las pruebas a realizar en cada uno de ellos.



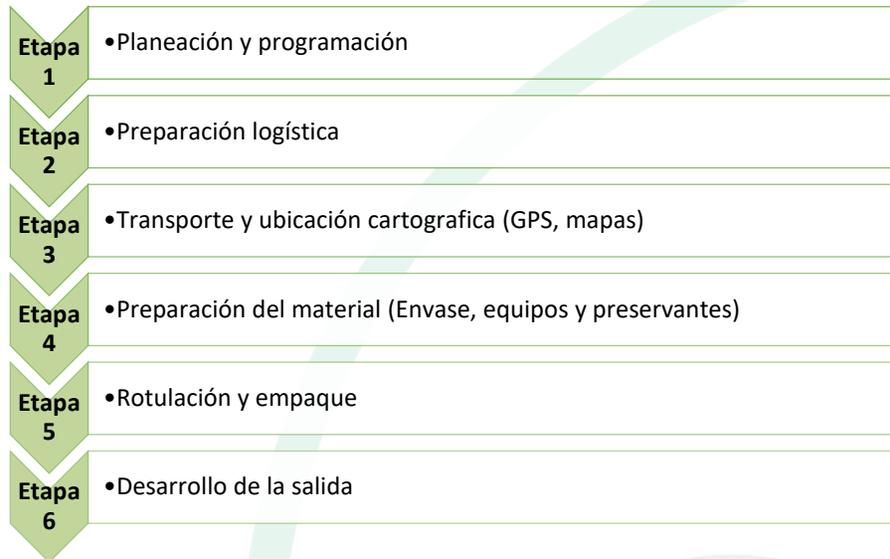


Figura 16. Actividades de la etapa de preparación.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



4.4.1 Etapa de campo

La recolección y preservación de las muestras de las comunidades hidrobiológicas monitoreadas se realizó de acuerdo a las metodologías consignadas en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2017). En la **Tabla 21** se enlistan los métodos seguidos para la toma de cada uno de los parámetros estudiados.

Tabla 21. Listado de los métodos empleados para la toma de muestra

Parámetro Hidrobiológico	Método muestreo
Fitoplancton	SM.10200 B.
Zooplancton	SM.10200 B.
Plancton	SM.10200 B.
Macroinvertebrados bentónicos	SM.10500 B.
Macrófitas	SM.10400 B y D
Perifiton	SM.10300 B.
Peces	SM.10600 B y C.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2022.

La fase de campo inició con la preparación del plan de monitoreo (FO-PO-PSM-33-02) (**Anexo 2**), donde se tiene en cuenta los requerimientos de la orden de trabajo. Se realizó la verificación de equipos y materiales requeridos para el muestreo.

Ya en campo se procedió en cada uno de los puntos de monitoreo a registrar las condiciones ambientales del sistema (variables ambientales y aspectos físicos cualitativos) y de su área de influencia directa, posteriormente se realizó el muestreo para cada uno de los parámetros hidrobiológicos a evaluar.

La toma de muestras en campo se hizo conforme a lo establecido en los siguientes procedimientos e instructivos internos de SERAMBIENTE S.A.S., avalados por el IDEAM.

- PO-PSM-35 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de plancton
- PO-PSM-36 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de perifiton
- PO-PSM-37 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de macroinvertebrados
- PO-PSM-38 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de peces.
- PO-PSM-39 Procedimiento para toma y procesamiento de macrófitas



A continuación, se describe brevemente los procedimientos y procesamientos llevados a cabo en campo, en la toma de muestra y preservación de cada uno de los componentes hidrobiológicos evaluados.

4.4.1.1 Plancton

○ Fitoplancton

Debido a que se pretende tener información cualitativa y cuantitativa de la comunidad fitoplanctónica, se filtró en cada punto de monitoreo una muestra de agua con un volumen de 20-120L, la toma se realizó a nivel sub-superficial (25 cm de la superficie), haciendo uso de balde aforado y una red, con ojo de malla de 23 μm para el filtrado.

Las muestras fueron fijadas *in situ* añadiendo 0,3 mL de Lugol por cada 100 mL y formalina tamponada agregando 2,5 mL por cada 100 mL de muestra, para una concentración final mínima del 2,5%. Las muestras fueron conservadas en un sitio oscuro y fresco hasta su posterior análisis.



Fotografía 1. Toma de muestras de fitoplancton en campo

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.

○ Zooplancton

Para la toma de muestra de zooplancton teniendo en cuenta que los puntos de monitoreo se encuentran en sistemas lenticos y lótico, con ayuda de un balde aforado se tomó agua a nivel superficial y se filtraron entre 20-120L de agua con una malla de 55 μm . Posteriormente se lavaron



desde su parte externa las paredes de la red con agua destilada utilizando un frasco lavador; de este modo se asegura que los organismos sean todos depositados en el vaso colector de la red.

El material filtrado fue depositado en recipientes de 150 mL, estos fueron llenados por completo, para evitar el deterioro de la muestra por agitación y el desecamiento de organismo por la adhesión a las paredes del frasco.

Antes de la preservación de las muestras tomadas, estas fueron narcotizadas con 5 mL de cloruro de magnesio por cada 100 mL de muestra, durante 10 minutos, con el fin de evitar el estrés en los organismos, evitar la contracción de sus cuerpos y que su muerte sea poco traumática. Pasado este tiempo las muestras fueron fijadas con formalina tamponada al 5%, añadiendo 5 mL por cada 100 mL de muestra, para una concentración final de 5%. Las muestras al final fueron ubicadas en un sitio oscuro y fresco hasta su posterior análisis.

4.4.1.2 Perifiton

Para la toma de muestra de perifiton se procedió a identificar sustratos naturales con posibles colonias de esta comunidad (rocas, ramas y partes de macrófitas). Una vez localizadas las colonias y utilizando cuadrantes de film plásticos de diferentes medidas (hasta lograr coleccionar un área aproximada de 100 cm²) y un cepillo de cerda suave se realizó la remoción, luego lavando con agua limpia en el recipiente donde se preserva la muestra se da por sentado la recolecta de la muestra. En ocasiones en el frasco colector se depositan segmentos de macrófitas, que se encuentren sumergidos (unos centímetros más largos que el sector de interés).

La muestra fue preservada con lugol (0,3mL de lugol por 100mL de la muestra) y formalina tamponada (2,5mL por cada 100mL de muestra). Adicionalmente esta es conservada en un lugar fresco y oscuro, para evitar su exposición al ambiente donde podrían contaminarse o deteriorar.

4.4.1.3 Macroinvertebrados bentónicos

La toma de muestra para este componente hidrobiológico se realizó haciendo uso de una draga. El tamaño de la muestra fue de 0,09m², a excepción de los puntos muestreados en la ciénaga de Mallorquín y ciénaga del Rincón, donde se obtuvo una muestra de 0,27m². Se realizó lanzamiento



de la draga en cada uno de los puntos de monitoreo; seguidamente se realizó el tamizaje del sedimento recolectado. Los organismos recolectados se separaron cuidadosamente con pinzas entomológicas de punta fina y fueron depositados en frascos plásticos previamente rotulados y se fijó con etanol al 70%.



Fotografía 2. Toma de muestra de Macroinvertebrados bentónicos.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.

4.4.1.4 Macrófitas

La estimación de cobertura de macrófitas consistió en la proyección de un transecto de 10 m en el área de muestreo, según el criterio del biólogo, teniendo en cuenta todas las características del sistema. Sobre el transecto se colocan unos marcos cuadrados de PVC de 1m² (subdividido en cuadrados de 0,04 m²), con los cuales se hicieron las estimaciones de presencia y coberturas de las especies que queden dentro del marco. Cuando las muestras no pueden ser identificadas en campo, se procede a tomar fotografías *in situ*.



Fotografía 3. Estimación de cobertura de macrófitas en campo

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.

4.4.1.5 Peces

Para la recolecta de peces se realizaron capturas de individuos mediante uso de diferentes artes de pescas (atarrayas y trasmallo). Las jornadas de pesca tuvieron esfuerzos de captura de 10 a 20 lances de atarraya por punto de monitoreo. La revisión de trasmallo se llevó a cabo siempre y cuando se encontraron pescadores mientras se llevaba a cabo el monitoreo, y se registró solo la presencia de las especies. Durante las faenas de pesca los peces capturados, fueron depositados en recipientes con agua hasta terminar la faena de muestreo, esto para evitar la recaptura. Culminada la faena de muestreo se identificaron In situ hasta el nivel taxonómico más bajo posible y los individuos fueron devueltos con vida al agua. Posteriormente, representantes de cada morfoespecie fueron fotografiados, con el fin de registrar la coloración en vivo.

El procedimiento para toma y procesamiento de muestras de peces interno de SERAMBIENTE S.A.S, indica que los organismos deben ser identificados en campo, hasta la categoría taxonómica más baja posible, o su nombre común. De igual forma, se tomaron fotografías y son reportadas al personal de laboratorio para corroborar la información.



Fotografía 4. Biólogo de campo con red de realizando la toma de muestra de peces.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.



4.4.2 Etapa de laboratorio

Los métodos empleados para el análisis se describen en la **Tabla 22**.

Tabla 22. Listado de los métodos empleados para el análisis de las muestras

Parámetro	Método analítico
Fitoplancton	SM.10200 F.
Zooplancton	SM.10200 G.
Plancton	SM.10200 F. G
Perifiton	SM.10300 C.
Macroinvertebrados bentónicos	SM.10500 C, D.
Macrófitas	SM. 10400 B y D.
Peces	SM. 10600 B y C.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.

El análisis en laboratorio se realizó teniendo en cuenta los siguientes procedimientos internos de SERAMBIENTE S.A.S:

- PO-PSM-33 Procedimientos de control de calidad para variables hidrobiológicas.
- PO-PSM-40 Procedimiento para determinación taxonómica y cuantificación de muestras de plancton.
- PO-PSM-41: Procedimiento para la determinación taxonómica y cuantificación de muestras de perifiton.
- PO-PSM-42: Procedimiento para determinación taxonómica y cuantificación de muestras de macroinvertebrados bentónicos.

4.4.2.1 Plancton

La identificación y conteo de fitoplancton y zooplancton se realizó mediante microscopía óptica sobre una cámara de SEDGEWICK–RAFTER. La muestra preservada y almacenada se homogenizó para separar las partículas que se encontraran generando cúmulos, luego con la ayuda de una micropipeta se depositó aproximadamente 1 mL en la cámara y se instaló en el microscopio invertido marca AmScope, para su conteo e identificación se usaron objetivos de 4X, 10X, 25X Y 40X. Se usaron iconografías y descripciones especializadas para la determinación taxonómica. Los datos de conteo se registraron en el formato “planilla de registro de taxones, conteo y recuento de



parámetros hidrobiológicos”. Se tomaron fotografías de los organismos como evidencia del procedimiento.

La identificación taxonómica se realizó empleando iconografías y descripciones especializadas para su determinación taxonómica:

○ **Fitoplancton**

Bourelly (1966, 1968, 1985); Prescott *et al.* (1982); Strebel y Krauter (1988); Huber-Pestalozzi (1961; 1983), Ramírez (2000); la clasificación taxonómica fue confirmada con ayuda de Algaebase.

○ **Zooplancton**

Koste (1978), Gaviria (2000), Reid (1995), Elías (2008) la clasificación taxonómica fue confirmada con ayuda de ITIS (Integrated Taxonomic Information System).

4.4.2.2 Perifiton

La identificación y conteo de perifiton se llevó a cabo mediante la utilización de la cámara SEDGWICK-RAFTER. La muestra preservada y almacenada proveniente del raspado *in-situ* de algún sustrato en campo se homogeniza para separar partículas que se encuentren formando cúmulos, luego con la ayuda de una micropipeta se depositó aproximadamente 1mL en la cámara y se instaló en el microscopio invertido marca AmScope, para su conteo e identificación se usaron objetivos de 4X, 10X, 25X y 40X. Se usó iconografías y descripciones especializadas para la determinación taxonómica. Los datos de conteo se registraron en el formato “planilla de registro de taxones, conteo y recuento de parámetros hidrobiológicos”. Se tomaron fotografías de los organismos como evidencia del procedimiento de análisis de las muestras.

Entre la bibliografía usada para la identificación de especies se encuentran Stevenson *et al.* (1996), Moura (1997), Hoagland *et al.* (1982), Moreno-Rodriguez (2017), entre otros.



4.4.2.3 Macroinvertebrados bentónicos

Los organismos capturados y fijados se determinaron a nivel de familia, usando un estereomicroscopio 50x Zoom. Para la determinación taxonómica se emplearon claves y descripciones taxonómicas especializadas: Roldán (1996); Angrisano *et al.* (2001), Salazar-Vallejo *et al.* (1988), Diaz y Puyana (1994), Moreno-Rodriguez, 2017.

4.4.2.4 Macrófitas

Se identificó la presencia o ausencia de plantas *in situ*, ayudados de claves e ilustraciones taxonómicas, para su identificación tales como Kahn *et al.* (1993), la guía identificación y caracterización de grupos biológicos del instituto Humboldt–Fundación Omacha (2015). Cuando se observan macrófitas su verificación se realiza teniendo en cuenta la información que reposa en la página web del herbario de la universidad nacional.

4.4.2.5 Peces

La corroboración de la identificación de las especies observadas, registradas y capturadas *in situ* se realizó empleando diversas claves y guías para peces: Eigenmann (1922), Schultz (1944), Miles (1947), Dahl (1971), Géry (1977), Nelson (1984), Maldonado-Ocampo *et al.* (2005), Buitrago (2007), Maldonado-Ocampo *et al.* (2008), INCODER (2007), Montoya-López (2013) entre otros.



4.5 Análisis de información

Los datos de Comunidades Hidrobiológicas se organizaron por especies en una matriz empleando el programa Microsoft Excel para Windows 2019, donde se registraron las densidades obtenidas teniendo en cuenta el punto de monitoreo. A partir de estas se construyeron gráficos a fin de establecer el aporte a la densidad por parte de los diferentes grupos taxonómicos y su distribución en el área de estudio.

Posteriormente, se calcularon índices ecológicos que permitieron confluir un gran número de variables bióticas (especies-morfoespecies) y datos en un solo valor característico para una comunidad. Para esto se utilizó el programa estadístico Past versión 3.0, determinando la riqueza de Margalef (d), uniformidad de Pielou (J'), dominancia (D) y diversidad de Shannon (H' bits) detallados en la **Tabla 23**.

Tabla 23. Índices ecológicos

Índices	Concepto	Formula	Variables	Rango
Equidad de Pielou (J')	Mide la proporción de la diversidad observada con la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001), indica la uniformidad de las especies una muestra, donde los valores más cercanos a uno muestran mayor uniformidad.	$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$	J': Índice de Pielou H': Índice de Shannon-Wiener.	0–1
Dominancia de Simpson (D)	Mide la probabilidad de que dos individuos de una muestra tomados al azar sean de la misma especie, está influenciado por las especies más dominantes (Moreno, 2001). Los valores más cercanos a uno indican la dominancia de una o dos especies.	$D_s = \frac{\sum N(n-1)}{N(N-1)}$	D: Índice de Simpson. n: Número de individuos de la especie i. N: Número total de individuos.	0–1
Índice de Shannon Wiener (Diversidad)	Tiene en cuenta la igualdad en el número de organismos por especie (abundancia), un sistema es más diverso cuanto mayor sea la igualdad en las abundancias. X<1,5, Aguas muy contaminadas; 1,5<X<3,	$H' = -\sum p_i \ln(p_i)$ $p_i = \frac{N_i}{N}$	H': Índice de Shannon-Wiener. Pi: Abundancia relativa de la especie i. Ni: Número de individuos	0–5 Con algunas excepciones supera el valor máximo



Índices	Concepto	Formula	Variables	Rango
	Aguas ligeramente contaminadas. $3 < X$, Aguas muy limpias (Moreno, 2001).		de la especie i. N: Número total de especies.	
Índice de Margalef ($D\alpha$)	Es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Margalef, 1969)	$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$	S = número de especies N = número total de individuos	$D\alpha < 2$ = zonas de baja biodiversidad $D\alpha > 5$ = Zonas alta biodiversidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.



5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Cuenca Río Magdalena

5.1.1 Ciénaga Mesolandia

5.1.1.1 Fitoplancton

El término fitoplancton hace referencia a la comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores (microalgas y cianobacterias) que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua de lagos, río y océanos, algunas especies son heterotróficas por cortos periodos, como los dinoflagelados y euglenoideos (Reynolds, 1984; Kilham & Hecky, 1988). El fitoplancton constituye un componente importante en las redes tróficas, siendo productores primarios y sustentando desde el zooplancton hasta grandes peces depredadores; durante la fotosíntesis se genera oxígeno que es aprovechado en la respiración de muchos organismos. El fitoplancton también ha sido utilizado como un buen indicador de la calidad del agua en relación con la eutrofización, contaminación térmica, contaminación orgánica y cambios en la mineralización del agua (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

En la ciénaga Mesolandia, la comunidad fitoplanctónica estuvo representada por cincuenta y cinco (55) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en seis (6) phylum, siete (7) clases, doce (12) órdenes y diecinueve (19) familias, cuya clasificación taxonómica se compila en **Tabla 24**.

En cuanto a la riqueza las Euglenozoa presentó la mayor riqueza, con veinte y dos morfoespecies (22), lo que representó el 40%). Las euglenas se encuentran en aguas dulces asociadas con aguas de baja calidad asociadas a polución orgánica como tanques de efecto invernadero, canales de drenaje agrícola, estanques y lagos ácidos (Escobar et al., 2013), algunos de sus componentes del género *Euglena* como *E. acus* son indicadoras de betamesosaprobiedad o contaminación moderada (De la Lanza et al., 2000). Las algas del phylum Chlorophyta aportaron el segundo mayor aporte a la riqueza con veintiún (21) morfoespecies, correspondiendo a 38,18%; las cianobacterias aportaron el 14,55%



lo que ubicó a Bacillariophyta 3,64%, Ochrophyta y Miozoa como los menores representados, con tan solo una (1) morfoespecie (1,82%) cada uno

Tabla 24. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga Mesolandia.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Arthrospira sp</i>	
			Oscillatoriaceae	<i>Planktothrix sp</i>	
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp</i>	
		Chroococcales	Gomphosphaeriaceae	<i>Cylindrospermopsis sp</i>	
			Synechococcaceae	<i>Gomphosphaeria sp</i>	
		Synechococcales	Coelosphaeriaceae	Synechococcaceae	<i>Epigloeosphaera sp</i>
				Leptolyngbyaceae	<i>Coelosphaerium sp</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Leptolyngbya sp1</i>	
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Nitzschia sp2</i>	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Melosira sp1</i>	
				<i>Desmodesmus opolensis</i>	
				<i>Desmodesmus denticulatus</i>	
				<i>Desmodesmus pectinatus</i>	
				<i>Desmodesmus sp2</i>	
				<i>Desmodesmus sp3</i>	
				<i>Scenedesmus quadricauda</i>	
				<i>Scenedesmus ecornis</i>	
				<i>Scenedesmus arvenensis</i>	
				<i>Tetrastum sp</i>	
		Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus sp1</i>		
			<i>Ankistrodesmus sp2</i>		
			<i>Selenastrum sp2</i>		
			<i>Selenastrum sp3</i>		
		Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>		
			<i>Pediastrum sp1</i>		
		Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Tetraëdron sp2</i>	
<i>Tetraëdron sp3</i>					
<i>Tetraëdron lobolatum</i>					
Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>				
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum hantzschii</i>		
			<i>Micractinium sp1</i>		
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Strombomonas ensifera</i>	
				<i>Strombomonas sp1</i>	
				<i>Trachelomonas armata</i>	
				<i>Trachelomonas hispida</i>	
				<i>Trachelomonas sp1</i>	
				<i>Trachelomonas sp2</i>	
<i>Euglena sp1</i>					



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Euglena sp2</i>
				<i>Euglena sp4</i>
				<i>Euglena sp5</i>
			Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis ovum</i>
				<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Lepocinclis sp2</i>
				<i>Lepocinclis sp3</i>
				<i>Phacus pleuronectes</i>
				<i>Phacus tertus</i>
				<i>Phacus longicauda</i>
				<i>Phacus sp1</i>
				<i>Phacus sp2</i>
				<i>Phacus sp3</i>
				<i>Phacus sp4</i>
Miozoa	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	<i>Gymnodinium sp1</i>
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Sciadaceae	<i>Centrtractus sp</i>
6	7	12	19	55

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La **Tabla 25** recopila las densidades y abundancias relativas de las morfoespecies reportadas para la ciénaga. En el punto de muestreo P1 las más abundantes fueron las Cianobacterias *Plaktothrix sp* y *Leptolyngbya sp* con (8240 ind/L) y (2840 ind/L) respectivamente, en el punto P2 al igual que en P1 las Cianobacterias realizaron los mayores aportes con *Arthrospira sp* y *Leptolyngbya sp* con 10880 ind/l y 4560 ind/L respectivamente, en el punto de muestreo P1 también se destaca la morfoespecie *Gymnodinium sp1* (Miozoa) con un aporte de 1140 ind/L y la Chlorophyta *Ankistrodesmus sp2* con 1100 ind/L, en P2 las morfoespecies del phylum Euglonozoa *Lepocinclis ovum* y *Lepocinclis sp2* con 1140 ind/L y 1020 ind/L respectivamente y la Chlorophyta *Ankistrodesmus sp2* con 1360 ind/L, éstas tienen una organización colonial varía desde formas que originan asociaciones laxas como *Ankistrodesmus*, hasta formas fuertemente asociadas a manera de cenobios, como ocurre en el género *Scenedesmus* (Roldan y Ramírez, 2008) el cual se registran en la ciénaga.



Tabla 25. Densidad (Ind/l) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Mesolandia.

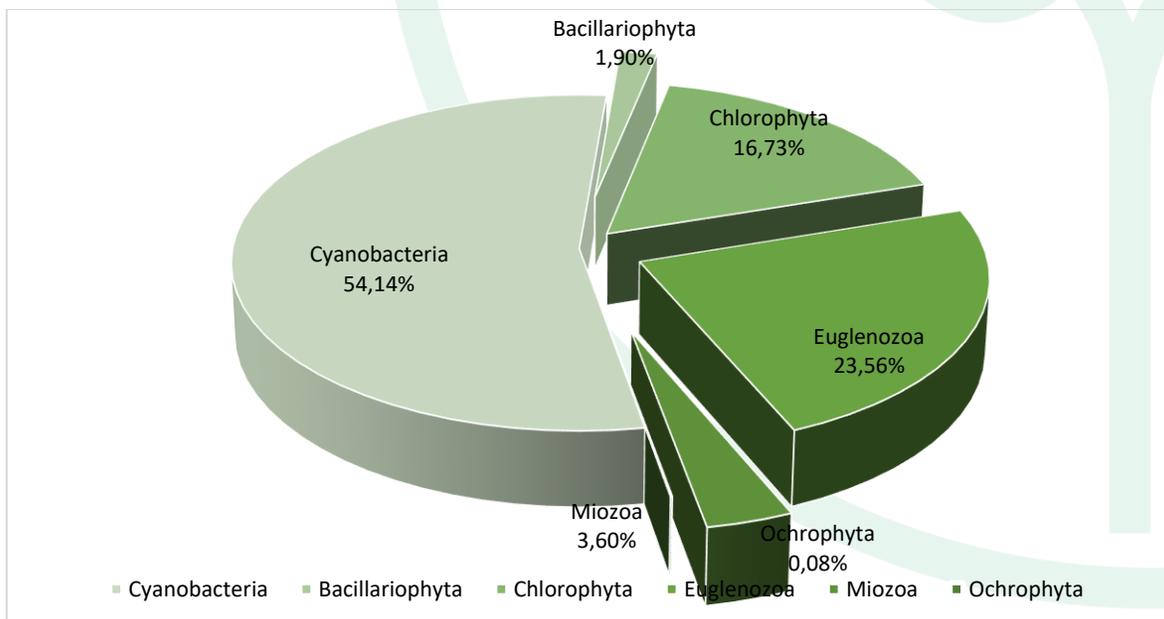
Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Arthrospira sp</i>	120	10880	0,52	36,71
<i>Planktothrix sp</i>	8240	220	35,70	0,74
<i>Raphidiopsis sp</i>	0	100	0,00	0,34
<i>Cylindrospermopsis sp</i>	0	260	0,00	0,88
<i>Gomphosphaeria sp</i>	160	260	0,69	0,88
<i>Epigloeosphaera sp</i>	280	420	1,21	1,42
<i>Coelosphaerium sp</i>	80	120	0,35	0,40
<i>Leptolyngbya sp1</i>	2840	4560	12,31	15,38
<i>Nitzschia sp2</i>	220	0	0,95	0,00
<i>Melosira sp1</i>	560	220	2,43	0,74
<i>Desmodesmus opolensis</i>	0	40	0,00	0,13
<i>Desmodesmus denticulatus</i>	60	180	0,26	0,61
<i>Desmodesmus pectinatus</i>	460	320	1,99	1,08
<i>Desmodesmus sp2</i>	0	60	0,00	0,20
<i>Desmodesmus sp3</i>	0	100	0,00	0,34
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	40	100	0,17	0,34
<i>Scenedesmus ecornis</i>	60	20	0,26	0,07
<i>Scenedesmus arvenensis</i>	80	300	0,35	1,01
<i>Tetrastum sp</i>	20	100	0,09	0,34
<i>Ankistrodesmus sp1</i>	0	100	0,00	0,34
<i>Ankistrodesmus sp2</i>	1100	1360	4,77	4,59
<i>Selenastrum sp2</i>	140	80	0,52	0,13
<i>Selenastrum sp3</i>	0	120	0,00	0,27
<i>Pediastrum duplex</i>	120	40	0,61	0,27
<i>Pediastrum sp1</i>	0	80	0,00	0,40
<i>Tetraëdron sp2</i>	620	780	0,87	0,34
<i>Tetraëdron sp3</i>	0	260	3,29	2,02
<i>Tetraëdron lobolatum</i>	40	0	2,69	2,63
<i>Eudorina sp</i>	220	160	0,00	0,88
<i>Actinastrum hantzschii</i>	200	100	0,17	0,00
<i>Micractinium sp1</i>	760	600	0,95	0,54
<i>Strombomonas ensifera</i>	440	180	1,82	2,70
<i>Strombomonas sp1</i>	0	60	3,03	3,85
<i>Trachelomonas armata</i>	40	0	0,00	0,54
<i>Trachelomonas hispida</i>	120	220	2,60	3,44
<i>Trachelomonas sp1</i>	80	140	0,00	0,61
<i>Trachelomonas sp2</i>	0	100	1,91	0,61
<i>Euglena sp1</i>	280	420	0,00	0,20
<i>Euglena sp2</i>	760	600	0,17	0,00
<i>Euglena sp4</i>	760	900	0,52	0,74
<i>Euglena sp5</i>	180	0	0,35	0,47
<i>Lepocinclis acus</i>	420	800	0,00	0,34
<i>Lepocinclis ovum</i>	700	1140	1,21	1,42



Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Lepocinclis sp1</i>	0	160	3,29	2,02
<i>Lepocinclis sp2</i>	600	1020	3,29	3,04
<i>Lepocinclis sp3</i>	0	180	0,78	0,00
<i>Phacus pleuronectes</i>	380	240	1,65	0,81
<i>Phacus tertus</i>	60	40	0,26	0,13
<i>Phacus longicauda</i>	300	200	1,30	0,67
<i>Phacus sp1</i>	120	80	0,52	0,27
<i>Phacus sp2</i>	0	220	0,00	0,74
<i>Phacus sp3</i>	240	140	1,04	0,47
<i>Phacus sp4</i>	0	100	0,00	0,34
<i>Gymnodinium sp1</i>	1140	760	4,94	2,56
<i>Centrtractus sp</i>	40	0	0,17	0,00
Total	23080	29640	100	100

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

El Phylum Cyanobacteria presentó la mayor abundancia con el 53,14% de la densidad total, Las Euglenozoa aportaron la segunda mayor aporte a la densidad con 23,5%, seguida por la Chlorophytas con el 16,7%; los menores porcentajes de densidad fueron para Bacillariophyta 3,64%, Ochrophyta y Miozoa como los menores representados, con tan solo una (1) morfoespecie (1,82%) cada uno (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

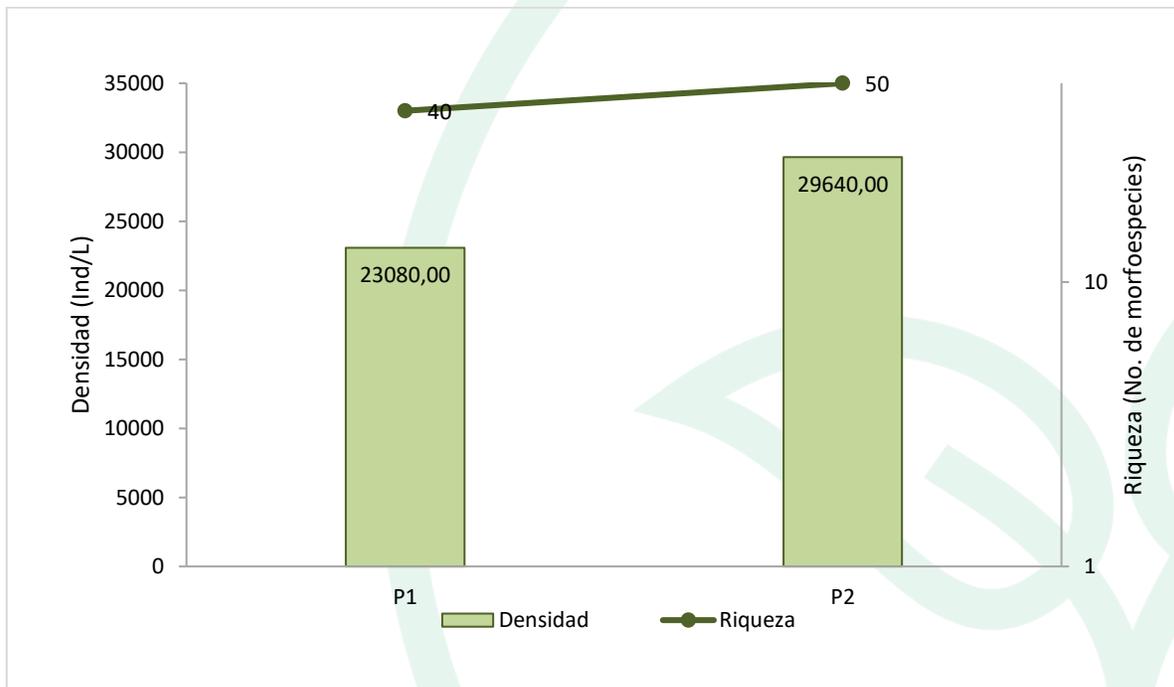


Gráfica 1 Contribución porcentual de los phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga Mesolandia.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



La distribución de morfoespecies (**Gráfica 2**) no presentó variación espacial marcada, ya que los dos puntos monitoreados reportaron valores cercanos (40 y 50 morfoespecies). La densidad del fitoplancton en la ciénaga, osciló entre 23080 Ind/L en P1 y 29640 Ind/L con una diferencia numérica baja.

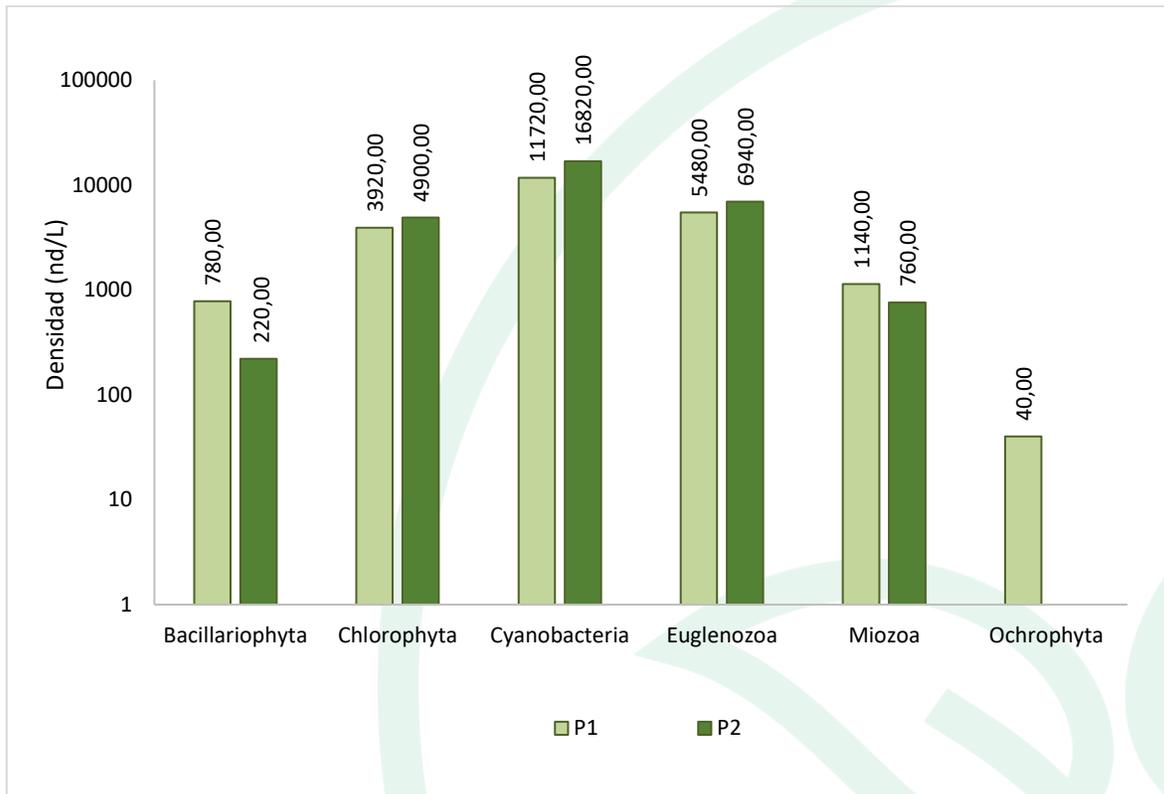


Gráfica 2. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga Mesolandia.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La distribución espacial de la densidad (**Gráfica 3**) se comportó de manera similar a la composición general, las Cianobacterias proliferaron en los puntos de muestreos analizados en P1 y P2 con 11720 y 16820 Ind/L respectivamente. Las restantes divisiones presentaron sus mayores aportes en P1 especialmente las Ochrophyta con presencia exclusivas en el punto.





Gráfica 3. Contribución de los phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga Mesolandia.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplanctónica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 26**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga Mesolandia presenta una diversidad media, con un valor máximo de Shannon de 2,65 nats, una distribución homogénea de las abundancias entre las especies, con equitatividad media (J'). El índice de dominancia presentó valores moderados ($\lambda = 0,72$ a $0,68$) el índice de Margalef indicó una diversidad media dado que sus valores fueron inferiores a 3, propios de zonas de baja diversidad (Margalef 1995).

Tabla 26. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton en la ciénaga de Mesolandia.

Índice	P1	P2
Taxa_S	40	50
Individuals	23080	29640
Margalef	3,88	4,76
Equitability_J	0,72	0,68
Shannon_H	2,65	2,65
Dominance_D	0,16	0,17

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



5.1.1.2 Zooplancton

En la ciénaga Mesolandia, la comunidad de zooplancton estuvo representada por diecinueve (19) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en cuatro (4) phyla, seis (6) clases, siete (7) órdenes y once (11) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada **Tabla 27**.

Tabla 27. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Mesolandia

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1 Larva Nauplio Cyclopoida
	Ostracoda	-	-	Ostracoda morfo 1
Gastrotricha	-	Chaetonotida	Chaetonotidae	<i>Chaetonotus</i> sp
Protozoa	Heliozoa	Centrohelida	Acanthocistidae	<i>Vorticella</i> sp
	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia</i> sp
Rotifera	Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp
			Testudinellidae	<i>Testudinella</i> sp
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>
				<i>Brachionus falcatus</i>
				<i>Brachionus havanaensis</i>
				<i>Brachionus</i> sp
				<i>Brachionus</i> sp1
				<i>Brachionus</i> sp2
				<i>Keratella americana</i>
		Gatropodidae	<i>Ascomorpha</i> sp	
		Lecanidae	<i>Lecane leontina</i>	
<i>Lecane</i> sp				
Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> sp			
4	6	7	11	19

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La morfoespecie con mayor densidad en los dos puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga Mesolandia fue *Brachionus* sp con 195,75 Ind/L en el P1 y 297,00 Ind/L en el P2, representando el 34,66 y 41,25% respectivamente (**Tabla 28**). Los organismos del género *Brachionus* han sido considerados como tolerantes a algunos contaminantes (Sládecek, 1983), los organismos del género *Brachionus* se encuentran típicamente en aguas duras y alcalinas y puede predominar en ambientes mesotróficos o eutróficos (Carvalho, 1983).



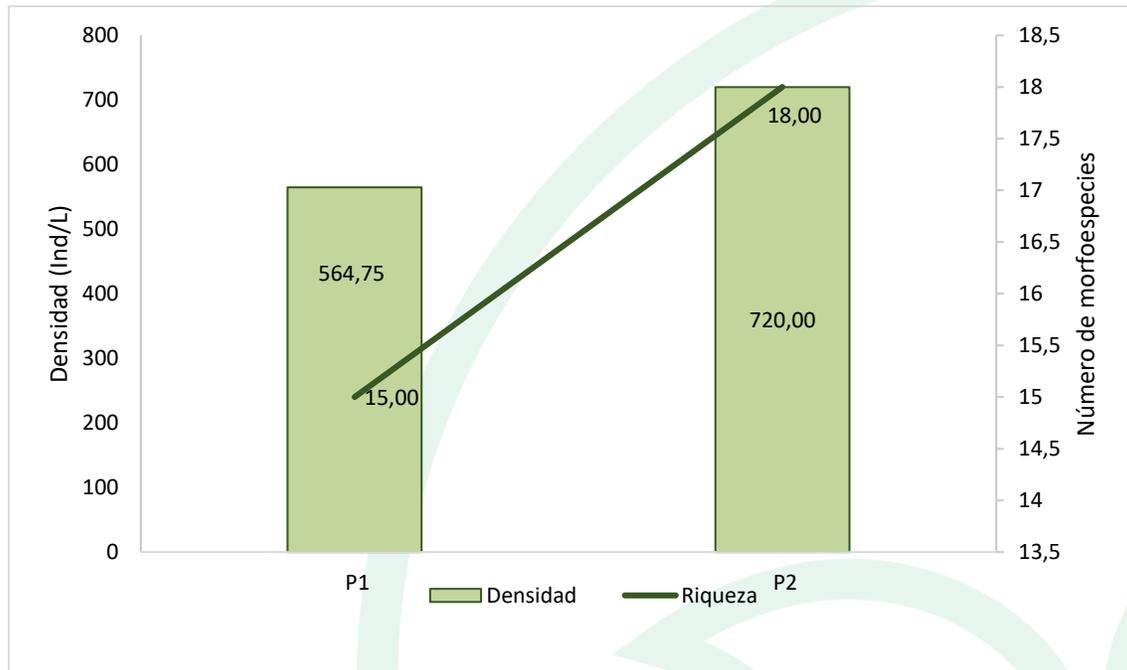
Tabla 28. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Mesolandia

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Ascomorpha</i> sp	29,25	13,50	5,18	1,88
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,00	63,00	0,00	8,75
<i>Brachionus falcatus</i>	36,00	24,75	6,37	3,44
<i>Brachionus havanaensis</i>	0,00	38,25	0,00	5,31
<i>Brachionus</i> sp	195,75	297,00	34,66	41,25
<i>Brachionus</i> sp1	27,00	0,00	4,78	0,00
<i>Brachionus</i> sp2	6,75	0,00	1,20	0,00
<i>Chaetonotus</i> sp	2,25	4,50	0,40	0,63
Cyclopoida morfo 1	15,75	0,00	2,79	0,00
<i>Diffugia</i> sp	22,50	0,00	3,98	0,00
<i>Filinia</i> sp	33,75	40,50	5,98	5,63
<i>Keratella americana</i>	63,00	63,00	11,16	8,75
Larva Nauplio Cyclopoida	29,25	51,75	5,18	7,19
<i>Lecane leontina</i>	0,00	4,50	0,00	0,63
<i>Lecane</i> sp	11,25	31,50	1,99	4,38
Ostracoda morfo 1	4,50	2,25	0,80	0,31
<i>Polyarthra</i> sp	85,50	81,00	15,14	11,25
<i>Testudinella</i> sp	0,00	4,50	0,00	0,63
<i>Vorticella</i> sp	2,25	0,00	0,40	0,00
Total general	564,75	720,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El zooplancton en la ciénaga Mesolandia obtuvo una densidad total de 1274,85 Ind/L y ésta fue mayor en el punto de monitoreo P2 con 720,00 Ind/L; en cuanto a la riqueza presentó un comportamiento similar a la densidad, registrando su valor más alto en P2 con 18 morfoespecies (Gráfica 4).



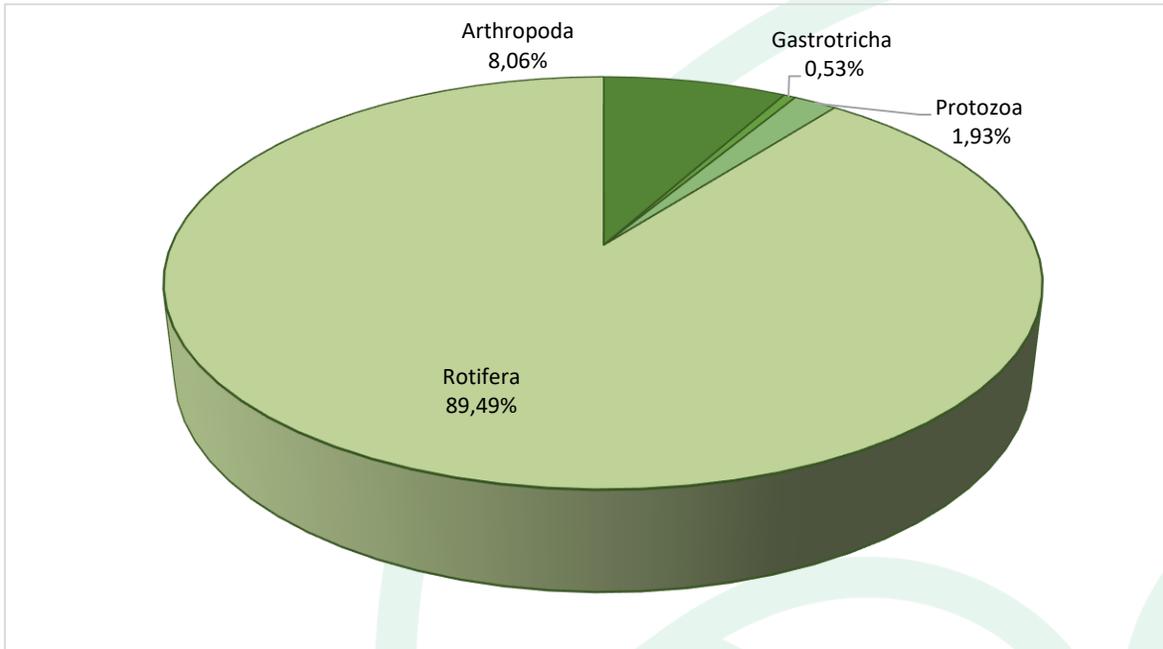


Gráfica 4. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en la ciénaga Mesolandia

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto a la contribución de la densidad por phylum se reportó a Rotífera como el más representativo con 89,49% del total de las densidades seguido de Artrópoda con 8,06% y los menos representativos fueron Protozoa y Gastrotricha con 1,93% y 0,53% respectivamente (**Gráfica 5**).



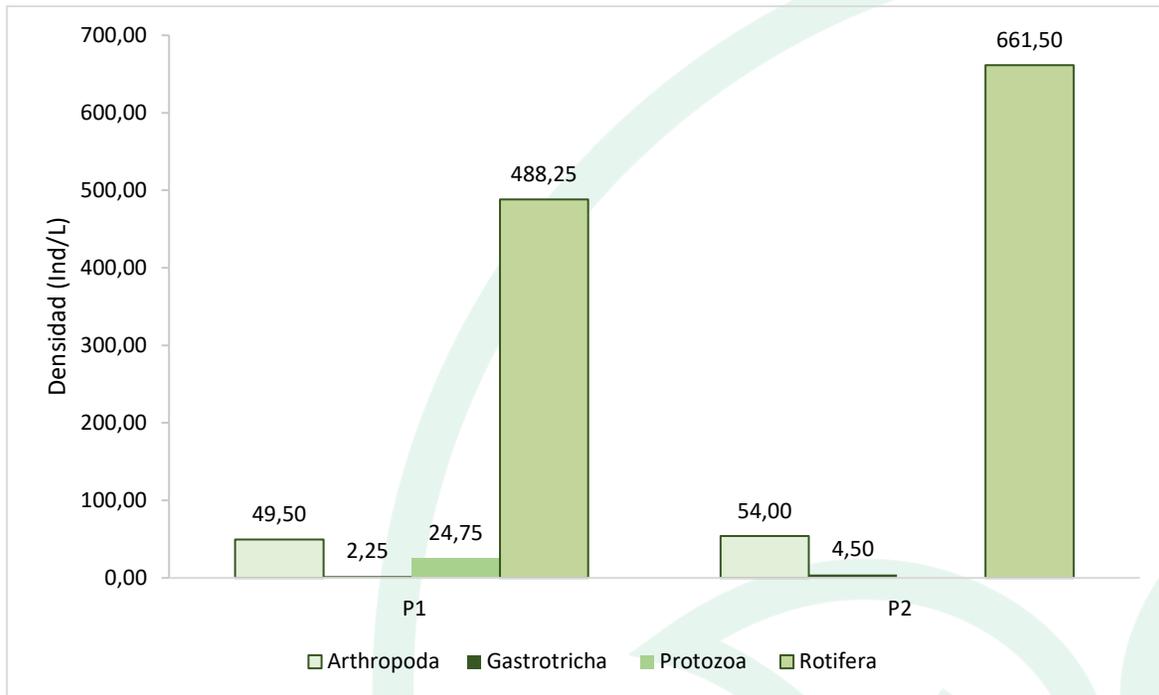


Gráfica 5. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Mesolandia

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto a la distribución de los phyla en los puntos de monitoreo; Rotifera, Artrópoda y Gastrotricha se presentaron en los dos puntos de monitoreo, siendo el primero el más representativo en cada punto. El phylum Protozoa solo se reportó en P1 (**Gráfica 6**).





Gráfica 6. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en la ciénaga Mesolandia

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Los valores de Shannon-Wiener fueron bajos e inferiores a dos (2) en el P2, estando relacionado con sistemas de diversidad relativamente baja con efectos de la contaminación, ya que la presencia de una gran variedad de individuos está directamente relacionada con la disponibilidad y amplitud de los recursos (Roldán y Ramírez, 2008); valores superiores a dos (2) como en el caso de P1, indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos; la equidad fue moderadamente alta y congruente con la dominancia. Con respecto a los valores obtenidos para la riqueza específica descrita por el índice de Margalef, los resultados aquí calculados fueron medios, ya que valores inferiores a 2 son considerados como zonas de baja riqueza específica y valores por encima de 5 como de alta riqueza (Tabla 29).

Tabla 29. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton de la ciénaga Mesolandia

Índice	P1	P2
Taxa_S	15	14
Individuals	251	320
Dominance_D	0,17	0,21



Índice	P1	P2
Shannon_H	2,13	1,98
Margalef	2,53	2,25
Equitability_J	0,78	0,75

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.1.3 Perifiton

Wetzel (1983) define al perifiton como la compleja comunidad de microorganismos adheridas a un sustrato sumergido que puede ser orgánico o inorgánico, vivo o muerto, natural o artificial. En cuerpos de agua, tanto lénticos como lóticos. Esta comunidad, también llamada 'biofilm' esta formada mayoritariamente por individuos sésiles que presentan ciclos de vida cortos (algas, bacterias, hongos, animales). Los atributos estructurales del perifiton como la biomasa y la diversidad sirven como indicadores de la calidad del agua y, los funcionales como el metabolismo y las interacciones de la red alimentaria son medida integrada a largo plazo de la función del ecosistema, que permiten comparaciones históricas con conjuntos de datos registrados previamente (Burns & Ryder 2001).

En la ciénaga Mesolandia, La comunidad perifítica estuvo representada por catorce (14) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en cuatro phylum, cinco clases, diez (10) órdenes y doce (12) familias, cuya clasificación taxonómica se compila en **Tabla 30**

Tabla 30. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga Mesolandia.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp3
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp1
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp1
			Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp1
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp1
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp1
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp1
				<i>Eunotia</i> sp3
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp2
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum</i> sp



Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Euglenidae	Euglena sp1
4	5	10	12	14

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La Tabla 31 recopila las densidades y abundancias relativas de las morfoespecies reportadas para la ciénaga. En el punto de muestreo P1 las más abundantes fueron *Synedra* sp1 (3126,76 Ind/cm²) y *Nitzschia* sp1 (900,55 Ind/cm²); En el punto P2, la morfoespecie más representativa *Navicula* sp1 (3340,94 Ind/cm²) estuvo acompañada por *Synedra* sp1 (458,81 ind/cm²). Una dominancia de las diatomeas puede estar asociada al estado eutrófico del sistema según Morales y Salazar (2012), En cuando a morfoespecies las pertenecientes a el género *Synedra*, al igual que *Navicula* son tolerantes a contenidos de sedimentos y conductividades altas (Bellinger & Sigeo, 2010) mientras las morfoespecies de *Nitzschia* junto a algunas especies de *Navicula*, del tipo móvil, se presentan en aguas de mala calidad (Farfan, 2016). La Cyanobacteria *Oscillatoria* sp3, tercera más abundante en cada punto, con 187,40 413,92 Ind/cm², puede crecer en condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008).

Tabla 31. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Mesolandia.

Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Cymbella</i> sp	0,00	19,39	0,00	0,43
<i>Eunotia</i> sp1	44,75	77,55	0,96	1,70
<i>Eunotia</i> sp3	83,90	122,78	1,81	2,70
<i>Gomphonema</i> sp1	5,59	51,70	0,12	1,13
<i>Gyrosigma</i> sp	0,00	19,39	0,00	0,43
<i>Navicula</i> sp1	0,00	3340,94	0,00	73,33
<i>Nitzschia</i> sp1	900,55	187,40	19,40	4,11
<i>Pinnularia</i> sp1	5,59	77,55	0,12	1,70
<i>Synedra</i> sp1	3126,76	458,81	67,35	10,07
<i>Actinastrum</i> sp	33,56	0,00	0,72	0,00
<i>Oedogonium</i> sp	0,00	12,92	0,00	0,28
<i>Scenedesmus</i> sp2	11,19	0,00	0,24	0,00
<i>Oscillatoria</i> sp3	413,92	187,40	8,92	4,11
<i>Euglena</i> sp1	16,78	0,00	0,36	0,00
Total	4642,60	4555,83	100,00	100,00

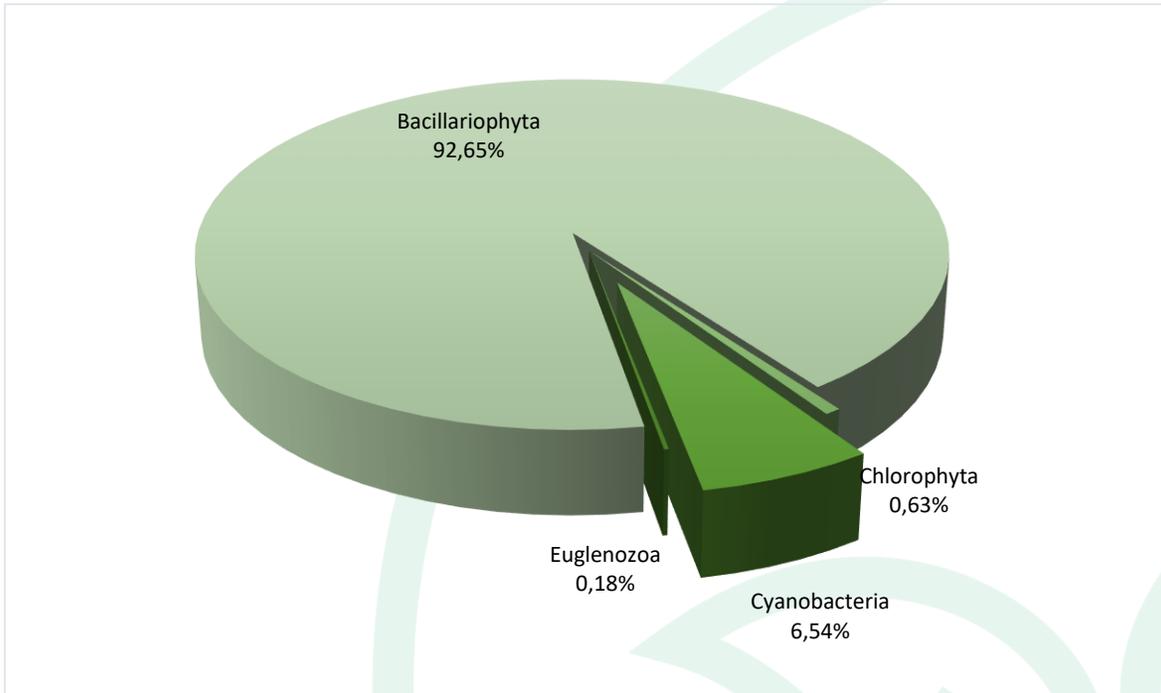
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



El Phylum Bacillariophyta o conocidas también como diatomeas presentó la mayor riqueza, con nueve morfoespecies, lo que representó el 64,29%, seguido de Chlorophyta con tres morfoespecies, correspondiendo a 21,43%; lo que ubicó a Cyanobacteria y Euglenozoa como los menores representados, con tan solo una (1) morfoespecie (7,14%) cada uno.

De forma general las Bacillariophyta presentaron las mayores contribuciones a la densidad total con un 92,65 % de los individuos. A las diatomeas le siguieron en orden de importancia las Cyanobacteria o algas verde-azules con un registro del 6,54% de los organismos, el aporte de Chlorophyta fue 0,63% y finalmente Euglenozoa constituyó el 0,18% del total. (**Gráfica 7**). La importancia ecológica de las diatomeas radica en varios puntos, el primero, Las diatomeas son las microalgas más abundantes en prácticamente todos los ecosistemas acuáticos, segundo las especies de diatomeas están estrechamente vinculadas a las características químicas de las aguas donde viven, creciendo en rangos particulares de variables ambientales, como pH, salinidad, concentración de nutrientes, sedimentos en suspensión por eso son utilizadas en la evaluación y monitoreo ambiental, Finalmente su cubierta celular silíceo no se descompone, por lo que las diatomeas de sedimentos pueden ser utilizadas para interpretar las condiciones pasadas (Liukkonen et al., 1997; Gabito et al., 2013).



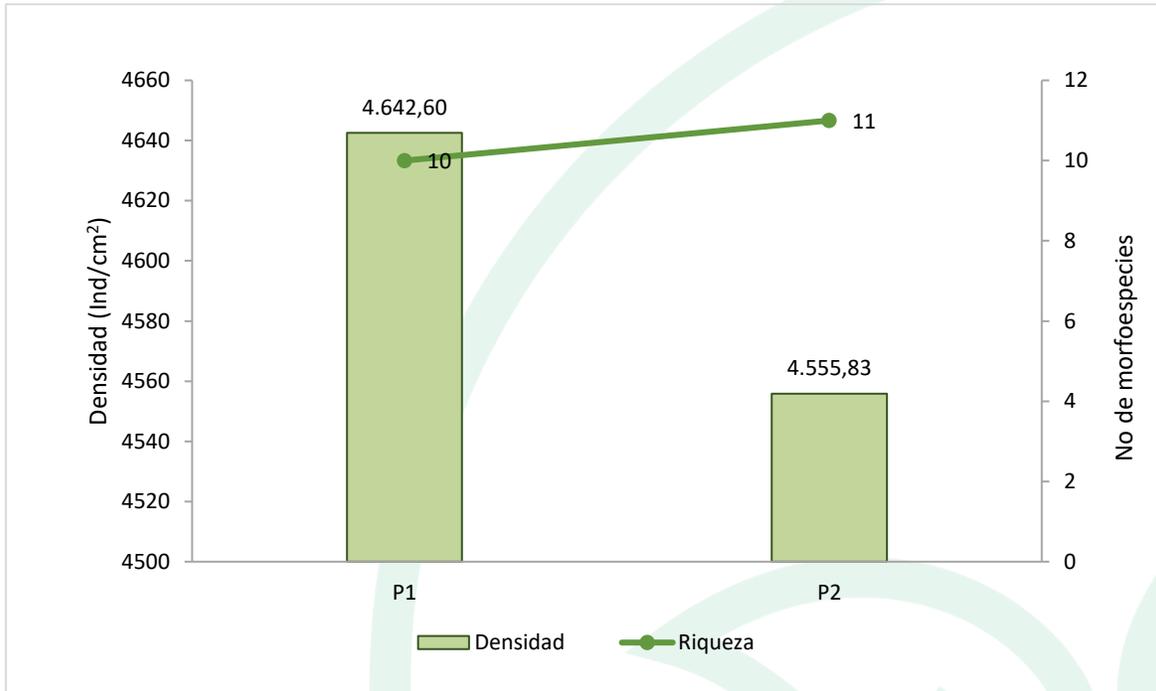


Gráfica 7. Contribución porcentual de los phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga Mesolandia.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La distribución espacial de morfoespecies (**Gráfica 8**) no presentó variación espacial marcada ya que los dos puntos monitoreados reportaron valores cercanos (10 y 11 morfoespecies). La densidad del perifiton en la ciénaga, osciló entre 4555,83 Ind/cm² en P2 y 4642,60 Ind/cm² con una diferencia numérica baja.



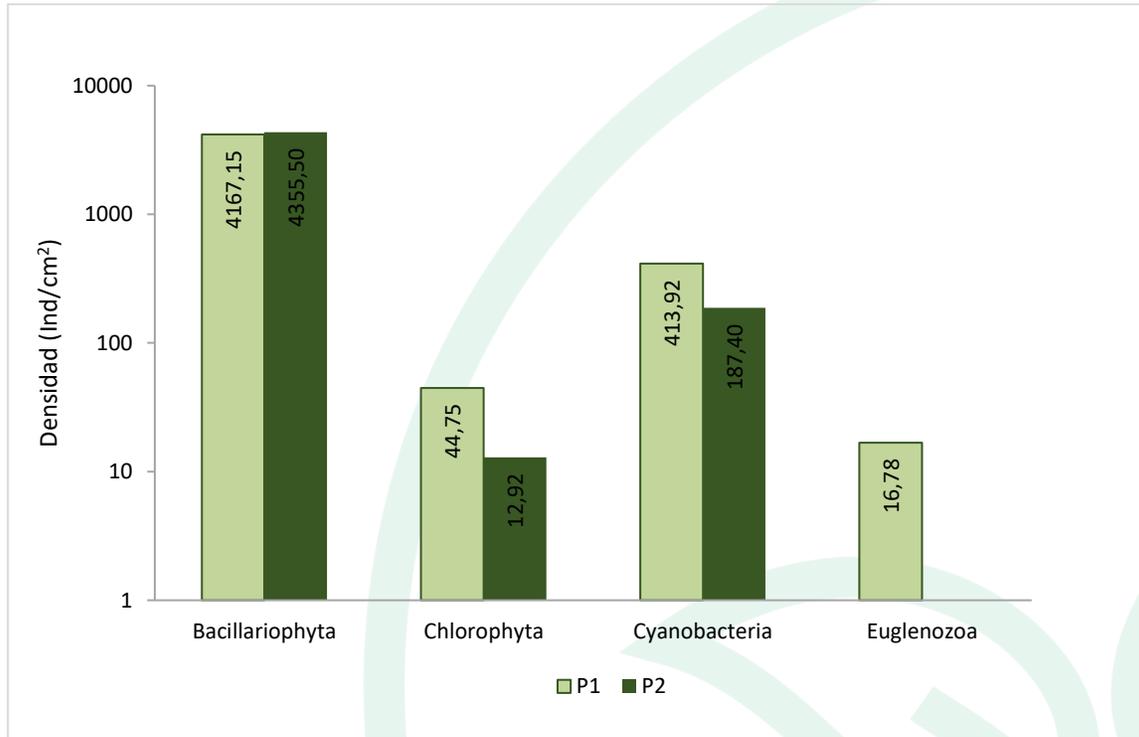


Gráfica 8. Densidad (Ind/cm²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga Mesolandia.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La distribución espacial de la densidad (Gráfica 9) se comportó de manera similar a la composición general, las Bacillariophyta proliferaron en los sustratos analizados en P1 y P2 con 4167,15 y 4355,5 Ind/cm² respectivamente. Las restantes divisiones presentaron sus mayores aportes en P1 especialmente las Euglenozoa con presencia exclusivas en el punto.





Gráfica 9. Contribución de los phyla de perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga Mesolandia.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la Tabla 32. Índices ecológicos aplicados al perifiton en la ciénaga de Mesolandia., los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga Mesolandia presenta una diversidad baja, con un valor máximo de Shannon de 1,07 nats, una distribución poco homogénea de las abundancias entre las especies, es decir, baja equitatividad (J'). El índice de dominancia presentó valores moderados ($D = 0,50$ a $0,55$) por las abundancias relativas de las morfoespecies *Synedra* sp1 que proporcionó el 67,35% de los individuos en P1 y *Navicula* sp1 que representó el 73,33 de la abundancia total en P2. Finalmente, el índice de Margalef indicó una baja diversidad dado que sus valores fueron inferiores a 2, propios de zonas de baja diversidad (Margalef 1995).

Tabla 32. Índices ecológicos aplicados al perifiton en la ciénaga de Mesolandia.

Indices	Puntos	
	P1	P2
Taxa_S	10,00	11,00
Individuals	4642,59	4555,83
Dominance_D	0,50	0,55



Indices	Puntos	
	P1	P2
Shannon_H	1,00	1,07
Margalef	1,07	1,19
Eqitability_J	0,44	0,45

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.1.4 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos comprenden aquellos organismos asociados al fondo de los ríos, lagos y ciénagas que por lo general son visibles al ojo humano ya que su tamaño es mayor a 0,3 mm de longitud. Son mayormente sedentarios y cumplen parte de su ciclo vital en el medio acuático (Termeus, *et al.*, 2012)., pertenecen a un grupo taxonómicamente muy diverso en el que se incluyen clases como la Insecta, Crustácea, Oligochaeta, Malacostraca, Turbellaria, Artrópodos, Arachnoidea y Mollusca, principalmente de insectos en su fase larvaria. Los macroinvertebrados juegan un papel importante en todos los procesos ecológicos de los sistemas acuáticos, son un enlace importante para la transferencia de energía a diversos niveles tróficos de las cadenas alimentarias acuáticas (Malmqvist, *et al.*, 2004), aceleran los procesos de descomposición de detritos y contribuyen al reciclaje de nutrientes (Hanson, *et al.*, 2010); además, consumen gran cantidad de algas y otros microorganismos asociados con el perifiton en los ríos o con el plancton en los lagos y, muchas veces, este consumo aumenta la productividad primaria, ya que se elimina el tejido poco productivo y se mineralizan los nutrientes (Allan y Castillo, 2007).

En la ciénaga Mesolandia, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos estuvo representada por cuatro (4) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en un phylum, igual número de clases, tres (3) órdenes y tres (3) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 33**.

Tabla 33. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga Mesolandia.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Biomphalaria sp</i>
		Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>
		Architaenioglossa	Ampullaridae	<i>Marisa cornuarietis</i>
				<i>Marisa sp</i>
1	1	3	3	4



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Biomphalaria sp y *Melanoides tuberculatus* fueron las morfoespecies de mayor abundancia en la ciénaga Mesolandia, con densidades de 155,56 Ind/m² y 3188,89 Ind/m² en P1 y P2 respectivamente. La última morfoespecie constituyó más del 90% de la abundancia relativa en los puntos monitoreados (Tabla 34). A *M. tuberculatus* se le puede encontrar en todo tipo de ambientes, desde ríos, quebradas, arroyos, caños, canales y otros sistemas lénticos naturales y artificiales, incluidos los embalses. Es un habitante común de aguas contaminadas con desechos de origen orgánico y eutrofizadas, resiste altos niveles de contaminación por lo que resulta en un buen indicador de condiciones de anoxia y algo de salinidad (Lasso, 2011). Esta especie es altamente móvil, consume desechos generados por los humanos y se adapta a diferentes entornos (CABI, 2018).

En cuanto a los caracoles de *Biomphalaria*, habita en pozos, charcas, bebederos, lagunas, estanques y canales de irrigación, con pH alcalino, aguas claras o ligeramente turbias, donde existe abundante vegetación acuática sumergida y/o flotante con sustrato fangoso rico en materia orgánica.

Tabla 34. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mesolandia.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Biomphalaria sp</i>	155,56	100,00	4,95	3,04
<i>Melanoides tuberculatus</i>	2944,44	3188,89	93,64	96,96
<i>Marisa cornuarietis</i>	44,44	0,00	1,41	0,00
<i>Marisa sp</i>	0,00	55,56	0,00	1,69
Total	3144,44	3344,44	100,00	100,00

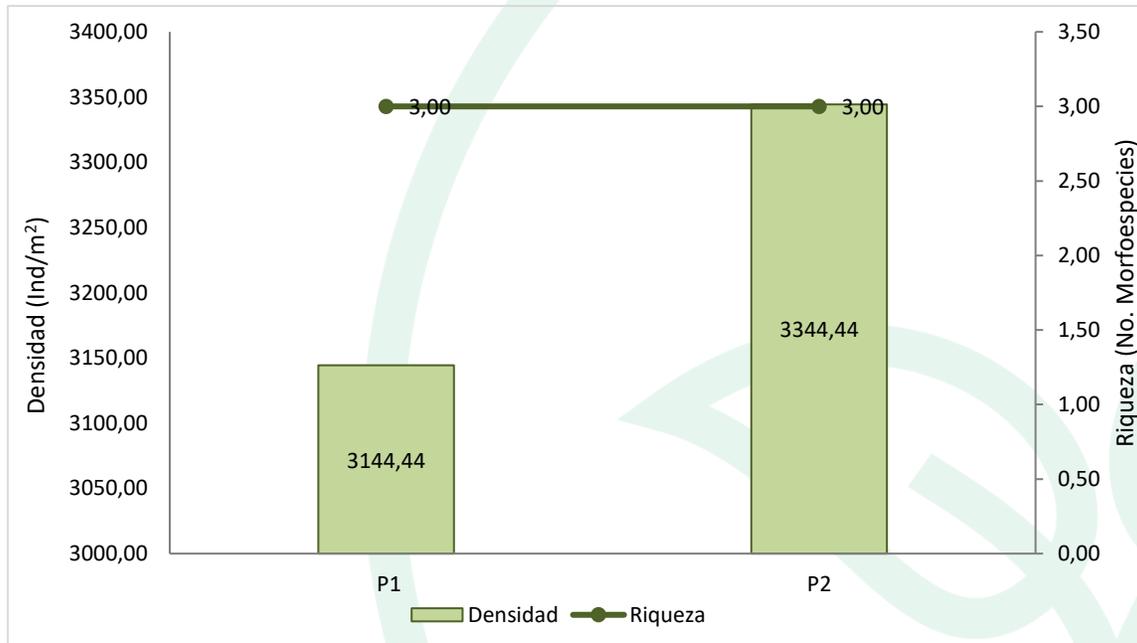
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La densidad de Macroinvertebrados bentónicos fue relativamente alta en la ciénaga, y su valor máximo fue registrado en P2 con 3344,44 Ind/m². La riqueza no presentó variación espacial ya que los dos puntos monitoreados reportaron tres morfoespecies (**Gráfica 10**). En general las diferencias observadas en la densidad betónica entre los puntos muestreados fueron bajas y éstas se encuentran explicadas por los aportes de *M. tuberculatus* y *Marisa sp* en P2, este último ausente en este punto.

La distribución de los macroinvertebrados en ecosistemas lenticos, se relaciona con la vegetación flotante, la cual constituye un sustrato y refugio para una gran diversidad de comunidades



bentónicas (Quiroz *et al.*,2010). De igual manera Ramírez y Viña (1998), resumen la importancia de las comunidades de macrófitas en cuanto a que confieren estabilidad al terreno, generan la vía trófica directa y la detritica, diversifica la vía trófica y constituye la base para el desarrollo de una abundante y diversa comunidad de organismos asociados.

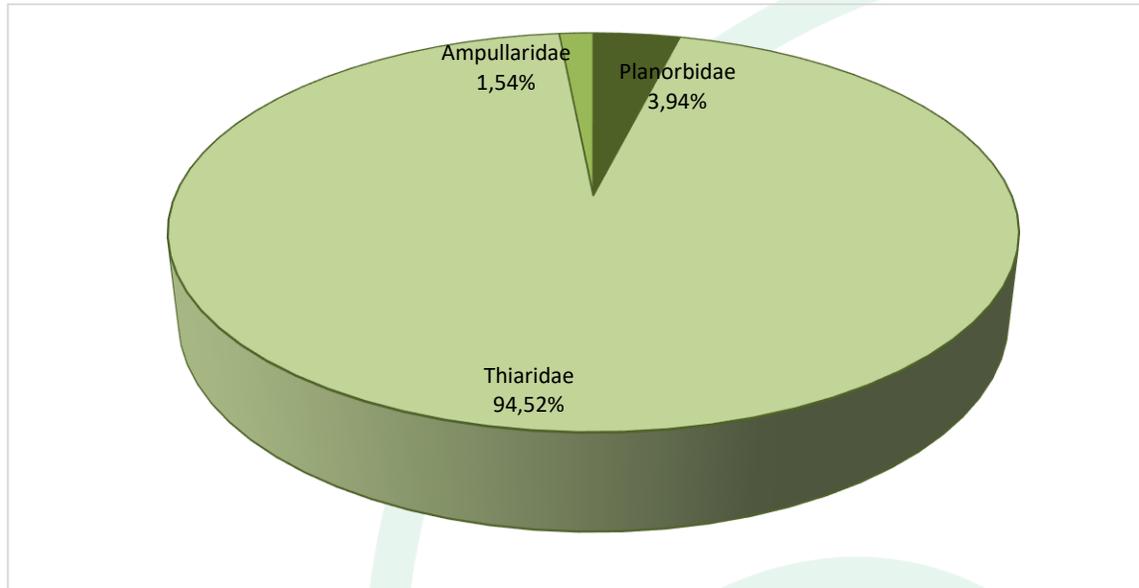


Gráfica 10. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mesolandia.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron caracterizadas por aportes de la familia Thiaridae, representados en un 94,52% del valor total, seguida de Planorbidae (3,94%) y Ampullaridae (1,54%) (**Gráfica 11**). La dominancia de estos taxones del phylum Mollusca no es sorprendente en ecosistemas como la ciénaga Mesolandia, que cuenta con un ambiente bentónico rico en materia orgánica y propicio para el establecimiento de estos organismos que utilizan el detritus como fuente de alimento. Wanganeo *et al.* (2011) señala que especies de Mollusca caracterizan a aguas alcalinas y fondos ricos en materia orgánica ya que éstas pueden sobrevivir en condiciones de oxígeno muy bajas (Sharma,1986).



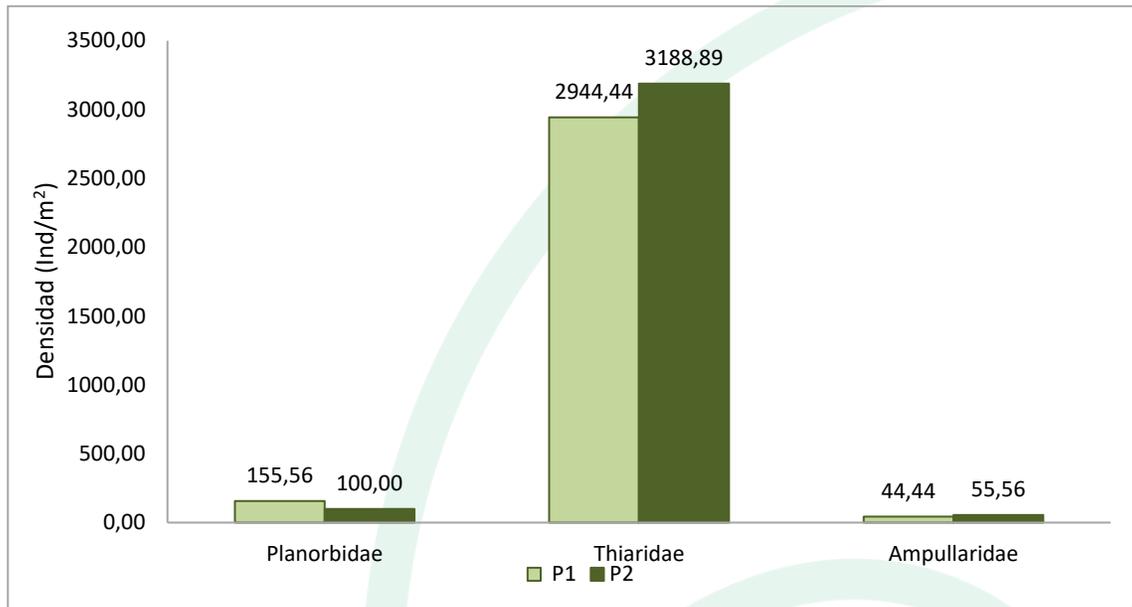


Gráfica 11. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga Mesolandia.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

A nivel espacial la familia Thiaridae continuó con su patrón de dominancia en ambos puntos de muestreo, y estuvo mejor representada en P2, donde registró 3188,89 Ind/m²; Planorbidae obtuvo contribuciones moderadas y su densidad más alta se observó en P1 con 155,56 Ind/m² (Gráfica 12). De las tres familias registradas de Mollusca, Ampullaridae que fue la de menor abundancia en la ciénaga cuenta con un mayor grado de sensibilidad ambiental, ya que algunos géneros se relacionan con una mejor calidad del agua, es el caso de *Pomacea* (Pinilla,2000); no obstante, los registrados como *Marisa*, se relacionan con alta concentración de materia orgánica (Quiros *et al.*,2017), ya que se alimentan principalmente de plantas acuáticas vivas y en descomposición (Robins,1971).





Gráfica 12. Contribución de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga Mesolandia.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en la ciénaga Mesolandia fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

5.1.1.5 Peces

La comunidad íctica en la ciénaga de Mesolandia, durante el monitoreo estuvo conformada por cuatro (4) especies, las cuales estuvieron distribuidas taxonómicamente en un (1) phylum, e igual número de clases, dos (2) ordines y tres (3) familias (**Tabla 35**).

Tabla 35. Clasificación taxonómica de las especies icticas reportadas en la ciénaga de Mesolandia.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	<i>Roebooides dayi</i>
			Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>
		Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>
				<i>Oreochromis niloticus</i>



1	1	2	3	4
----------	----------	----------	----------	----------

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La abundancia total en los puntos de monitoreo fue la misma (6,00Ind), aunque la riqueza no fue la misma. La especie *Oreochromis niloticus*, tuvo la mayor abundancia en la ciénaga de Mesolandia, con un total de 6,00 individuos, de los cuales dos (2) se colectaron en el punto P1, y los cuatro (4) restantes en el punto P2 (**Tabla 36**).

Estos resultados indican que hay una mayor presencia y dominancia de especies introducidas, ya que hay un bajo reporte de especies nativas. E incluso algunas son completamente ausentes, como es el caso del bocachico *Prochilodus magdalenae* y/o los bagres.

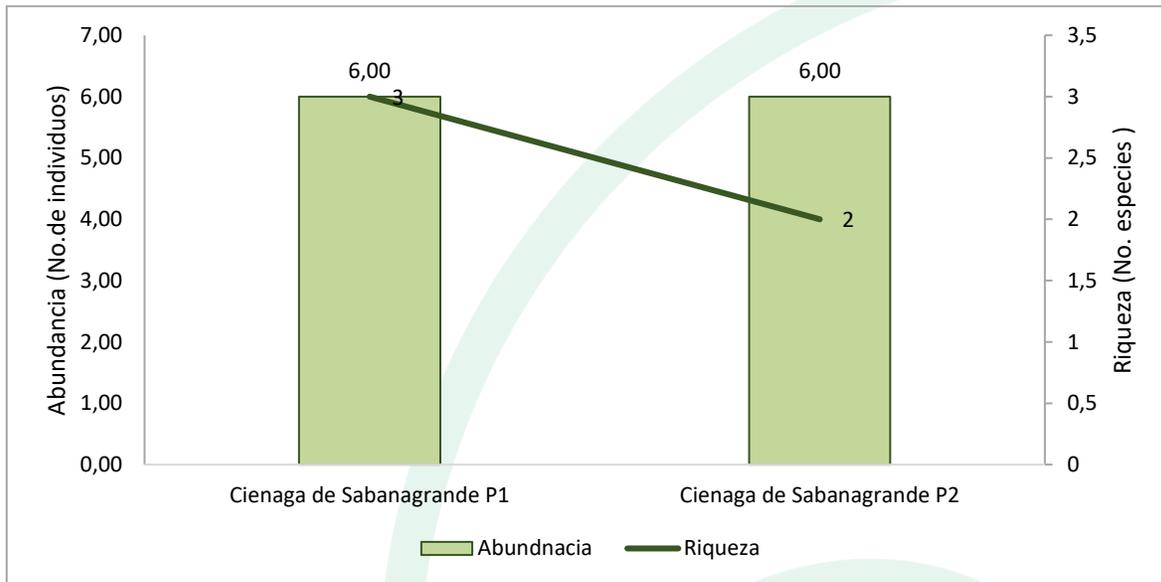
Tabla 36. Abundancia y abundancia relativa de especies icticas reportadas en la ciénaga Mesolandia.

Morfoespecie	Abundancia (Individuos)			Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	Total	P1	P2
<i>Roeboides dayi</i>	1,00	-	1,00	16,67	0,00
<i>Cyphocharax magdalenae</i>	-	2,00	2,00	0,00	33,33
<i>Andinoacara latifrons</i>	3,00	-	3,00	50,00	0,00
<i>Oreochromis niloticus</i>	2,00	4,00	6,00	33,33	66,67
Total	6,00	6,00	12,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

La riqueza fue superior en el punto P1 con un total de tres (3) especies reportadas, mientras en el punto P2 fue de dos (2) taxones (**Gráfica 13**).





Gráfica 13. Abundancia (No. Individuos) y Riqueza (No. Especies) de la comunidad de peces en la ciénaga de Mesolandia.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Debido a la baja riqueza reportada en el área de estudio los índices de diversidad, no fueron calculados, ya que los resultados son estadísticamente poco significativos.

5.1.1.6 Macrófitas

En la Ciénaga Mesolandia se encontraron cuatro (4) morfoespecies de macrófitas distribuidas en cuatro (4) familias, cuatro (4) ordenes, cuatro (4) clases y tres (3) divisiones (**Tabla 37**). Se reportaron especies de macrófitas acuáticas en los todos los puntos.

Tabla 37. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Mesolandia

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Magnoliophyta	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomea acuática</i>
		Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa sp</i>
Pteridophyta	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>
3	3	4	4	4

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En el Punto 2 se observó mayor riqueza, haciendo presencia todas las especies identificadas, mientras que en el Punto 1 solo se reportaron dos (2). La mayor área de cobertura promedio la



presentó *Eichhornia crassipes*, con un total del 57,2% del área evaluada, seguida por *Ipomea acuática* (40,6%), mientras que *Mimosa sp* y *Salvinia auriculata* presentaron las coberturas más bajas (1,4 y 0,8%, respectivamente). Por su parte la distribución espacial demostró que *Eichhornia crassipes* presentó la mayor cobertura en el Punto 1 (68,8%), mientras que en el Punto 2 lo fue *Ipomea acuática* (50%) como se observa en la **Tabla 38** y la **Gráfica 14**. Los aportes de *Mimosa sp* y *Salvinia auriculata* ocurrieron exclusivamente en el Punto 2.

Guevara y Ramírez (2015) resaltan que *Eichhornia crassipes* es una especie de alta capacidad reproductiva y adaptativa, lo que ha llevado a incluirla entre las 10 malezas más invasivas del mundo, indicando además que puede causar problemas adversos sobre la flora y fauna nativa, ya que, al formar densas colonias flotadoras, produce un descenso en el flujo del agua de ciénagas y embalses, así como produce reducción de la cantidad de luz que penetra la masa de agua y disminución del oxígeno disuelto.

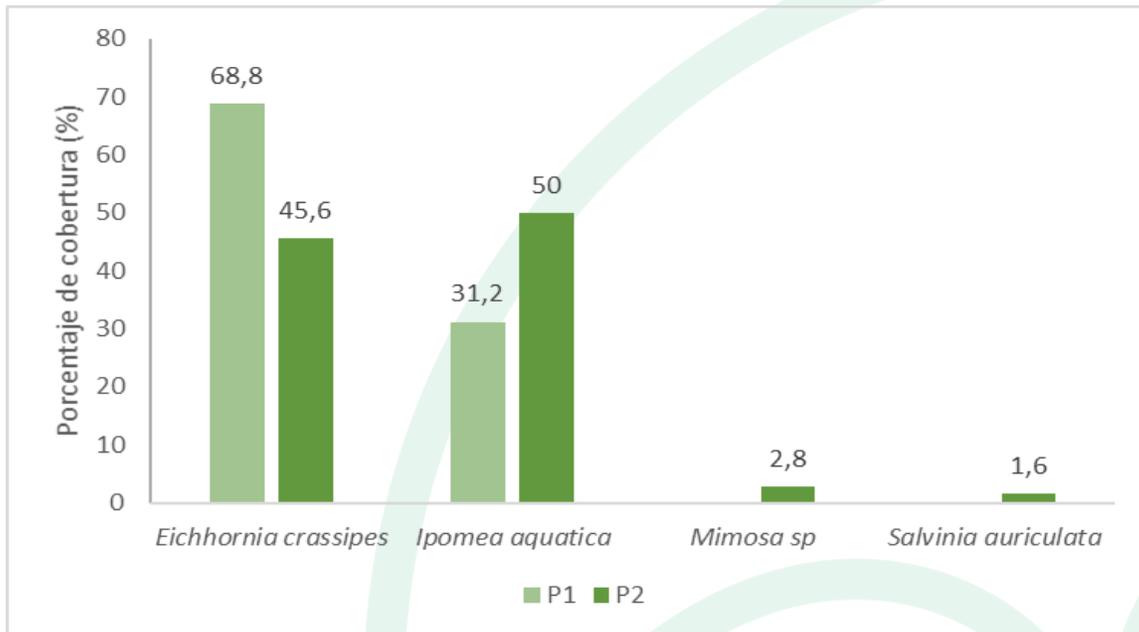
Por su parte, *Ipomea aquatica*, ha sido reportada por varios países como especie invasora, de rápido crecimiento, capaz de formar una red densa a través de varios cuerpos de agua que impiden la circulación de la misma (Conabio, 2016), igualmente Nagendra *et al.*, 2008 En: Conabio, (2016) indica que es una planta utilizada tradicionalmente en la cocina asiática, en la preparación de sopas y ensaladas.

Tabla 38. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Mesolandia

Morfoespecie	Porcentaje de cobertura (%)		
	P1	P2	% Total
<i>Eichhornia crassipes</i>	68,8	45,6	57,2
<i>Ipomea aquatica</i>	31,2	50	40,6
<i>Mimosa sp</i>	0	2,8	1,4
<i>Salvinia auriculata</i>	0	1,6	0,8

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.





Gráfica 14. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Mesolandia

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La estructura de la comunidad de macrófitas descrita a través de los índices ecológicos (Tabla 39) demuestran que la riqueza específica descrita con los índices de riqueza (Taxa_S) y de Margalef es mayor en el Punto 2 ($S= 4$ y Margalef= 0,6543) y menor en el Punto 1 ($S= 2$ y Margalef= 0,2176). Por su parte la estructura de la comunidad, observada desde los índices de dominancia (Dominance_D) permiten evidenciar que es mayor en el Punto 1 (0,5707). Por otra parte, la estructura observada desde los índices de equidad demostró valores del índice de Shannon de medios a altos, siendo menor en el Punto 1 (0,6207). Considerando las abundancias de las morfoespecies el índice de equitatividad de Pielou o equidad de Pielou (J') obtuvo un valor de medio a alto, pero congruente con la dominancia de Simpson, que identifican a P1 con el menor predominio de especies.

Por último, los valores de la diversidad de Shannon, con valores de 0,6207 y 0,8709 en los Puntos 1 y 2 respectivamente, son indicativos la presencia de aguas muy contaminadas, según la categorización realizada por Segnini (2003).



Tabla 39. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga Mesolandia

Índices	Puntos	
	P1	P2
Taxa_S	2	4
Individuals	99	98
Dominance_D	0,5707	0,459
Shannon_H	0,6207	0,8709
Margalef	0,2176	0,6543
Eqitability_J	0,8955	0,6282

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



5.1.2 Ciénaga de Malambo

5.1.2.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Malambo estuvo representada por cuarenta y dos (42) morfoespecies, vinculadas a cinco (5) divisiones, siete (7) clases, once (11) órdenes y diecinueve (19) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 40**. La división Chlorophyta constituyó el 35,7% de la riqueza de taxa con 15 morfoespecies, le siguieron las Euglenozoa con 14 morfoespecies que representaron el 33,3% del total de la riqueza, las Cyanobacteria aportaron un 19,05% seguidas de las Bacillariophyta con el 9,5% y por último las Ochrophytas con el 2,38.

Tabla 40. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Malambo.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Arthrospira sp</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Planktothrix sp</i> <i>Oscillatoria sp1</i>
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Aphanocapsa sp2</i> <i>Merismopedia sp1</i>
			Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria sp</i>
			Synechococcales	Coelosphaeriaceae
		Leptolyngbyaceae		<i>Leptolyngbya sp2</i>
		Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales
<i>Nitzschia sp5</i>				
Melosirales	Melosiraceae			<i>Melosira sp1</i>
Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp3</i>		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus opolensis</i>
				<i>Desmodesmus denticulatus</i>
				<i>Desmodesmus pectinatus</i>
				<i>Desmodesmus sp2</i>
				<i>Desmodesmus sp3</i>
				<i>Scenedesmus acunae</i>
				<i>Scenedesmus arcuatus</i>
			Selenastraceae	<i>Monoraphidium sp2</i> <i>Selenastrum gracile</i>
			Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>
			Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp</i>



Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp1</i>
				<i>Micractinium sp1</i>
	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Tetraëdron sp3</i>
				Volvocaceae
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Strombomonas ensifera</i>
				<i>Trachelomonas armata</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>
				<i>Trachelomonas sp2</i>
				<i>Euglena sp2</i>
				<i>Euglena sp3</i>
			Phacaceae	<i>Phacus pleuronectes</i>
				<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis ovum</i>
				<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Phacus longicauda</i>
				<i>Phacus sp1</i>
				<i>Phacus sp2</i>
				<i>Phacus sp3</i>
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Sciadiaceae	<i>Centritractus sp</i>
5	7	11	19	42

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Melosira* sp1 (12860 Ind/l) y *Planktothrix* sp (6622 Ind/l), en el punto P2 las mayores densidades presentaron la misma tendencia que en P1 con *Melosira* sp1 (5900 Ind/l) y *Planktothrix* sp (3680 ind/L) **Tabla 41**, también se destacaron las morfoespecies *Micractinium* sp y *Nitzschia* sp5, la *Melosira* (Bacillariophyta) es considerado un género tolerante a diferentes calidades de agua, algunas morfoespecies en procesos de mezcla intensa, turbulencia, eutrofia y sucesión (Pinilla, 2000).

Tabla 41. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Malambo.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Arthrospira sp</i>	520,00	320,00	2,20	2,40
<i>Planktothrix sp</i>	6620,00	3680,00	28,30	27,80
<i>Oscillatoria sp1</i>	20,00	40,00	0,10	0,30
<i>Aphanocapsa sp2</i>	0,00	60,00	0,00	0,50
<i>Merismopedia sp1</i>	80,00	60,00	0,00	0,50
<i>Gomphosphaeria sp</i>	0,00	60,00	0,30	0,50
<i>Coelosphaeriumsp</i>	80,00	0,00	0,30	0,00

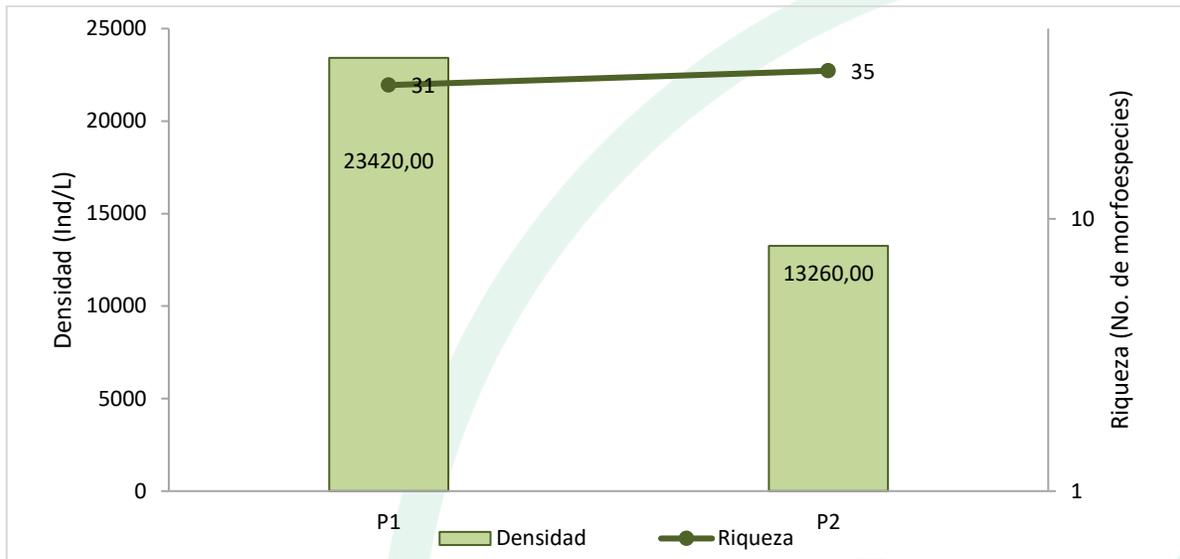


Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Leptolyngbya sp2</i>	560,00	240,00	2,40	1,80
<i>Nitzschia sp4</i>	60,00	60,00	0,30	0,50
<i>Nitzschia sp5</i>	120,00	660,00	0,50	5,00
<i>Melosira sp1</i>	12860,00	5900,00	54,90	44,50
<i>Pinnularia sp3</i>	0,00	80,00	0,00	0,60
<i>Desmodesmus opolensis</i>	0,00	40,00	0,00	0,30
<i>Desmodesmus denticulatus</i>	40,00	0,00	0,20	0,00
<i>Desmodesmus pectinatus</i>	140,00	180,00	0,60	1,40
<i>Desmodesmus sp2</i>	0,00	40,00	0,00	0,30
<i>Desmodesmus sp3</i>	0,00	120,00	0,00	0,90
<i>Scenedesmus acunae</i>	40,00	0,00	0,20	0,00
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	40,00	60,00	0,20	0,50
<i>Monoraphidium sp2</i>	0,00	280,00	0,00	2,10
<i>Selenastrum gracile</i>	60,00	40,00	0,20	0,20
<i>Pediastrum duplex</i>	40,00	20,00	0,10	0,00
<i>Golenkinia sp</i>	20,00	0,00	0,30	0,30
<i>Actinastrum sp1</i>	280,00	20,00	1,20	0,20
<i>Micractinium sp1</i>	940,00	300,00	4,00	2,30
<i>Tetraëdron sp3</i>	280,00	60,00	1,20	0,50
<i>Eudorina sp</i>	0,00	60,00	0,00	0,50
<i>Strombomonas ensifera</i>	0,00	220,00	0,20	0,30
<i>Trachelomonas armata</i>	40,00	0,00	0,30	0,00
<i>Trachelomonas sp1</i>	40,00	0,00	0,10	0,20
<i>Trachelomonas sp2</i>	0,00	40,00	0,00	1,70
<i>Euglena sp2</i>	40,00	160,00	0,20	0,00
<i>Euglena sp3</i>	80,00	20,00	0,20	0,00
<i>Phacus pleuronectes</i>	40,00	100,00	0,00	0,30
<i>Lepocinclis acus</i>	40,00	40,00	0,20	1,20
<i>Lepocinclis ovum</i>	60,00	0,00	0,30	0,20
<i>Lepocinclis sp1</i>	20,00	20,00	0,20	0,80
<i>Phacus longicauda</i>	100,00	80,00	0,40	0,60
<i>Phacus sp1</i>	40,00	40,00	0,20	0,30
<i>Phacus sp2</i>	0,00	60,00	0,00	0,50
<i>Phacus sp3</i>	40,00	40,00	0,20	0,30
<i>Centrtractus sp</i>	80,00	60,00	0,30	0,50
Total	23420,00	13260,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza fue muy similar, en la estación P1 se registraron 31 morfoespecies y 352 en P2. Entre tanto, la densidad presentó el mayor valor en P1 con 23420 Ind/l mientras que en P2 fue menor con 13260 Ind/L (Gráfica 15).

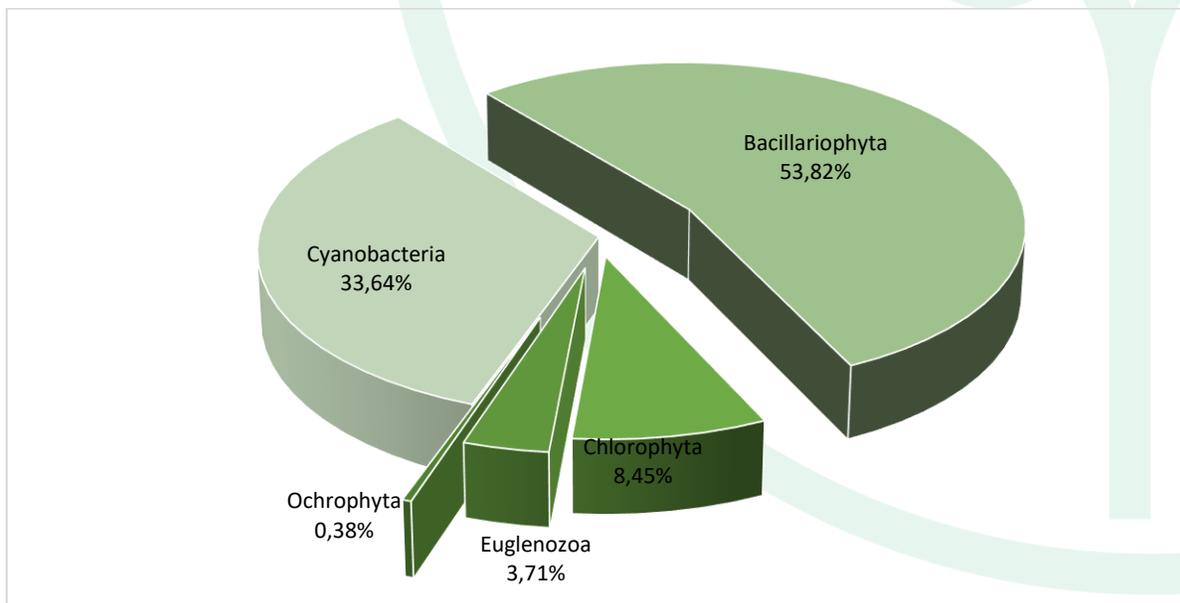




Gráfica 15. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Malambo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones de las divisiones fitoplanctónicas a la densidad total estuvieron dominadas en un 53,82% por morfoespecies de Bacillariophyta, en un 33,64% por morfoespecies de Cyanaobacterias y las menores proporciones para las Euglenozoa y Ochrophyta (**Gráfica 16**).

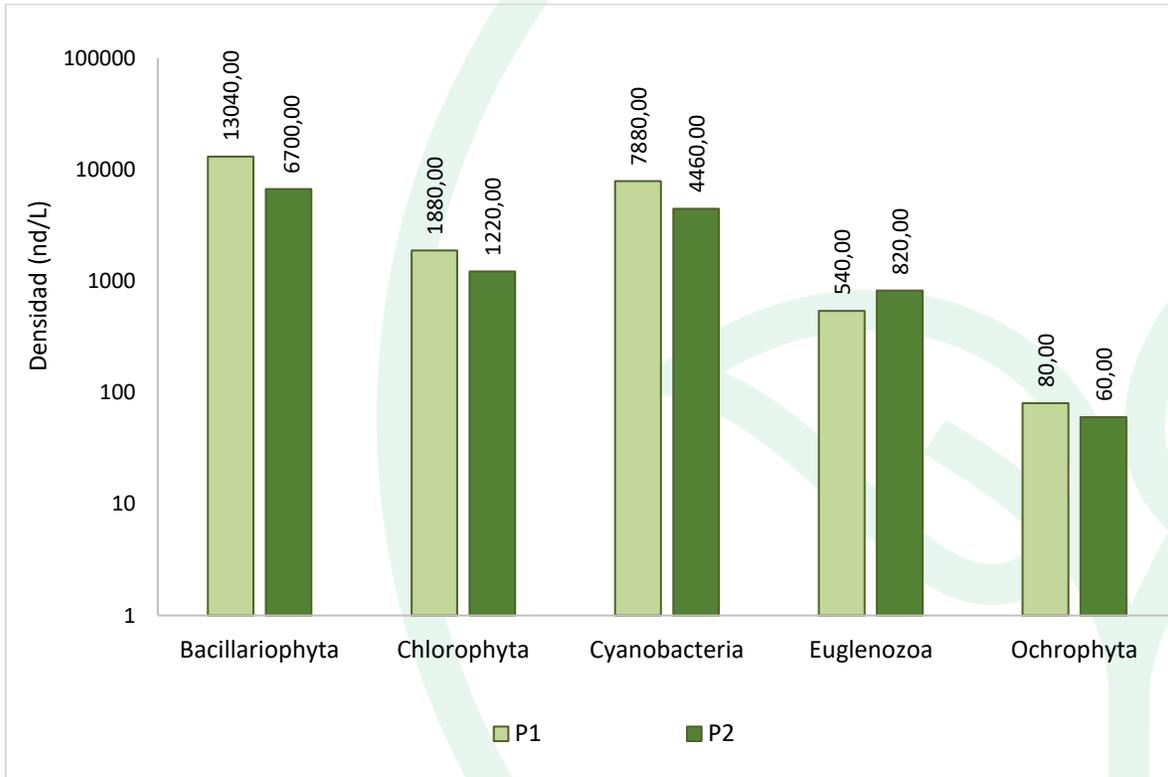


Gráfica 16. Contribución porcentual de los phyla del fitoplanctónica la densidad total en la ciénaga de Malambo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



La mayor densidad por grupo fitoplanctónico en la ciénaga de Malambo se presentó en P1 con 13040 Ind/L aportados por las Bacillariophyta que superan por más del 55% la abundancia de esta división, en P2 se observó con la misma tendencia con mayoría de Bacillariophyta en la densidad con más del 50% de la densidad total. En P1 y P2 se registraron valores de la densidad significativos altos para las Cyanobacterias (**Gráfica 17**).



Gráfica 17. Contribución de los phyla del fitoplancton a la densidad por punto de monitoreo en la ciénaga de Malambo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Los índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica de la ciénaga de Malambo se consigna en la **Tabla 42**. De acuerdo con lo obtenido para el índice de Shannon-Wiener, la comunidad fitoplanctónica registrada presenta una diversidad baja, con un máximo de 1,91 nats en el P2. El valor hallado de índice de diversidad, se explica básicamente porque los taxones *Melosira* sp sp1 (54,91 %) y *Planktothrix* sp (28,26%) concentran en P1 el 83,17% de la abundancia, mientras en P2 *Melosira* sp (45%), y *Planktothrix* sp (27,75%) a portan el 72,75%. Considerando las abundancias de estas morfoespecies el índice de equitatividad obtuvo un valor medio, pero



congruente con la dominancia de Simpson, que identifican a P1 con el menor predominio. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad medios en P1 (<3) y alto en P2 (> 3).

Un valor de diversidad (H') superior a 3 indica aguas limpias, los valores entre 1 y 3 se encuentran en agua ligeramente contaminada y los inferiores a 1 corresponden al agua muy contaminada (Segnini, S. 2003). Acorde con esta categorización, la diversidad del fitoplancton indica que la ciénaga presenta aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 42. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga de Malambo.

Índice	P1	P2
Taxa_S	31	35
Individuals	23420	13260
Margalef	2,98	3,58
Equitability_J	0,42	0,54
Shannon_H	1,44	1,91
Dominance_D	0,38	0,28

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.2.2 Zooplancton

En la ciénaga de Malambo, la comunidad de zooplancton estuvo representada por dieciséis (16) morfoespecies, las cuales se encuentran distribuidas en tres (3) phylum e igual número de clases, cuatro (4) órdenes y ocho (8) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 43.**

Tabla 43. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Malambo

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Artrópoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1
				Larva Nauplio Cyclopoida
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
Rotifera	Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp</i>
			Testudinellidae	<i>Testudinella sp</i>
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna sp</i>
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>
				<i>Brachionus calyciflorus</i>
				<i>Brachionus falcatus</i>
				<i>Brachionus havanaensis</i>
		Gatropodidae		<i>Ascomorpha sp</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Lecanidae	<i>Lecane leontina</i>
				<i>Lecane sp</i>
			Synchaetidae	<i>Polyarthra sp</i>
3	3	4	8	16

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La morfoespecie más abundante en P1 fue *Brachionus calyciflorus* con 37,50 Ind/L representando el 38,46% seguido de Larva Nauplio Cyclopoida con el 12,72%, la menos densa en este punto fue *Arcella discooides* con 0,42 Ind/L. Por otro lado, en P2 la morfoespecie más densa fue Larva Nauplio Cyclopoida con 21,59 Ind/L representando el 25% del total de la densidad, seguido de *Brachionus calyciflorus* con 12,88 Ind/L, la que menor representación tuvo en este punto fueron *Lecane sp* y *Testudinella sp* con 0,38 Ind/L (**Tabla 44**).

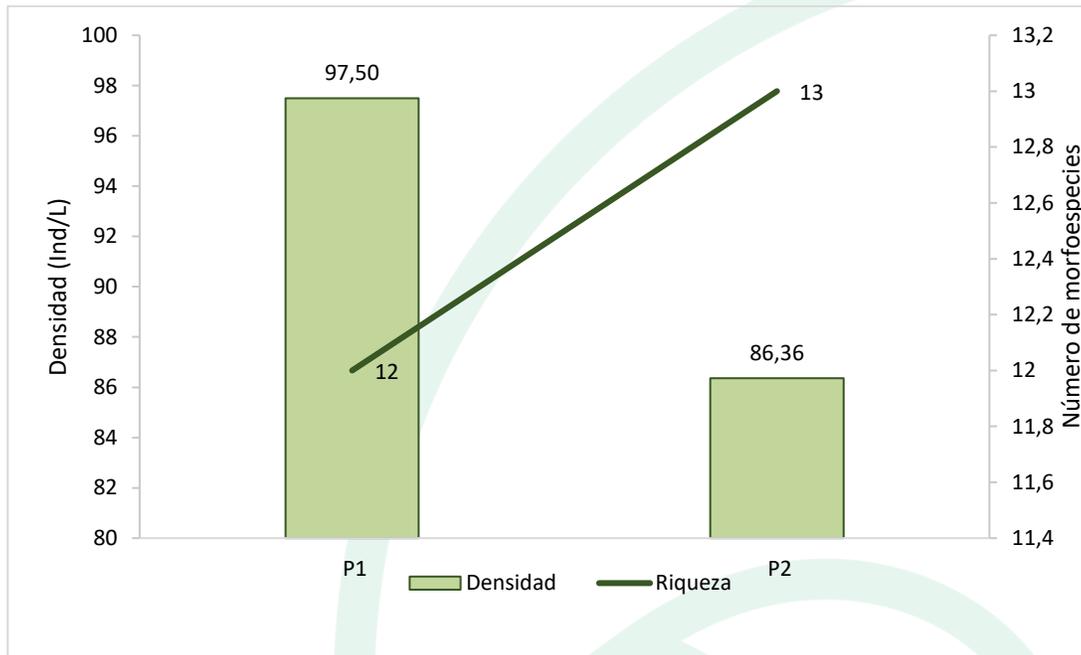
Tabla 44. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplankton en la ciénaga de Malambo

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Arcella discooides</i>	0,42	0,76	0,43	0,88
<i>Ascomorpha sp</i>	3,75	2,65	3,85	3,07
<i>Asplanchna sp</i>	2,08	1,14	2,14	1,32
<i>Brachionus angularis</i>	0,00	10,98	0,00	12,72
<i>Brachionus calyciflorus</i>	37,50	12,88	38,46	14,91
<i>Brachionus falcatus</i>	10,00	12,50	10,26	14,47
<i>Brachionus havanaensis</i>	0,00	6,06	0,00	7,02
<i>Brachionus sp</i>	8,33	0,00	8,55	0,00
Cyclopoida morfo 1	1,67	3,41	1,71	3,95
<i>Filinia sp</i>	8,33	9,09	8,55	10,53
Larva Nauplio Cyclopoida	12,50	21,59	12,82	25,00
<i>Lecane leontina</i>	2,92	0,00	2,99	0,00
<i>Lecane sp</i>	0,00	0,38	0,00	0,44
<i>Polyarthra sp</i>	5,83	4,55	5,98	5,26
<i>Testudinella sp</i>	4,17	0,38	4,27	0,44
Total	97,50	86,36	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

El zooplankton en la ciénaga Malambo obtuvo una densidad total de 183,86 Ind/L y ésta fue mayor en el punto de monitoreo P1 con 97,50 Ind/L, seguido del P2 con 86,34 Ind/L en cuanto a la riqueza presentó un comportamiento opuesto al de la densidad, registrando su valor más alto en P2 con 13 morfoespecies (**Gráfica 18**).



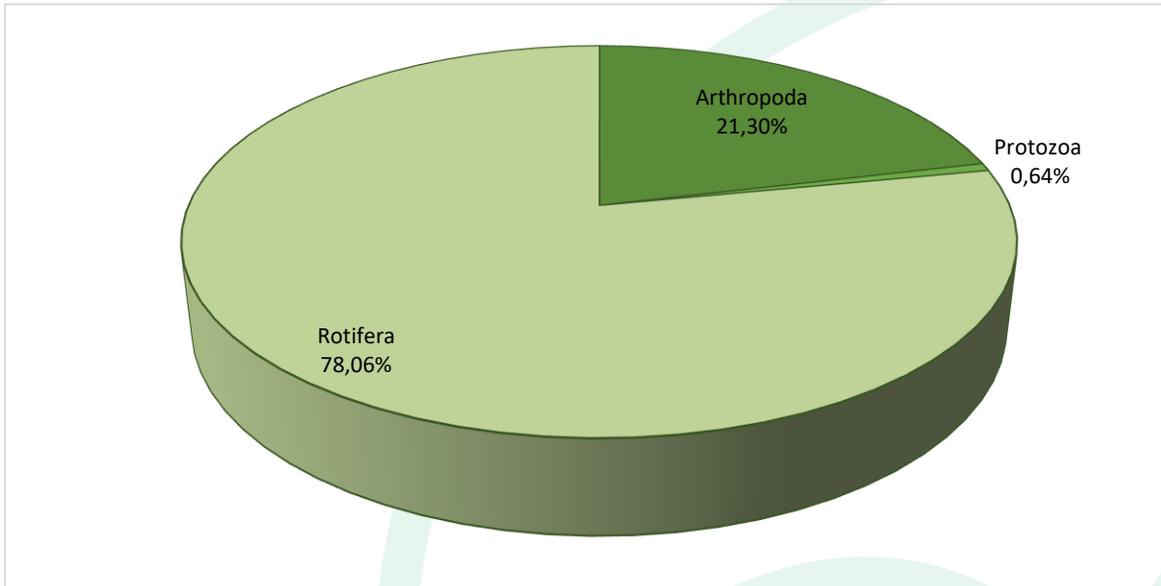


Gráfica 18. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Malambo

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Para la contribución porcentual de la densidad en la ciénaga Malambo el phylum Rotífera representa el 78,06% seguido de Artrópoda con 21,30% y por último 0,64% (**Gráfica 19**). Los rotíferos (Phylum Rotífera) se encuentran ampliamente distribuidos en aguas dulceacuícolas y muchas de sus especies pueden llegar a tolerar condiciones de hipereutrofia, una de sus características importantes es el tipo de estrategia reproductiva que presentan (selección r), lo cual los hace animales oportunistas y con una tolerancia alta a las fluctuaciones en las condiciones ambientales (Gallo-Sánchez *et al.*, 2009). Por otro lado, los copépodos (Clase Maxillopoda) se caracterizan por su capacidad para ocupar hábitats diferentes, debido a un patrón corporal general que consiste en el desarrollado de modificaciones estructurales, fisiológicas y de comportamiento, además sus larvas nauplios poseen un alto potencial de dispersión y mecanismos adaptativos que le permiten una colonización expansiva en sistemas someros (Dole-Olivier *et al.*, 2000).



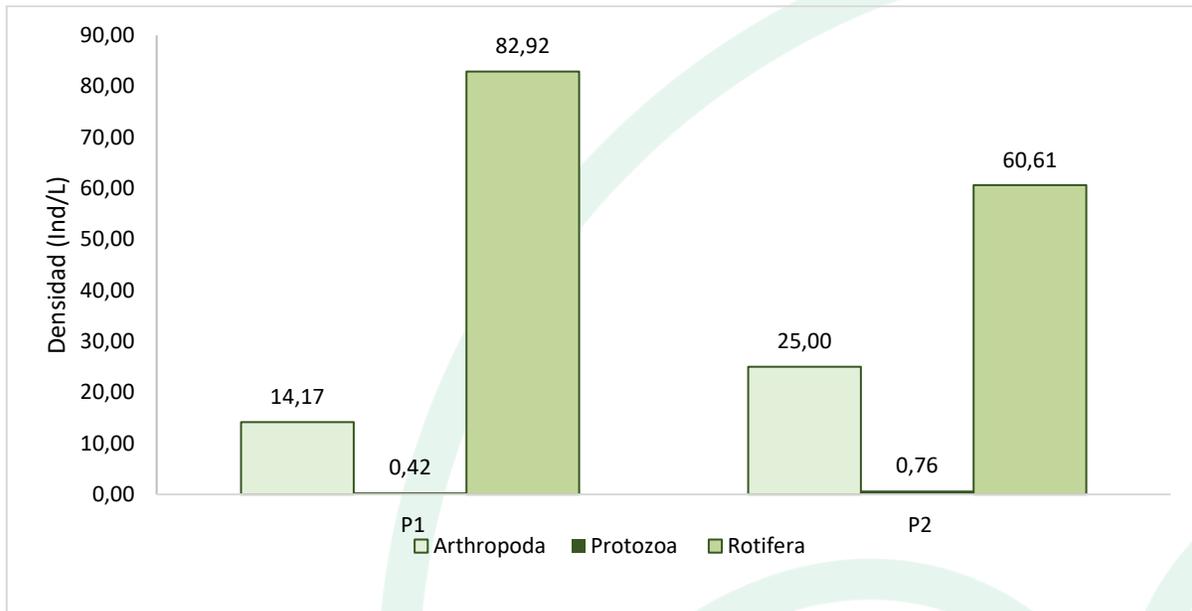


Gráfica 19. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Malambo

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto a la distribución de los phylum en los puntos de monitoreo encontramos que los tres tuvieron representación en los dos puntos. Sin embargo, Rotifera fue el de mayor densidad en los dos puntos de monitoreo con 82,92 Ind/L en P1 y 60,61 Ind/L en P2, seguido de Artrópoda y por último Protozoa (**Gráfica 20**).





Gráfica 20. Contribución a la densidad total de los phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Malambo

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Para P1 el índice de Shannon-Weaver arrojó un valor bajo e inferior a dos (2), para P2 el valor solo fue ligeramente mayor a 2. Según Roldán y Ramírez (2008) valores menores a dos (2) se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja con efectos de la contaminación, ya que la presencia de una gran variedad de individuos está directamente relacionada con la disponibilidad y amplitud de los recursos; valores superiores indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos. En cuanto a la equidad presento un valor alto indicador de una distribución homogénea de las densidades, la dominancia de Simpson obtuvo un valor bajo y consistente con el comportamiento del índice de equidad. En cuanto al índice de Margalef obtuvo un valor medio, el cual describió una diversidad media para ambos puntos de monitoreo (**Tabla 45**).

Tabla 45. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton de la ciénaga Malambo.

Índice	P1	P2
Taxa_S	12	13
Individuals	234	228
Dominance_D	0,19	0,14
Shannon_H	1,99	2,13
Margalef	2,01	2,21



Índice	P1	P2
Equitability_J	0,80	0,83

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.2.3 Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga de Malambo estuvo representada por dieciséis (16) morfoespecies, vinculadas a cuatro (4) divisiones, cinco (5) clases, nueve (9) órdenes y diez (10) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 46**. La división Bacillariophyta constituyó el 43,75% de la riqueza de taxa con 7 morfoespecies, le siguieron las Chlorophyta con cinco morfoespecies que representaron el 31,25% del total, las Cyanobacteria y Euglenozoa con igual número de morfoespecies (dos) aportaron el 12,5% cada una.

Tabla 46. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la ciénaga de Malambo.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp1
				<i>Oscillatoria</i> sp3
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sigmaidea</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp1
			Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp1
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp1
			Eunotiales	Eunotiaceae
	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp
	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae
Sphaeropleales			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp1
				<i>Scenedesmus</i> sp2
				<i>Scenedesmus</i> sp3
				<i>Scenedesmus</i> sp4
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenidales	Euglenidae	<i>Euglena</i> sp1
				<i>Euglena</i> sp2
4	5	9	10	16

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



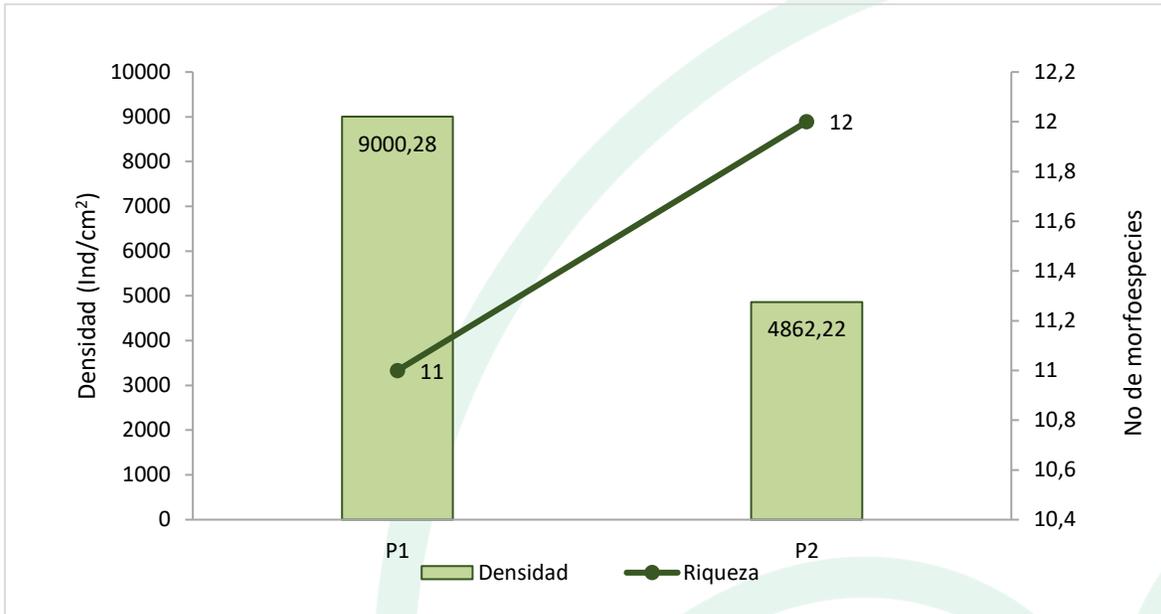
Tabla 47. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de perifiton en la ciénaga de Malambo.

Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Oscillatoria</i> sp1	325,41	157,44	3,62	3,24
<i>Oscillatoria</i> sp3	0,00	1352,16	0,00	27,81
<i>Nitzschia</i> sigmoidea	0,00	18,52	0,00	0,38
<i>Nitzschia</i> sp1	4924,03	685,34	54,71	14,10
<i>Gomphonema</i> sp1	111,33	27,78	1,24	0,57
<i>Navicula</i> sp1	470,99	0,00	5,23	0,00
<i>Pinnularia</i> sp1	59,94	9,26	0,67	0,19
<i>Eunotia</i> sp1	0,00	55,57	0,00	1,14
<i>Melosira</i> sp	3014,36	2445,00	33,49	50,29
<i>Oedogonium</i> sp	0,00	55,57	0,00	1,14
<i>Scenedesmus</i> sp1	17,13	18,52	0,19	0,38
<i>Scenedesmus</i> sp2	8,56	0,00	0,10	0,00
<i>Scenedesmus</i> sp3	8,56	0,00	0,10	0,00
<i>Scenedesmus</i> sp4	0,00	18,52	0,00	0,38
<i>Euglena</i> sp1	51,38	18,52	0,57	0,38
<i>Euglena</i> sp2	8,56	0,00	0,10	0,00
Total	9000,28	4862,22	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza fue muy similar, en la estación P1 se registraron 11 morfoespecies y totalizando 12 en P2. Entre tanto, la densidad fluctuó de 4862,22 Ind/cm² en P2 a 9000,28 Ind/cm² en P1 (**Gráfica 21**).

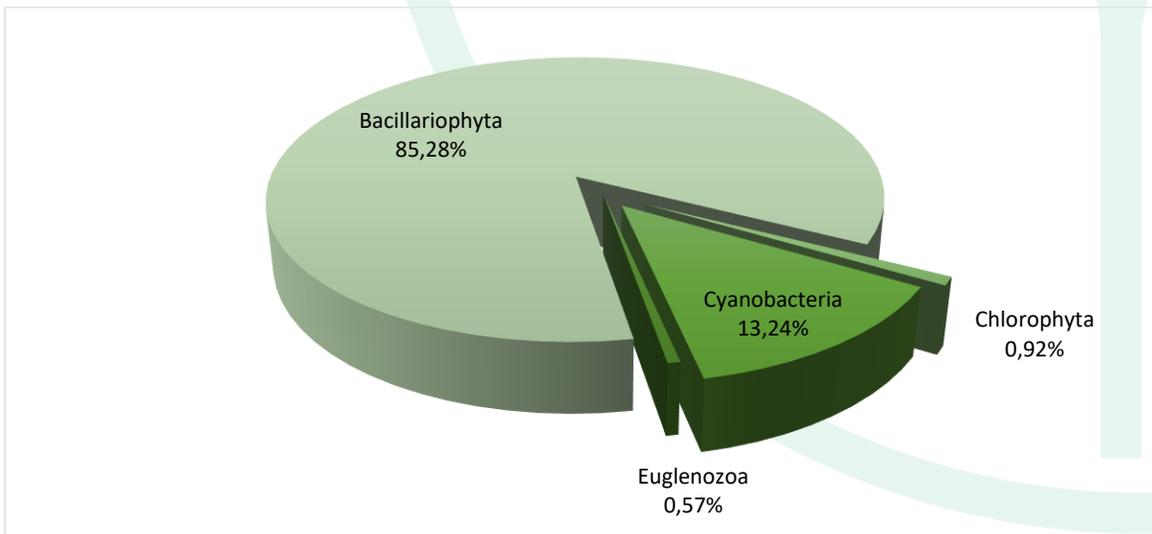




Gráfica 21. Densidad (Ind/cm²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga de Malambo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

Las contribuciones de las divisiones perifíticas a la densidad estuvieron dominadas en un 85,28% por morfoespecies de Bacillariophyta, en un 13,24% por morfoespecies de Cyanobacterias y las menores proporciones para las Chlorophyta y las Euglenozoa (**Gráfica 22**).

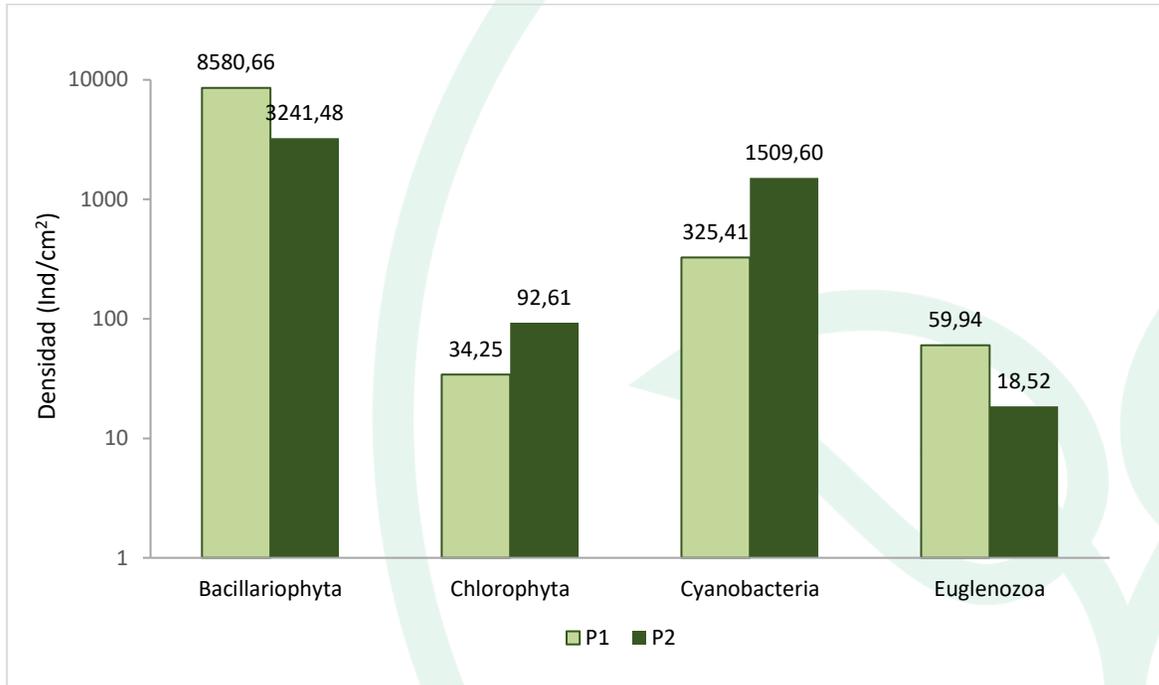


Gráfica 22. Contribución porcentual de los phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Malambo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



La mayor densidad de diatomeas en la ciénaga de Malambo se presentó en P1 con 8580,66 Ind/cm² que superan por más del 62% la abundancia de esta división en P2, un comportamiento parecido se identificó con los euglenozoa, caracterizados por ser los menos abundantes durante el monitoreo. En P2 se registraron los valores poblacionales más altos para las cianobacterias y clorofitas comparadas con P1(Gráfica 23).



Gráfica 23. Contribución de los phyla del perifiton a la densidad por punto de monitoreo en la ciénaga de Malambo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Nitzschia* sp1 (4924,03 Ind/cm²) y *Melosira* sp (3014,36 Ind/cm²) quien en el punto P2 fue la morfoespecie más representativa con 2445,00 Ind/cm² y estuvo acompañada por *Oscillatoria* sp1 (1352,16 ind/cm²), Los géneros *Oscillatoria*, y *Nitzschia* son bioindicadores de la presencia de nitritos y amonio (Seeligmann, Tracanna, Martínez e Isasmendi, 2001), mientras *Melosira* es considerado un género tolerante a diferentes calidades de agua, algunas morfoespecies indican procesos de mezcla intensa, turbulencia, eutrofia y sucesión (Pinilla, 2000).



Los índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica de la ciénaga de Malambo se consigna en la Tabla 48. De acuerdo con lo obtenido para el índice de Shannon-Wiener, La comunidad perifítica registrada presenta una diversidad baja, con un máximo de 1,32 nats en el P2. el valor hallado de índice de diversidad, se explica básicamente porque los taxones *Nitzschia* sp1 (54,71 %) y *Melosira* sp (33,49%) concentran en P1 el 88,10% de la abundancia, mientras en P2 *Melosira* sp (50,29%), y *Oscillatoria* sp1 (27,81%) a portan el 78,10%. Considerando las abundancias de estas morfoespecies el índice de equitatividad ($J = 0,53$) obtuvo un valor medio, pero congruente con la dominancia de Simpson, que identifican a P2 con el menor predominio. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2).

Un valor de diversidad (H') superior a 3 indica aguas limpias, los valores entre 1 y 3 se encuentran en agua ligeramente contaminada y los inferiores a 1 corresponden al agua muy contaminada (Segnini, S. 2003). Acorde con esta categorización, la diversidad del perifiton indica que la ciénaga presenta aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 48. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del perifiton en la ciénaga de Malambo.

Índice	P1	P2
Taxa_S	11,00	12,00
Individuals	9000,25	4862,2
Dominance_D	0,42	0,35
Shannon_H	1,12	1,32
Margalef	1,10	1,30
Equitability_J	0,47	0,53

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.2.1 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Malambo estuvo representada por seis (6) morfoespecies, vinculadas a dos (2) divisiones, dos (2) clases, cuatro (4) órdenes y seis (6) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la Tabla 49.

Tabla 49. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Malambo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Artrópoda	Insecta	Díptera	Chironomidae	<i>Chironomidae morfo 1</i>
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullaridae	<i>Pomacea sp</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
		Basommatophora	Planorbidae	<i>Biomphalaria sp</i>
			Physidae	<i>Physa sp</i>
		Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanooides tuberculatus</i>
			Hydrobiidae	Hydrobiidae morfo 1
2	2	4	6	6

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron Chironomidae morfo 1 y *Melanooides tuberculatus* con densidades de 433,33 Ind/m² y 222,22 Ind/m² respectivamente **Tabla 50**.

Los dípteros, se caracterizan por habitar en lugares húmedos, con vegetación abundante y fango (Oviedo-Machado y Reinoso-Flórez, 2018), específicamente, la familia Chironomidae se alimentan de materia vegetal orgánica en descomposición (Murillo y Mosquera, 2017), son sumamente tolerantes a grandes porcentajes de materia orgánica, razón por la cual son ampliamente utilizados como indicadores de contaminación por este factor (Alonso y Camargo, 2005). Al alimentarse de detritus, juega un papel ecológico muy importante, ya que su actividad alimentaria se refleja como una disminución de la materia orgánica de los cuerpos de agua (Lenihan y Micheli, 2001).

Por su parte *M. tuberculatus*, muestra una gran adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas, pero su establecimiento exitoso se asocia frecuentemente con ambientes eutróficos según lo señalan Martins-Silva y Barros (2001) y se le ha registrado incluso en cuerpos de agua contaminados por grandes cantidades de excrementos humanos y animales, así como en aguas residuales domésticas (Ndifon y Ukoli, 1989).

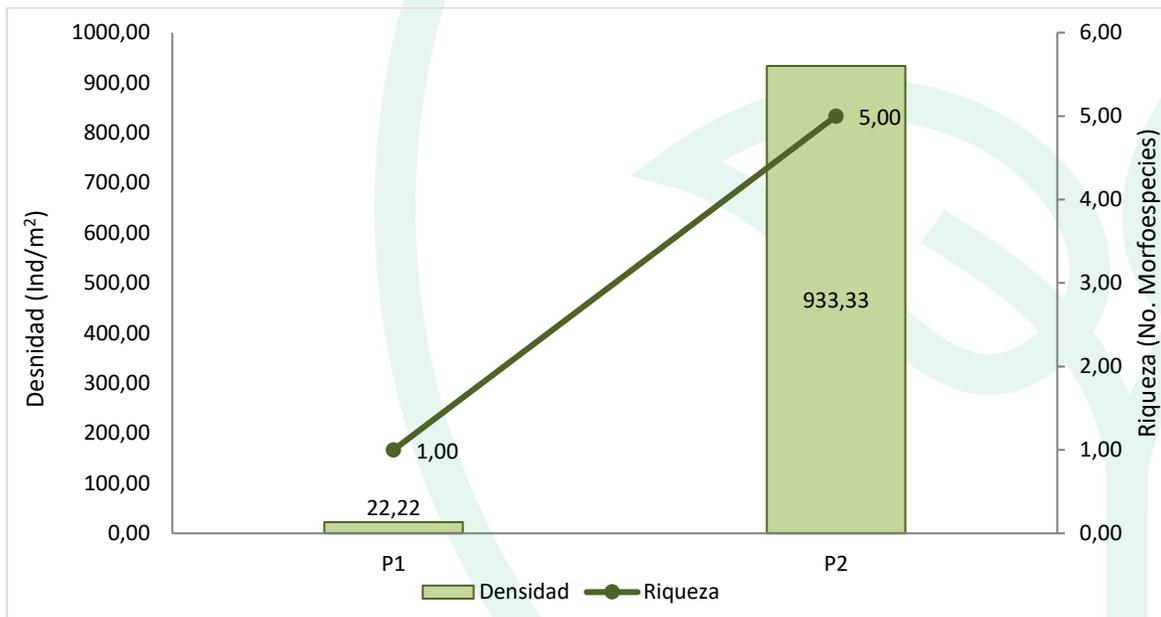
Tabla 50. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Malambo.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Chironomidae morfo 1</i>	0,00	433,33	0,00	46,43
<i>Pomacea sp</i>	22,22	0,00	100,00	0,00
<i>Biomphalaria sp</i>	0,00	177,78	0,00	19,05
<i>Physa sp</i>	0,00	11,11	0,00	1,19
<i>Melanooides tuberculatus</i>	0,00	222,22	0,00	23,81
Hydrobiidae morfo 1	0,00	88,89	0,00	9,52
Total	22,22	933,33	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



La densidad de Macroinvertebrados en la ciénaga de Malambo varió entre 22,22 Ind/m² y 933,33 Ind/m² y el punto de monitoreo P2 registró el valor más alto; en cuanto a la riqueza, fue baja y obtuvo su valor más alto en P2q donde se observaron cinco (5) morfoespecies (**Gráfica 24**). De acuerdo con Oyague-Passuni y Maldonado-Fonkén (2015), la variabilidad en la composición de macroinvertebrados está relacionada con la heterogeneidad espacial de los sitios de muestreo que es influenciada por la estructura física, la calidad del agua y las comunidades de plantas. Teniendo en cuenta esto, resulta probable que tales condiciones en la ciénaga favorezcan positivamente el establecimiento y desarrollo de una comunidad bentónica mayormente estructurada en el punto P2.



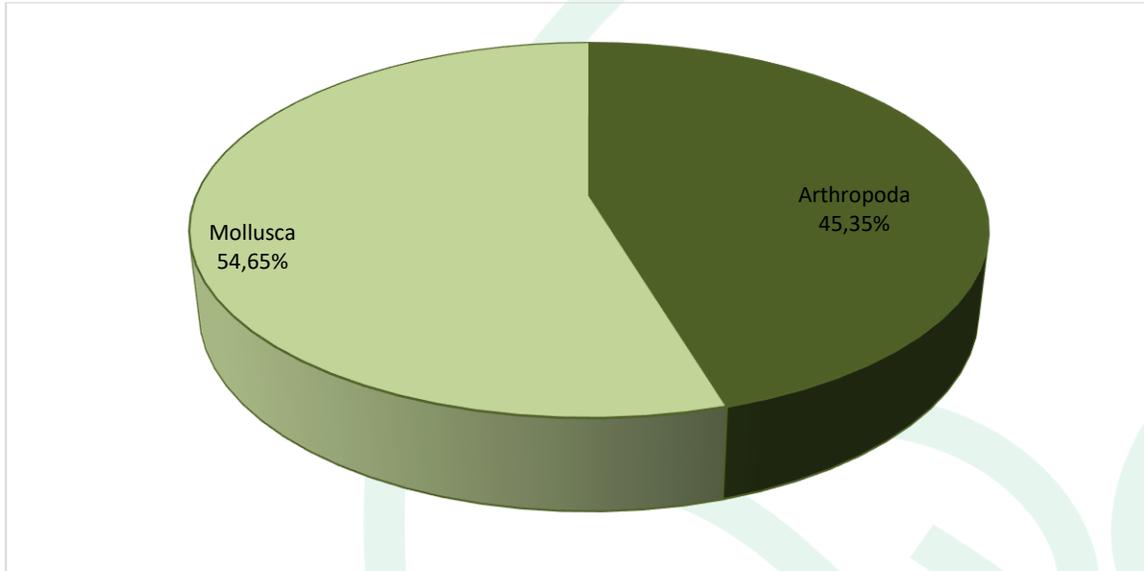
Gráfica 24. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Malambo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total estuvieron dominadas en un 54,65% por morfoespecies de Mollusca y en un 45,35% por morfoespecies de Artrópoda (**Gráfica 25**). La dominancia de Mollusca se encuentra dada por el grado de sensibilidad ambiental de sus taxones que tiende a ser bastante amplio, particularmente, esta división estuvo representada por gasterópodos característicos de fondos de sistemas lenticos como la ciénaga de Malambo, donde son predominantes altas concentraciones de materia orgánica, la cual es utilizada



por este grupo como fuente de alimento. El phylum Artrópoda estuvo representado por dípteros de la familia Chironomidae, la cual cuenta con adaptaciones fisiológicas que le permiten su colonización y éxito en ambientes con carga orgánica importante.

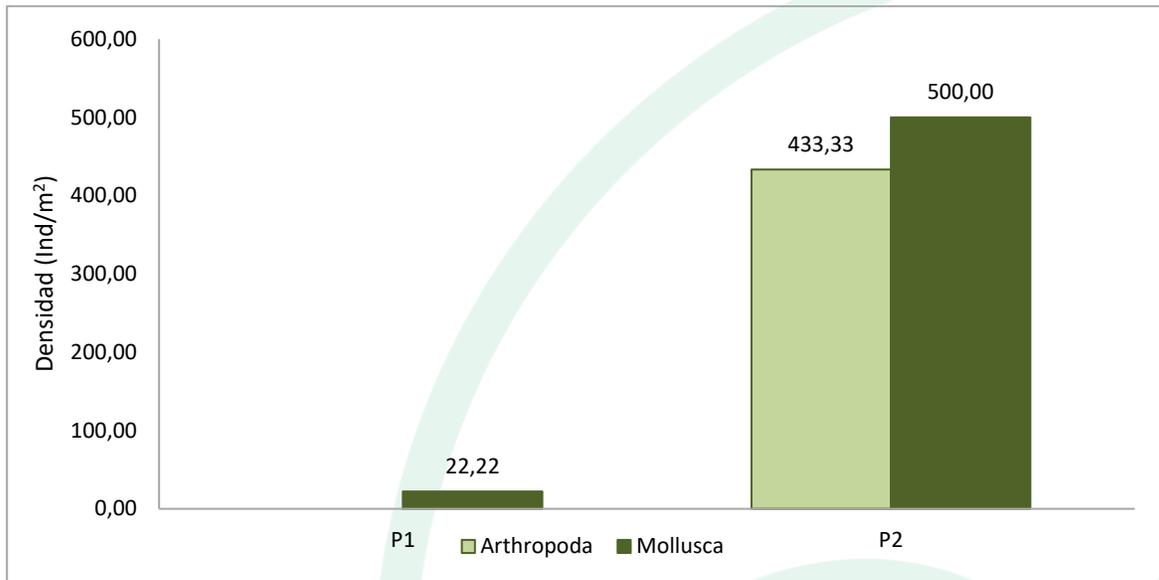


Gráfica 25. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Malambo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

A nivel espacial, las contribuciones estuvieron dominadas por el phylum Mollusca, el cual estuvo mejor representado en el punto P2, donde se observaron 500,00 Ind/m²; Artrópoda obtuvo aportes importantes en este último punto de monitoreo, registrando una densidad de 433,33 Ind/m². En el punto P1, sólo se observaron morfoespecies de Mollusca (**Gráfica 26**). La baja prevalencia de macroinvertebrados bentónicos en P1 se relaciona con las variaciones a escalas espacio-temporales que frecuentemente tienen lugar en este tipo de comunidades las cuales son causadas por factores ambientales, tipo de sustrato, salinidad, disponibilidad de recursos y depredación (McLusky y Elliott, 2005). La dinámica ecológica de las comunidades bentónicas tiende a variar en un ciclo anual, razón por la cual se presentan variaciones en su abundancia y riqueza a diferentes meses del año. Un ejemplo de ello, son los eventos reproductivos que aportan un mayor número de individuos en determinadas épocas del año (McLusky y Elliott, 2005).





Gráfica 26. Contribución de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad por punto de monitoreo en la ciénaga de Malambo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas. Teniendo en cuenta que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario contar con un número representativo de taxones por comunidad ($S > 4$), ya que, de acuerdo a las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una especie (población) (Curtis y Barnes, 2008). Atendiendo a este precepto los índices ecológicos para esta comunidad no fueron calculados en P1 debido al reducido número de taxones observados.

De acuerdo con lo obtenido para el índice de Shannon-Wiener, la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos registrada en P2 presenta una diversidad baja, ya que obtuvo un valor inferior a 2, indicando contaminación severa según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas.



El índice de equitatividad obtuvo un valor moderadamente alto, pero influenciado por las densidades de Chironomidae morfo 1 y *M. tuberculatus*. En cuanto a la dominancia de Simpson, fue moderada y congruente con los valores de equitatividad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2) (Tabla 51).

Tabla 51. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Malambo.

Índice	P1	P2
Taxa_S	1	5
Individuals	22,22	933,330
Dominance_D	-	0,318
Shannon_H	-	1,290
Margalef	-	0,585
Equitability_J	-	0,802

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.2.2 Peces

En la pesca en la ciénaga de Malambo, no tuvo captura de peces, a pesar del esfuerzo muestral empleado, pero al revisar la pesca de algunos pescadores locales, se identificaron cuatro (4) morfoespecies, de las cuales se muestra la clasificación taxonómica en la **Tabla 52**.

Tabla 52. Clasificación taxonómica de la ictiofauna reportada en la Ciénaga de Malambo

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chordata	Actinopterygii	Anabantiformes	Osphronemidae	<i>Trichogaster pectoralis</i>
		Cichliformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>
				<i>Andinoacara latifrons</i>
				<i>Caquetaia kraussii</i>
1	1	2	2	4

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Teniendo en cuenta lo anterior, de estas especies icticas, de alto valor comercial en la zona, no se tienen valores de abundancia, solo reporte de presencia. Por consiguiente, no se pudo calcular los índices de diversidad, ni se puede determinar si hay diferencias en la distribución en la ciénaga.

El 50% de las especies reportadas en este sistema son introducidas (*Trichogaster pectoralis* y *Oreochromis niloticus*). Estas dos especies son consideradas exóticas, ya que son originarias de otras cuencas, en otros países. Pero que año tras años, aumentan su importancia pesquera y a nivel



comercial, dejando completamente de las especies nativas, debido principalmente a su alta abundancia en muchos sistemas acuáticos.

Según Jiménez-Segura, y Lasso (2020) en Colombia hay actualmente 43 especies introducidas, todas ellas presentes en la cuenca del río Magdalena y repartidas así: 13 especies trasplantadas de una cuenca a otra (5 órdenes, 8 familias), incluyendo una especie identificada a nivel de género y una variedad; 30 especies exóticas u originarias de otros continentes (6 órdenes, 9 familias), incluyendo un híbrido y una variedad de origen *ex situ*. Todas las especies consideradas son de interés para la acuicultura, pesca comercial, pesca deportiva y ornamento-acuariofilia.

5.1.2.3 Macrófitas

En la Ciénaga de Malambo se reportaron tres (3) especies de macrófitas distribuidas en dos (2) familias, dos (2) Ordenes, una (1) clase y una (1) división (Tabla 53). Se reportaron especies de macrófitas acuáticas en los todos los Puntos.

Tabla 53. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga de Malambo

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Magnoliophyta	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>
		Alismatales	Areceae	<i>Pistia stratiotes</i> <i>Lemna minor</i>
1	1	2	2	3

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En el Punto 1 se observó mayor riqueza, haciendo presencia todas las especies identificadas, mientras que en el Punto 2 solo se reportaron dos (2). La mayor área de cobertura promedio la presentó *Eichhornia crassipes*, con un total del 67,8% del área evaluada, seguida por *Pistia stratiotes* (17,6%), mientras que *Lemna minor* contribuyó con el 14,6%. Por su parte la distribución espacial demostró que *E. crassipes* presentó la mayor cobertura tanto en el Punto 1 (49,2%), como en el Punto 2 (86,4%) como se observa en la **Tabla 54** y la **Gráfica 27**. Los aportes de *P. stratiotes* fueron mayores en el Punto 1 (29,2%), mientras que *L. minor* fue exclusiva de este punto.

Como lo indicó Guevara y Ramírez (2015) *Eichhornia crassipes* es una especie de alta capacidad reproductiva y adaptativa, lo que ha llevado a incluirla entre las 10 malezas más invasivas del



mundo, indicando además que puede causar problemas adversos sobre la flora y fauna nativa, ya que, al formar densas colonias flotadoras, produce un descenso en el flujo del agua de ciénagas y embalses, así como produce reducción de la cantidad de luz que penetra la masa de agua y disminución del oxígeno disuelto. Características similares a las descritas para *Pistia stratiotes* por Dray & Center, 2002 en: Conabio (2016).

Tabla 54. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Malambo

Morfoespecie	Porcentaje de cobertura (% cobertura)		
	P1	P2	% Total
<i>Eichhornia crassipes</i>	49,2	86,4	67,8
<i>Pistia stratiotes</i>	21,6	13,6	17,6
<i>Lemna minor</i>	29,2	0	14,6

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.


Gráfica 27. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la ciénaga de Malambo

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



La estructura de la comunidad de macrófitas descrita a través de los índices ecológicos (**Tabla 55**) demuestran que la riqueza específica descrita con los índices de riqueza (Taxa_S) y de Margalef es mayor en el Punto 1 (S= 3 y Margalef= 0,4352). Por su parte la estructura de la comunidad, observada desde los índices de dominancia (Dominance_D) permiten evidenciar que es mayor en el Punto 2 (0,765). Por otra parte, la estructura observada desde los índices de equidad demostró valores del índice de Shannon bajos, siendo menor en el Punto 2 (0,3976). Considerando las abundancias de las morfoespecies el índice de equitatividad de Pielou o equidad de Pielou (J') obtuvo un valor de alto en el Punto 1 (0,9461) y medio en el Punto 2 (0,5737), congruentes con la dominancia de Simpson, que identifican a P1 con el menor predominio de especies. Por último, los valores de la diversidad de Shannon, con valores de 1,039 y 0,3976 en los Puntos 1 y 2 respectivamente, son indicativos la presencia de aguas ligeramente contaminadas en el Punto 1 y muy contaminadas en el Punto 2, según la categorización realizada por Segnini (2003).

Tabla 55. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga de Malambo

Índices	PUNTOS	
	P1	P2
Taxa_S	3	2
Individuals	99	99
Dominance_D	0,374	0,765
Shannon_H	1,039	0,3976
Margalef	0,4352	0,2176
Eqitability_J	0,9461	0,5737

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



5.1.3 Ciénaga de Sabanagrande

5.1.3.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Sabanagrande estuvo representada por 44 morfoespecies, vinculadas a seis (6) divisiones, nueve (9) clases, 11 órdenes y 16 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra en listada en la

Tabla 56. Las Chlorophytas registró la mayor representatividad a la riqueza de taxones con el 40,91% de las especies, seguida de las Euglenozoa con el 36,35%, las Cianobacterias aportaron el 11,36%, Bacillariophytas el 6,82% y la menor riqueza fueron para las Charophytas y Miozoa con una morfoespecie equivalentes al 2,27% cada una.

Tabla 56. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Sabanagrande.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis sp</i>	
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Arthrospira sp</i>	
				<i>Planktothrix sp</i>	
				<i>Oscillatoria sp1</i>	
				<i>Oscillatoria sp3</i>	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp1</i>	
	Coscinodiscophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp1</i>	
		Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp</i>	
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp4</i>	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus opolensis</i>	
				<i>Desmodesmus denticulatus</i>	
				<i>Desmodesmus pectinatus</i>	
				<i>Scenedesmus ecornis</i>	
				<i>Scenedesmus acuminatus</i>	
				<i>Scenedesmus aratus</i>	
				<i>Coelastrum sp1</i>	
				<i>Tetrastrum sp</i>	
				Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>
				Radiococcaceae	<i>Coenococcus sp</i>
	Selenastraceae	<i>Selenastrum sp1</i>			
		<i>Selenastrum sp2</i>			
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum hantzschii</i>	
Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Micractinium sp1</i>		
			<i>Tetraëdron sp1</i>		



Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
			Volvocaceae	<i>Tetraëdron sp2</i>
				<i>Eudorina sp</i>
				<i>Pandorina morum</i>
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Strombomonas ensifera</i>
				<i>Strombomonas sp1</i>
				<i>Trachelomonas hispida</i>
				<i>Euglena sp1</i>
				<i>Euglena sp3</i>
			Phacaceae	<i>Euglena sp4</i>
				<i>Euglena sp5</i>
				<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis ovum</i>
				<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Phacus curvicauda</i>
				<i>Phacus tertus</i>
				<i>Phacus longicauda</i>
				<i>Phacus sp1</i>
<i>Phacus sp2</i>				
<i>Phacus sp3</i>				
Miozoa	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	<i>Gymnodinium sp1</i>
6	9	11	16	44

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

A nivel espacial, la mayor densidad se presentó en P1 con 27361 Ind/l, mientras que P2 fue de 22820 Ind/l, las densidades estuvieron dominadas por el phylum Cianobacteria para cada uno de los puntos de muestreo el cual oscilaron entre 11500,0 0Ind/l en P1 y 20260 en P2 y la morfoespecie *Planktothrix sp* realizó los mayores aportes a la densidad en P1 y P2 con 7580 Ind/L y 14560 Ind/L respectivamente, seguidas por *Oscillatoria sp3* con densidades de 3640 Ind/L y 5140 Ind/L respectivamente **Tabla 57**. Estas morfoespecies están relacionadas con los blooms superficiales, estos organismos que tiene la capacidad de modificar su posición en la columna de agua debido a la presencia de vacuolas de gas en el interior de sus células (Moss, 1998), también se incluyen especies de los géneros: *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Aphanizomenon*, *Aphanocapsa*, *Coelosphaerium*, *Cylindrospermopsis*, *Gloeotrichia*, *Gomphosphaeria*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Nodularia*, *Nostoc*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Planktothrix*, *Pseudanabaena*, *Synechocystis*, *Synechococcus* (De León, 2002). También sobresalen las morfoespecies *Melosira sp*, *Aulacosaeria sp* (Bacillariophytas) y *Actinastrum hantzschii*.



Tabla 57. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Sabanagrande.

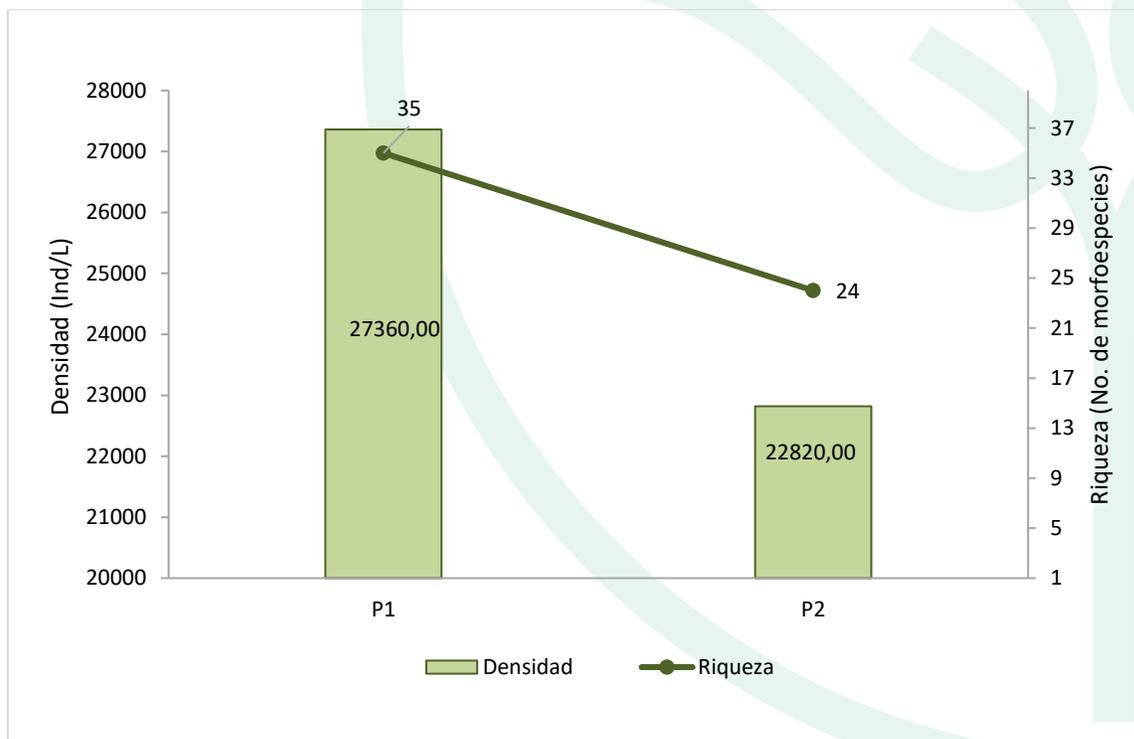
Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Microcystis sp</i>	0,00	520,00	1,02	0,00
<i>Arthrospira sp</i>	280,00	0,00	27,70	63,80
<i>Planktothrix sp</i>	7580,00	14560,00	0,00	0,18
<i>Oscillatoria sp1</i>	0,00	40,00	13,30	22,52
<i>Oscillatoria sp3</i>	3640,00	5140,00	0,00	2,28
<i>Melosira sp1</i>	3140,00	660,00	11,48	2,89
<i>Gyrosigma sp1</i>	0,00	40,00	0,00	0,18
<i>Aulacoseira sp</i>	1080,00	560,00	3,95	2,45
<i>Staurastrum sp4</i>	80,00	0,00	0,29	0,00
<i>Desmodesmus opolensis</i>	420,00	0,00	1,54	0,00
<i>Desmodesmus denticulatus</i>	0,00	40,00	0,00	0,18
<i>Desmodesmus pectinatus</i>	0,00	80,00	0,00	0,35
<i>Scenedesmus ecornis</i>	120,00	0,00	0,44	0,00
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	60,00	0,00	0,22	0,00
<i>Scenedesmus aratus</i>	100,00	0,00	0,37	0,00
<i>Coelastrum sp1</i>	460,00	80,00	1,68	0,35
<i>Tetrastrum sp</i>	0,00	40,00	0,00	0,18
<i>Pedriastrum duplex</i>	60,00	0,00	0,22	0,00
<i>Coenococcus sp</i>	140,00	60,00	0,51	0,26
<i>Selenastrum sp1</i>	720,00	0,00	2,63	0,00
<i>Selenastrum sp2</i>	380,00	0,00	1,39	0,00
<i>Actinastrum hantzschii</i>	2280,00	320,00	8,33	1,40
<i>Micractinium sp1</i>	320,00	60,00	1,17	0,26
<i>Tetraëdron sp1</i>	1720,00	0,00	6,29	0,00
<i>Tetraëdron sp2</i>	160,00	0,00	0,58	0,00
<i>Eudorina sp</i>	40,00	60,00	0,15	0,26
<i>Pandorina morum</i>	0,00	20,00	0,00	0,09
<i>Strombomonas ensifera</i>	100,00	0,00	1,46	0,53
<i>Strombomonas sp1</i>	40,00	0,00	4,17	0,70
<i>Trachelomonas hispida</i>	140,00	40,00	1,02	0,00
<i>Euglena sp1</i>	0,00	60,00	0,37	0,00
<i>Euglena sp3</i>	1400,00	0,00	0,15	0,00
<i>Euglena sp4</i>	220,00	60,00	0,51	0,18
<i>Euglena sp5</i>	120,00	0,00	0,00	0,26
<i>Lepocinclis acus</i>	400,00	120,00	5,12	0,00
<i>Lepocinclis ovum</i>	1140,00	160,00	0,80	0,26
<i>Lepocinclis sp1</i>	280,00	0,00	0,44	0,00
<i>Phacus curvicauda</i>	40,00	0,00	0,15	0,00



Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Phacus tertus</i>	160,00	0,00	0,58	0,00
<i>Phacus longicauda</i>	260,00	40,00	0,95	0,18
<i>Phacus sp1</i>	0,00	20,00	0,00	0,09
<i>Phacus sp2</i>	0,00	40,00	0,00	0,18
<i>Phacus sp3</i>	120,00	0,00	0,44	0,00
<i>Gymnodinium sp1</i>	160,00	0,00	0,58	0,00
Total	27360,00	22820,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El fitoplancton en la ciénaga de Sabanagrande obtuvo densidades que oscilaron entre 22820,00 Ind/L en P2 y 27360,00 Ind/L en P1; la riqueza no presentó gran variación a nivel espacial ya que se obtuvieron entre 35 morfoespecies (P1) y 24 morfoespecies (P2) (**Gráfica 28**). Las variaciones espaciales de la comunidad fitoplanctónica principalmente en densidad y riqueza, responden a los aportes de las morfoespecies de la división Chlorophytas, las cuales no son abundantes en P2.

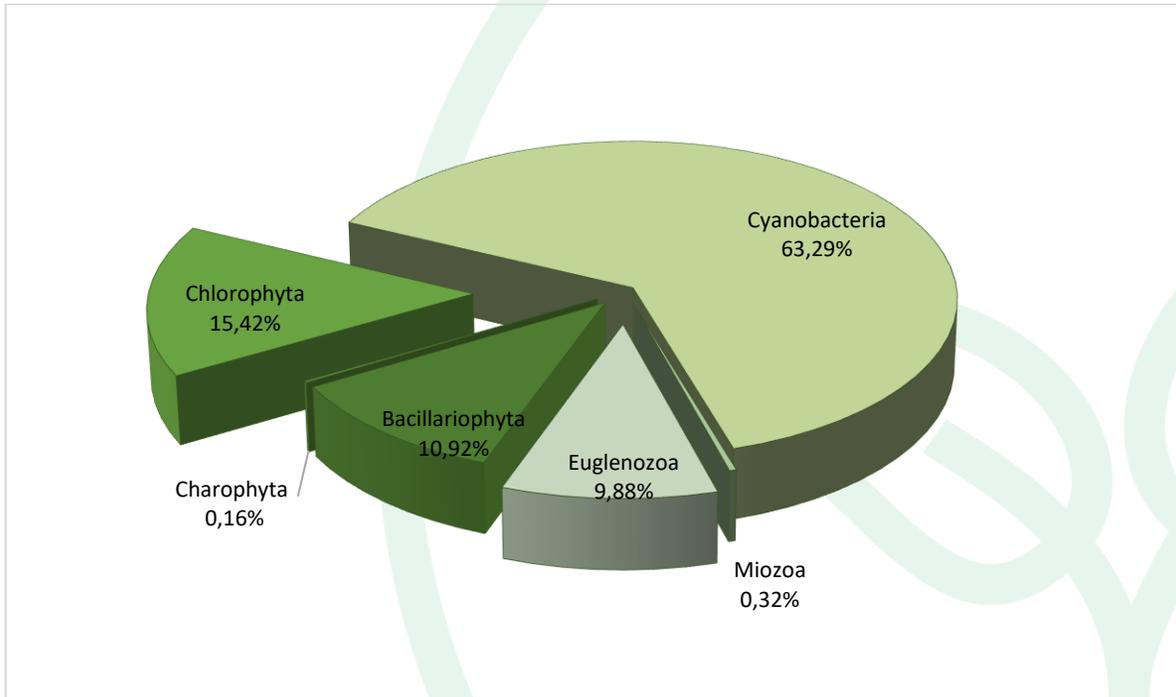


Gráfica 28. Densidad (Ind/l) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Sabanagrande.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



La densidad promedio de la ciénaga fue de 25090,00 Ind/L distribuidos principalmente en el grupo de las Cianobacterias (algas verde azules) con un 63,29% del total seguida por las Chlorophytas con el 15,42%, las diatomeas contribuyeron con el 10,9% de la densidad total y las Euglenozoa con el 9,88% las menores densidades fueron aportadas por las divisiones Miozoa y charophytas con un porcentaje menor a 1 (**Gráfica 29**).



Gráfica 29. Contribución porcentual de los phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de Sabanagrande.

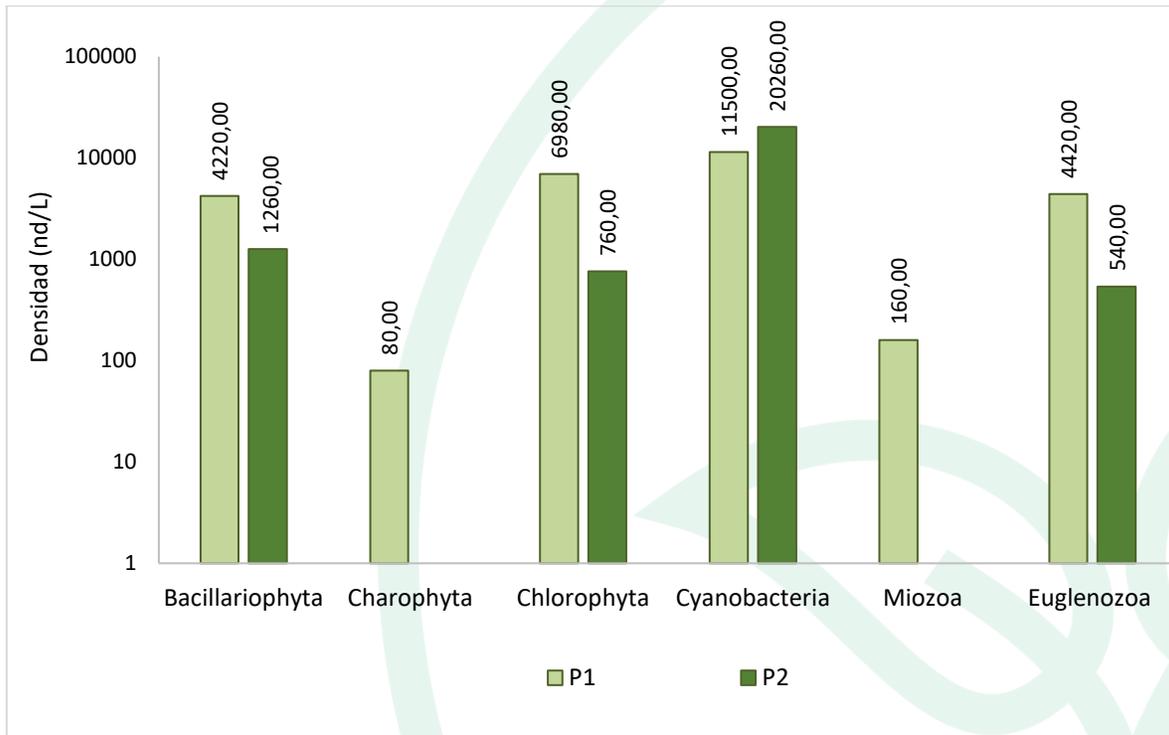
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por morfoespecies del phylum Cyanobacteria, las cuales obtuvieron el 63,3% del valor total, seguida de los phyla Charophyta (15,42%) y Bacillariophyta (10,92%) (**Gráfica 30**).

En el punto de muestreo P1 todos los Phylum registraron las mayores densidades a excepción de P2 donde las Cianobacterias realizaron el mayor aporte a la densidad total de la ciénaga, en especial por los aportes realizados de la morfoespecie *Planktothrix* sp (14560 Ind/L), esta morfoespecie filamentosas son muy sensibles a altas intensidades de luz y no forman colonias, mantienen



filamentos solitarios en circulación en el agua ya que su regulación de la flotabilidad es escasa, por lo tanto, se distribuyen homogéneamente en la columna de agua.



Gráfica 30. Contribución de los phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Sabanagrande.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

A nivel general la diversidad presentó un valor promedio de 1,90, en el punto de muestreo P1 el ensamblaje fue más estable con valores de diversidad medio 2,57, alta equidad J' : 0,73, la dominancia fue baja 0,13 (**Tabla 58**), en P2 la estructura fue más inestable con una baja diversidad al igual que el índice de Margalef 2,29 la equidad fue baja J' : 0,39 el cual se vio reflejado con el alto valor de dominancia 0,46 el cual es atribuido a la morfoespecie *Planktothrix sp* que aportó más del 63,8% de la abundancia total para el punto de muestreo.

Tabla 58. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton en la ciénaga Sabanagrande.

Índices	P1	P2
Taxa_S	34	24
Individuals	27360	22820
Margalef	3,23	2,29
Equitability_J	0,73	0,39



Indices	P1	P2
Shannon_H	2,57	1,23
Dominance_D	0,13	0,46

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.3.2 Zooplancton

En la ciénaga Sabanagrande, la comunidad de zooplancton estuvo representada por 17 morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phylum, seis (6) clases, siete (7) órdenes y trece (13) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 59**.

Tabla 59. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Sabanagrande

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Artrópoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-	<i>Larva Nauplio Cyclopoida</i>
	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina</i> sp
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Euglypha</i> sp
	Lobosa	Arcellinida	Centropyxidae	<i>Centropyxis</i> sp
			Diffugiidae	<i>Diffflugia acuminata</i>
				<i>Diffflugia lobostoma</i>
Rotífera	Bdelloidea	-	Philodinidae	<i>Philodina</i> sp
	Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp
			Testudinellidae	<i>Testudinella</i> sp
			Ploima	Asplanchnidae
		Brachionidae		<i>Brachionus caudatus</i>
				<i>Brachionus</i> sp1
				<i>Keratella trópica</i>
		<i>Platylas quadricornis</i>		
		Gatropodidae		<i>Ascomorpha</i> sp
		Lecanidae	<i>Lecane</i> sp1	
Mytilinidae	<i>Mytilina</i> sp			
3	6	6	12	17

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La morfoespecie más abundante fue *Brachionus* sp1 de la zona de monitoreo con 156,00 Ind/L representando el 65,00% en el punto 2 y seguido de *Filinia* sp con un total de 51,00 Ind/L representando el 15,83% en el P2 y 11,50% en el P1. La morfoespecie menos densa fue *Bosmina* sp con 1,00 Ind/L para el P1 y 0,00 Ind/L para el P2 (**Tabla 60**). Los rotíferos del género *Brachionus* se consideran tolerantes a ciertas concentraciones de contaminantes, así como a diversos factores ecológicos (Sládecek, 1983). Las especies del género *Filinia* son especies cosmopolitas que habitan en sistemas con aguas alcalinas. De acuerdo con Sládecek (1983) son indicadoras de aguas α-mesosapróbicas y polisapróbicas.

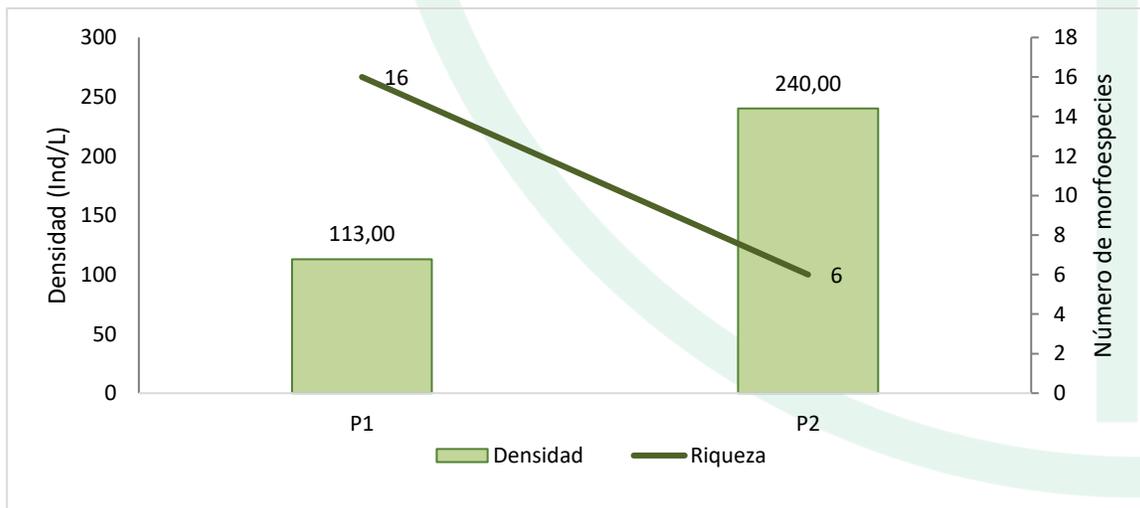


Tabla 60. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Sabanagrande.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Ascomorpha</i> sp	5,00	34,00	4,42	14,17
<i>Asplanchna</i> sp	14,00	0,00	12,39	0,00
<i>Bosmina</i> sp	1,00	0,00	0,88	0,00
<i>Brachionus caudatus</i>	2,00	0,00	1,77	0,00
<i>Brachionus</i> sp1	0,00	156,00	0,00	65,00
<i>Centropyxis</i> sp	22,00	0,00	19,47	0,00
<i>Diffugia acuminata</i>	3,00	0,00	2,65	0,00
<i>Diffugia lobostoma</i>	7,00	0,00	6,19	0,00
<i>Euglypha</i> sp	2,00	0,00	1,77	0,00
<i>Filinia</i> sp	13,00	38,00	11,50	15,83
<i>Keratella tropica</i>	13,00	0,00	11,50	0,00
<i>Larva Nauplio Cyclopoida</i>	5,00	2,00	4,42	0,83
<i>Lecane</i> sp1	10,00	0,00	8,85	0,00
<i>Mytilina</i> sp	2,00	0,00	1,77	0,00
<i>Philodina</i> sp	10,00	0,00	8,85	0,00
<i>Platylas quadricornis</i>	2,00	2,00	1,77	0,83
<i>Testudinella</i> sp	2,00	8,00	1,77	3,33
Total	113,00	240,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

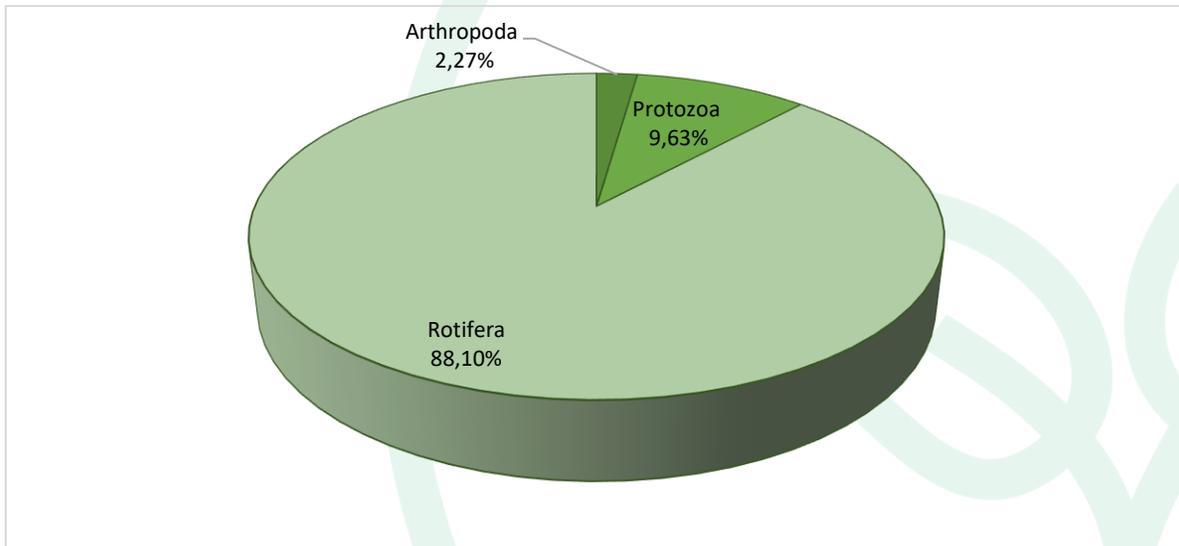
En cuanto a la distribución de la densidad en el área de estudio el punto con mayor densidad fue P2 con 240,00 Ind/L para P1 la densidad fue de 113,00 Ind/L. De manera inversa la mayor riqueza fue en P1 con 16,00 morfoespecies y P2 con 6,00 (**Gráfica 31**).


Gráfica 31. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Sabanagrande

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



En cuanto a la distribución porcentual de los phylum en el área de estudio Rotífera representó el 88,10% seguido de Protozoa con 9,63% y por último Artrópoda con 2,27% (**Gráfica 32**). El hábitat principal de los organismos del género rotífera son los sistemas acuáticos continentales, aunque hay diversidad de ecosistemas en los que se encuentran. Dado que se pueden encontrar en altas densidades en dichos sistemas gracias a su amplia capacidad de adaptación en ambientes acuáticos variables (salinidad, pH, temperatura, nutrientes, contaminantes), estos se han convertido en un grupo de importancia en la representación del zooplancton (Velasco., 2006).

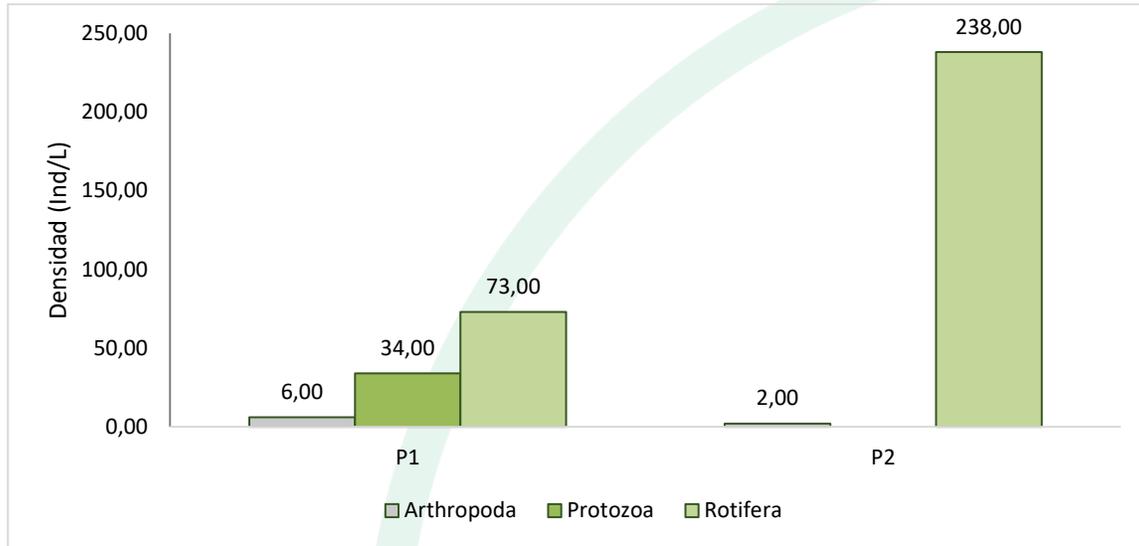


Gráfica 32. Contribución porcentual de la densidad total de los Phyla zooplanctónicas en la ciénaga Sabanagrande.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

El Phylum Rotífera fue el más denso para los dos puntos 238,00 Ind/L para P2 y 73,00 Ind/L en P1, seguido de Protozoa con 34,00 Ind/L para P1. Por último, tenemos a Artrópoda con 6,00 Ind/L y 0,00 Ind/L (**Gráfica 33**).





Gráfica 33. Contribución a la densidad total de los Phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Sabanagrande.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

El índice de Shannon-Wiener reportó un valor sobre 2 para el punto P1 e inferior a 2 para P2, indicando contaminación moderada y severa respectivamente según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas. El índice de equidad obtuvo un valor alto para el punto 1 y moderado para el punto 2, influenciada en el punto 2 por las densidades de *Brachionus* sp1, que fue superior a las de las demás morfoespecies zooplanctónicas. La dominancia de Simpson (Dominance_D) fue baja y moderada respectivamente, congruente con los valores de equidad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles altos de diversidad en el punto 1 y bajos para el punto 2 (<2) (Tabla 61).

Tabla 61. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Sabanagrande

Índice	P1	P2
Taxa_S	16	6
Individuals	113	240
Dominance_D	0,10	0,46
Shannon_H	2,44	1,04
Margalef	3,17	0,91
Equitability_J	0,88	0,58

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



5.1.3.3 Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga de Sabanagrande estuvo representada por diez (10) morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, igual cantidad de clases, ocho órdenes y familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra en listada en la Tabla 62. Con respecto a la riqueza de taxones, las diatomeas o Bacillariophyta fue la de mayor representatividad debido a que aportó siete morfoespecies, lo que significó el 70% del total registrado, seguida de las clorofitas con dos taxones que representaron el 20% del total analizado. En tercer y último lugar, se encontró una morfoespecie de Cyanophyta o algas verde azules.

Tabla 62. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga de Sabanagrande.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp3
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp1
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp1
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp1
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp1
				<i>Eunotia</i> sp2
<i>Eunotia</i> sp3				
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp4
3	3	8	8	10

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto a la abundancia relativa, en la Tabla 63 se puede observar que, de las morfoespecies más abundantes, mencionadas anteriormente, solo *Eunotia* sp3 alcanza el 35, 64%, *Navicula* sp1 y *Synedra* sp1 se acercan al 30,5% del total. Las siete morfoespecies restantes aportaron entre el 0,20% y el 16,37 % de individuos por punto.

Es importante destacar la abundancia de los géneros *Navicula*, *Synedra* y *Eunotia*, caracterizados porque son diatomeas móviles, que poseen pedúnculos de adhesión y presentan una distribución mundial, aunque muchas especies están restringidas a áreas tropicales, debido a sus preferencias ambientales como en el caso de *Eunotia* a bajo pH y alta conductividad (Ortiz-Lerin & Cambra, 2007). Otro aspecto de la ecología de estos géneros es que las especies pertenecientes a *Eunotia* son poco tolerantes a la contaminación comparadas las especies de *Navicula* y *Synedra*.

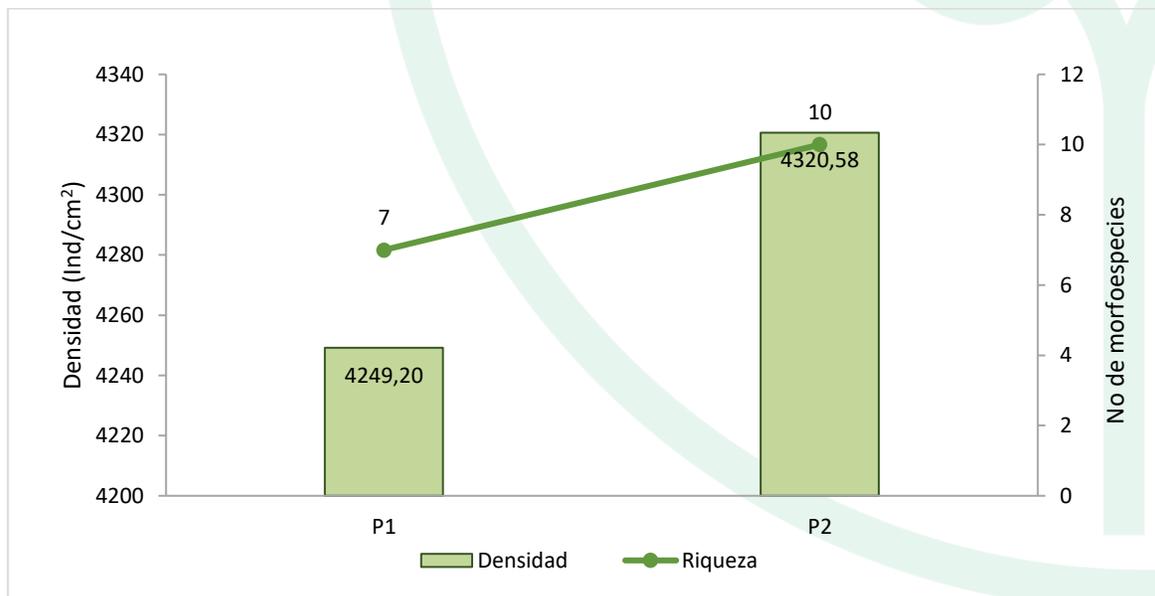


Tabla 63. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Sabanagrande.

Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Oscillatoria</i> sp3	169,43	502,73	3,99	11,64
<i>Nitzschia</i> sp1	695,57	137,89	16,37	3,19
<i>Cymbella</i> sp	57,96	8,62	1,36	0,20
<i>Navicula</i> sp1	1293,04	1309,96	30,43	30,32
<i>Synedra</i> sp1	1293,04	565,93	30,43	13,10
<i>Eunotia</i> sp1	517,22	143,64	12,17	3,32
<i>Eunotia</i> sp2	0,00	77,56	0,00	1,80
<i>Eunotia</i> sp3	0,00	1539,78	0,00	35,64
<i>Oedogonium</i> sp	222,94	25,85	5,25	0,60
<i>Scenedesmus</i> sp4	0,00	8,62	0,00	0,20
Total	4249,20	4320,58	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

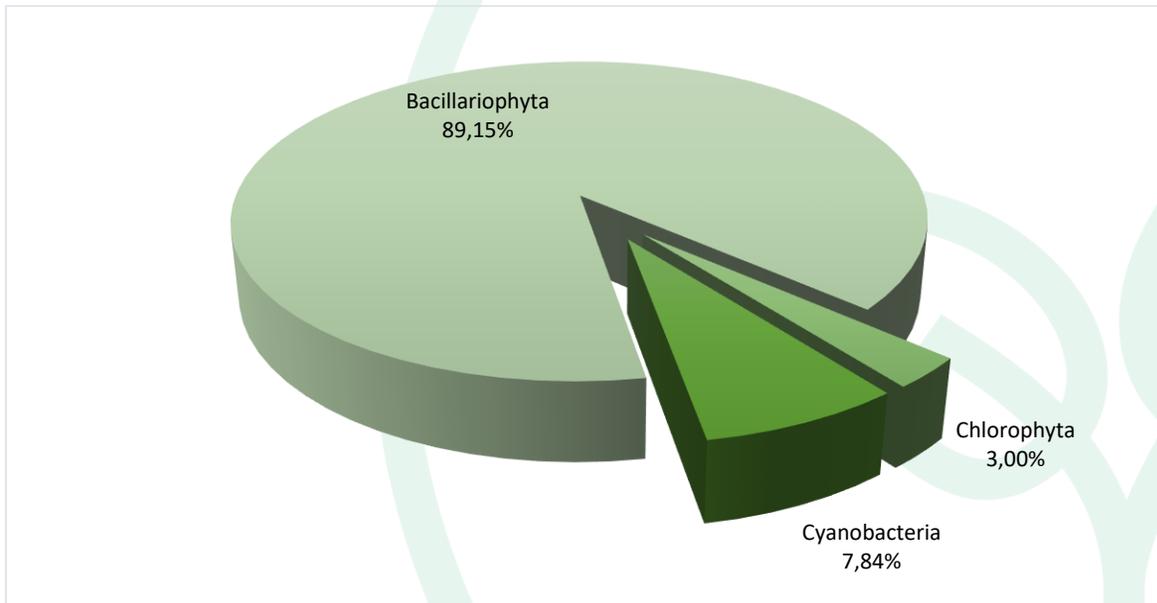
El perifiton en la ciénaga de Sabanagrande reportó de 7 a 10 morfoespecies y de 4249,20 a 4320,58 Ind/cm² en los puntos P1 y P2 respectivamente. En cada uno de ellos predominaron las diatomeas registrando 3783,38 Ind/cm² en P2 a 3856,83 Ind/cm² en P1 que equivalen al 87,56% y 90,76% del total de los individuos (**Gráfica 34**). En P1 siguieron en importancia las clorofitas con 222,94 Ind/cm² que sextuplican su población en P2, donde fueron superadas por las cianobacterias.


Gráfica 34. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga Sabanagrande.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



La densidad total de la ciénaga fue de 8569,78 Ind/cm² distribuidos principalmente en el grupo de las diatomeas con un 89,15% del total y las algas verde azules quienes constituyeron el 7,84%, el último puesto fue ocupado por las algas verdes como lo muestra la **Gráfica 35**. Algunos autores como Montoya Moreno y Aguirre R (2013) señalan un predominio de las diatomeas en la composición y abundancia excepto en aguas bajas en ascenso, período en el cual las clorofíceas predominan debido al ingreso de agua, y al aumento en la concentración de fósforo, de sólidos y de fitoplancton.

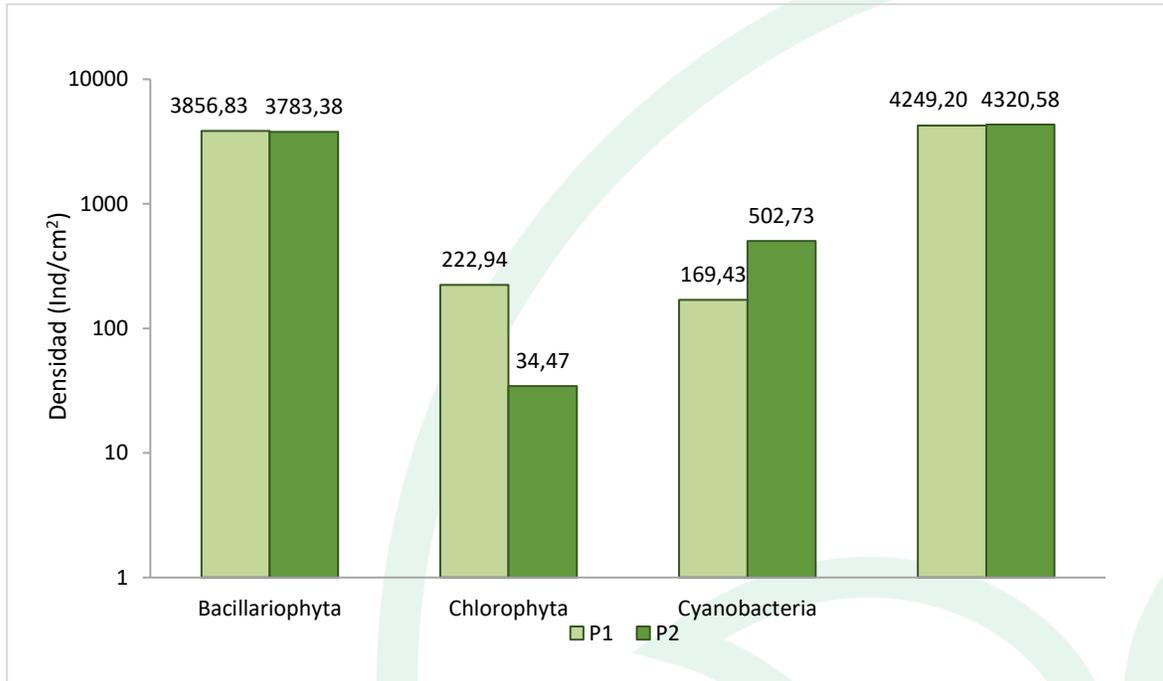


Gráfica 35. Contribución porcentual de los phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Sabanagrande.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En el grupo de las diatomeas, la morfoespecie más abundante y común fue *Navicula* sp1 codominante con *Synedra* sp1 en P1, donde reportaron igual densidad (1293 Ind/cm²), mientras en P2 le siguió a *Eunotia* sp3 (1539,78 Ind/cm²) con 1309,96 Ind/cm². En cuanto a las algas verde-azules representadas por *Oscillatoria* sp3 mostró mayores aportes en P2 y la clorofita *Oedogoniun* sp en P1, **Gráfica 36**.





Gráfica 36. Contribución de los phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Sabanagrande.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Los análisis de los índices de diversidad indicaron que hay una mayor riqueza en P2 (1,08). La mayor diversidad se fijó en P1, ($H = 1,62$) con respecto al otro punto. El índice de dominancia de Simpson al tener un valor de 0,23 reafirma la diversidad del P1 por ser el valor más bajo, así mismo, el máximo registro del índice (0,25) da cuenta de la poca dominancia existente en la ciénaga. La tendencia de equitatividad de las especies fue demostrada por el índice de Pielou (0,83) en P1 mientras en P2 se presenta mayor desigualdad en las abundancias por morfoespecies (0,69) **Tabla 64.**

Tabla 64. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga Sabanagrande.

Índices	P1	P2
Taxa_S	7,00	10,00
Individuals	4249,2	4320,58
Dominance_D	0,23	0,25
Shannon_H	1,62	1,60
Margalef	0,72	1,08
Eqitability_J	0,83	0,69

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



5.1.3.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad bentónica en la ciénaga de Sabanagrande estuvo representada por seis (6) morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, cuatro (4) clases, cinco (5) y cinco (5) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la Tabla 65.

Tabla 65. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Sabanagrande.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Mollusca	Bivalvia	Myoida	Corbulidae	<i>Corbula caribaea</i>
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae	Hydrobiidae morfo 1
		Architaenioglossa	Ampullaridae	<i>Pomacea sp</i>
Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	Naididae morfo 1 <i>Tubifex sp</i>
Artrópoda	Insecta	Ephemeroptera	Polymitarcyidae	<i>Campsurus sp (N)</i>
3	4	5	5	6

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En el punto de monitoreo P1, la morfoespecie más abundante fue Hydrobiidae morfo 1 con 22,22 Ind/m²; mientras que en P2 las densidades mayores se relacionaron con *Pomacea sp*, *Tubifex sp* y *Campsurus sp (N)* (Tabla 66). Los gasterópodos de la familia la Hydrobiidae, comprenden especies de talla media a pequeña, operculados y principalmente de agua dulce o salobre (Thompson, 2004), por lo general se asocian con aguas ricas en carbonato de calcio y materia orgánica (Roldán y Ramírez, 2008).

El género *Pomacea*, se distribuye principalmente en la región Neotropical, siendo este género frecuente en lagunas y ríos de Sudamérica (Cowie y Thiengo, 2003), se localizan en cuerpos de agua relativamente profundos, con escasa corriente y con abundante vegetación acuática (Rangel, 1984). Se le considera indicador de ambientes alterados, pues al alimentarse de macrófitos, favorece el crecimiento de algas filamentosas en detrimento de los primeros, lo que incrementa la turbidez del agua al favorecer la presencia masiva de fitoplancton y materia orgánica en suspensión, así como el incremento de nutrientes (fósforo, nitrógeno) y clorofila (Carlsson *et al.*, 2004).

Los anélidos de *Tubifex*, frecuentan aguas lentas y poco profundas, toleran concentraciones de oxígeno muy bajas e incluso pueden sobrevivir en condiciones anóxicas por períodos largos de tiempo (Barrera Carrera y Kohlmann, 2013).



En cuanto a *Campsurus* sp, se considera un buen indicador de calidad de agua (Rodríguez-Capítulo *et al.*, 2001), estos efemerópteros se alimentan principalmente de una variedad de algas y desechos (Flowers, 2010). En este contexto, un mayor contenido de materia orgánica en el sedimento de la ciénaga de Sabanagrande puede interpretarse como una mayor disponibilidad de recursos alimentarios para esta morfoespecie.

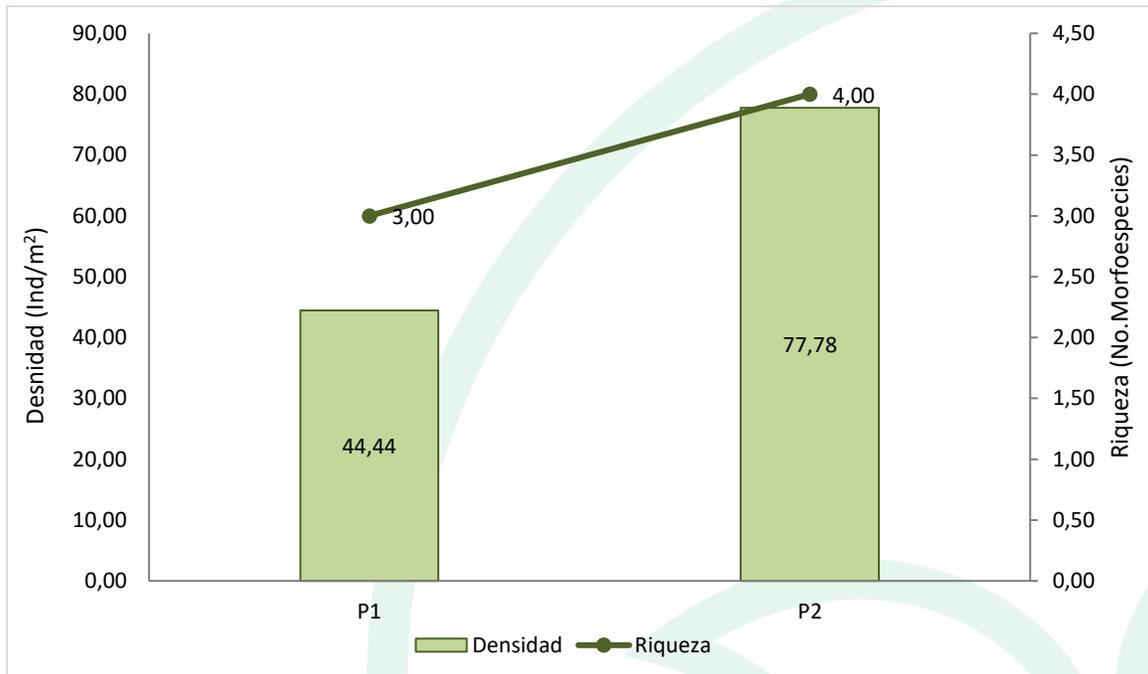
Tabla 66. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Corbula caribaea</i>	11,11	0,00	25,00	0,00
Hydrobiidae morfo 1	22,22	11,11	50,00	14,29
<i>Pomacea</i> sp	0,00	22,22	0,00	28,57
Naididae morfo 1	11,11	0,00	25,00	0,00
<i>Tubifex</i> sp	0,00	22,22	0,00	28,57
<i>Campsurus</i> sp (N)	0,00	22,22	0,00	28,57
Total	44,44	77,78	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Los macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande obtuvieron densidades moderadas, el punto de monitoreo P2 obtuvo el valor más alto, con 77,78 Ind/m²; la riqueza no presentó gran variación a nivel espacial ya que se obtuvieron tres (3) y cuatro (4) morfoespecies en cada punto de monitoreo, el valor máximo correspondió a P2 (**Gráfica 37**). Las variaciones espaciales de la comunidad bentónica principalmente en densidad, responden a los aportes de las morfoespecies *Tubifex* sp, *Campsurus* sp y *Pomacea* sp, las cuales no se observaron en P1, ya que en general este punto de monitoreo se relacionó mayormente con moluscos.





Gráfica 37. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande.

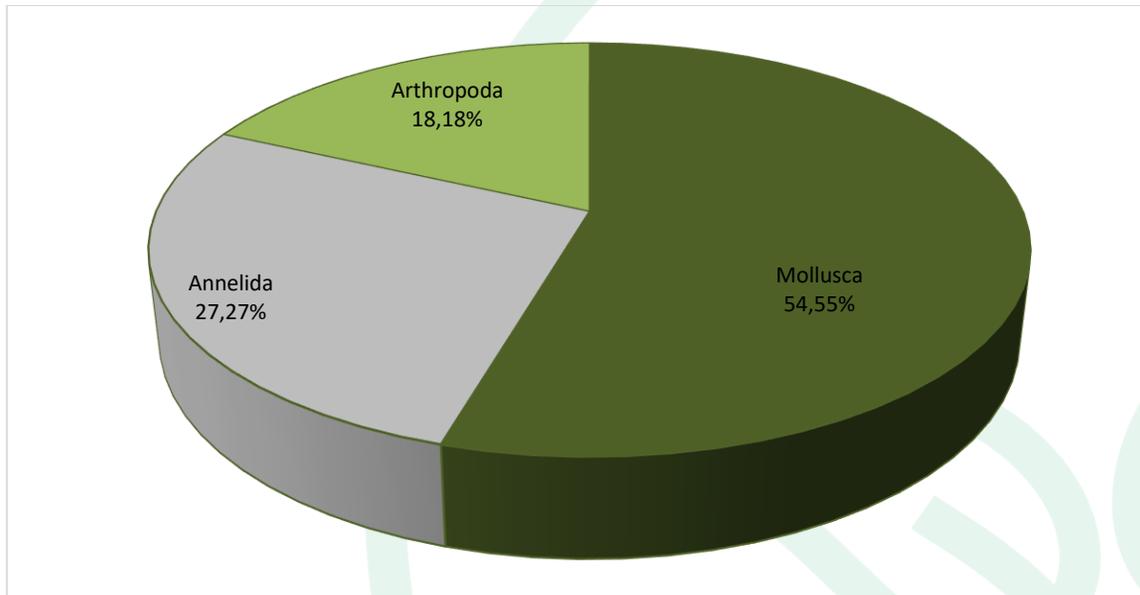
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por morfoespecies del phylum Mollusca, las cuales obtuvieron el 54,55% del valor total, seguida de los phyla Annelida (22,27%) y Artrópoda (18,18%) (**Gráfica 38**). La dominancia de Mollusca se relaciona principalmente con sus hábitos detritívoros, ya que la dieta de la mayoría de las especies de esta división se encuentra fundamentada en materia orgánica. Por lo general, estos organismos caracterizan en bentos de ambientes con niveles tróficos altos (eutróficos), son indicadores de aguas contaminadas y duras, ya que requieren del carbonato de calcio para la construcción de sus conchas (Roldán y Ramírez, 2008).

Los anélidos se encuentran relacionados con la disminución de la calidad del agua y sus recursos tróficos, así como con la interferencia de los mecanismos respiratorios y otras características morfofisiológicas propias de cada grupo biológico. En contraste, Artrópoda, si bien cuenta con especies cuya tolerancia ambiental es amplia, el número de taxones con dicha capacidad es menor y comúnmente se asocia con dípteros de la familia Chironomidae, reportada en otras ciénagas del área de estudio. No obstante, resultan importante destacar la presencia de efemerópteros del



género *Campsurus*, los cuales son altamente sensibles a condiciones de baja oxigenación, de tal manera que su presencia en la ciénaga representa un indicador de que dicho ecosistema cuenta aún con la capacidad de carga ecológica que permite la existencia de este tipo de taxones tan sensibles.



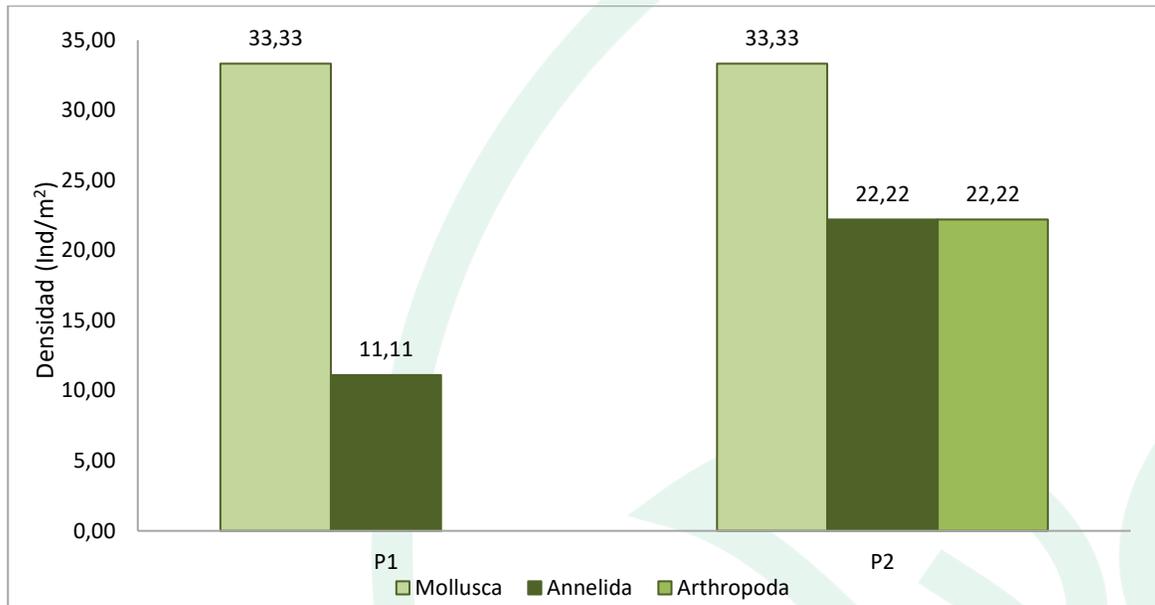
Gráfica 38. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Sabanagrande.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

A nivel espacial, las densidades estuvieron dominadas por el phylum Mollusca, el cual obtuvo 33,33 Ind/m² en cada punto de monitoreo; Annelida estuvo mejor representado en P2, donde registró 22,22 Ind/m²; mientras que Arthropoda se relacionó únicamente con P2 (22,22 Ind/m²) (**Gráfica 30**). Estas variaciones espaciales en la densidad de las divisiones taxonómicas observadas se relacionan con características ecológicas de cada una de las mismas, así como con condiciones fisicoquímicas diferenciales en los dos puntos muestreados. Es así como la gran capacidad de agregación que tienen los moluscos facilita una mayor oportunidad de encuentro. Si bien los anélidos de la familia también tienen la capacidad de agregarse, estos cuentan con mecanismos de competencia intraespecífica que permite su disgregación en determinada área del sustrato, además de que su movilidad es mayor si se le compara con la de los moluscos. Por su parte, la asociación de Arthropoda a P2 puede estar relacionada con los requerimientos ecológicos del género *Campsurus*,



entre los que se puede destacar buenas concentraciones de oxígeno y arcilla que es utilizada para la construcción de sus casas.



Gráfica 39. Contribución de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Sabanagrande.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga de Sabanagrande fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

5.1.3.5 Macrófitas

En la Ciénaga de Sabanagrande se reportaron seis (6) especies de macrófitas distribuidas en seis (6) familias, seis (6) órdenes, tres (3) clases y dos (2) divisiones (**Tabla 67**). Se reportaron especies de macrófitas acuáticas en los todos los puntos monitoreados.

Tabla 67. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga de Sabanagrande

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Magnoliophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Lemna minor</i>
		Cyperales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>
		Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i>



División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>
		Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomea carnea</i>
Pteridophyta	Polypodiopsida	Salvinales	Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>
2	3	6	6	6

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Los puntos monitoreados presentaron la misma riqueza de especies (4 especies). La mayor área de cobertura promedio la presentó *Eichhornia azurea*, con un total del 88,6% del área evaluada, seguida por *Ipomea carnea* (8,4%), mientras que las especies restantes se reportaron en áreas menores al 1%. Al evaluar la distribución espacial se evidenció que *Eichhornia azurea* presentó la mayor cobertura tanto en el Punto 1 (95,2%), como en el Punto 2 (82%) como se observa en la **Tabla 68** y la **Gráfica 40**. Los aportes de *Lemna minor* y *Salvinia auriculata* fueron de 1,6 y 1,2%, respectivamente, fueron exclusivos del Punto 1; mientras que los de *Ipomea carnea* (16,8%) y *Ludwigia helminthorrhiza* (0,8%) se presentaron exclusivamente del Punto 2.

Eichhornia azurea es una planta nativa de Suramérica, así mismo Conabio (2022) indica que es una especie importante para la formación de micro hábitat y alimento para pequeños invertebrados lo cual es ratificado por Mosquera-Murillo (2018) en ciénagas del río Atrato (Chocó), además está asociada con ambientes que presentan alto índice de perturbación humana; es un indicador biológico del nivel de concentración de mercurio en los cuerpos de agua (Conabio, 2022).

Tabla 68. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Sabanagrande

Morfoespecie	Porcentaje de cobertura (% cobertura)		
	P1	P2	% Total
<i>Ipomea carnea</i>	0,00	16,80	8,40
<i>Lemna minor</i>	1,60	0,00	0,80
<i>Paspalum sp</i>	0,80	0,40	0,60
<i>Eichhornia azurea</i>	95,20	82,00	88,60
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	0,00	0,80	0,40
<i>Salvinia auriculata</i>	1,20	0,00	0,60

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.





Gráfica 40. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la ciénaga de Sabanagrande

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La estructura de la comunidad de macrófitas descrita a través de los índices ecológicos (**Tabla 69**) demuestran que la riqueza específica descrita con los índices de riqueza (Taxa_S) y de Margalef es muy similar tanto en el Punto 1 (S= 4 y Margalef= 0,6558) como en el Punto 2 (S= 4 y Margalef= 0,6543). Por su parte la estructura de la comunidad, observada desde los índices de dominancia (Dominance_D) permiten evidenciar que es mayor en el Punto 1 (0,9289). Por otra parte, la estructura observada desde los índices de equidad demostró valores del índice de Shannon bajos, siendo menor en el Punto 1 (0,1951). Considerando las abundancias de las morfoespecies el índice de equitatividad de Pielou o equidad de Pielou (J') obtuvo un valor de bajo tanto en el Punto 1 (0,1407) como en el Punto 2 (0,3774), congruentes con la dominancia de Simpson, que identifican a P2 con el menor predominio de especies. Por su parte, la diversidad de Shannon, con valores de 0,1951 y 0,5231 en los Puntos 1 y 2 respectivamente, son indicativos la presencia de aguas muy contaminadas, según la categorización realizada por Segnini (2003).



Tabla 69. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga de Sabanagrande

Índices	Puntos	
	P1	P2
Taxa_S	4	4
Individuals	97	98
Dominance_D	0,9289	0,7007
Shannon_H	0,1951	0,5231
Margalef	0,6558	0,6543
Eqitability_J	0,1407	0,3774

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.3.6 Peces

El ensamble de peces en la ciénaga de Sabanagrande estuvo conformado por cinco (5) especies, las cuales se distribuyen en el phylum Chordata y la clase Actinopterygii, en cuatro (4) ordenes, y cinco (5) familia (Tabla 70).

Tabla 70. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces presente en la ciénaga de Sabanagrande.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chordata	Actinopterygii	Anabantiformes	Osphronemidae	<i>Trichogaster pectoralis</i>
		Cichliformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>
		Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalena</i>
			Serrasalminidae	<i>Colossoma macropomum</i>
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus yuma</i>		
1	1	4	5	5

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La abundancia total reportada en la ciénaga de Sabanagrande fue de 14,00 individuos, de los cuales la especie *Cyphocharax magdalena* aportó cinco (5,00) individuos, fue la más abundante en el área de estudio. La menor abundancia la presentó la especie *Trichogaster pectoralis* con solo 1,00Ind, reportado en el punto Ciénaga de Sabanagrande P1 Tabla 71.

Tabla 71. Abundancia y abundancia relativa de la ictiofauna presente en la ciénaga de Sabanagrande.

Morfoespecie	Abundancia (Individuos)			Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	Total	P1	P2
<i>Trichogaster pectoralis</i>	1,00	-	1,00	12,50	0,00
<i>Oreochromis niloticus</i>	2,00	-	2,00	25,00	0,00
<i>Cyphocharax magdalena</i>	5,00	-	5,00	62,50	0,00
<i>Colossoma macropomum</i>	-	2,00	2,00	0,00	33,33

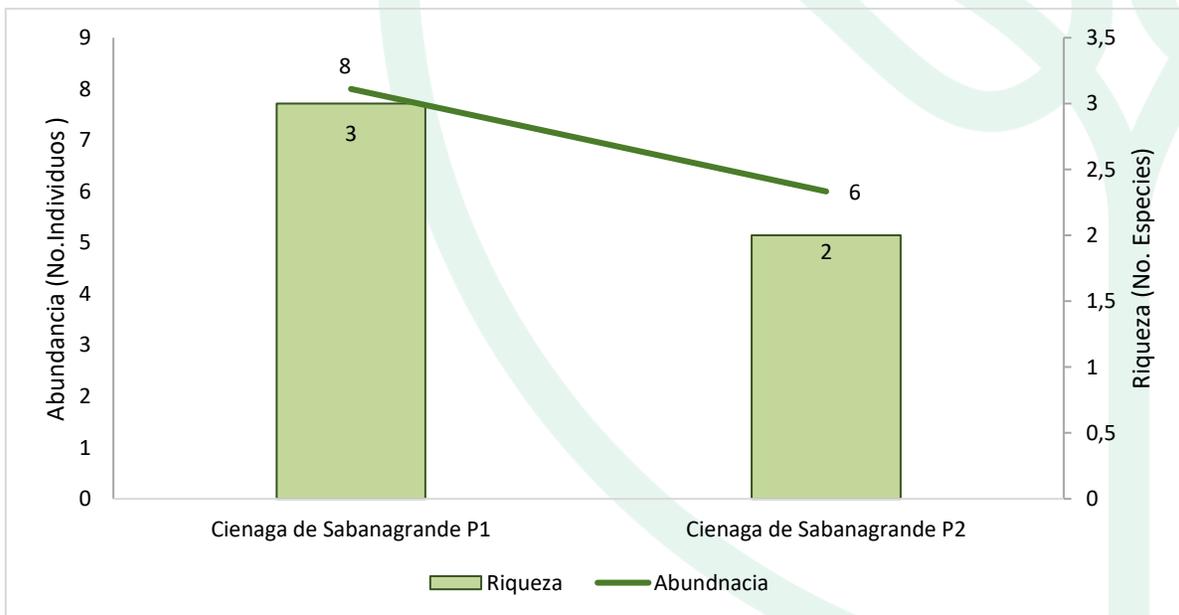


Morfoespecie	Abundancia (Individuos)			Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	Total	P1	P2
<i>Pimelodus yuma</i>	-	4,00	4,00	0,00	66,67
Total	8,00	6,00	14,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El bagre, *Pimelodus yuma* tuvo la mayor abundancia relativa con valor de 66,67%, en el punto Ciénaga de Sabanagrande P2, siendo considerada por tanto una especie dominante en este punto, por un valor superior al 50%. A diferencia de los sistemas anteriormente mencionados donde dominaron especies introducidas, mientras que acá las especies *Cyphocharax magdalenae* y *P. yuma* tuvieron la mayor abundancia; ambas son nativas y la primera es endémica de la cuenca Magdalena-Cauca.

La mayor riqueza y abundancia se reportó en el punto Ciénaga de Sabanagrande P1, con valores de 3,00 taxones y 8,00 Ind, respectivamente (**Gráfica 41**). Estos resultados podrían estar indicando unas mejores condiciones para el establecimiento de esta comunidad, en dicho punto de monitoreo.



Gráfica 41. Riqueza (No. Especies) y abundancia (No. Individuos) de la comunidad de peces reportada en la ciénaga de Sabanagrande.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Debido a la baja riqueza reportada en los puntos de monitoreo de la ciénaga de saba grande, los índices de diversidad no fueron calculados.



5.1.4 Ciénaga de Santo Tomás

5.1.4.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Santo Tomás, estuvo conformada por 33 morfoespecies, distribuidas en una seis (6) divisiones, ocho (8) clases, 13 órdenes, 21 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 72**. Las Euglenozoa aportaron la mayor riqueza de morfoespecies con el 39,39% del total de especies, seguidas de las Chlorophytas con el 24.24%, las Cyanobacterias aportaron el 18,18% y Bacillariophytas con el 12,12%, las menores representaciones fueron para las Ochrophytas y Charophytas con el 3,03% representados por una morfoespecie cada una.

Tabla 72. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en ciénaga de Santo Tomás.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp2</i>
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Aphanocapsa sp1</i>
		Synechococcales	Coelosphaeriaceae	<i>Coelosphaeriumsp</i>
			Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya sp</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp1</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp1</i>
			Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum duplex</i>
			Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp</i>
			Radiococcaceae	<i>Coenococcus sp</i>
		Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Tetraëdron sp1</i>
			Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>
				<i>Pandorina morum</i>
			Trebouxiophyceae	Chlorellales
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Strombomonas ensifera</i>
				<i>Trachelomonas allorgei</i>
				<i>Trachelomonas armata</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>



Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Trachelomonas sp2</i>
				<i>Euglena sp3</i>
				<i>Euglena sp4</i>
			Phacaceae	<i>Phacus longicauda</i>
				<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis ovum</i>
				<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Phacus sp1</i>
				<i>Phacus sp2</i>
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales		Sciadaceae
6	8	13	21	33

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En la ciénaga la densidad en los puntos de muestreo osciló entre 1280 ind/l en P1 y 4686,7 ind/l P2 con mayoría en la densidad individuos de las Cianofitas en P1 fue de 54,7% y en P2 fue de 80,37% y la morfoespecie *Planktothrix sp* aportó un 77,8% de la densidad total en el punto de muestreo **Tabla 73**. Otras especies que realizaron un interesante aporte fueron *Aulacosaeria sp* y *Leptolyngbya sp*.

Tabla 73. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Santo Tomás.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Planktothrix sp</i>	426,70	3646,70	33,33	77,81
<i>Oscillatoria sp1</i>	26,70	6,70	2,08	0,14
<i>Oscillatoria sp2</i>	0,00	60,00	0,00	1,28
<i>Aphanocapsa sp1</i>	20,00	0,00	1,56	0,00
<i>Coelosphaerium sp</i>	93,30	53,30	7,29	1,14
<i>Leptolyngbya sp</i>	126,70	0,00	9,90	0,00
<i>Melosira sp1</i>	40,00	0,00	3,13	0,00
<i>Navicula sp1</i>	33,30	0,00	2,60	0,00
<i>Eunotia sp1</i>	0,00	13,30	0,00	0,28
<i>Aulacoseira sp</i>	160,00	693,30	12,50	14,79
<i>Closterium sp1</i>	13,30	13,30	1,04	0,28
<i>Coelastrum sp1</i>	13,30	0,00	1,04	0,00
<i>Pediastrum duplex</i>	20,00	0,00	1,56	0,00
<i>Golenkinia sp</i>	6,70	0,00	0,52	0,00
<i>Coenococcus sp</i>	0,00	20,00	0,00	0,43
<i>Tetraëdron sp1</i>	0,00	6,70	0,00	0,14
<i>Eudorina sp</i>	20,00	13,30	1,56	0,28

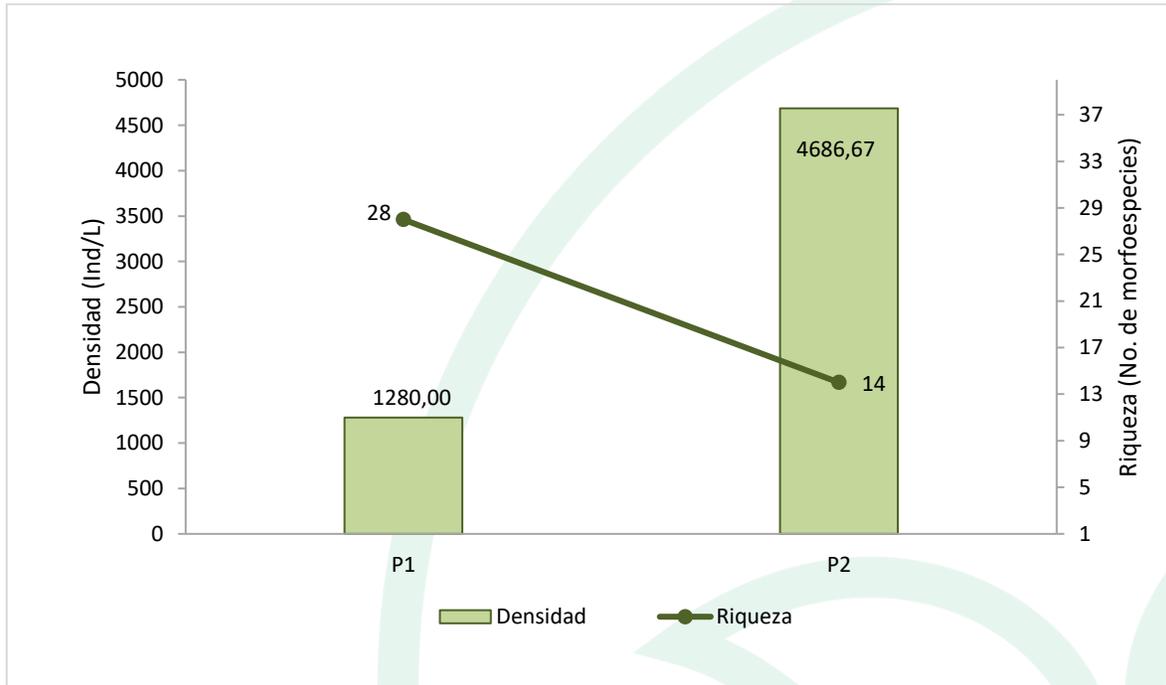


Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Pandorina morum</i>	13,30	66,70	1,04	1,42
<i>Actinastrum sp1</i>	13,30	0,00	1,04	0,00
<i>Strombomonas ensifera</i>	53,30	0,00	4,17	0,00
<i>Trachelomonas allorgei</i>	20,00	20,00	1,56	0,43
<i>Trachelomonas armata</i>	20,00	0,00	1,56	0,00
<i>Trachelomonas sp1</i>	13,30	0,00	1,04	0,00
<i>Trachelomonas sp2</i>	13,30	0,00	1,04	0,00
<i>Euglena sp3</i>	13,30	0,00	1,04	0,00
<i>Euglena sp4</i>	40,00	60,00	3,13	1,28
<i>Phacus longicauda</i>	13,30	0,00	1,04	0,00
<i>Lepocinclis acus</i>	13,30	0,00	1,04	0,00
<i>Lepocinclis ovum</i>	13,30	0,00	1,04	0,00
<i>Lepocinclis sp1</i>	13,30	0,00	1,04	0,00
<i>Phacus sp1</i>	13,30	0,00	1,04	0,00
<i>Phacus sp2</i>	0,00	13,30	0,00	0,28
<i>Centritractus sp</i>	13,30	0,00	1,04	0,00
Total	1280,00	4686,70	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En la **Gráfica 42** se observa las variaciones en la riqueza y densidad de los puntos de monitoreo en la ciénaga, en P1 se observa que hay una mayor riqueza con 28 morfoespecies y baja densidad fitoplanctónica, mientras que el punto de muestreo P2 la riqueza disminuyo en un 50% (14 taxa) pero con una mayor densidad 4686,7 Ind/L.



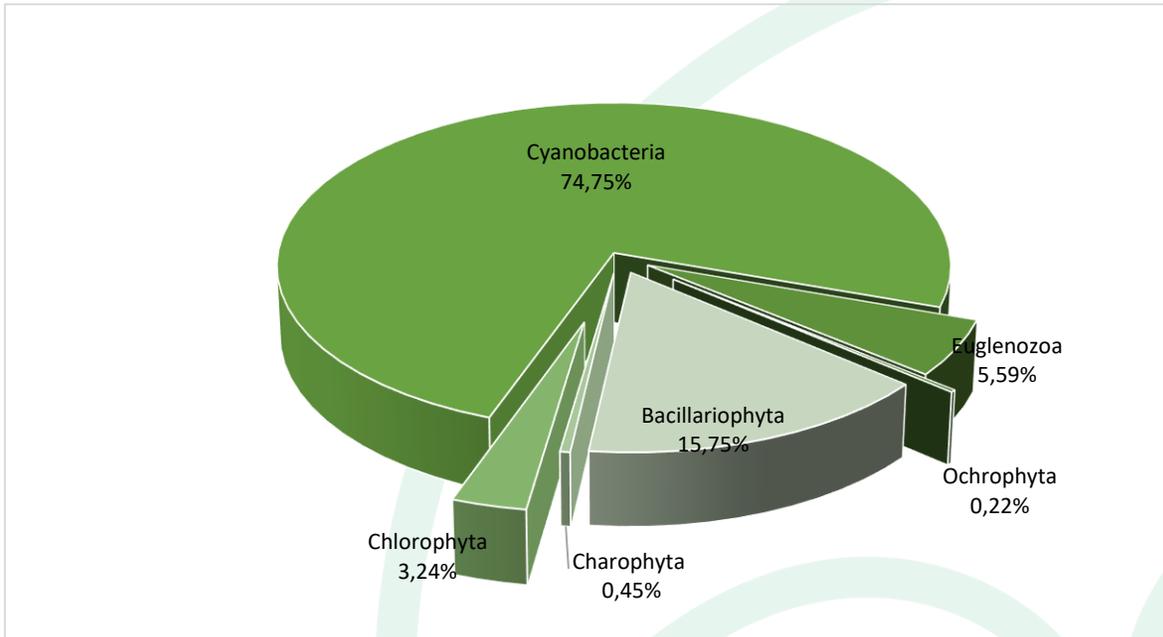


Gráfica 42. Densidad (Ind/l) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Santo Tomás.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En la **Gráfica 43** se observa la distribución de la densidad del fitoplancton de los principales phyla de la ciénaga, las Cianobacterias aportaron el 74,75% de la densidad total, seguida por las Bacillariophytas con el 15,75%, las Euglenozoa aportaron el 5,59% y las Chlorophytas el 3,24%, los menores aportes los realizaron las Charophytas y Ochrophytas con el 0,45% y 0,22% respectivamente.



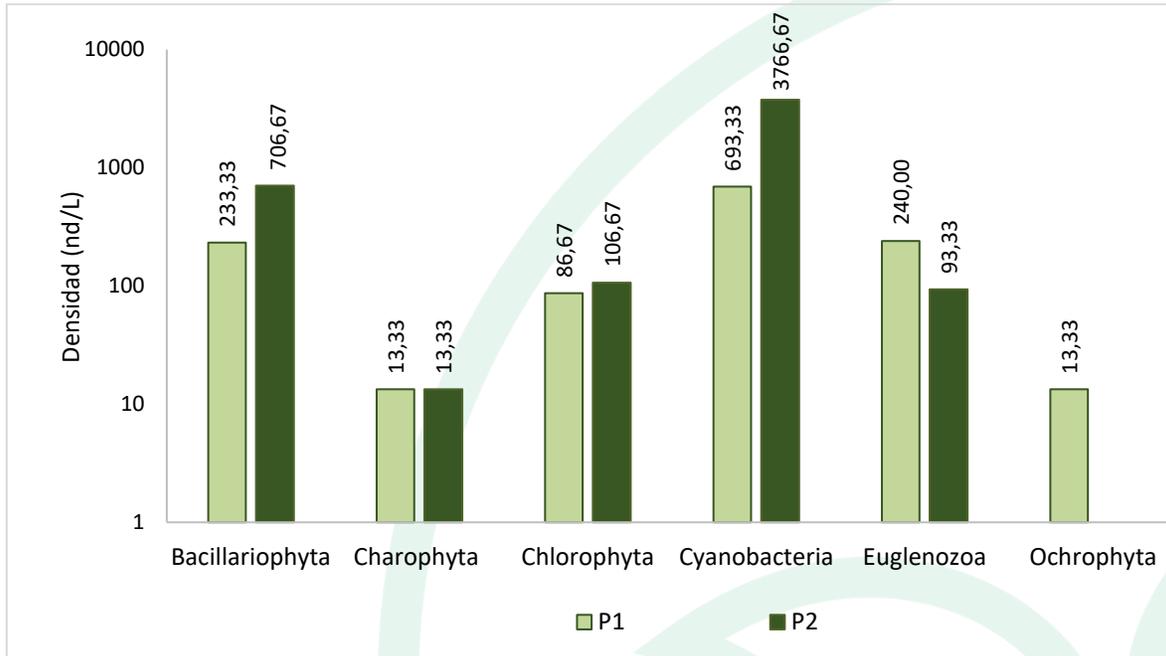


Gráfica 43. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de Santo Tomás.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

A nivel espacial, el punto de muestreo P2 aportaron las mayores densidades para los phyla Bacillariophyta, Cianobacterias y Chlorophytas con 706,67 Ind/L, 3766,67 Ind/L y 106,67 Ind/L; mientras que P1 fueron abundantes las cianobacterias (693,33 Ind/L), seguidas de Euglenozoa (240,00 Ind/L), Chlorophyta (86,67 Ind/L), Charophyta y Ochrophyta con 13,33 Ind/L (**Gráfica 44**).





Gráfica 44. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Santo Tomás.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

De acuerdo con los valores de los índices ecológicos calculados para el fitoplancton (Tabla 74) muestra que los puntos de muestreo registran diferencias, es así como en P1 el ensamblaje se caracterizó por tener una mejor estructura con valores medios de diversidad de Shannon 2,54 alta equidad de sus abundancias, valores medios de índice de Margalef 3,77 y baja dominancia, En el punto de muestreo P2 el ensamblaje fue más inestable con una menor riqueza de especies y mayor densidad con una diversidad baja 0,84, baja equidad J' : 0,32 y alta dominancia 0,63 atribuida por la morfoespecie *Planktothrix* sp que aportó más del 77,8% de la densidad total.

Tabla 74. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga Santo Tomás.

Índice	P1	P2
Taxa_S	28	14
Individuals	1280	4686,7
Margalef	3,77	1,54
Equitability_J	0,76	0,32
Shannon_H	2,54	0,83
Dominance_D	0,15	0,63

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



5.1.4.2 Zooplancton

En la ciénaga Santo Tomás, la comunidad de zooplancton estuvo representada por 15 morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) Phylum, cuatro (4) clases, cinco (5) órdenes y diez (10) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 75**.

Tabla 75. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Santo Tomás

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	
Artrópoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Chydorus</i> sp	
	Maxillopoda	Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1 <i>Larva Nauplio Cyclopoida</i>	
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>	
			Centropxyidae	<i>Centropxyis</i> sp	
Rotífera	Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp	
			Testudinellidae	<i>Testudinella</i> sp	
		Ploima	Brachionidae	Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i> sp
				<i>Brachionus calyciflorus</i>	
				<i>Brachionus falcatus</i>	
				<i>Brachionus</i> sp	
				<i>Keratella americana</i>	
				<i>Ascomorpha</i> sp	
		Gatropodidae	<i>Ascomorpha</i> sp		
		Lecanidae	<i>Lecane</i> sp		
Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> sp				
3	4	5	10	15	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La morfoespecie más abundante fue *Brachionus falcatus* de la zona de monitoreo con 34,00 Ind/L representando el 29,03% en P1 y 24,00% en P 2, seguido de *Filinia* sp con un total de 29,33 Ind/L representando el 44,09% en el P1 y 3,00% en el P2. Las morfoespecies menos densas fueron *Brachionus* sp, *Chydorus* sp y *Testudinella* sp con 0,67 Ind/L para los dos puntos cada una (**Tabla 76**).

Tabla 76. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Santo Tomás.

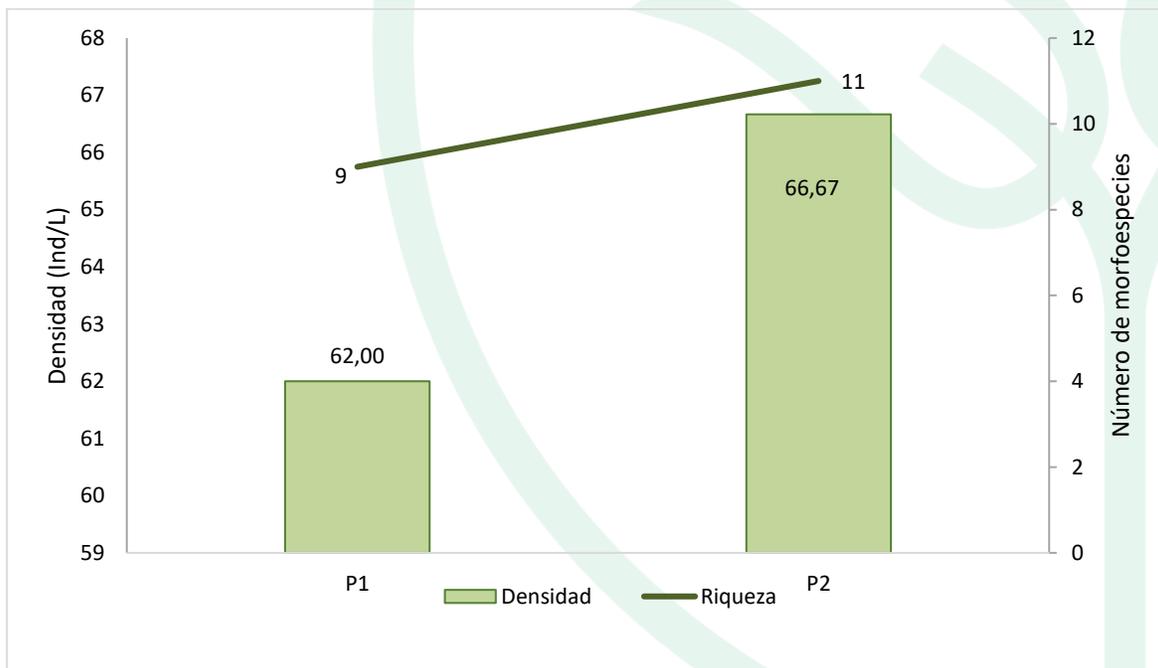
Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Arcella discoides</i>	2,67	0,00	4,30	0,00
<i>Ascomorpha</i> sp	3,33	0,00	5,38	0,00
<i>Asplanchna</i> sp	0,00	10,67	0,00	16,00
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,00	15,33	0,00	23,00
<i>Brachionus falcatus</i>	18,00	16,00	29,03	24,00
<i>Brachionus</i> sp	0,67	0,00	1,08	0,00
<i>Centropxyis</i> sp	2,67	4,00	4,30	6,00
<i>Chydorus</i> sp	0,00	0,67	0,00	1,00



Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
Cyclopoida morfo 1	0,00	2,00	0,00	3,00
<i>Filinia</i> sp	27,33	2,00	44,09	3,00
<i>Keratella americana</i>	0,00	2,00	0,00	3,00
<i>Larva Nauplio Cyclopoida</i>	3,33	9,33	5,38	14,00
<i>Lecane</i> sp	1,33	4,00	2,15	6,00
<i>Polyarthra</i> sp	2,67	0,00	4,30	0,00
<i>Testudinella</i> sp	0,00	0,67	0,00	1,00
Total	62,00	66,67	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En cuanto a la distribución de la densidad y riqueza en el área de estudio el punto con mayor densidad y riqueza fue P2 con 66,67 Ind/L y 11, 00 morfoespecies siendo *Brachionus falcatus* la morfoespecie más representativa, así mismo, para P1 la densidad fue de 62,00 Ind/L y 9,00 morfoespecies y *Filinia* sp la de mayor densidad (**Gráfica 45**).



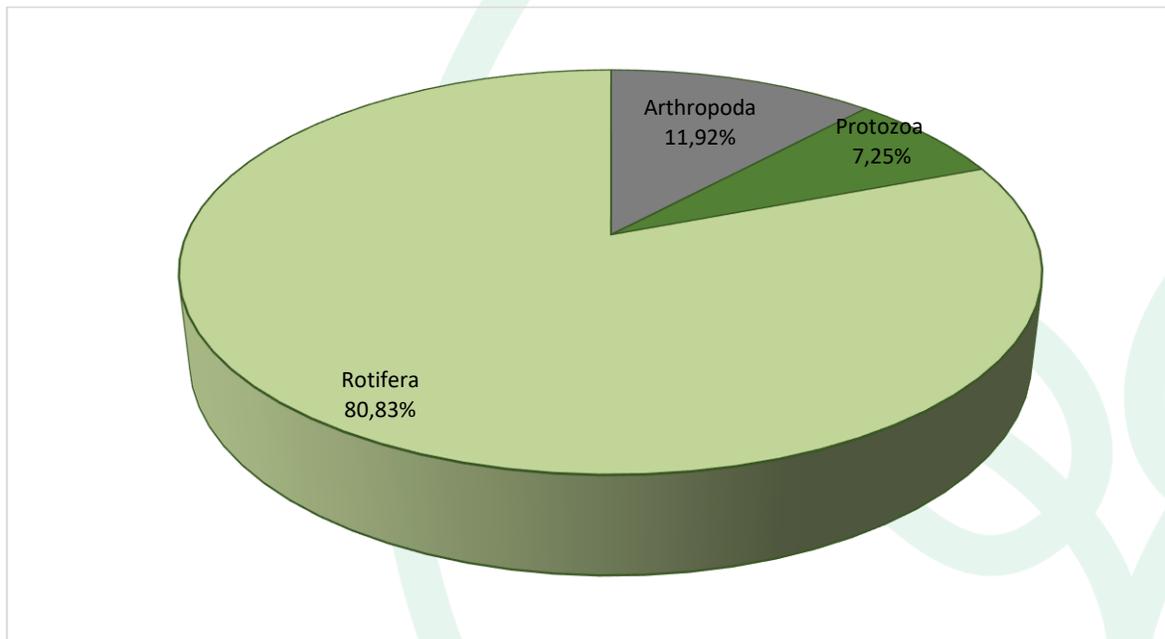
Gráfica 45. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Santo Tomás

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En cuanto a la distribución porcentual de los phylum en el área de estudio Rotífera representó el 80,83% seguido de Artrópoda 11,92% y por último Protozoa con 7,25% (**Gráfica 46**). La biodiversidad



de los rotíferos es muy amplia, estos viven fundamentalmente en aguas dulces, aunque algunos géneros también se encuentran en aguas salobres. Es de resaltar la importancia que los organismos de este grupo tienen en el plancton, bentos y zona litoral de ecosistemas acuáticos, como también a su amplia capacidad de adaptación a ambientes acuáticos muy variables en cuanto a salinidad, pH, temperatura, nutrientes, contaminantes etc. (Velasco, 2006).

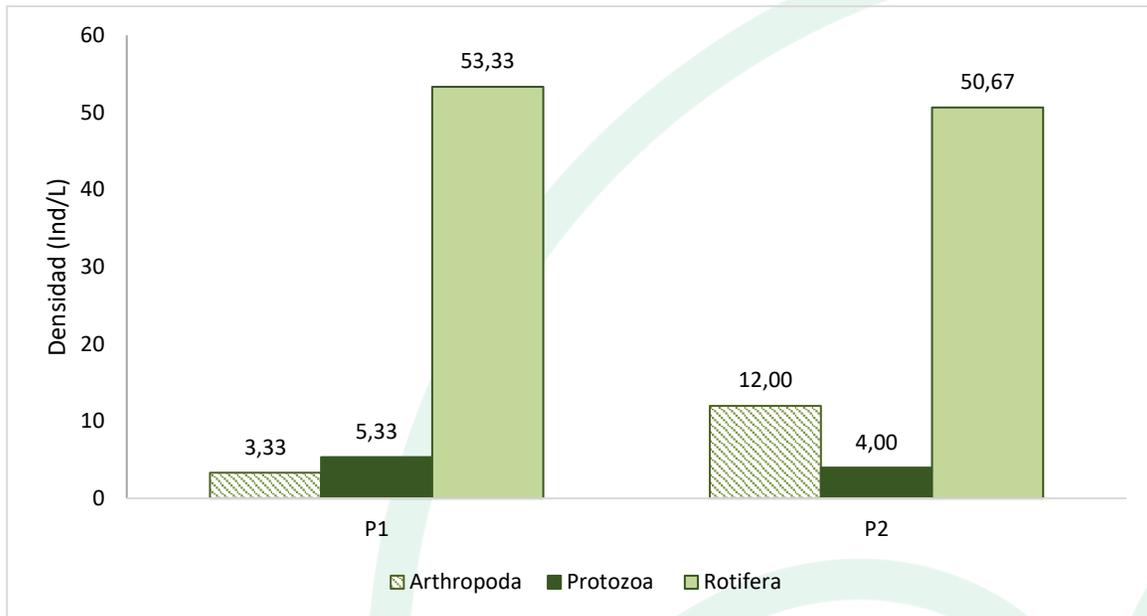


Gráfica 46. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Santo Tomás.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El phylum Rotífera fue el más denso para los dos puntos 53,33 Ind/L para P1 y 50,67 Ind/L en P2, seguido de Protozoa con 5,33 Ind/L para P1 y Artrópoda con 12,00 Ind/L para el punto 2. (**Gráfica 47**). Los rotíferos (Phylum Rotífera) se encuentran distribuidos en aguas dulces y muchas de sus especies pueden llegar a tolerar condiciones de eutrofización, son animales oportunistas y con una tolerancia alta a las fluctuaciones en las condiciones ambientales (Gallo-Sánchez *et al.*, 2009).





Gráfica 47. Contribución a la densidad total de los Phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Santo Tomás.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El índice de Shannon-Wiener reportó un valor inferior a 2 para los dos puntos, indicando contaminación moderada según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas. El índice de equidad obtuvo un valor alto para ambos puntos, lo que indica que no hubo dominancia alguna morfoespecie sobre las demás morfoespecies zooplanctónicas. La dominancia de Simpson (Dominance_D) fue baja y congruente con los valores de equidad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos para el punto 1 (<2) y a su vez moderados para el punto 2 registros indicadores de niveles de diversidad moderados y bajos respectivamente (**Tabla 77**).

Tabla 77. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Santo Tomás

Índice	P1	P2
Taxa_S	9	11
Individuals	62,00	66,67
Dominance_D	0,29	0,16
Shannon_H	1,57	1,99
Margalef	1,93	2,38



Índice	P1	P2
Equitability_J	0,71	0,83

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.4.3 Perifiton

En la ciénaga de Santo Tomás, la comunidad perifítica estuvo representada por catorce (16) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en cuatro phylum, cinco clases, once (11) órdenes y trece (13) familias, cuya clasificación taxonómica se compila en la Tabla 78.

Tabla 78. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en ciénaga de Santo Tomás.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp3
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina</i> sp1
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sigmoidea
				<i>Nitzschia</i> sp1
				<i>Nitzschia</i> sp2
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp1
				<i>Gomphonema</i> sp2
			Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp1
				Pinnulariaceae
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp1
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp1
	Coccinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp5
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Phacaceae	<i>Lepocinclis</i> acus
4	5	11	13	16

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La **Tabla 79** recopila las densidades y abundancias relativas de las morfoespecies identificadas en la ciénaga. En ella se observa que la morfoespecie más abundante en cada punto monitoreado perteneció al género *Nitzschia* considerado indicador de deterioro en la calidad del agua por polución orgánica (Whitton y Rott, 1996), representado por *Nit.* sp1 (346,65 Ind/cm²) en P1 y



Nitzschia. sp2 (548,985 Ind/cm²) en el punto P2. En importancia les siguieron las también diatomeas *Navicula sp1* (151,02 Ind/cm²) y *Synedra sp1* (177,09 Ind/cm²) habitantes en aguas limpias, pero también en las ligeramente contaminadas (Coesel, 1979) e indica procesos de eutrofización.

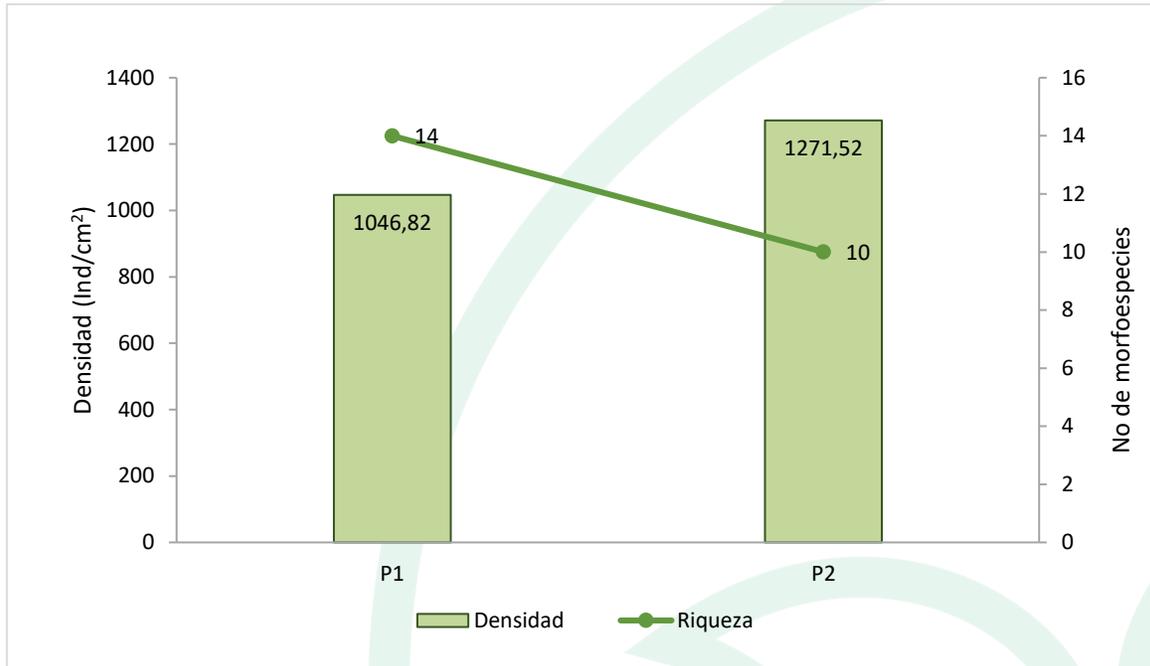
Tabla 79. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Santo Tomás.

Morfoespecies	Densidad (Ind/cm ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Oscillatoria sp3</i>	147,585	92,088	14,10	7,24
<i>Spirulina sp1</i>	0,000	7,084	0,00	0,56
<i>Nitzschia sigmaidea</i>	17,161	0,000	1,64	0,00
<i>Nitzschia sp1</i>	346,653	0,000	33,11	0,00
<i>Nitzschia sp2</i>	0,000	548,985	0,00	43,18
<i>Gomphonema sp1</i>	99,534	81,462	9,51	6,41
<i>Gomphonema sp2</i>	13,729	0,000	1,31	0,00
<i>Cymbella sp</i>	20,593	46,044	1,97	3,62
<i>Navicula sp1</i>	151,017	102,713	14,43	8,08
<i>Pinnularia sp1</i>	13,729	7,084	1,31	0,56
<i>Synedra sp1</i>	78,941	177,092	7,54	13,93
<i>Eunotia sp1</i>	75,508	120,423	7,21	9,47
<i>Melosira sp</i>	54,915	88,546	5,25	6,96
<i>Oedogonium sp</i>	10,297	0,000	0,98	0,00
<i>Scenedesmus sp5</i>	6,864	0,000	0,66	0,00
<i>Lepocinclis acus</i>	10,297	0,000	0,98	0,00
Total	1046,82	1271,52	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto a distribución espacial, el número de morfoespecies fue superior en P1 con 14 morfoespecies, de las cuales fueron exclusivas las clorofitas y euglenofitas frecuentes y abundantes para periodos de aguas bajas o en transición y de las morfoespecies *Nitzschia sigmaidea*, *Nitzschia sp1*. La densidad del perifiton en la ciénaga, osciló de 1046,82 Ind/cm² en P2 a 1271,52 Ind/cm²; (Gráfica 48). estos valores se destacan por ser los mínimos de densidad en las ciénagas del área de influencia del río Magdalena.



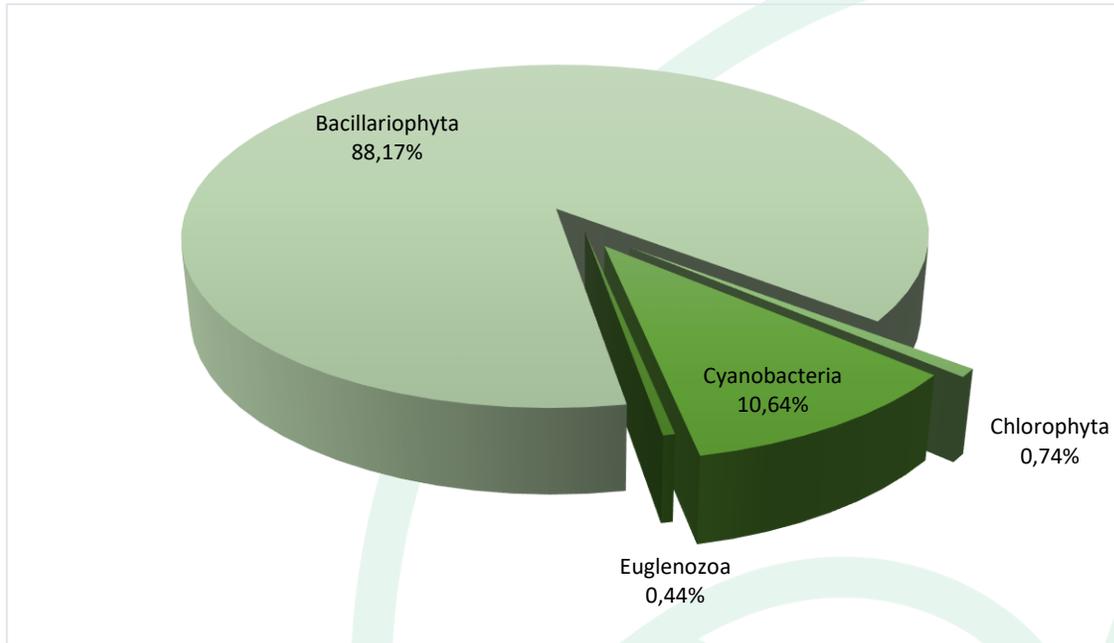


Gráfica 48. Densidad (Ind/cm²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad periférica en la ciénaga de Santo Tomás.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El Phylum Bacillariophyta presentó la mayor riqueza, con 11 morfoespecies, lo que representó el 68,75%, seguido de Chlorophyta y Cyanobacteria con dos morfoespecies cada una, correspondiendo a 12,50% por división, lo que ubicó a Euglenozoa como los menores representados, con tan solo una (1) morfoespecie (6,25%). De forma general las Bacillariophyta presentaron las mayores contribuciones a la densidad total con aportes representados en un 88,17% de los individuos. A las diatomeas le siguieron en orden de importancia las Cyanobacteria o algas verde-azules con un registro del 10,64% de los organismos, el aporte de Chlorophyta fue 0,74% y finalmente Euglenozoa constituyó el 0,44% del total (**Gráfica 49**).



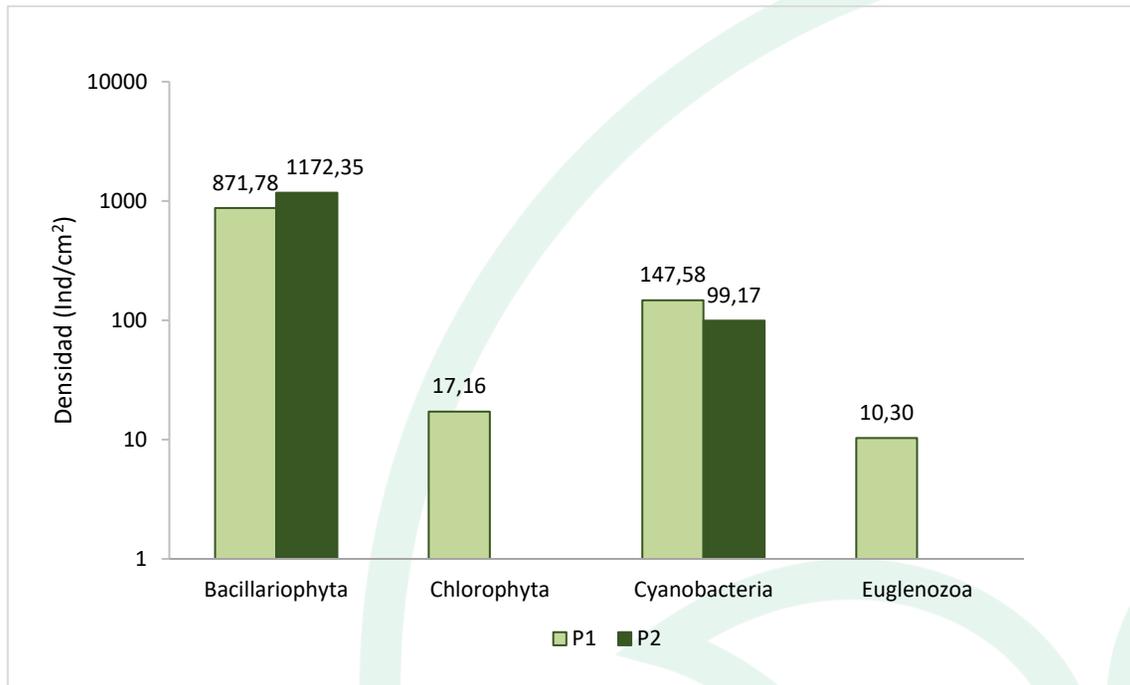


Gráfica 49. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Santo Tomás.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La distribución espacial de la densidad (**Gráfica 50**) se comportó de manera similar a la composición general, las Bacillariophyta fueron las que más proliferaron en los sustratos analizados en P1 y P2 con 871.78 y 1172,35 Ind/cm² es decir el 83,28% y 92,2% de los individuos respectivamente. Las cianobacterias continuaron en importancia con 147,48 Ind/cm² en P1 y 99,17 Ind/cm² en P2 correspondientes al 14,1% y 7,8% respectivamente. las Chlorophyta y Euglenozoa con presencia exclusivas en P1 registraron 17,16 (1,63%) y 10,3 Ind/cm² (0,98%).





Gráfica 50. Contribución de las phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Santo Tomás.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 80**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga Santo Tomás presenta una diversidad baja, con un valor máximo de Shannon de 2,07 nats en P1, donde se registra mayor riqueza de Margalef (1,87) y la menor dominancia (0,17) comparada con P2, donde se observa que *N. sp2* aporta el 43,18% de los individuos (**Tabla 73**), para una dominancia del 0,24 que en atención al rango de variación del índice de 0 a 1 se considera baja (Magurran, 1989).

Tabla 80. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del perifiton en la ciénaga Santo Tomás.

Índice	P1	P2
Taxa_S	14,00	10,00
Individuals	1046,82	1271,51
Dominance_D	0,17	0,24
Shannon_H	2,07	1,79
Margalef	1,87	1,26
Equitability_J	0,78	0,78

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



5.1.4.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás, estuvo conformada por tres (3) morfoespecies, distribuidas en una (1) división, una (1) clase, tres (3) órdenes e igual cantidad de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la Tabla 81.

Tabla 81. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga de Santo Tomás.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Biomphalaria sp</i>
		Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanooides tuberculatus</i>
		Architaenioglossa	Ampullaridae	<i>Marisa cornuarietis</i>
1	1	3	3	3

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Se observaron tres (3) morfoespecies en la ciénaga y cada uno obtuvo una densidad de 11,11 Ind/m² (Tabla 82). A *Biomphalaria* se le encuentra en pozos, charcas, bebederos, lagunas, estanques y canales de irrigación, con pH alcalino, aguas claras o ligeramente turbias, con abundante vegetación acuática sumergida y/o flotante con sustrato fangoso rico en materia orgánica. Por su parte *M. tuberculatus*, muestra una gran adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas, pero su establecimiento exitoso se asocia frecuentemente con ambientes eutróficos según lo señalan Martins-Silva y Barros (2001) y se le ha registrado incluso en cuerpos de agua contaminados por grandes cantidades de excrementos humanos y animales, así como en aguas residuales domésticas (Ndifon y Ukoli, 1989).

M. cornuarietis se alimenta principalmente de algas filamentosas y diatomeas epifitas, se relaciona con alta concentración de materia orgánica (Quiros *et al.*, 2017). En tanto que Robins (1971) indica que es una especie omnívora, pero se alimentan principalmente de plantas acuáticas vivas y en descomposición.

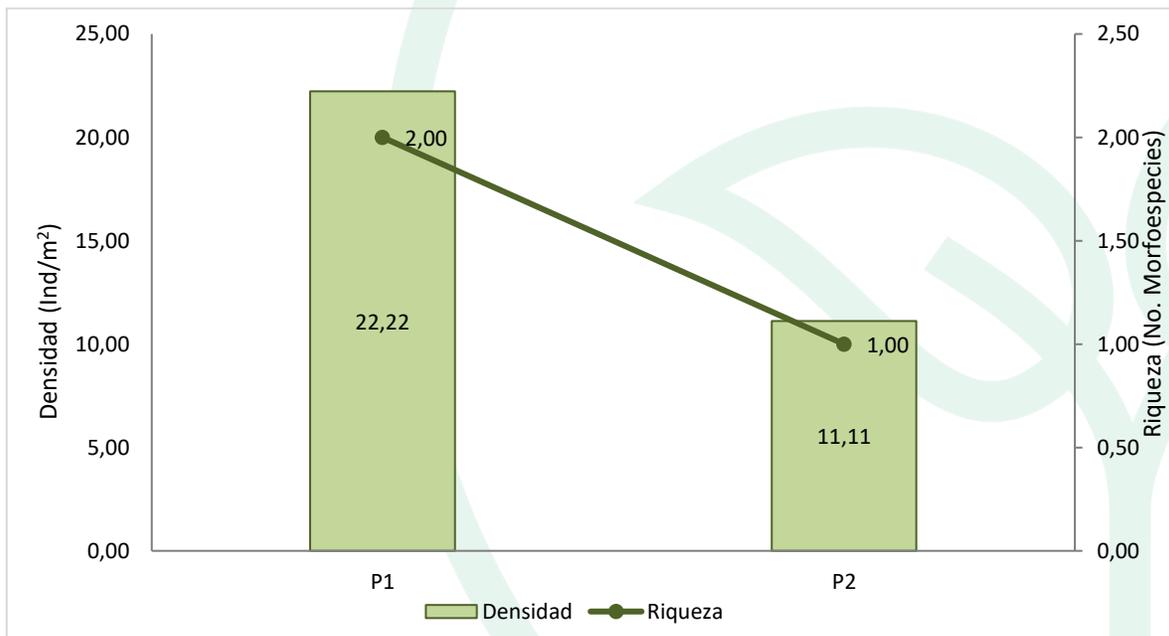
Tabla 82. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Biomphalaria sp</i>	0,00	11,11	0,00	100,00
<i>Melanooides tuberculatus</i>	11,11	0,00	50,00	0,00
<i>Marisa cornuarietis</i>	11,11	0,00	50,00	0,00
Total	22,22	11,11	100,00	100,00



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La densidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás fue baja y varió entre 11,11 Ind/m² y 22,22 Ind/m²; el valor más alto estuvo relacionado con P1. En cuanto a la riqueza, no presentó mayor variación espacial ya que se observaron una y dos morfoespecies en P2 y P1 respectivamente (**Gráfica 51**). Las variaciones en la densidad de los diferentes puntos de monitoreo se encuentran explicadas por el aporte diferencial de las morfoespecies a la densidad total en cada uno de los puntos, así la mayor densidad en P1 atiende a los aportes de las morfoespecies *Melanoides tuberculatus* y *Marisa cornuarietis* en este punto, las cuales estuvieron ausentes en P2.

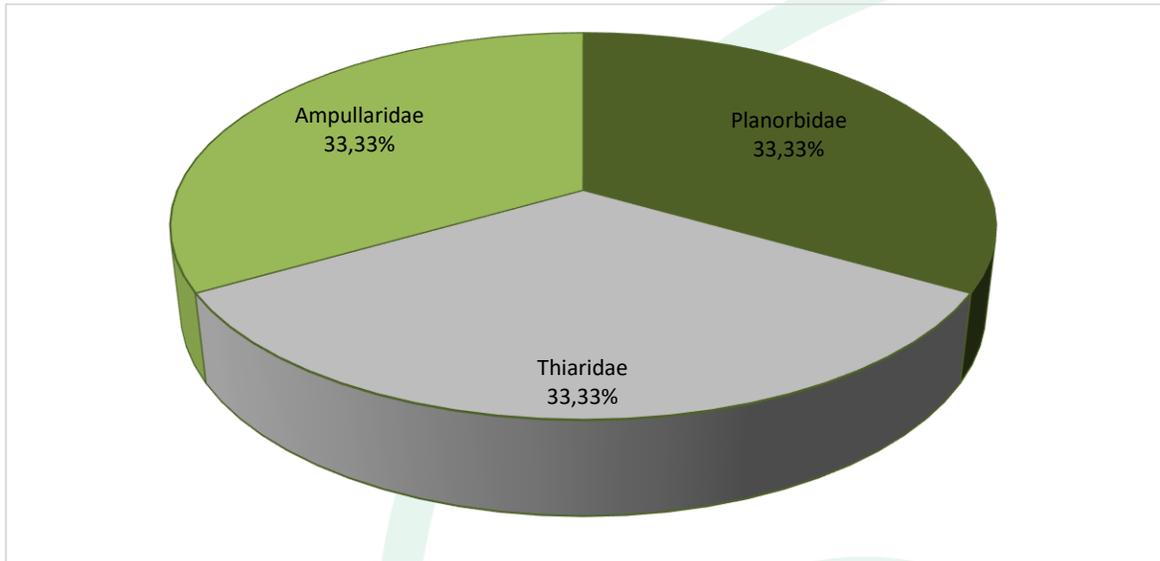


Gráfica 51. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las tres familias de Mollusca registradas realizaron aportes proporcionales a la densidad total, correspondiéndole a cada una 33,33% del valor total (**Gráfica 52**). La composición y estructura de las comunidades bentónicas depende del tipo, morfología de la vegetación y propiedades fisicoquímicas de los cuerpos de agua. De tal manera que la prevalencia de Mollusca en la ciénaga de Santo Tomás es resultado de sus condiciones de carga orgánica y contenido de carbonatos, los cuales representan factores esenciales en el establecimiento y desarrollo de este grupo taxonómico.

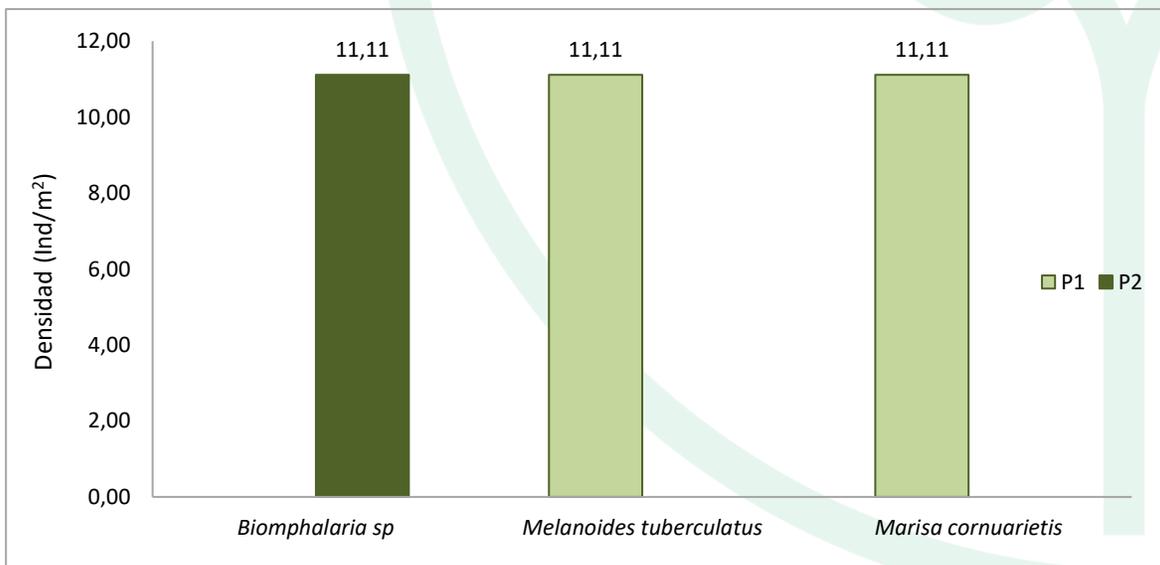




Gráfica 52. Contribución porcentual de las familias de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Santo Tomás.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

A nivel espacial, las tres morfoespecies de Mollusca registradas realizaron aportes proporcionales a la densidad total, correspondiéndole a cada una 11,11 Ind/m² (Gráfica 53). Para el punto de monitoreo P2, se observaron aportes únicamente de *Biomphalaria* sp.



Gráfica 53. Contribución de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Santo Tomás.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga de Santo Tomás fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

5.1.4.5 Macrófitas

En la Ciénaga de Santo Tomás se reportaron tres (3) especies de macrófitas distribuidas en tres (3) familias, tres (3) ordenes, dos (2) clases y dos (2) divisiones (**Tabla 83**). Se reportaron especies de macrófitas acuáticas en los todos los puntos.

Tabla 83. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Santo Tomás

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Angiospermophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomea aquatica</i>
Magnoliophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Lemna minor</i>
		Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>
2	2	3	3	3

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En el Punto 2 se observó mayor riqueza, haciendo presencia las tres (3) especies identificadas, mientras que en el Punto 1 solo se reportó una (1). La mayor área de cobertura promedio la presentó *Eichhornia crassipes*, con un total del 81,6% del área evaluada, seguida *Lemna minor* (6%), presentando la menor cobertura *Ipomea acuática* (1,6%). Por su parte la distribución espacial demostró que *Eichhornia crassipes* presentó la mayor cobertura tanto en el Punto 1 (95,6%), como en el Punto 2 (67,6%) como se observa en la **Tabla 84** y la **Gráfica 54**. Los aportes de *Lemna minor* e *Ipomea acuática* fueron exclusivos del Punto 2.

Como lo indicó Guevara y Ramírez (2015) *Eichhornia crassipes* es una especie de alta capacidad reproductiva y adaptativa, lo que ha llevado a incluirla entre las 10 malezas más invasivas del mundo, indicando además que puede causar problemas adversos sobre la flora y fauna nativa, ya que, al formar densas colonias flotadoras, produce un descenso en el flujo del agua de ciénagas y

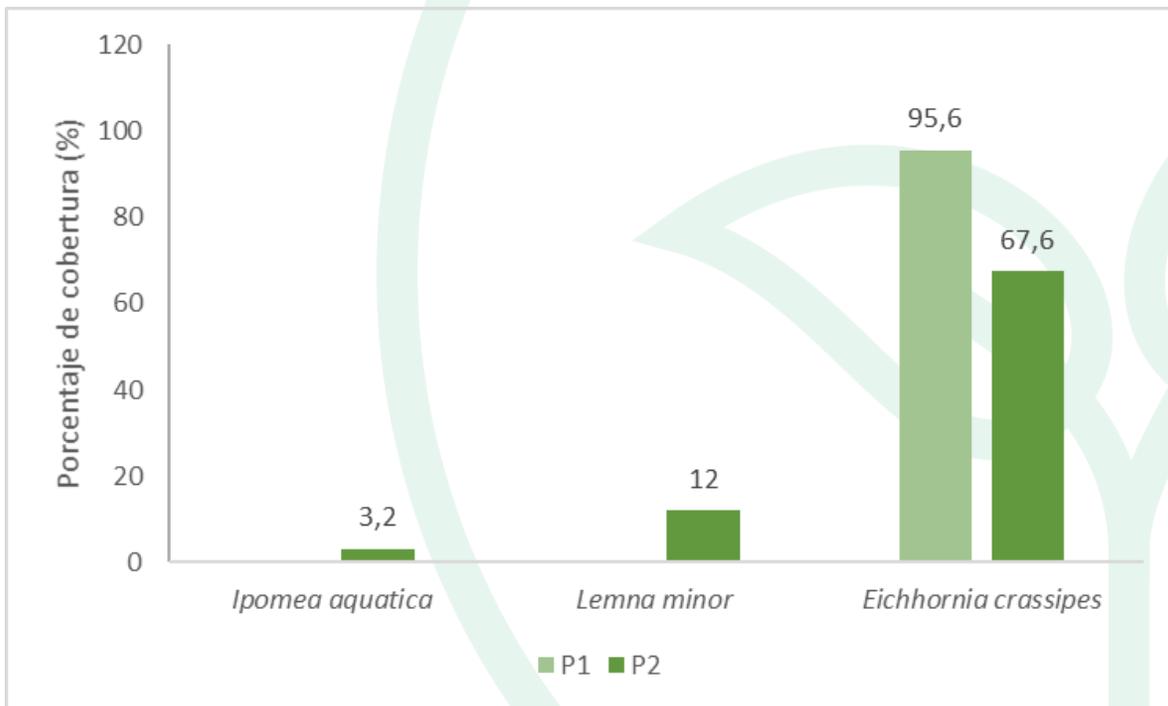


embalses, así como produce reducción de la cantidad de luz que penetra la masa de agua y disminución del oxígeno disuelto.

Tabla 84. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Santo Tomás

Morfoespecie	Porcentaje de cobertura (% cobertura)		
	P1	P2	% Total
<i>Ipomea acuática</i>	0	3,2	1,6
<i>Lemna minor</i>	0	12	6
<i>Eichhornia crassipes</i>	95,6	67,6	81,6

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



Gráfica 54. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Santo Tomás

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2022.

La estructura de la comunidad de macrófitas descrita a través de los índices ecológicos (**Tabla 85**) demuestran que la riqueza específica descrita con los índices de riqueza (Taxa_S) y del índice de Margalef es mayor en el Punto 2 ($S= 3$ y Margalef= 0,4539). Por su parte la estructura de la comunidad, solo pudo ser evaluada en el Punto 2, ya que en el Punto 1, por presentar una sola especie, los valores de dominancia son máximos y de equidad los mínimos, sin observancia de los índices de Shannon y Margalef. Así las cosas, el Punto 2 presentó un índice de dominancia (Dominance_D) medio (0,689), al igual que el índice de equidad o equitatividad de Pielou (J') (0,52);



mientras que la diversidad de Shannon, con valor de 0,5712 es indicativo de la presencia de aguas muy contaminadas, según la categorización realizada por Segnini (2003).

Tabla 85. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga Santo Tomás

Índices	Puntos	
	P1	P2
Taxa_S	1	3
Individuals	95	82
Dominance_D	1	0,689
Shannon_H	0	0,5712
Margalef	0	0,4539
Eqitability_J	0	0,52

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.4.6 Peces

En la ciénaga de Santo Tomas se han reportado cuatro (4) especies de peces, las cuales se encuentran clasificadas taxonómicamente en el phylum Chordata, la clase Actinopterygii, adicionalmente se encuentran dentro de dos (2) ordenes, y tres (3) familias. La clasificación taxonómica completa se muestra en la **Tabla 86**.

Tabla 86. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces reportada en la ciénaga de Santo Tomas.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax magdalenae</i>
			Erythrinidae	<i>Roeboides dayi</i>
		Cichliformes	Cichlidae	<i>Hoplias malabaricus</i>
				<i>Andinoacara latifrons</i>
1	1	2	3	4

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La especie de mayor abundancia fue *Roeboides dayi*, la cual reportó 25,00Ind, además que fue capturada en los puntos de monitoreo establecidos en este cuerpo de agua. La segunda especie de mayor abundancia fue *Astyanax magdalenae* (17,00Ind), también reportada en los dos puntos. La menor abundancia fue la reportada por *Hoplias malabaricus*, con solo 2,0 Ind, pero en esta ciénaga fue el único lugar de todo el departamento, donde esta especie fue reportada (**Tabla 87**).



Tabla 87. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces de la ciénaga de Santo Tomas.

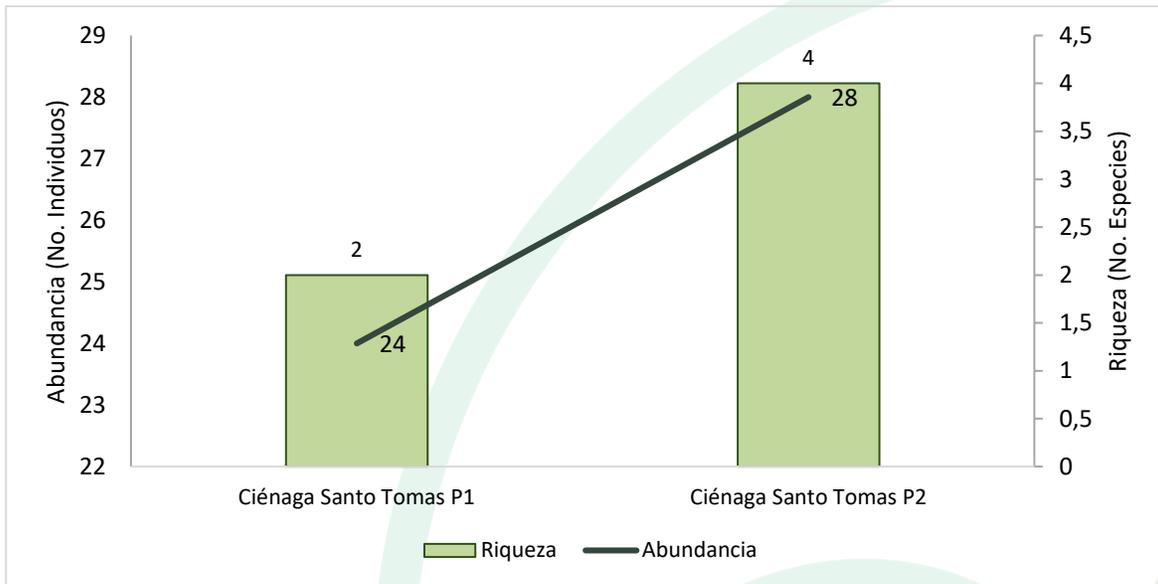
Morfoespecie	Abundancia (Individuos)			Abundancia relativa	
	P1	P2	Total	P1	P2
<i>Astyanax magdalenae</i>	12,00	5,00	17,00	50,00	17,86
<i>Roebooides dayi</i>	12,00	13,00	25,00	50,00	46,43
<i>Hoplias malabaricus</i>	-	2,00	2,00	0,00	7,14
<i>Andinoacara latifrons</i>	-	8,00	8,00	0,00	28,57
Total	24,00	28,00	52,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La especie *H. malabaricus* ocurre en diversos hábitats, desde corrientes de agua clara que fluyen libremente, hasta los valles, hasta aguas turbias lentas, cursos de agua, zanjas de riego y drenaje y estanques en las llanuras (Kenny, 1995). Descansa en la vegetación durante el día y está activo durante la noche (Bussing, 1987). Los adultos se alimentan de peces; los juveniles se alimentan de larvas de crustáceos e insectos (Galvis, et al., 1997), camarones y otros pequeños invertebrados (Planquette, et al., 1996). La presencia de este carnívoro en la ciénaga de Santo Tomas, puede ser indicativo de un buen estado ecológico de este sistema, ya que muestra una ocupación completa de la red trófica. Por otro lado, es de destacar que las especies reportadas todas son nativas, y a diferencias de otros sistemas donde dominan las especies introducidas como *Oreochromis niloticus* y *Trichogaster pectoralis*.

El punto nombrado Ciénaga Santo Tomas P2, presentó la mayor abundancia y riqueza en el cuerpo de agua, con valores de 28,00Ind y 4,00 taxones, respectivamente (**Gráfica 55**). Después de cumplir con el mismo esfuerzo muestral en los dos puntos de monitoreos, estas diferencias en la diversidad, puede ser relacionado con diferencias por sectores en las condiciones del sistema.





Gráfica 55. Riqueza (No. Especies) y abundancia (No. Individuos) de la comunidad de peces en la ciénaga de Santo Tomas.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



5.1.5 Ciénaga El Convento

5.1.5.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga El convento estuvo conformada por 52 morfoespecies, vinculadas a siete (7) divisiones, ocho (8) clases, 16 órdenes y 22 familias cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada con la **Tabla 88**. Siendo las Chlorophytas y Euglenozoa las de mayor riqueza a nivel de morfoespecies con un 32,69% cada una, seguida por las cianobacterias con el 17,31%, las Bacillariophytas aportaron el 9,62% y finalmente por las Charofitas con el 1,92 %.

Tabla 88. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga El convento.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp 2</i>
			Microcoleaceae	<i>Arthrospira sp</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Planktothrix sp</i>
				<i>Oscillatoria sp1</i>
			<i>Oscillatoria sp3</i>	
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Merismopedia sp1</i>
		Synechococcales	Pseudoanabaenaceae	<i>Pseudoanabaena sp</i>
			Coelosphaeriaceae	<i>Coelosphaerium sp</i>
Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya sp1</i>			
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp2</i>
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp1</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp2</i>
	<i>Gyrosigma sp1</i>			
	Coccinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Closterium sp3</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus sp2</i>
				<i>Desmodesmus sp3</i>
				<i>Scenedesmus acuminatus</i>
				<i>Scenedesmus aratus</i>
				<i>Coelastrum sp1</i>
				<i>Tetrastum sp</i>
				<i>Ankistrodesmus falcatus</i>
				<i>Ankistrodesmus sp1</i>
				<i>Ankistrodesmus sp2</i>
				<i>Pediastrum duplex</i>
		Chlamydomonadales	Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum duplex</i>
			Chlorococcaceae	<i>Tetraëdron sp2</i>
			Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>
<i>Pandorina morum</i>				



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum hantzschii</i>
				<i>Micractinium sp1</i>
	Trebouxiophyceae	Ordo incertae sedis	Ordo incertae sedis	<i>Micractinium sp2</i>
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Crucigenia rectangularis</i>
				<i>Strombomonas ensifera</i>
				<i>Trachelomonas armata</i>
				<i>Trachelomonas hispida</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>
				<i>Trachelomonas sp3</i>
				<i>Euglena morssonii</i>
				<i>Euglena sp1</i>
				<i>Euglena sp3</i>
			<i>Euglena sp4</i>	
			Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis ovum</i>
				<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Lepocinclis sp2</i>
				<i>Phacus pleuronectes</i>
				<i>Phacus curvicauda</i>
				<i>Phacus tertus</i>
				<i>Phacus longicauda</i>
<i>Gymnodinium sp1</i>				
<i>Gymnodinium sp2</i>				
Miozoa	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Sciadiaceae	<i>Centritractus sp</i>
7	8	16	22	52

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Entre las morfoespecies se destaca por su abundancia *Aulacoseira sp* (8700,00 Ind/L en P1 a 15280,00 Ind/L en P2), *Aulacoseira* tiene una amplia distribución a nivel mundial, encontrándose en aguas continentales lénticas y lólicas; según literatura, se han reportado aproximadamente 60 especies dentro de este género (Bicudo *et al.*, 2016). La segunda morfoespecie más abundante fue la Cianobacteria *Planktothrix sp* con 3640,00 Ind/L en P1 a 11700,00 Ind/L en P2), *Planktothrix sp*, pueden formar monocultivos cuyas poblaciones limitan severamente la luz para el resto del fitoplancton (Scheffer *et al*, 1997; Scheffer, 1998). También se destacan las morfoespecies *Leptolyngbya sp1* (Cianobacteria) en P1 y *Melosira sp* (Bacillariophyta) en P2 (Tabla 89).

Tabla 89. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga El convento.



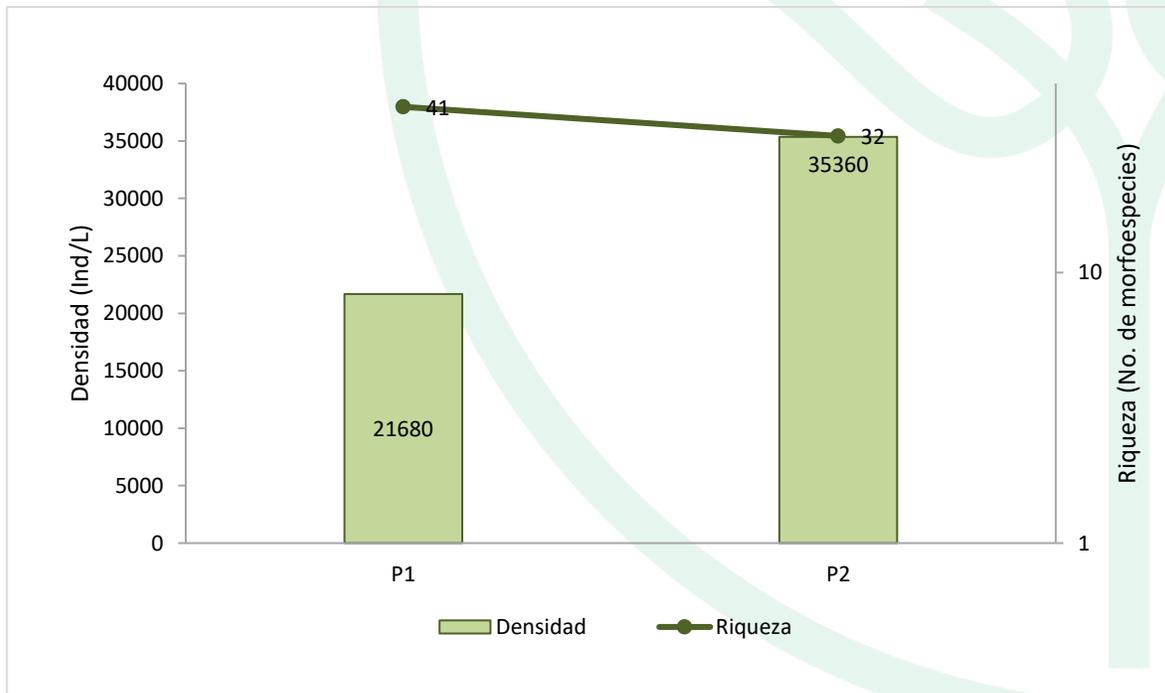
Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Raphidiopsis sp2</i>	2180,00	860,00	0,28	0,17
<i>Arthrospira sp</i>	60,00	60,00	16,79	33,09
<i>Planktothrix sp</i>	3640,00	11700,00	10,06	2,43
<i>Oscillatoria sp1</i>	40,00	0,00	0,18	0,00
<i>Oscillatoria sp3</i>	0,00	2280,00	0,00	6,45
<i>Merismopedia sp1</i>	40,00	0,00	0,18	0,00
<i>Pseudoanabaena sp</i>	180,00	0,00	0,83	0,00
<i>Coelosphaerium sp</i>	80,00	0,00	0,37	0,00
<i>Leptolyngbya sp1</i>	2560,00	1440,00	11,81	4,07
<i>Nitzschia sp2</i>	0,00	40,00	0,00	0,11
<i>Melosira sp1</i>	1520,00	2340,00	7,01	6,62
<i>Navicula sp2</i>	60,00	0,00	0,28	0,00
<i>Gyrosigma sp1</i>	40,00	40,00	0,18	0,11
<i>Aulacoseira sp</i>	8700,00	15280,00	40,13	43,21
<i>Closterium sp3</i>	160,00	0,00	0,74	0,00
<i>Desmodesmus sp2</i>	0,00	20,00	0,00	0,06
<i>Desmodesmus sp3</i>	0,00	40,00	0,00	0,11
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	0,00	40,00	0,00	0,11
<i>Scenedesmus aratus</i>	80,00	0,00	0,37	0,00
<i>Coelastrum sp1</i>	100,00	0,00	0,46	0,00
<i>Tetrastum sp</i>	80,00	40,00	0,37	0,11
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	120,00	0,00	0,55	0,00
<i>Ankistrodesmus sp1</i>	360,00	40,00	1,66	0,11
<i>Ankistrodesmus sp2</i>	40,00	60,00	0,18	0,17
<i>Pediastrum duplex</i>	60,00	0,00	0,28	0,00
<i>Tetraëdron sp2</i>	0,00	60,00	0,00	0,17
<i>Eudorina sp</i>	40,00	0,00	0,46	0,34
<i>Pandorina morum</i>	0,00	40,00	0,18	0,17
<i>Actinastrum hantzschii</i>	0,00	60,00	0,09	0,11
<i>Micractinium sp1</i>	100,00	120,00	0,00	0,17
<i>Micractinium sp2</i>	40,00	60,00	0,18	0,00
<i>Crucigenia rectangularis</i>	20,00	40,00	0,00	0,11
<i>Strombomonas ensifera</i>	60,00	60,00	0,37	0,00
<i>Trachelomonas armata</i>	40,00	0,00	0,65	0,11
<i>Trachelomonas hispida</i>	100,00	60,00	0,18	0,17
<i>Trachelomonas sp1</i>	0,00	40,00	0,37	0,00
<i>Trachelomonas sp3</i>	40,00	0,00	0,28	0,17
<i>Euglena morssonii</i>	60,00	0,00	0,18	0,00
<i>Euglena sp1</i>	60,00	40,00	0,46	0,17
<i>Euglena sp3</i>	40,00	0,00	0,00	0,11
<i>Euglena sp4</i>	0,00	20,00	0,18	0,00
<i>Lepocinclis acus</i>	80,00	0,00	0,28	0,00
<i>Lepocinclis ovum</i>	140,00	40,00	0,28	0,11



Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Lepocinclis sp1</i>	40,00	60,00	0,18	0,00
<i>Lepocinclis sp2</i>	80,00	0,00	0,00	0,06
<i>Phacus pleuronectes</i>	80,00	80,00	0,37	0,23
<i>Phacus curvicauda</i>	0,00	80,00	0,00	0,23
<i>Phacus tertus</i>	40,00	0,00	0,18	0,00
<i>Phacus longicauda</i>	40,00	0,00	0,18	0,00
<i>Gymnodinium sp1</i>	60,00	0,00	0,28	0,00
<i>Gymnodinium sp2</i>	60,00	120,00	0,28	0,34
<i>Centritractus sp</i>	360,00	100,00	1,66	0,28
Total	21680,00	35360,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El fitoplancton de la ciénaga, a nivel espacial (**Gráfica 56**) se destacó por presentar un comportamiento inverso entre los atributos densidad y riqueza, reportando en P1 la menor abundancia (21680,00 Ind/l) y alta riqueza (41 morfoespecies) comparada con P2 con 35360,00 Ind/L distribuidos en 32 morfoespecies.

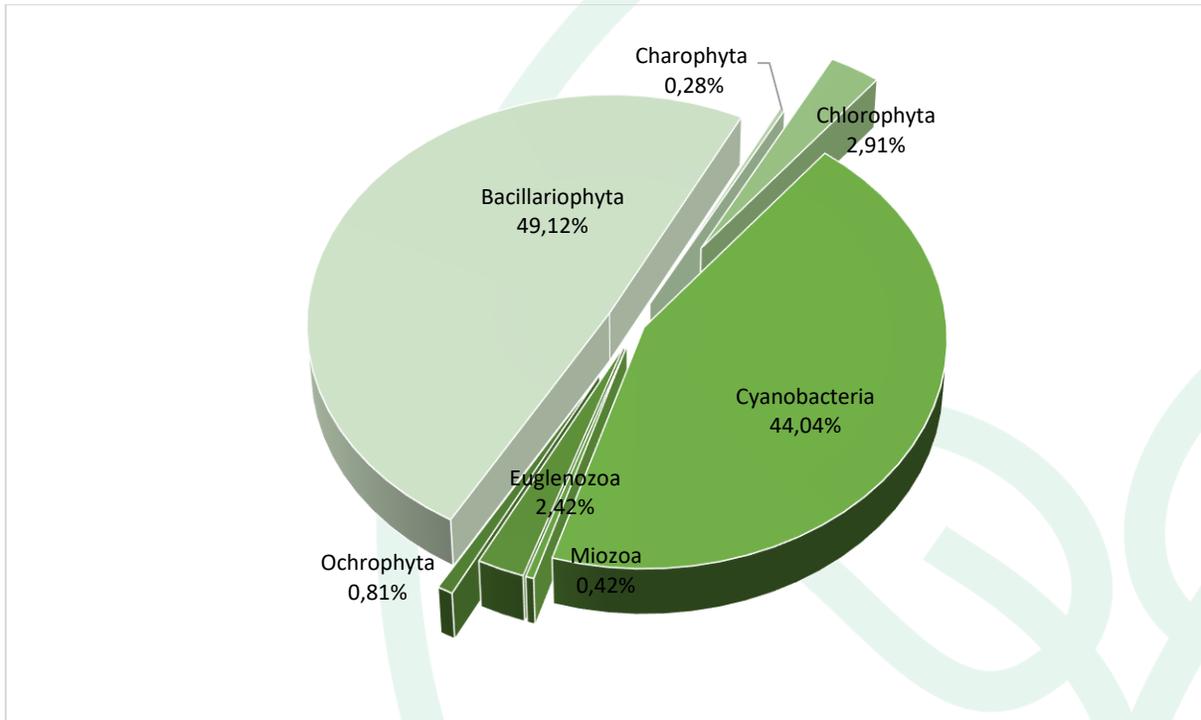


Gráfica 56. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en la ciénaga El convento.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



La ciénaga reportó una densidad promedio de 28520, 00 Ind/cm² de los cuales el 49,12% fueron diatomeas, el 44,04% algas verdeazules, Chlorophyta 2,91%, Euglenozoa 2,42% el resto de las divisiones registraron porcentajes menores al 1% (**Gráfica 57**).

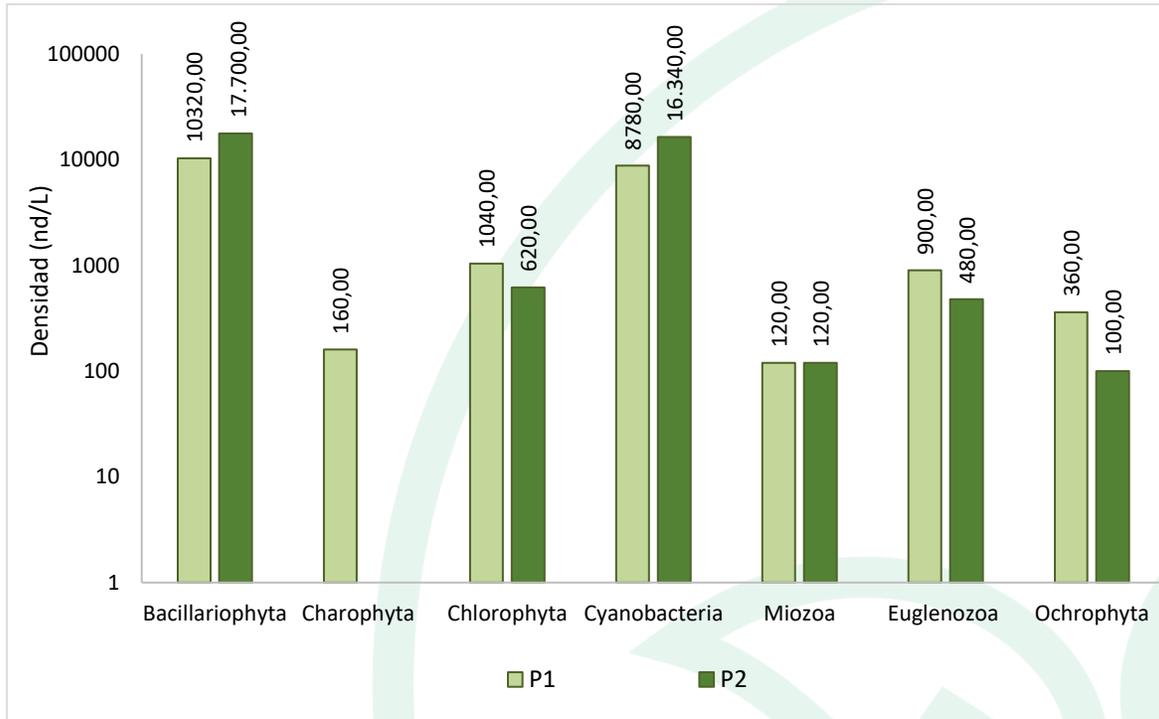


Gráfica 57. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla fitoplanctónicos en la ciénaga Convento

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La distribución de la densidad por divisiones en cada uno de los puntos de muestreo (**Gráfica 58**) mantiene el predominio de las diatomeas, siendo abundantes en P2, Sin embargo, las cianobacterias, segundas en abundancia en la distribución general, estuvieron restringidas a P2; mientras que el resto de phyla fueron abundantes en P1.





Gráfica 58. Contribución a la densidad total de los phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Convento.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

A nivel estructural, en el punto de monitoreo P1 se identificó una comunidad con una mejor estructura en comparación a P2, con mayor riqueza de Margalef ($d = 4,01$), mejor distribución de las abundancias entre las morfoespecies ($J' = 0,56$) y por tanto el menor predominio ($D = 0,22$), atributos que se explican porque junto a una mayor riqueza de taxa, la morfoespecie más abundante *Aulacosaeria sp* aportó el 40,01% del total de los individuos, mientras en P2 esta morfoespecie concentró el 43,21% del total (Tabla 90).

Tabla 90. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton.

Índice	P1	P2
Taxa_S	41	32
Individuals	21680	35360
Margalef	4,01	2,96
Equitability_J	0,56	0,45
Shannon_H	2,08	1,57
Dominance_D	0,22	0,31

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



5.1.5.2 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga El convento estuvo conformada por 15 morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, cuatro (4) clases, seis (6) órdenes y ocho (8) familias cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada con la **Tabla 91**

Tabla 91. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton observadas en la ciénaga El convento.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Artrópoda	Maxillopoda	Calanoida	-	Calanoida morfo 1
		Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1 Larva Nauplio Cyclopoida
	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina</i> sp
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp
			Centropxyidae	<i>Centropxyis</i> sp
Rotífera	Monogonta	Ploima	Flosculariaceae	<i>Filinia</i> sp
			Brachionidae	<i>Brachionus falcatus</i>
				<i>Brachionus havanaensis</i>
				<i>Brachionus</i> sp
				<i>Brachionus</i> sp4
				<i>Keratella americana</i>
			Gatropodidae	<i>Ascomorpha</i> sp
			Lecanidae	<i>Lecane</i> sp
Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> sp			
3	4	6	8	15

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron Larva Nauplio de Cyclopoida y *Brachionus* sp, con densidades máximas de 240,00 Ind/L y 53,33 Ind/L en el punto de monitoreo P2 (**Tabla 92**). Las formas larvales de copépodos observados son de gran importancia para la estructuración de la comunidad zooplanctónica, con respecto a la dinámica de la población y también en los aspectos tróficos, ya que, desde fases tempranas, estos organismos pueden ocupar nichos tróficos diferentes a los de los adultos (Cotrim-Marques *et al.*, 2007). Los copépodos pueden alcanzar abundancias muy elevadas en aguas con concentraciones altas de partículas orgánicas, es decir en cuerpos de agua donde la eutrofización es más alta (Reverol *et al.*, 2008). La dominancia de formas larvales de copépodos como los Nauplio es muy común en hábitats de agua dulce según Paggi y José de Paggi (1990) ya que resultan importantes en la estructuración de las comunidades zooplanctónicas, esto con respecto a la dinámica de la población y sus aspectos tróficos, dado que, en las primeras fases, los organismos pueden ocupar nichos tróficos diferentes de las de los adultos.



En cuanto a los rotíferos del género *Brachionus* pueden considerarse como altamente tolerantes a ciertas concentraciones de contaminantes, así como a diversos factores ecológicos (Sládecek, 1983), es típico de aguas alcalinas y duras, tanto en regiones templadas como tropicales, predomina en ambientes mesotróficos o eutróficos, y evitan condiciones hipereutróficas. Su abundancia se puede asociar a la presencia de alta cantidades de materia orgánica por aporte durante la época de lluvias (Carvalho, 1983).

Tabla 92. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga el Convento.

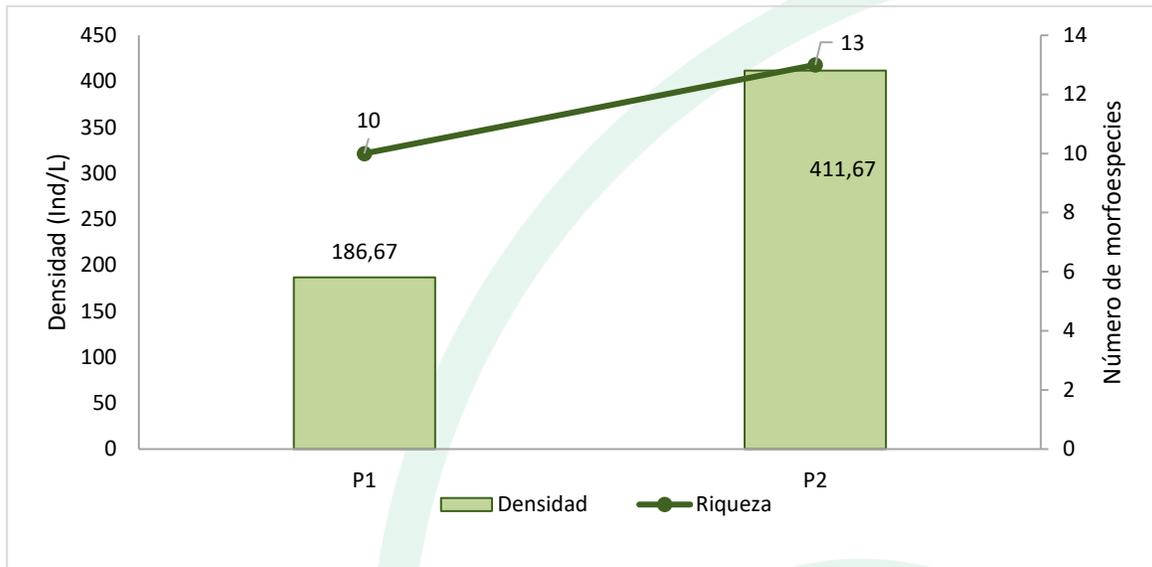
Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Arcella</i> sp	7,62	1,67	4,08	0,40
<i>Ascomorpha</i> sp	0,00	40,00	0,00	9,72
<i>Brachionus falcatus</i>	0,00	6,67	0,00	1,62
<i>Brachionus havanaensis</i>	3,81	5,00	2,04	1,21
<i>Brachionus</i> sp	0,00	53,33	0,00	12,96
<i>Brachionus</i> sp4	0,00	3,33	0,00	0,81
Calanoida morfo 1	1,90	0,00	1,02	0,00
<i>Centropyxis</i> sp	3,81	1,67	2,04	0,40
Cyclopoida morfo 1	3,81	18,33	2,04	4,45
<i>Filinia</i> sp	7,62	33,33	4,08	8,10
<i>Keratella americana</i>	0,00	1,67	0,00	0,40
<i>Larva Nauplio Cyclopoida</i>	150,48	240,00	80,61	58,30
<i>Lecane</i> sp	1,90	5,00	1,02	1,21
<i>Moina</i> sp	3,81	0,00	2,04	0,00
<i>Polyarthra</i> sp	1,90	1,67	1,02	0,40
Total	186,66	411,67	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El zooplancton en la ciénaga el Convento obtuvo una densidad total de 598,33 Ind/L y ésta fue mayor en el punto de monitoreo P2 con 411,67 Ind/L; en cuanto a la riqueza presentó un comportamiento similar a la densidad, registrando su valor más alto en P2 (Gráfica 59).

De acuerdo con Ricklefs (1990) los arreglos comunitarios no son consecuencia del azar, sino que existen mecanismos que actúan sobre los ecosistemas, produciendo patrones u ordenamientos particulares. En este sentido, podemos decir que entre los puntos de muestreo existe un diferencial entre las condiciones fisicoquímicas y de recursos tróficos que favorecen una comunidad zooplanctónica mayormente estructurada en el punto P2.





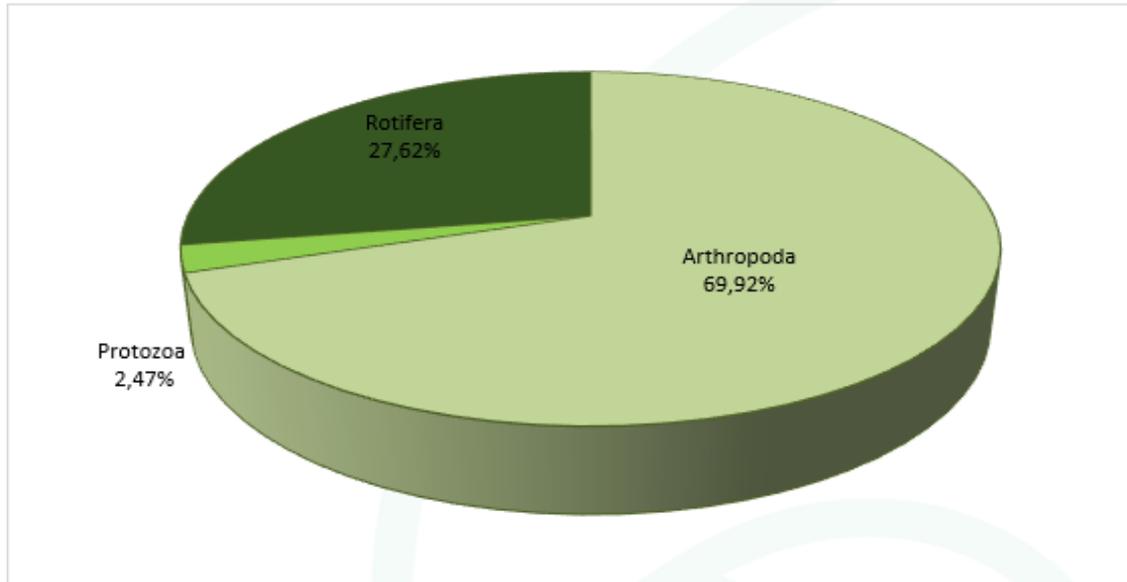
Gráfica 59. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en la ciénaga el Convento.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por el phylum Artrópoda, el cual obtuvo una representatividad del 69,92%, seguido de Rotífera (27,62%) y Protozoa (2,47%) (**Gráfica 60**). Los copépodos de Artrópoda (Clase Maxillopoda) se caracterizan por su capacidad para ocupar hábitats diferentes, debido a un patrón corporal general que consiste en el desarrollado de modificaciones estructurales, fisiológicas y de comportamiento, además sus larvas nauplios poseen un alto potencial de dispersión y mecanismos adaptativos que le permiten una colonización expansiva en sistemas someros (Dole-Olivier *et al.*, 2000).

Por su parte, los rotíferos, geográficamente representan el grupo zooplanctónico más extendido por tener estrategias como la reproducción partenogenética, ciclo de vida corto, tamaño pequeño, entre otras, que les permiten una distribución amplia (Sendacz 1993), y la posibilidad de colonizar rápidamente ambientes perturbados. La mayoría son "suspensívoros" y se alimentan básicamente de partículas detríticas muy pequeñas, las cuales no son utilizados por organismos de talla grande como los copépodos y cladóceros, lo que confiere ventajas a los rotíferos, ya que son capaces de alimentarse de estas partículas, aun cuando el fitoplancton, la principal fuente de recursos para el zooplancton, se encuentre en bajas concentraciones.

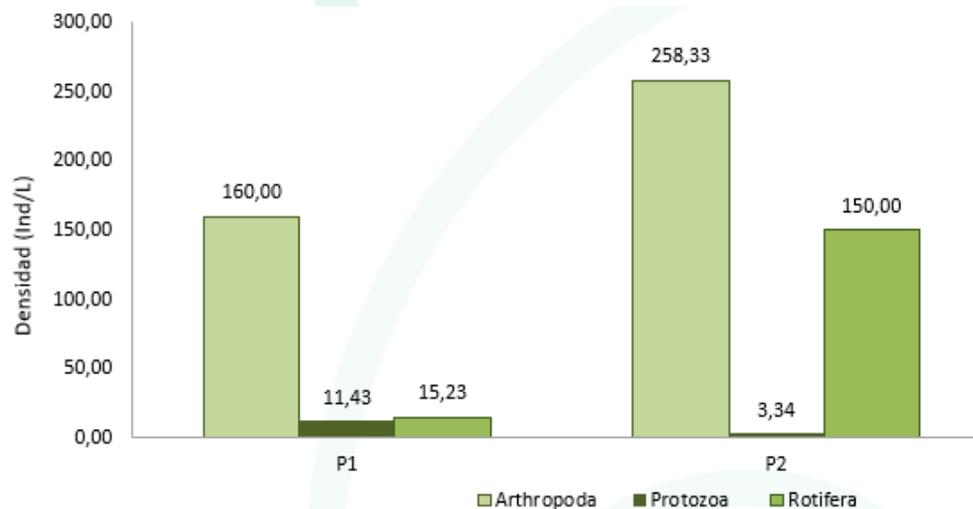




Gráfica 60. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Convento

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

A nivel espacial, el phylum Artrópoda continuó con su patrón de dominancia en los puntos de monitoreo, estando mejor representado en P2, donde obtuvo 258,33 Ind/L, seguido de Rotífera que realizó aportes de 150,00 Ind/L, el phylum restante presentó contribuciones bajas y mayores en P1 (Gráfica 61).



Gráfica 61. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en la ciénaga el Convento.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



Los valores de Shannon-Wiener fueron bajos e inferiores a dos(2) estando relacionado con sistemas de diversidad relativamente baja con efectos de la contaminación, ya que la presencia de una gran variedad de individuos está directamente relacionada con la disponibilidad y amplitud de los recursos (Roldán y Ramírez, 2008); valores superiores a los registrados indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos; la equitatividad fue baja debido a la abundancia de la morfoespecie Larva Nauplio de Cyclopoida la cual registró más del 50% de los aportes a la densidad en los punto de monitoreo.

La dominancia de Simpson obtuvo valores medios a altos en P1 y su comportamiento estuvo dado por Larva Nauplio de Cyclopoida, cuyas densidades fueron dispares a las del resto de la comunidad. El índice de Margalef registró valores bajos e inferiores a dos (2), típicos de sistemas con diversidad baja, el valor máximo se relacionó con P2, consistente con la mayor riqueza (**Tabla 93**).

Tabla 93. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga el Convento.

Índice	P1	P2
Taxa_S	10	13
Individuals	186,66	411,67
Dominance_D	0,65	0,37
Shannon_H	0,89	1,45
Margalef	1,72	1,99
Equitability_J	0,38	0,56

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.5.3 Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga El convento estuvo conformada por 16 morfoespecies, vinculadas a cuatro (3) divisiones, cinco (5) clases, once (11) órdenes y 12 familias cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada con la **Tabla 94**. Siendo las diatomeas las más ricas a nivel de morfoespecies con un 68,75% del total, seguida por las clorofitas con el 18,75% y finalmente por las cianofitas con el 12,5 %.

Tabla 94. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga El convento.



Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp3	
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina</i> sp1	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp1	
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp1	
				<i>Gomphonema</i> sp2	
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp1	
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp1	
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp1	
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp1	
				<i>Eunotia</i> sp2	
		Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp
			Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i> sp
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp2	
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum</i> sp	
3	5	11	12	16	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Entre las morfoespecies se destaca por su abundancia *Synedra* sp1 (2928,62 Ind/cm² en P2 a 5490,00 Ind/cm² en P1), una de las diatomeas más comunes en el mundo (Margalef, 1983), presente en aguas medianamente productivas o mesotróficas (Palmer, 1969), son algas que pueden formar colonias y presentan secreción de mucílago, además puede producir olor y sabor del agua a pepino o a tierra cuando se producen en alta cantidad (Ramírez, 2000). También fue importante *Aulacoseira* sp que constituye cadenas lineales como forma de crecimiento (Bicudo y Menezes 2006) reportando 2130,00 Ind/cm² en P1 y 1700,49 Ind/cm² en P2 y *Nitzschia* sp con 735,00 Ind/cm² en P1 y 1093,17 en P2 (Tabla 95).

Tabla 95. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de perifiton en la ciénaga El convento.

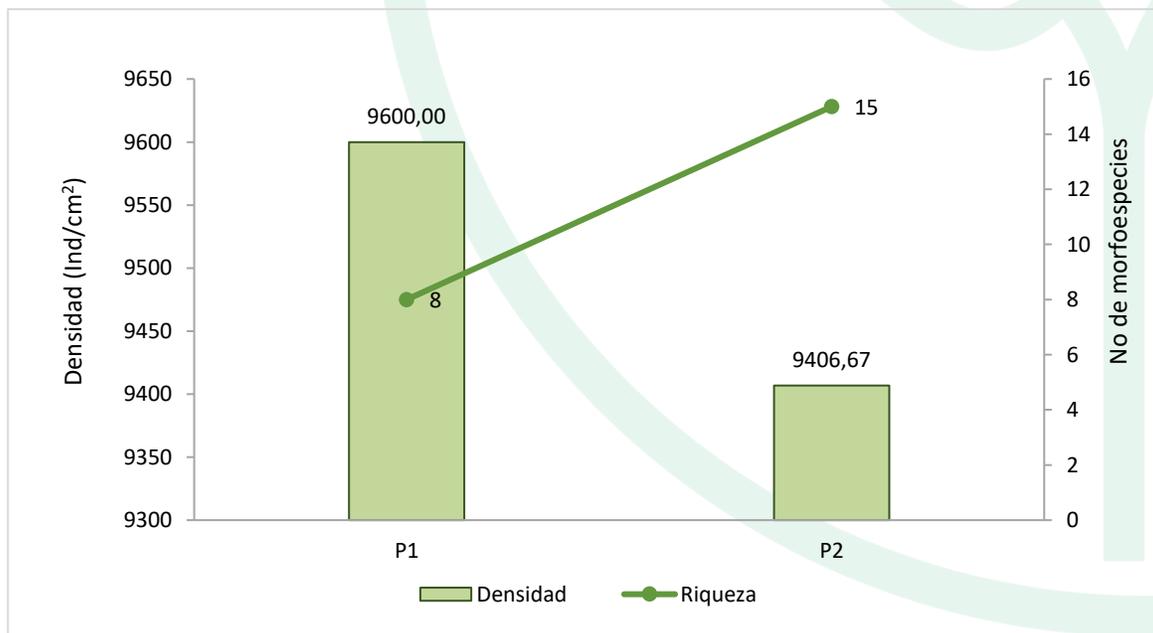
Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Oscillatoria</i> sp3	0,00	931,22	0,00	9,90
<i>Spirulina</i> sp1	0,00	40,49	0,00	0,43
<i>Nitzschia</i> sp1	735,00	1093,17	7,66	11,62
<i>Gomphonema</i> sp1	0,00	566,83	0,00	6,03
<i>Gomphonema</i> sp2	0,00	296,91	0,00	3,16
<i>Navicula</i> sp1	570,00	998,70	5,94	10,62
<i>Pinnularia</i> sp1	0,00	215,93	0,00	2,30
<i>Gyrosigma</i> sp	0,00	53,98	0,00	0,57



Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Synedra</i> sp1	5490,00	2928,62	57,19	31,13
<i>Eunotia</i> sp1	30,00	242,93	0,31	2,58
<i>Eunotia</i> sp2	0,00	80,98	0,00	0,86
<i>Melosira</i> sp	405,00	148,46	4,22	1,58
<i>Aulacoseira</i> sp	2130,00	1700,49	22,19	18,08
<i>Scenedesmus</i> sp2	165,00	67,48	1,72	0,72
<i>Scenedesmus</i> sp3	0,00	40,49	0,00	0,43
<i>Actinastrum</i> sp	75,00	0,00	0,78	0,00
Total	9600,00	9406,67	100,00	9406,67

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El perifiton de la ciénaga, a nivel espacial (**Gráfica 62**) se destacó por presentar un comportamiento inverso entre los atributos densidad y riqueza, reportando en P1 la mayor abundancia (9600,00 Ind/cm²) y baja riqueza (8 morfoespecies) comparada con P2 donde se estimaron 9406,67 Ind/cm² distribuidos en 15 morfoespecies, es decir el 93,75% de la riqueza total, por la ausencia de la clorofita *Actinastrum* sp un género cosmopolita, de aguas eutróficas (Gury, 2013) de hábitos planctónicos, pero que puede crecer asociado a la vegetación en estanques, lagos y ríos y raramente en pantanos (Treviño, 2008).

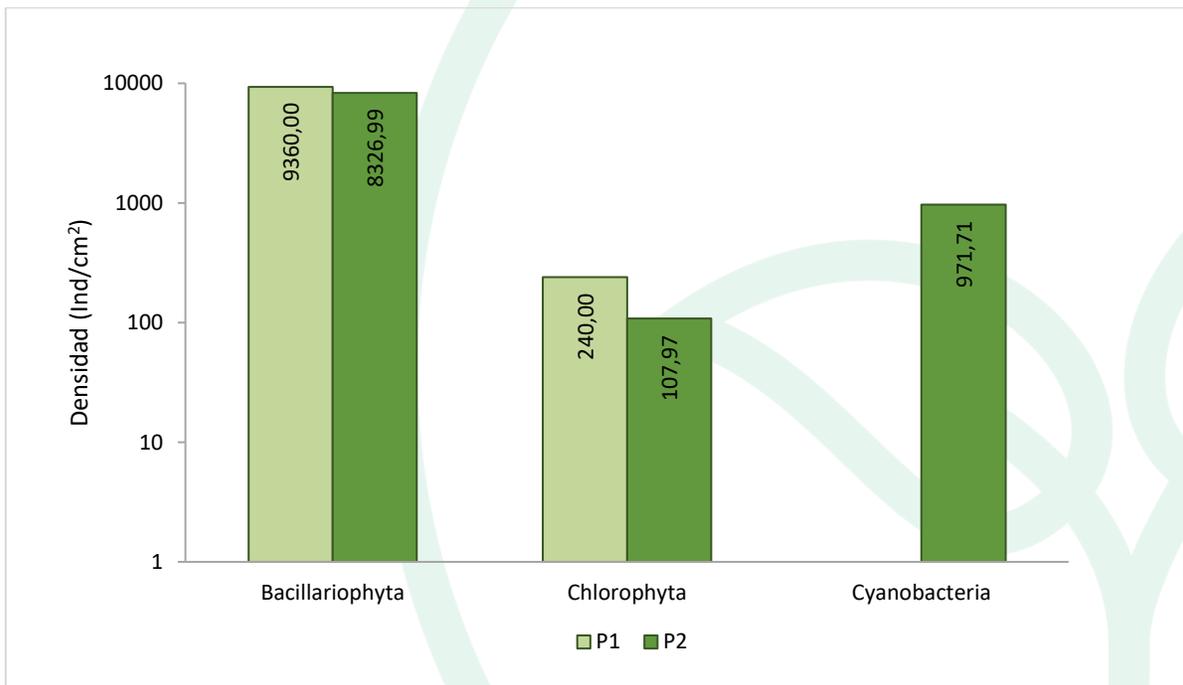


Gráfica 62. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga El convento.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



La distribución de la densidad por divisiones en cada uno de los puntos de muestreo (**Gráfica 63**) mantiene el predominio de las diatomeas. Sin embargo, las cianobacterias, segundas en abundancia en la distribución general, estuvieron restringidas a P2; las razones para este hecho podrían ser muchas ya que pueden estar involucrados aspectos ambientales, de fisiología, morfología, sucesiones y ritmos (Margalef 1983). Finalmente, las clorofitas efectuaron los menores aportes con 240,00 Ind/cm² en P1 y 107,47 Ind/cm² en P2.

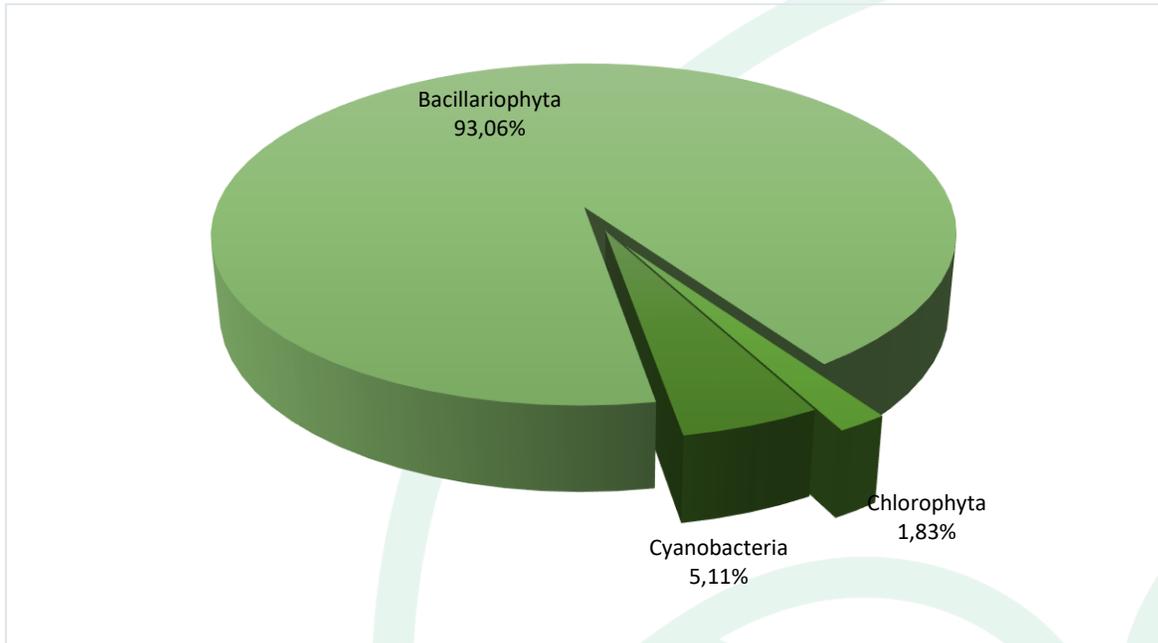


Gráfica 63. Contribución a la densidad total de los phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Convento.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La ciénaga reportó una densidad total de 19006,67 Ind/cm² de los cuales el 93,06% fueron diatomeas, el 5,11% algas verde azules y con la menor abundancia las algas verdes (**Gráfica 64**). Se mantiene el orden de importancia para las diatomeas observado en la distribución general de la riqueza posiblemente como consecuencia de la época de lluvias, durante la cual la turbulencia de las aguas renueva continuamente el ambiente, afectando no solo el contenido de oxígeno, nutrientes y sólidos, sino que modifica la adhesión de los organismos al sustrato, lo cual favorece el crecimiento de las diatomeas quienes se adhieren mediante cojines mucilaginosos, soportando los disturbios (Roldan y Ramírez, 2008).





Gráfica 64. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla perifíticos en la ciénaga Convento

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

A nivel estructural, en el punto de monitoreo P2 se identificó una comunidad perifítica, con mayor riqueza de Margalef ($d = 1,53$), mejor distribución de las abundancias entre las morfoespecies ($J' = 0,76$) y por tanto el menor predominio ($D = 0,17$), atributos que se explican porque junto a una mayor riqueza de taxa, la morfoespecie más abundante *Synedra* sp aportó el 31,13% del total de los individuos, mientras en P1 esta morfoespecie concentró el 57,19 % del total (Tabla 96). Las diferencias observadas en estos puntos pueden relacionarse a que las comunidades perifíticas responden a ciertas condiciones para su distribución y abundancia, por ejemplo, el drenaje de los sistemas, el tipo de sustrato, la concentración de nutrientes, la luz y presencia de herbívoros, factores que probablemente fluctuaron espacialmente y se ven reflejados en los resultados encontrados (Arce, *et al.*, 2005)

Tabla 96. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton.

Índice	P1	P2
Taxa_S	8,00	15,00
Individuals	9600	9406,68
Dominance_D	0,39	0,17
Shannon_H	1,28	2,07
Margalef	0,76	1,53



Índice	P1	P2
Eqitability_J	0,61	0,76

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.5.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Convento estuvo constituida por 10 morfoespecies, vinculadas a dos (2) phyla, tres (3) clases, ocho (8) órdenes y nueve (9) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 97**.

Tabla 97. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga El convento.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Artrópoda	Insecta	Díptera	Chironomidae	<i>Chironomidae morfo 1</i>
		Ephemeroptera	Polymitarciidae	<i>Campsurus sp (N)</i>
		Díptera	Chironomidae	Chironomidae morfo 2
Mollusca	Bivalvia	Myoida	Corbulidae	<i>Corbula caribaea</i>
		Veneroida	Corbiculidae	<i>Corbicula sp</i>
	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Biomphalaria sp</i>
		Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>
			Hydrobiidae	Hydrobiidae morfo 1
		Architaenioglossa	Ampullaridae	<i>Pomacea sp</i>
				<i>Marisa cornuarietis</i>
2	3	8	9	10

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies más abundantes en la ciénaga fueron *Melanoides tuberculatus* e Hydrobiidae morfo 1, las cuales obtuvieron densidades de 422,22 Ind/m² y 66,6 Ind/m² respectivamente en el punto de monitoreo P2, representando entre las dos el 66,67% del valor de la densidad total en dicho punto (**Tabla 98**). En Colombia, *M. tuberculatus* tiene amplia distribución y se ha demostrado su capacidad para ser hospedero intermedario de tremátodos digéneos (Velázquez *et al.*, 2006). Habita en ríos, quebradas, arroyos, caños, canales y otros sistemas lénticos naturales y artificiales, incluidos los embalses. También en aguas contaminadas con desechos de origen orgánico y eutrofizadas, resiste altos niveles de contaminación por lo que es un buen bioindicador de anoxia y algo de salinidad (Lasso, 2011). Esta especie es altamente móvil, consume desechos generados por



los humanos y se adapta a diferentes entornos (CABI, 2018). Se reproduce rápidamente, con consecuencias catastróficas para las especies nativas y los cuerpos de agua invadidos.

En cuanto a la familia Hydrobiidae, comprende especies de moluscos de talla media a pequeña, operculados y principalmente de agua dulce o salobre, su reproducción es partenogenética, por lo que alcanzan a formar densas poblaciones en intervalos de tiempo corto (Pérez *et al.*, 2004), por lo general se encuentran asociados a fondos blandos, muchas de sus especies habitan sedimentos anóxicos presentando un incremento poblacional ante la presencia de cargas puntuales de materia orgánica, Bemvenuti *et al.* (2003), las consideran generalistas, con alta tolerancia a impactos antrópicos y alta resiliencia en ecosistemas impactados.

Tabla 98. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El convento.

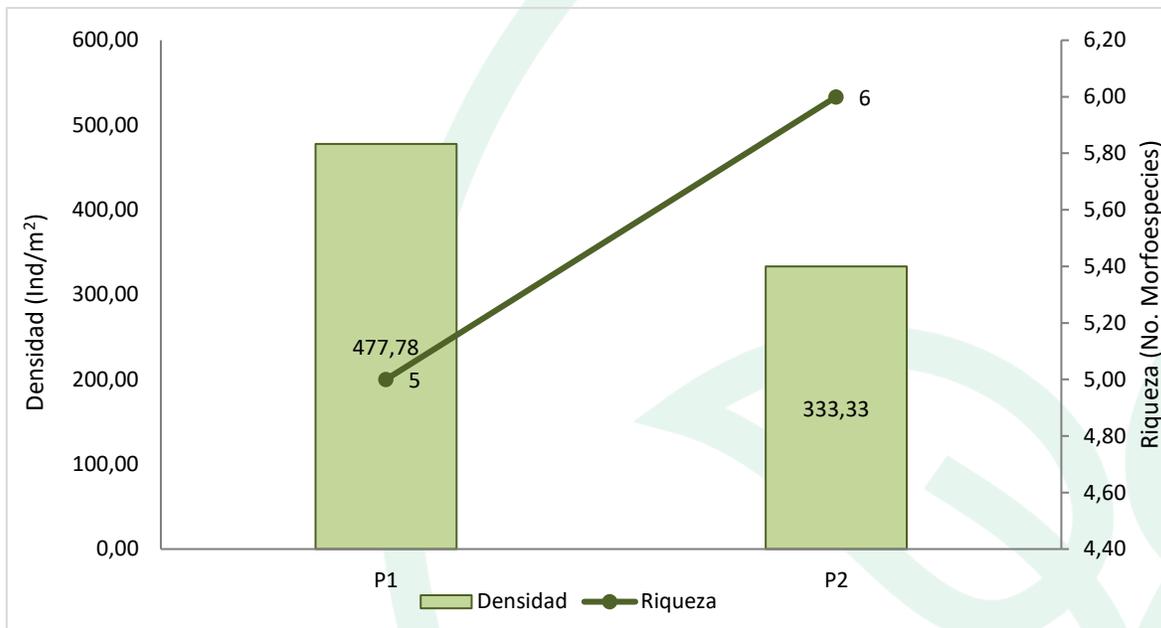
Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Chironomidae morfo 1</i>	0,00	33,33	0,00	10,00
<i>Campsurus sp (N)</i>	0,00	11,11	0,00	3,33
Chironomidae morfo 2	11,11	0,00	2,33	0,00
<i>Corbula caribaea</i>	22,22	0,00	4,65	0,00
<i>Corbicula sp</i>	0,00	44,44	0,00	13,33
<i>Biomphalaria sp</i>	11,11	0,00	2,33	0,00
<i>Melanooides tuberculatus</i>	422,22	155,56	88,37	46,67
Hydrobiidae morfo 1	0,00	66,67	0,00	20,00
<i>Pomacea sp</i>	11,11	0,00	2,33	0,00
<i>Marisa cornuarietis</i>	0,00	22,22	0,00	6,67
Total	477,78	333,33	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La densidad total de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El convento varió entre 333,33 Ind/m² y 477,78 Ind/m², correspondiendo el valor máximo al punto de monitoreo P1; en cuanto a la riqueza, no obtuvo mayor variación espacial entre los puntos, ya que se observaron cinco (5) y seis (6) taxones en P1 y P2 respectivamente (**Gráfica 65**). Takamura *et al.* (2009) menciona que la distribución y composición de especies de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos que habitan sistemas lenticos están determinadas por factores bióticos y abióticos independientes o acumulativos a diferentes escalas espacio-temporales. Entre estos factores se encuentran las diferencias de sustrato (por ejemplo, piedra, grava, guijarros, arena, limo, plantas acuáticas o detritos leñosos), exposición al viento, presencia de algas filamentosas (Brodersen, 1995), contenido de oxígeno, altos niveles de nutrientes debido a la entrada de contaminantes orgánicos (Petridis,



1993) y profundidad del agua (Kato *et al.*, 1999). Además de esto, las características ecofisiológicas de cada grupo poblacional son fundamentales en la estructuración de la fauna béntica ya que éstas tienden a variar a escalas de un ciclo anual, así pues, se pueden obtener mayores densidades de un grupo determinado cuanto éste se encuentre en su pico de reproducción.

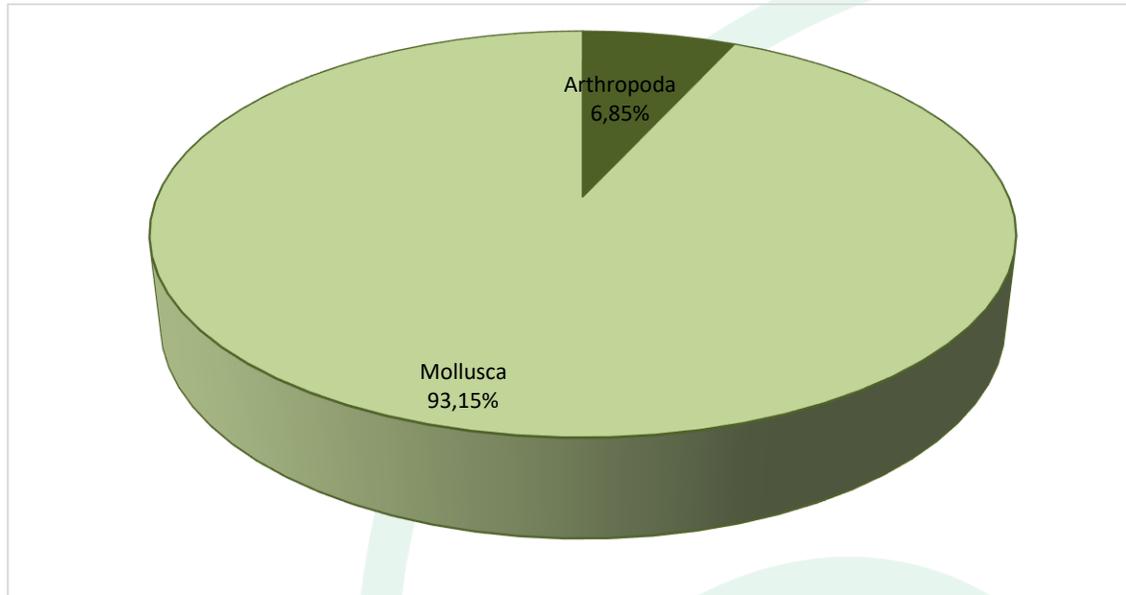


Gráfica 65. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El convento.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto a las contribuciones de los phyla de macroinvertebrados, se observó que Mollusca realizó los mayores aportes, representados en el 93,15% del valor de la densidad total; mientras que el 6,85% restante le correspondió a Artrópoda (**Gráfica 66**). Según Sharma y Rawat (2009), los miembros de Mollusca alcanzan su mayor éxito en aguas duras con enriquecimiento orgánico, condiciones que son predominantes en la ciénaga debido a que es foco de vertimientos que aportan aguas servidas de los barrios y municipios cercanos. El phylum Artrópoda, si bien está relacionado con carga orgánica y niveles bajos de oxígeno (Roldán y Ramírez, 2008) registró aportes bajos lo que puede atender en gran medida a la capacidad de agregación que tienen los moluscos y su baja tasa de movilidad que facilita una mayor oportunidad de encuentro.





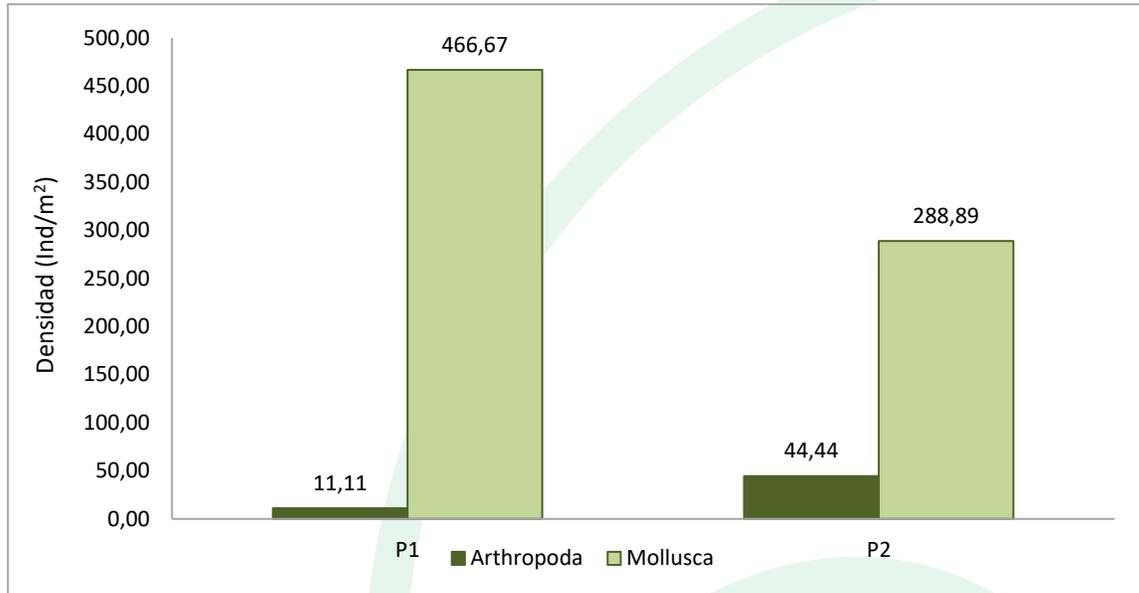
Gráfica 66. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga El convento.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Especialmente, la composición por punto de monitoreo no registró variaciones significativas, ya que Mollusca continuó con su patrón de dominancia, siendo más representativo en P1 con 466,67 Ind/m²; este valor atiende en gran medida a los aportes de *M. tuberculatus*, el cual obtuvo un porcentaje de 88,37% en la abundancia relativa de este punto de monitoreo. El phylum Artrópoda registró contribuciones bajas y su valor más alto se relacionó con el punto P2 (44,44 Ind/m²) (**Gráfica 67**).

Esta variación espacial de la fauna bentónica, puede ser atribuible a gradientes ambientales que tienen lugar en los puntos de monitoreo, debido al comportamiento diferencial de factores fisicoquímicos, que promueven el establecimiento y desarrollo de ciertos grupos biológicos en detrimento de otros. Quiroz *et al.* (2010) afirman que la distribución de los macroinvertebrados, se ve afectada principalmente por la presencia de vegetación flotante, la cual constituye un sustrato y refugio para una gran diversidad de comunidades bentónicas. De igual manera Ramírez y Viña (1998), resumen la importancia de las comunidades de macrófitas en cuanto a que confieren estabilidad al terreno, generan la vía trófica directa y la detritica, diversifica la vía trófica y constituye la base para el desarrollo de una abundante y diversa comunidad de organismos asociados.





Gráfica 67. Contribución de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad por punto de monitoreo en la ciénaga El convento.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La diversidad (H') de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos varió entre 0,514 y 1,470, encontrándose dentro del ámbito de ambientes moderadamente contaminados. Según Murgel (1984), valores inferiores a 1 son propios de ambientes muy contaminados, de 1 a 3 moderadamente contaminados y mayor de 3 no contaminados. Los resultados de los índices de Pielou y Simpson, permitieron determinar que la comunidad bentónica se compone de poblaciones heterogéneas en P1, ya que se encontraron niveles de uniformidad bajos ($<0,5$), relacionados con la dominancia de *M. tuberculatus*, cuyos valores de densidad fueron significativamente más altos a los de las demás morfoespecies en el ensamblaje. La dominancia de Simpson fue alta en P1 y congruente con los valores de equitatividad, los cuales estuvieron influenciados por la morfoespecie *M. tuberculatus*.

Con respecto a los valores obtenidos para la riqueza específica descrita por el índice de Margalef, se tiene que los puntos monitoreados presentan valores de baja riqueza de especies, ya que éstos se encontraron por debajo de los valores de referencia establecidos por el índice de Margalef; donde valores inferiores a 2 son considerados como zonas de baja riqueza específica y valores por encima de 5 como de alta riqueza (**Tabla 99**).



Tabla 99. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El convento.

Índice	P1	P2
Taxa_S	5	6
Individuals	477,777	333,333
Dominance_D	0,784	0,291
Shannon_H	0,514	1,470
Margalef	0,648	0,860
Equitability_J	0,319	0,820

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.5.5 Macrófitas

En la Ciénaga El Convento se reportaron tres (3) especies de macrófitas distribuidas en tres (3) familias, tres (3) Ordenes, una (1) Clases y una (1) División (Tabla 100). Se reportaron especies de macrófitas acuáticas en los todos los puntos.

Tabla 100. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga el Convento

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Magnoliophyta	Liliopsida	Typhales	Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>
		Alismatales	Araceae	<i>Lemna minor</i>
		Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>
1	1	3	3	3

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En el Punto 1 se observó mayor riqueza, haciendo presencia las tres (3) especies identificadas, mientras que en el Punto 2 solo se reportaron dos (2). La mayor área de cobertura promedio la presentó *Eichhornia crassipes*, con un total del 84,4% del área evaluada, seguida por *Typha domingensis* (14,0%), mientras que *Lemna minor* contribuyó con el 1,6%. Por su parte la distribución espacial demostró que *Eichhornia crassipes* presentó la mayor cobertura tanto en el Punto 1 (76,8%), como en el Punto 2 (92%) como se observa en la **Tabla 101** y la **Gráfica 68**. Los aportes de *Typha domingensis* fueron mayores en el Punto 1 (20%), mientras que *Lemna minor* fue exclusiva del Punto 1 (3,2%).

Como lo indicó Guevara y Ramírez (2015) *Eichhornia crassipes* es una especie de alta capacidad reproductiva y adaptativa, lo que ha llevado a incluirla entre las 10 malezas más invasivas del mundo, indicando además que puede causar problemas adversos sobre la flora y fauna nativa, ya

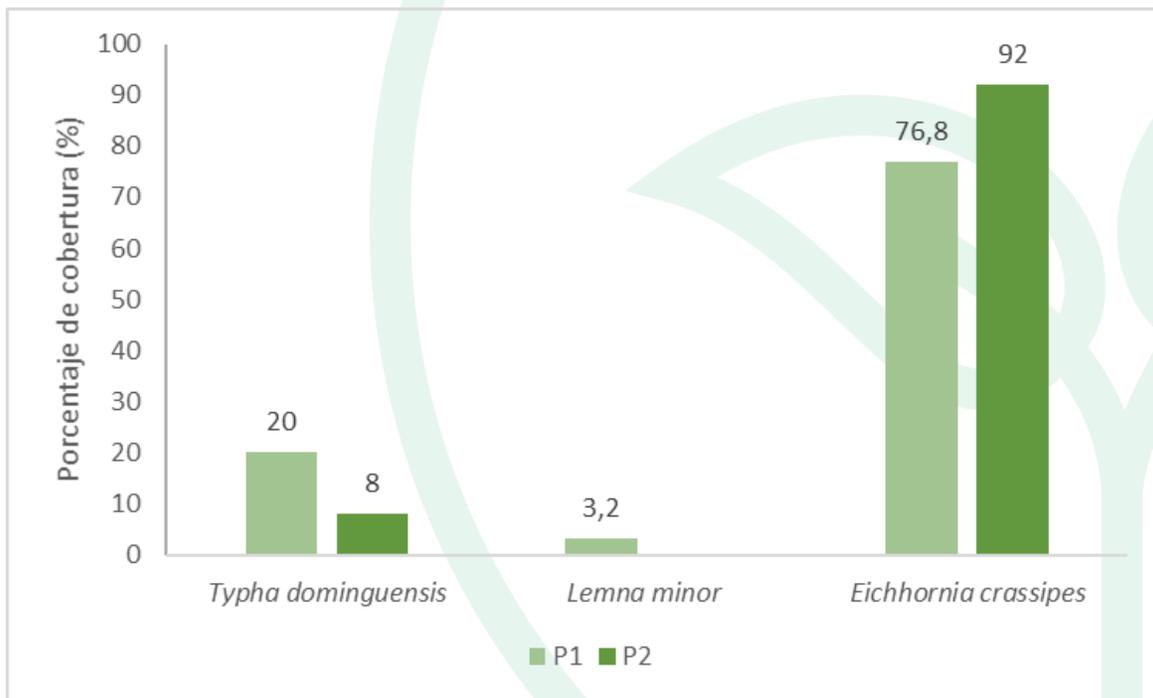


que, al formar densas colonias flotadoras, produce un descenso en el flujo del agua de ciénagas y embalses, así como produce reducción de la cantidad de luz que penetra la masa de agua y disminución del oxígeno disuelto.

Tabla 101. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga el Convento

Morfoespecie	Porcentaje de cobertura (% cobertura)		
	P1	P2	% Total
<i>Typha domingensis</i>	20,00	8,00	14,00
<i>Lemna minor</i>	3,20	0,00	1,60
<i>Eichhornia crassipes</i>	76,80	92,00	84,40

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2022.



Gráfica 68. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga el Convento

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2022.

La estructura de la comunidad de macrófitas descrita a través de los índices ecológicos (**Tabla 102**) demuestran que la riqueza específica descrita con los índices de riqueza (Taxa_S) y de Margalef es mayor en el Punto 1 ($S= 3$ y Margalef= 0,4352). Por su parte la estructura de la comunidad, observada desde los índices de dominancia (Dominance_D) permiten evidenciar que es mayor en el Punto 2 (0,8528). Por otra parte, la estructura observada desde los índices de equidad demostró valores del índice de Shannon bajos, siendo menor en el Punto 2 (0,2788). Considerando las



abundancias de las morfoespecies el índice de equitatividad de Pielou o equidad de Pielou (J') obtuvo un valor medio tanto en el Punto 1 (0,5778) como en el Punto 2 (0,4022), congruentes con la dominancia de Simpson, que identifican a P1 con el menor predominio de especies. Por último, la diversidad de Shannon, con valores de 0,6348 y 0,2788 en los Puntos 1 y 2 respectivamente, son indicativos la presencia de aguas muy contaminadas, según la categorización realizada por Segnini (2003).

Tabla 102. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga El Convento

Índices	PUNTOS	
	P1	P2
Taxa_S	3	2
Individuals	99	100
Dominance_D	0,6308	0,8528
Shannon_H	0,6348	0,2788
Margalef	0,4352	0,2171
Eqitability_J	0,5778	0,4022

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

5.1.5.6 Peces

Después de un esfuerzo muestral de 10 lances de atarraya en cada punto de monitoreo, no se tuvo éxito, con respecto a la captura de peces.

La presencia de macrófitas, en especies en el punto Ciénaga el Convento P1, puede ser una de las razones, por las cuales la pesca no fue afectiva, ya que las plantas acuáticas se convierten en refugios para los peces, volviendo poco efectiva los artes de pesca.

5.1.6 Ciénaga El Paraíso

5.1.6.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga Paraíso estuvo representada por 37 morfoespecies, vinculadas a cinco (5) phyla, siete (7) clases, 12 órdenes y 17 familias, cuya clasificación taxonómica



se encuentra en la **Tabla 103**. De acuerdo al porcentaje de riqueza las Euglenozoa aportaron el mayor número de morfoespecies con el 35,14%, seguida por las Chlorophytas con el 32,43% las Bacillariophytas aportaron el 16,22% y Cyanobacterias con el 10,81% y en menor proporción con las Charophytas con el 5,41%.

Tabla 103. Clasificación de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga Paraíso.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>
				<i>Oscillatoria sp1</i>
		<i>Oscillatoria sp2</i>		
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Merismopedia sp1</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp2</i>
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp1</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>
				<i>Navicula sp2</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>
Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>		
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Closterium sp3</i>
				<i>Staurostrum sp2</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus sp3</i>
				<i>Scenedesmus acuminatus</i>
				<i>Coelastrum sp1</i>
				<i>Tetrastrum sp</i>
			<i>Ankistrodesmus sp1</i>	
			Radiococcaceae	<i>Gloeocystis sp1</i>
			Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum duplex</i>
	Selenastraceae	<i>Selenastrum sp1</i>		
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum hantzschii</i>
			Chlorococcaceae	<i>Tetraëdron sp1</i>
Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>	
			<i>Pandorina morum</i>	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas armata</i>
				<i>Trachelomonas hispida</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>
				<i>Euglena sp1</i>
				<i>Euglena sp3</i>
				<i>Euglena sp4</i>
			Phacaceae	<i>Phacus pleuronectes</i>
				<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Phacus curvicauda</i>
				<i>Phacus tertus</i>



Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Phacus sp2</i>
				<i>Phacus sp3</i>
5	7	12	17	37

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La Cianobacteria *Planktothrix sp* fue la morfoespecie más abundante en la ciénaga Paraíso, con 1626,00 Ind/L, que representaron 60,2% de la abundancia relativa (**Tabla 104**) seguida de la Bacillariophyta *Navicula sp1* con 428,00 Ind/l y abundancia relativa del 15,9% y *Oscillatoria sp1* con 164 Ind/L y el 6,1% de abundancia relativa. Cox (1994) señala que existen evidencias de que los morfotipos de *Navicula* pueden funcionar como indicadores de las condiciones del medio de una comunidad determinada.

Tabla 104. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga Paraíso.

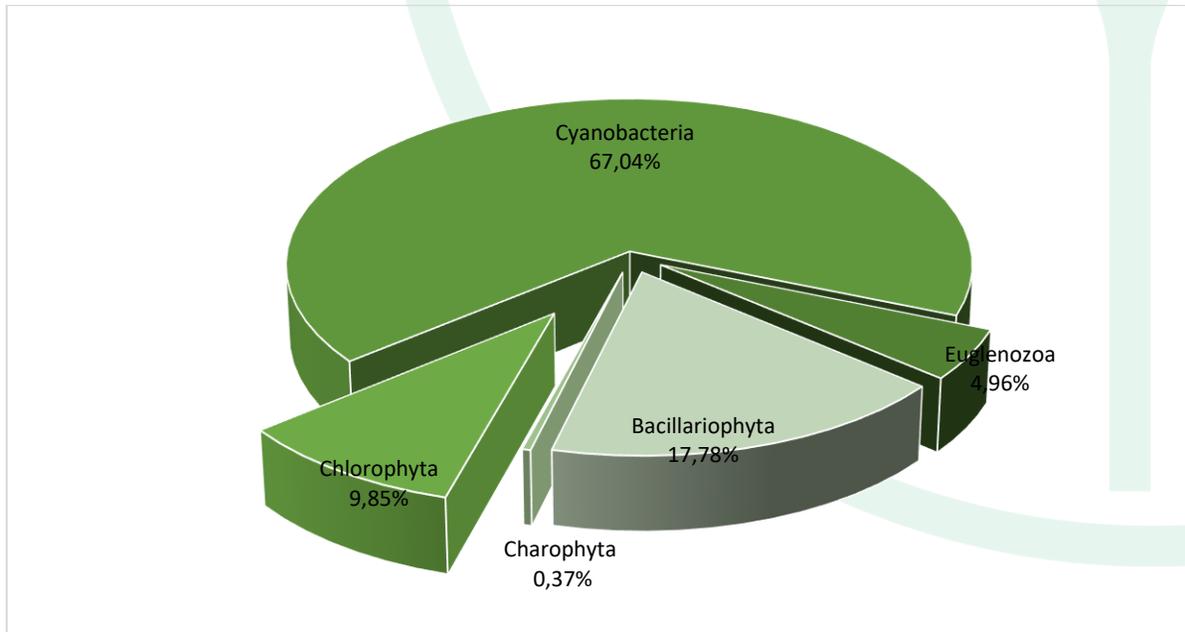
Morfoespecie	Densidad (Ind/L)	Abundancia relativa (%)
	P1	P1
<i>Planktothrix sp</i>	1626,00	60,20
<i>Oscillatoria sp1</i>	164,00	6,10
<i>Oscillatoria sp2</i>	14,00	0,50
<i>Merismopedia sp1</i>	6,00	0,20
<i>Nitzschia sp2</i>	22,00	0,80
<i>Surirella sp1</i>	6,00	0,20
<i>Navicula sp1</i>	428,00	15,90
<i>Navicula sp2</i>	12,00	0,40
<i>Eunotia sp1</i>	4,00	0,10
<i>Cymbella sp</i>	8,00	0,30
<i>Closterium sp3</i>	4,00	0,10
<i>Staurastrum sp2</i>	6,00	0,20
<i>Desmodesmus sp3</i>	4,00	0,10
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	6,00	0,20
<i>Coelastrum sp1</i>	10,00	0,40
<i>Tetrastum sp</i>	4,00	0,10
<i>Ankistrodesmus sp1</i>	4,00	0,10
<i>Gloeocystis sp1</i>	188,00	7,00
<i>Pediastrum duplex</i>	6,00	0,20
<i>Selenastrum sp1</i>	6,00	0,20
<i>Actinastrum hantzschii</i>	4,00	0,10
<i>Tetraëdron sp1</i>	4,00	0,10
<i>Eudorina sp</i>	24,00	0,90
<i>Pandorina morum</i>	6,00	0,20
<i>Trachelomonas armata</i>	14,00	0,10



Morfoespecie	Densidad (Ind/L)	Abundancia relativa (%)
	P1	P1
<i>Trachelomonas hispida</i>	14,00	0,30
<i>Trachelomonas sp1</i>	8,00	0,50
<i>Euglena sp1</i>	8,00	0,50
<i>Euglena sp3</i>	20,00	0,30
<i>Euglena sp4</i>	12,00	0,30
<i>Phacus pleuronectes</i>	4,00	0,70
<i>Lepocinclis acus</i>	4,00	0,40
<i>Lepocinclis sp1</i>	8,00	0,10
<i>Phacus curvicauda</i>	6,00	0,20
<i>Phacus tertus</i>	20,00	0,70
<i>Phacus sp2</i>	10,00	0,40
<i>Phacus sp3</i>	6,00	0,20
Total	2700,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Los porcentajes de la densidad de los principales phyla muestran a las cianobacterias con el mayor aporte a la densidad con el 67,04% equivalentes a 1810 ind/l, seguida por las Bacillariophytas con el 17,78% (480,00 Ind/l) seguidas por las Chlorophytas con el 9,85% (266,00 Ind/L) y las menores contribuciones con las Euglenozoa 4,96% (134,00 Ind/L) y Charophytas con el 0,37% (10,00 Ind/L) (Gráfica 69).



Gráfica 69. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga Paraíso.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

El ensamblaje fitoplanctónico de la ciénaga del Paraíso se caracterizó por registrar una baja diversidad (1,56) **Tabla 105**, con una distribución heterogénea de las morfoespecies reflejados en un valor bajo de equidad (J' : 0,43) y alta dominancia (0,40) atribuida a la morfoespecie *Planktothrix* sp que aportó más del 60% de la densidad total para la ciénaga.

Tabla 105. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga Paraíso.

Índices	P1
Taxa_S	37
Individuals	2700
Margalef	4,56
Equitability_J	0,43
Shannon_H	1,56
Dominance_D	0,40

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.6.2 Zooplancton

En la ciénaga Paraíso, la comunidad de zooplancton estuvo representada por cinco (5) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phylum, cuatro (4) clases, cinco (5) órdenes y cuatro (4) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 106**.

Tabla 106. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Paraíso

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Artrópoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-	Larva Nauplio Cyclopoida
	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina</i> sp
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp
Rotífera	Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp
		Ploima	Lecanidae	<i>Lecane</i> sp
3	4	5	4	5

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La morfoespecie más abundante fue *Larva Nauplio de Cyclopoida* en el punto de monitoreo con 28,80 Ind/L, representando el 47,37% del total de la densidad. Las morfoespecies menos densas fueron *Arcella* sp 1,60 Ind/L y *Moina* sp con 0,80 Ind/L (**Tabla 107**).

La clase Maxillopoda (*Larva Nauplio de Cyclopoida*), del grupo de los Artrópodos, constituyen la mayor clase de pequeños crustáceos, y juegan un papel muy importante en los procesos de



transferencia de energía de los productores primarios (fito y bacterioplancton) a organismos de niveles tróficos superiores como peces (Román, 1991), los Maxillopodos se alimentan de partículas y animales, por lo que tienen un rol importante en la dinámica trófica del ecosistema acuático. En general muestran tolerancia a la deficiencia de oxígeno, migran verticalmente en forma diaria y se consideran indicadores de aguas limpias, oligotróficas; sin embargo, también son abundantes en sistemas eutrofizados, en los cuales pueden llegar a dominar a la comunidad planctónica (Roldán, 1996).

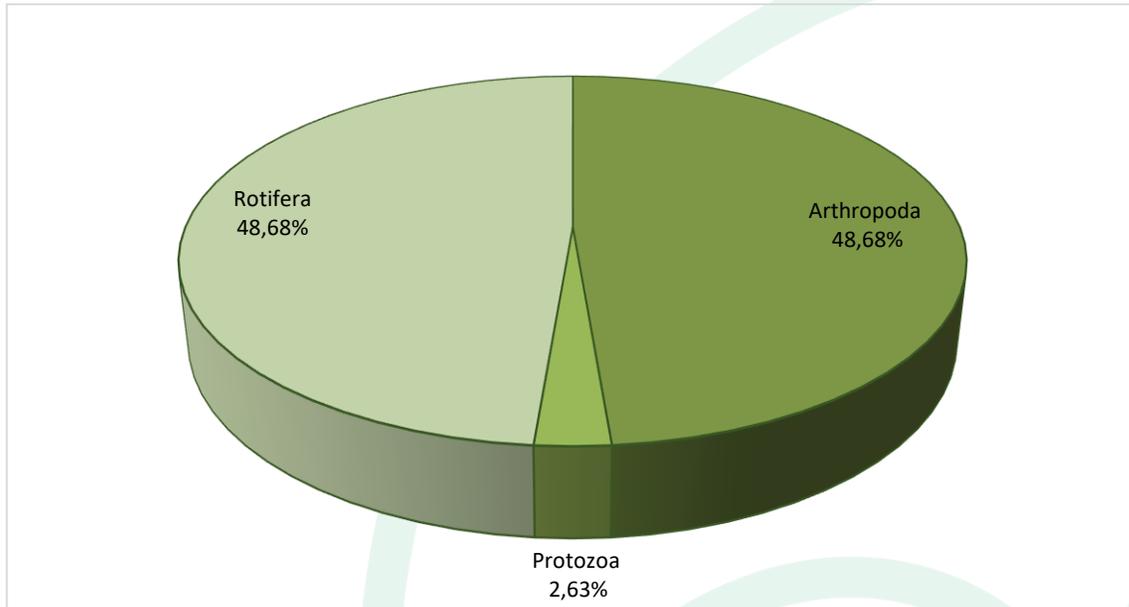
Tabla 107. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Paraíso.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)	Abundancia relativa (%)
<i>Arcella sp</i>	1,60	2,63
<i>Filinia sp</i>	9,60	15,79
<i>Larva Nauplio Cyclopoida</i>	28,80	47,37
<i>Lecane sp</i>	20,00	32,89
<i>Moina sp</i>	0,80	1,32
Total	60,80	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto a la distribución porcentual de los phyla en el área de estudio Rotífera y Artrópoda representaron el 48,68% y por último Protozoa con 2,63% (**Gráfica 70**). Los rotíferos (Phylum Rotífera) se encuentran ampliamente distribuidos en aguas, una de sus características importantes es que son animales oportunistas y poseen una alta tolerancia a las fluctuaciones en las condiciones ambientales (Gallo-Sánchez *et al.*, 2009). Por su parte, la abundancia de Artrópoda se encuentra explicada por el carácter cosmopolita de la misma, contando con un gran número de especies en el Neotrópico (Roldán, G. 1996).





Gráfica 70. Contribución porcentual de la densidad total de los Phylum zooplanctónicas en la ciénaga Paraíso.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

El índice de Shannon-Wiener reportó un valor inferior a 2, indicando contaminación severa según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de contaminación, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas. El índice de equidad obtuvo un valor alto, lo cual indica que no hubo grupos que fueron superiores a las de las demás morfoespecies zooplanctónicas. La dominancia de Simpson (Dominance_D) fue baja y congruente con los valores de equidad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2) (**Tabla 108**).

Tabla 108. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Paraíso.

Índice	P1
Taxa_S	5
Individuals	60,80
Dominance_D	0,35
Shannon_H	1,16
Margalef	0,97
Equitability_J	0,72

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021



5.1.6.3 Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga Paraíso estuvo representada por 9 morfoespecies, vinculadas a tres phyla, igual número de clases, cinco órdenes y seis (6) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra en la **Tabla 109**. La división Bacillariophyta fue la de mayor diversidad con seis morfoespecies equivalentes al 66,67% del total de taxa, las Cyanobacterias con dos representantes del género *Oscillatoria* constituyeron el 22,22% de los registros, finalmente las Chlorophyta con *Oedogonium* sp efectuaron los menores aportes (11,11%).

Tabla 109. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga Paraíso.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp4
				<i>Oscillatoria</i> sp5
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp1
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp1
				<i>Gyrosigma</i> sp1
			<i>Gyrosigma</i> sp2	
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp1	
Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp1		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp
3	3	5	6	9

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La **Tabla 110** se consigna la densidad y las abundancias relativas de las morfoespecies reportadas en la ciénaga, en ella se puede identificar con las mayores densidades a *Navicula* sp1 con 878,42 Ind/cm², *Nitzschia* sp1 con 774,67 Ind/cm², y *Oscillatoria* sp4 con 504,92 Ind/cm² las cuales se relacionan con contenidos de carga orgánica moderada. El menor número de individuos los reportaron *Gyrosigma* sp1 y *Pinnularia* sp1 con 34,58 ind/cm² cada una. Bellinger y Sigeo (2010) señala que *Gyrosigma* habita normalmente aguas con carga alta electrolítica mientras *Pinnularia* es un género capaz de habitar en aguas con baja o alta carga de nutrientes.

Tabla 110. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga Paraíso.

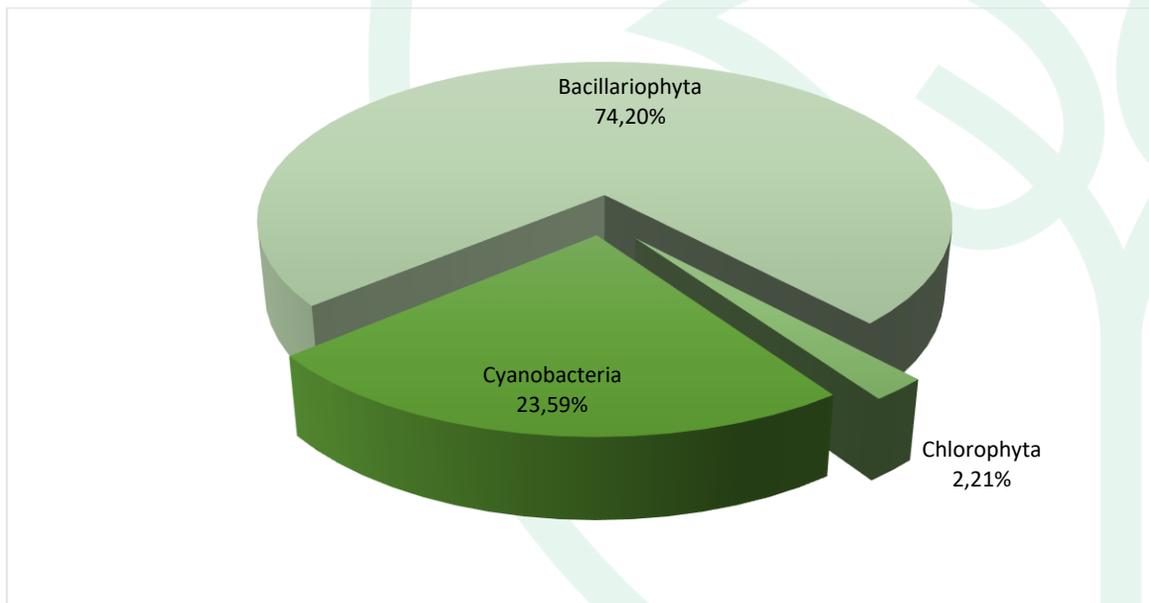
Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)	Abundancia relativa (%)
<i>Oscillatoria</i> sp4	504,92	17,94
<i>Oscillatoria</i> sp5	159,08	5,65



Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)	Abundancia relativa (%)
<i>Nitzschia sp1</i>	774,67	27,52
<i>Navicula sp1</i>	878,42	31,20
<i>Gyrosigma sp1</i>	34,58	1,23
<i>Gyrosigma sp2</i>	83,00	2,95
<i>Pinnularia sp1</i>	34,58	1,23
<i>Synedra sp1</i>	283,58	10,07
<i>Oedogonium sp</i>	62,25	2,21
Total	2815,08	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La densidad de la ciénaga fue de 2815,08 Ind/cm². Las diatomeas con 2088,83 Ind/cm² conformaron el 74,20% de la densidad total, las Cyanobacterias registraron 664,00 Ind/cm² que en términos porcentuales constituyen el 23,59%, finalmente los menores aportes fueron efectuados por las Chlorophyta con 62,25 Ind/cm² para 2,21% del total (Gráfica 71).



Gráfica 71. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga Paraíso.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La estructura de la comunidad (Tabla 111) sugiere que existen recursos para mantener una comunidad sin alta exclusión competitiva, en atención al valor del índice de Pielou o equidad que tiende a ser alto (0,78) y al poco predominio de especies, evaluada a través del índice de dominancia de Simpsons (0,22), no obstante, el bajo número de taxa reportadas y consecuentemente los niveles



de los índices de Margalef y de Shannon inferiores a dos (2) se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja con efectos de alguna perturbación, ya que la proliferación de individuos está relacionada con el grado de adaptación al medio y por tanto, a la disponibilidad de los recursos.

Tabla 111. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga Paraíso.

Índice	P1
Taxa_S	9,00
Individuals	2815,08
Dominance_D	0,22
Shannon_H	1,72
Margalef	1,01
Eqitability_J	0,78

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.6.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Paraíso estuvo representada por tres (3) morfoespecies, vinculadas a dos (2) phyla, igual número de clases y órdenes y tres (3) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra en la Tabla 112.

Tabla 112. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga Paraíso.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Artrópoda	Insecta	Coleóptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i> sp (A)
			Scirtidae	Scirtidae morfo 1 (L)
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Drepanotrema</i> sp
2	2	2	3	3

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Drepanotrema sp fue la morfoespecie más abundante en la ciénaga Paraíso, con 111,11 Ind/m², que representaron 71,43% de la abundancia relativa (Tabla 113). Los gasterópodos del género *Drepanotrema* son típicos habitantes de ciénagas y otros humedales lénticos temporales, asociados a macrófitas ribereñas, principalmente Poaceae, Cyperaceae, Pontederiaceae y Oenotheraceae (Lasso et al., 2019).

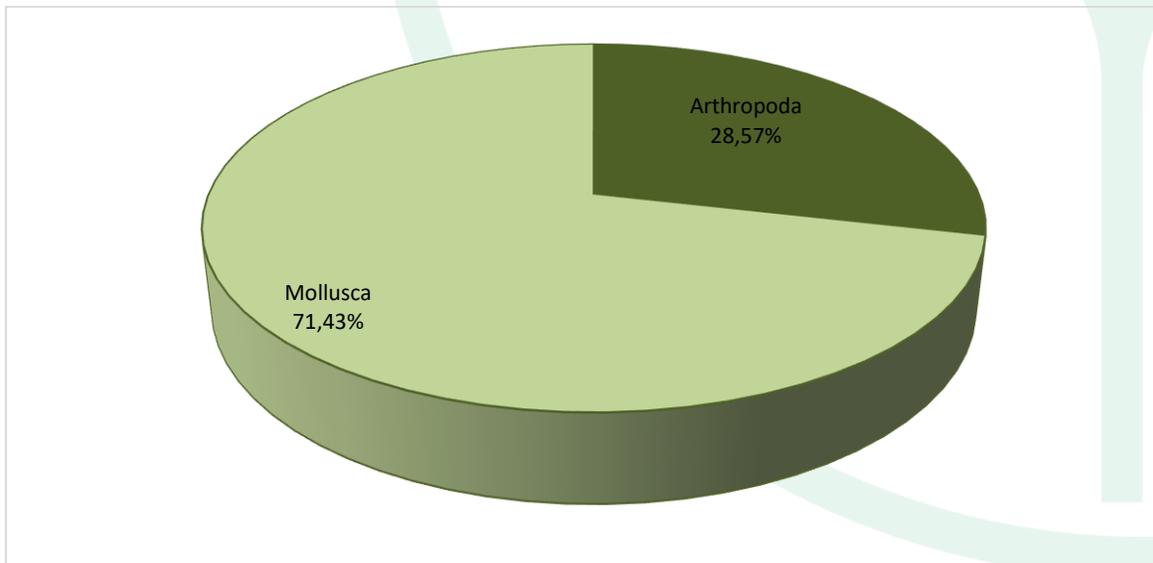


Tabla 113. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Paraíso.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)	Abundancia relativa (%)
	P1	P1
Tropisternus sp (A)	11,11	7,14
Scirtidae morfo 1 (L)	33,33	21,43
<i>Drepanotrema sp</i>	111,11	71,43
Total	155,56	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En cuanto a las contribuciones de las phyla a la densidad total, Mollusca obtuvo el porcentaje más alto, ya que contó con el 71,43% del valor total; mientras que Arthropoda obtuvo el 28,56% de la proporción restante (**Gráfica 72**). En general, esta dominancia de Mollusca es de esperarse en sistemas lenticos donde tiende a acumularse mayor contenido organico en contraste con sistemas loticos donde el recambio e interaccion de las masas de agua es mayor. Esto es dado que los moluscos exhiben amplios rangos de tolerancia, principalmente a bajas condiciones de oxígeno y altas concentraciones de sales básicas, esto es porque utilizan el carbonato de calcio para la construcción de sus conchas (Roldán y Ramírez,2008). Además de esto, el detritus del cual existe gran abundancia en el bentos de los sistemas lenticos representa el principal recurso trófico de este grupo de macroinvertebrados.



Gráfica 72. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga Paraíso.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga Paraíso fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

5.1.6.5 Macrófitas

En la Ciénaga Paraíso se reportaron ocho (8) especies de macrófitas distribuidas en ocho (8) familias, ocho (8) órdenes, cuatro (4) clases y tres (3) divisiones (**Tabla 114**), se reportaron morfoespecies de macrófitas acuáticas en los todos los puntos.

Tabla 114, Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Paraíso

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Angiospermophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomea acuática</i>
Magnoliophyta	Liliopsida	Alismatales	Areceae	<i>Pistia stratiotes</i>
		Cyperales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>
		Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>
	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa sp</i>
		Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>
		Nymphaeales	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea sp</i>
Pteridophyta	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>
3	4	8	8	8

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S, 2021.

La mayor área de cobertura promedio la presentó *Eichhornia crassipes*, con un total del 45,6% del área evaluada, seguida por *Nymphaea sp* (13,2%), *Salvinia auriculata* (6,6%) y en menor proporción las cinco (5) especies restantes, El análisis espacial permitió evidenciar la mayor riqueza en el Punto 1, haciendo presencia las ocho (8) especies identificadas, mientras que en el Punto 2 solo se reportó una (1), Por otra parte, *Nymphaea sp* presentó la mayor cobertura en el Punto 1 (26,4%), mientras que *Eichhornia crassipes* la hizo en el Punto 2 (78,8%) como se observa en la **Tabla 115** y la **Gráfica 73**.

Guevara y Ramírez (2015) resaltan que *Eichhornia crassipes* es una especie de alta capacidad reproductiva y adaptativa, lo que ha llevado a incluirla entre las 10 malezas más invasivas del

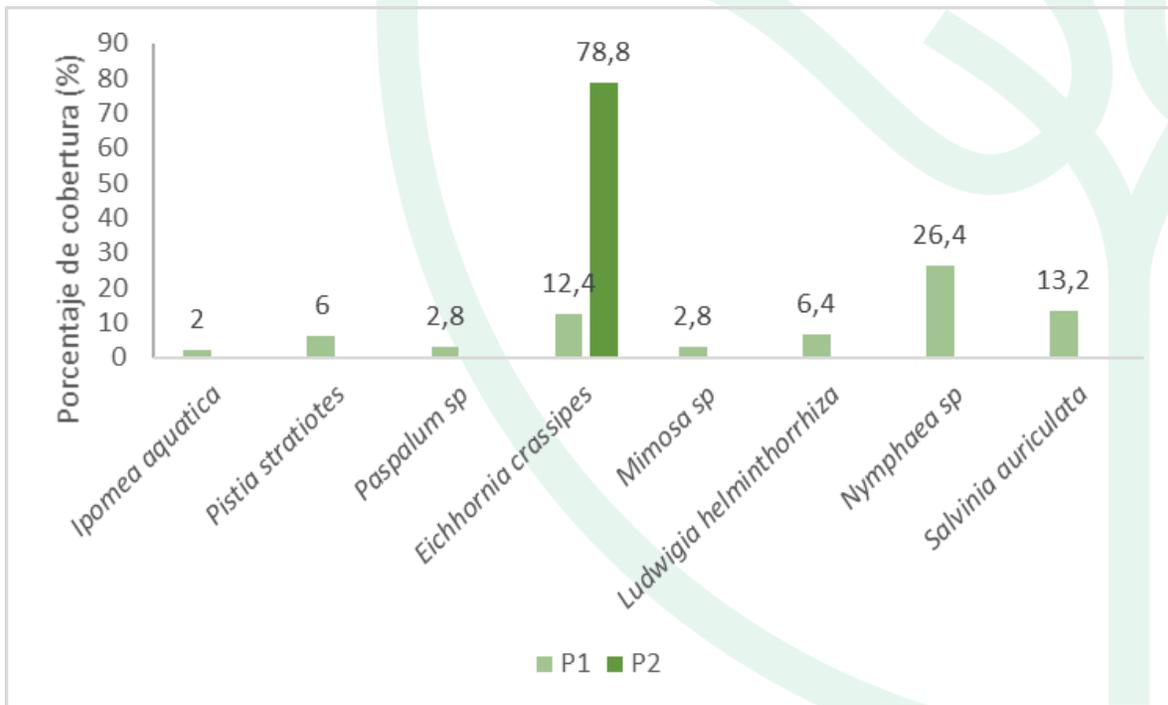


mundo, indicando además que puede causar problemas adversos sobre la flora y fauna nativa, ya que, al formar densas colonias flotadoras, produce un descenso en el flujo del agua de ciénagas y embalses, así como produce reducción de la cantidad de luz que penetra la masa de agua y disminución del oxígeno disuelto.

Tabla 115. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Paraíso

Morfoespecie	Porcentaje de cobertura (% cobertura)		
	P1	P2	% Total
<i>Ipomea acuática</i>	2,00	0,00	1,00
<i>Pistia stratiotes</i>	6,00	0,00	3,00
<i>Paspalum sp</i>	2,80	0,00	1,40
<i>Eichhornia crassipes</i>	12,40	78,80	45,60
<i>Mimosa sp</i>	2,80	0,00	1,40
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	6,40	0,00	3,20
<i>Nymphaea sp</i>	26,40	0,00	13,20
<i>Salvinia auriculata</i>	13,20	0,00	6,60

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S,2021.


Gráfica 73. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Paraíso

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S,2021.



La estructura de la comunidad de macrófitas descrita a través de los índices ecológicos (Tabla 116) solo pudo ser interpretada en el Punto 1, ya que debido a la presencia de una sola especie en el Punto 2, se observa en este la mayor dominancia y menor equitatividad, sin ser posible calcular los índices de Shannon y Margalef, Así las cosas, el Punto 1 demuestra que la comunidad presenta una riqueza alta ($S= 8$ y $Margalef= 1,653$), Por su parte la estructura de la comunidad, presentó un índice de dominancia ($Dominance_D$) bajo ($0,2164$), mientras que el índice de equidad o equitatividad de Pielou (J') obtuvo un valor con tendencia a alto ($0,8445$).

Por último, los valores de la diversidad de Shannon, con valor de $1,756$ es indicativo de la presencia de aguas ligeramente contaminadas, según la categorización realizada por Segnini (2003).

Tabla 116, Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga Paraíso

Índices	PUNTOS	
	P1	P2
Taxa_S	8	1
Individuals	69	78
Dominance_D	0,2164	1
Shannon_H	1,756	0
Margalef	1,653	0
Eqitability_J	0,8445	0

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.6.6 Peces

Tres (3) especies de peces conformaron la ictiofauna de la ciénaga el Paraíso, durante el monitoreo; estas especies se distribuyen taxonómicamente en el phylum Chordata y a clase Actinopterygii; además pertenecen a tres (3) ordenes e igual número de órdenes, y familias (**Tabla 117**).

Tabla 117. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces reportada en ciénaga Paraíso.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chordata	Actinopterygii	Anabantiformes	Osphronemidae	<i>Trichogaster pectoralis</i>
		Siluriformes	Callichthyidae	<i>Hoplosternum magdalenae</i>
		Characiformes	Ctenoluciidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>
1	1	3	3	3

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



En esta ciénaga se reportó una alta abundancia de peces (146,00Ind), pero también una alta dominancia de la especie *Trichogaster pectoralis* (121,00Ind de abundancia y 82,87% de abundancia relativa) **Tabla 118**, la cual es un pez de color gris, de piel punteada, que mide entre 15 y veinte centímetros. Esta especie es exótica y según el biólogo Pedro Arenas, de la Corporación Autónoma Regional del Magdalena y la Sierra Nevada de Santa Marta (Corpomag), esta especie llegó al país en 1987, gracias a la imprevisión de los organismos estatales, que no ejercen control de las especies exóticas que entran, ni realizan estudios sobre el impacto ambiental que puedan causar.

El género *Trichogaster* es originario del sureste asiático, habita especialmente en los ríos Meong y Menan, en Tailandia y Vietnam, así como en Africa, en donde se le combate con métodos biológicos. Su éxito de colonización se debe a que esta tiene una asombrosa capacidad de adaptación al medio, soporta altos niveles de salinidad y de oxígeno muy bajos, puede vivir en aguas profundas y se reproduce con rapidez.

Hasta el momento se sabe que habita en las ciénagas de Pijiño, Zapatoza y Peñoncito, el brazo de Mompo, la Ciénaga Grande de Santa Marta, el Canal del Dique y las cuencas de los ríos Magdalena y San Jorge, en Bolívar. Debido a la baja disponibilidad de peces nativos en algunos de estos sistemas, los pobladores locales han iniciado el consumo de esta especie, siendo bastante codiciada en el mercado por su bajo precio (Gutiérrez *et al.*, 2012).

Tabla 118. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de las morfoespecies de peces reportadas en ciénaga Paraíso.

Morfoespecie	Ciénaga Paraíso P1	
	Abundancia (Individuos)	Abundancia relativa (%)
<i>Trichogaster pectoralis</i>	121,00	82,87
<i>Hoplosternum magdalenae</i>	1,00	0,68
<i>Ctenolucius hujeta</i>	24,00	16,43
Total	146,00	100

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Cabe resaltar, que en Colombia existen muy pocos o nulos estudios sobre la ecología de esta especie, y no hay una clara delimitación de su distribución. Algunos autores hablan que es una especie de alto riesgo para el equilibrio ecológico de los sistemas acuáticos del país, e incluso se le acuña la desaparición de algunas especies nativas de peces y de otras comunidades hidrobiológicas.



5.1.7 Ciénaga El Uvero

5.1.7.1 Fitoplancton

La comunidad de fitoplancton en la ciénaga El Uvero estuvo constituida por 27 morfoespecies vinculadas a seis (6) divisiones, siete (7) clases, 10 órdenes y 12 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 119**. En cuanto al porcentaje de riqueza las Euglenozoa, Charophytas y Cyanobacterias aportaron cada uno seis (6) morfoespecies equivalentes al 22,22% cada uno, seguido de las Bacillariophytas con el 14,81%, las Charophytas aportaron el 11,11% de la riqueza total y Ochrophyta con el 7,41%.

Tabla 119. Clasificación taxonómica del fitoplancton observadas en ciénaga El Uvero.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp2</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Planktothrix sp</i>
				<i>Oscillatoria sp3</i>
				<i>Oscillatoria sp4</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp 2</i>
Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis sp</i>		
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp4</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>
				<i>Eunotia sp3</i>
	Coccinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Closterium sp2</i>
				<i>Closterium sp3</i>
				<i>Staurastrum sp2</i>
				<i>Staurastrum sp4</i>
				<i>Staurastrum sp5</i>
				<i>Staurastrum sp6</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Tetraëdron sp2</i>
			Volvocaceae	<i>Tetraëdron limneticum</i>
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Eudorina sp</i>
				<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Trachelomonas hispida</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>
				<i>Euglena sp3</i>
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Sciadiaceae	<i>Euglena sp4</i>
				<i>Euglena sp5</i>
				<i>Centritractus sp1</i>
				<i>Centritractus sp2</i>
6	7	10	12	27



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies más abundantes en los puntos de muestreo de la ciénaga fueron *Planktothrix sp* con densidades de 2220,00 Ind/l y 4480,00 Ind/L en P1 y P2 respectivamente (**Tabla 120**), seguidas por la diatomea *Aulacoseria sp* con 1760 Ind/L y 3242 Ind/L en P1 y P2, también se destacan *Raphidiopsis sp2* con 1000,00 Ind/L en P1 y 1520,00 Ind/L en P2, las morfoespecies del género *Oscillatoria* en P1 y *Trachelomona hispida* en P2.

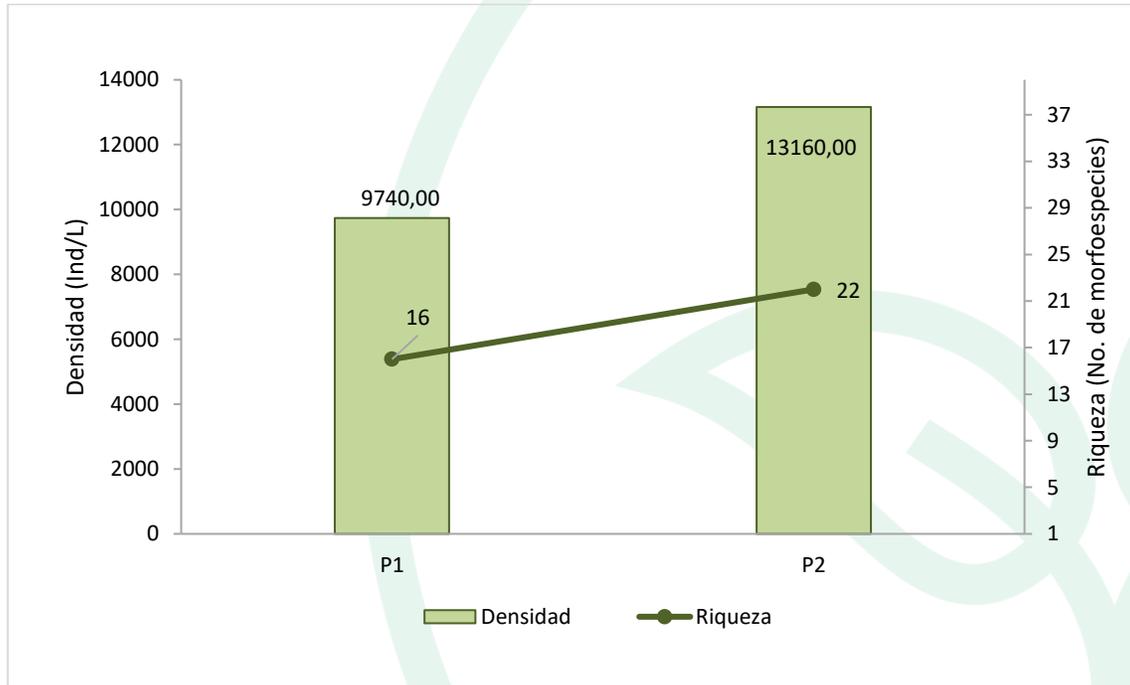
Tabla 120. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga El Uvero.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Anabaena sp2</i>	0,00	240,00	0,00	1,82
<i>Planktothrix sp</i>	2220,00	4480,00	22,79	34,04
<i>Oscillatoria sp3</i>	1160,00	740,00	10,27	11,55
<i>Oscillatoria sp4</i>	1220,00	160,00	11,91	5,62
<i>Raphidiopsis sp 2</i>	1000,00	1520,00	12,53	1,22
<i>Microcystis sp</i>	1720,00	440,00	17,66	3,34
<i>Nitzschia sp4</i>	60,00	0,00	0,62	0,00
<i>Eunotia sp1</i>	60,00	100,00	0,62	0,76
<i>Eunotia sp3</i>	20,00	60,00	0,21	0,46
<i>Aulacoseira sp</i>	1760,00	3240,00	18,07	24,62
<i>Closterium sp2</i>	40,00	0,00	0,41	0,00
<i>Closterium sp3</i>	0,00	60,00	0,00	0,46
<i>Staurastrum sp2</i>	140,00	0,00	1,44	0,00
<i>Staurastrum sp4</i>	40,00	0,00	0,41	0,00
<i>Staurastrum sp5</i>	40,00	180,00	0,41	1,37
<i>Staurastrum sp6</i>	0,00	40,00	0,00	0,30
<i>Tetraëdron sp2</i>	140,00	60,00	1,44	0,46
<i>Tetraëdron limneticum</i>	0,00	60,00	0,00	0,46
<i>Eudorina sp</i>	0,00	100,00	0,00	0,76
<i>Lepocinclis acus</i>	0,00	80,00	0,00	0,61
<i>Trachelomonas hispida</i>	0,00	1060,00	0,00	8,05
<i>Trachelomonas sp1</i>	80,00	320,00	0,82	2,43
<i>Euglena sp3</i>	0,00	60,00	0,00	0,46
<i>Euglena sp4</i>	0,00	40,00	0,00	0,30
<i>Euglena sp5</i>	0,00	100,00	0,00	0,76
<i>Centritractus sp1</i>	0,00	20,00	0,00	0,15
<i>Centritractus sp2</i>	40,00	0,00	0,41	0,00
Total	9740,00	13160,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



En la ciénaga del Uvero la composición y densidad del fitoplancton mostraron diferencias en los puntos de muestreo, en P1 se registró una riqueza conformada por 16 morfoespecies y densidad de 9740,00 Ind/L (**Gráfica 74**), mientras que en P2 se registró un aumento en la riqueza (22 taxa) y densidad (13160,00 Ind/L) aumento aportado por las Euglenozoa en la riqueza y Bacillariophytas en la densidad.

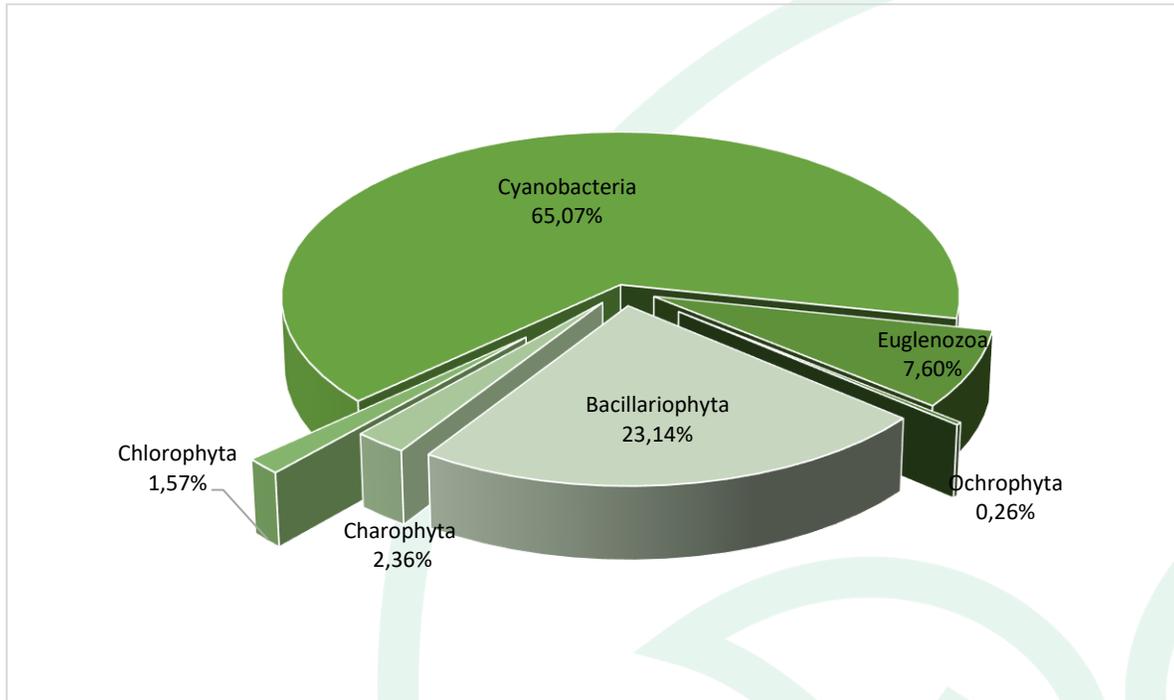


Gráfica 74. Densidad (Ind/l) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en la ciénaga El Uvero.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La contribución porcentual de la densidad de los principales phyla del fitoplancton muestran que las Cyanobacterias agrupan la mayor densidad con el 65,07% seguida de las Bacillariophytas con el 23,14%, las Euglenozoa aportan el 7,6% los menores porcentajes de la densidad fueron para las Charophytas con el 2,36%, Chlorophyta con el 1,57 y finalmente con las Ochrophytas con el 0,26% (**Gráfica 75**).



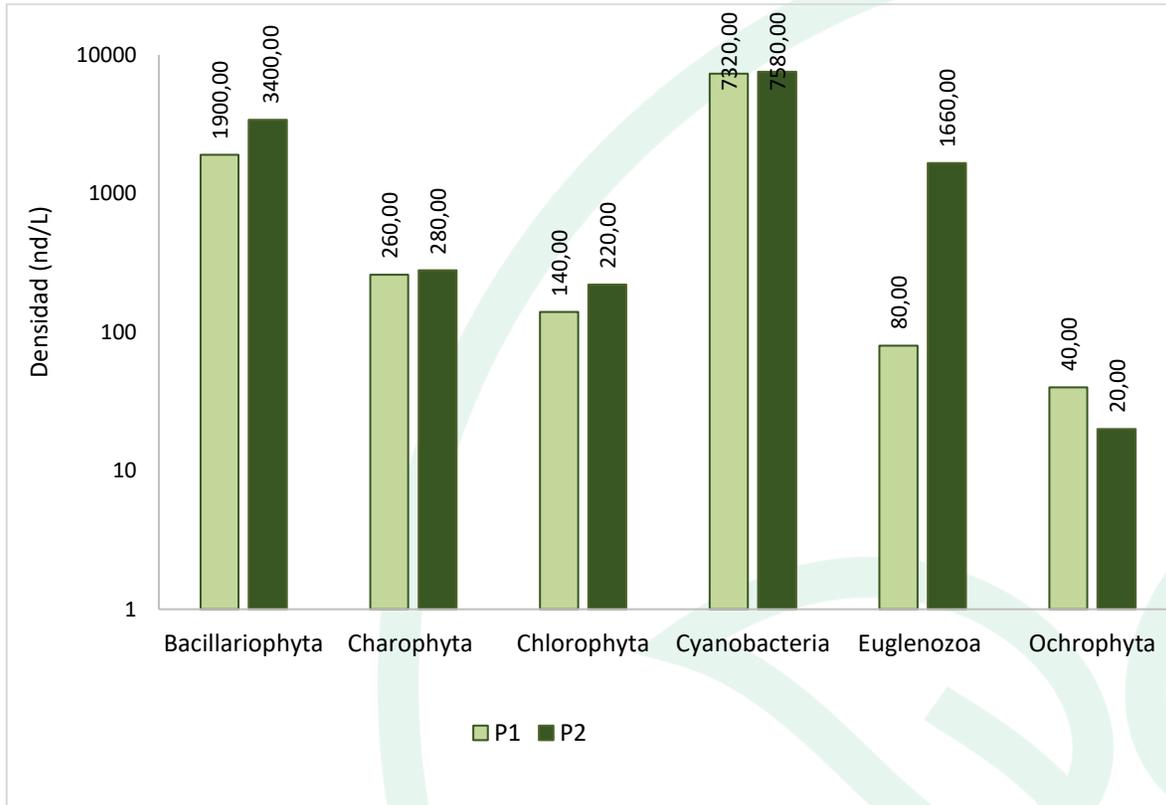


Gráfica 75. Contribución porcentual de los phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de El Uvero.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las densidades de los phyla en los puntos de muestreo muestran que en P2 se registraron las mayores densidades, donde se destacan las Bacillariophytas que casi doblan el número de organismos 1900,00 Ind/L (P1) y 3400,00 Ind/L (P2) y el phylum de las Euglenozoa 1660,00 Ind/L (P2) que fue mucho mayor a comparación de P1 80,00 Ind/L (**Gráfica 76**), mientras que el phylum de las Ochrophytas fueron abundantes en P1 duplicando su densidad.





Gráfica 76. Contribución porcentual de los phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de El Uvero.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El ensamblaje del fitoplancton en la ciénaga del Uvero se caracterizó por tener una estructura similar en los puntos de muestreo, donde la diversidad fue media con un valor de 2,03 para cada punto de muestreo. La equitatividad presentó valores que oscilaron entre J' :0,66 (P2) y J' :0,71 (P1), indicador de una distribución homogénea de las densidades de las morfoespecies dentro del ensamblaje fitoplanctónico. La dominancia de Simpson obtuvo un valor bajo oscilando entre 0,16 (P1) y 0,20 (P2) y consistente con el comportamiento del índice de equitatividad. En cuanto al índice de Margalef obtuvo un valor bajo en P1 y medio en P2 (Tabla 121).

Tabla 121. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga El Uvero.

Índice	P1	P2
Taxa_S	16	22
Individuals	9740	13160
Margalef	1,63	2,21
Equitability_J	0,73	0,66



Índice	P1	P2
Shannon_H	2,03	2,03
Dominance_D	0,16	0,20

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.7.2 Zooplancton

En la ciénaga El Uvero, la comunidad de zooplancton estuvo representada por quince (15) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phylum, cinco (5) clases, seis (6) órdenes y siete (7) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 122**.

Tabla 122. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga el Uvero.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	
Artrópoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina</i> sp	
			Chydoridae	<i>Chydorus</i> sp	
			Sididae	<i>Sida</i> sp	
	Maxillopoda	Cyclopoida	Calanoida	-	Calanoida morfo 1
			-	-	Cyclopoida morfo 1
			-	-	Larva Nauplio Cyclopoida
Ostrácoda	-	-	-	Ostrácoda morfo 1	
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>	
			Centropxyidae	<i>Centropxyxis</i> sp	
Rotífera	Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp	
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus mirus</i>	
				<i>Brachionus</i> sp	
				<i>Brachionus</i> sp4	
				<i>Keratella americana</i>	
				<i>Ascomorpha</i> sp	
3	5	6	7	15	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La morfoespecie más abundante fue Larva Nauplio de Cyclopoida en los dos puntos de monitoreo con 168,00 Ind/L representando el 41,45% y 58,67 Ind/L representando el 50% del total de la densidad. Las morfoespecies menos densas fueron *Sida* sp 5,33 Ind/L para el P1 y *Arcella discoides* y Calanoida morfo 1 con 2,67 Ind/L (**Tabla 123**). Los copépodos Larva Nauplio de Cyclopoida habitan en agua dulce, son importantes en la estructuración de las comunidades zooplanctónicas con respecto a la dinámica de la población y sus aspectos tróficos, dado que, en las primeras fases, los organismos pueden ocupar nichos tróficos diferentes de las de los adultos según afirma Paggi y José de Paggi (1990).



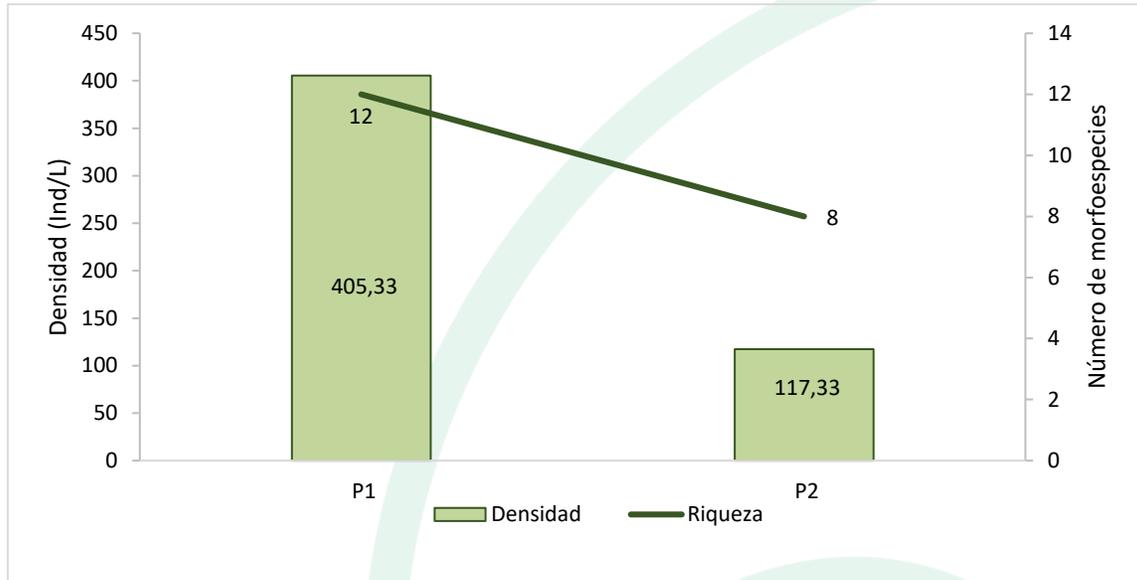
Tabla 123. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga el Uvero.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Arcella discoides</i>	0,00	2,67	0,00	2,27
<i>Ascomorpha</i> sp	40,00	0,00	9,87	0,00
<i>Bosmina</i> sp	18,67	0,00	4,61	0,00
<i>Brachionus mirus</i>	10,67	0,00	2,63	0,00
<i>Brachionus</i> sp	37,33	0,00	9,21	0,00
<i>Brachionus</i> sp4	0,00	8,00	0,00	6,82
Calanoida morfo 1	0,00	2,67	0,00	2,27
<i>Centropyxis</i> sp	10,67	0,00	2,63	0,00
<i>Chydorus</i> sp	24,00	0,00	5,92	0,00
Cyclopoida morfo 1	10,67	21,33	2,63	18,18
<i>Filinia</i> sp	37,33	8,00	9,21	6,82
<i>Keratella americana</i>	34,67	0,00	8,55	0,00
Larva Nauplio Cyclopoida	168,00	58,67	41,45	50,00
Ostracoda morfo 1	8,00	10,67	1,97	9,09
<i>Sida</i> sp	5,33	5,33	1,32	4,55
Total	405,33	117,33	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

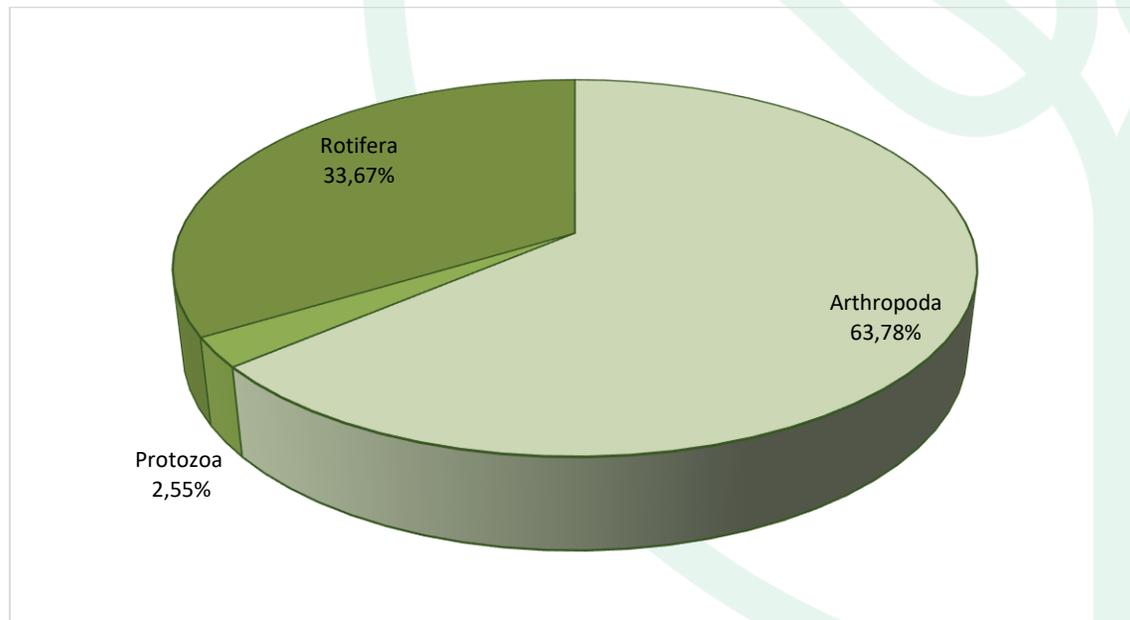
En cuanto a la distribución de la densidad en el área de estudio el punto con mayor densidad y riqueza fue P1 con 405,53 Ind/L y 12 morfoespecies, en cuanto al P2 presentó 117,33 Ind/L y 8 morfoespecies (**Gráfica 77**). En cuanto a la distribución porcentual de los phylum en el área de estudio Artrópoda representó el 63,78% seguido de Rotífera con 33,67% y por último Protozoa con 2,55% (**Gráfica 78**).





Gráfica 77. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga El Uvero

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

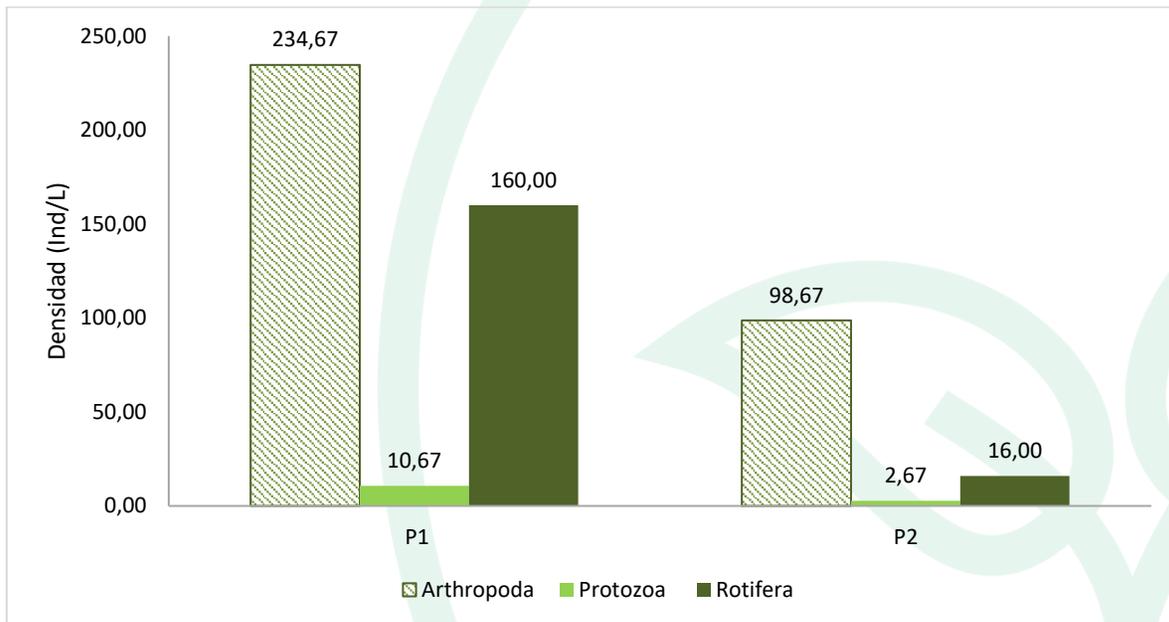


Gráfica 78. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla zooplanctónicos en la ciénaga El Uvero.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



El phylum Artrópoda fue el más denso para los dos puntos 234,67 Ind/L para P1 y 98,67 Ind/L en P2, seguido de Rotífera con 160,00 Ind/L y 16,00 Ind/L respectivamente. Por último, tenemos a Protozoa con 10,67 Ind/L y 2,67 Ind/L (**Gráfica 79**). Esta dominancia de Artrópoda se encuentra explicada por el carácter cosmopolita de la misma, contando con un gran número de especies en el Neotrópico (Roldán, 1996).



Gráfica 79. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en la ciénaga El Uvero.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

El índice de Shannon-Wiener reportó un valor inferior a dos (2) para los dos puntos, indicando contaminación severa según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas. El índice de equidad obtuvo un valor alto y congruente con los valores de equidad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2) en el punto P2 y moderado en el punto P1, describiendo una diversidad media-baja para los puntos de monitoreo respectivamente (**Tabla 124**).



Tabla 124. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga El Uvero.

Índice	P1	P2
Taxa_S	12	8
Individuals	152	44
Dominance_D	0,2141	0,3037
Shannon_H	1,974	1,553
Margalef	2,19	1,85
Equitability_J	0,7944	0,747

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021

5.1.7.3 Perifiton

El perifiton en la ciénaga El Uvero estuvo constituido por seis (6) morfoespecies pertenecientes a las Bacillariophyta, distribuidas en cinco (5) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se dispone en la **Tabla 125**.

Tabla 125. Clasificación taxonómica del perifiton observadas en ciénaga El Uvero.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp1</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp1</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>
				<i>Eunotia sp2</i>
1	1	5	5	6

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies más abundantes en el punto de monitoreo P1 fueron *Navicula sp1* con 1945,0 Ind/cm², *Synedra sp1* con 970.0 Ind/cm² y *Eunotia sp1* con 305,00 Ind/cm². En el en el punto de monitoreo P2 las morfoespecies con el mayor número de individuos fueron *Gomphonema sp1* con 1587,96 Ind/cm², *Navicula sp1* con 1017,59 Ind/cm² y *Eunotia sp1* con 998,15 Ind/cm² (**Tabla 126**). *Navicula* es un género de diatomeas móviles que prolifera en hábitats ricos en nutrientes (Riato y Leira, 2020) igual que *Gomphonema*, quien es frecuente en cuerpos de agua poco oxigenados (Bere y Tundis, 2011).

Tabla 126. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de perifiton en la ciénaga El Uvero.


Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Nitzschia sp1</i>	190,00	687,04	5,57	13,87
<i>Gomphonema sp1</i>	0,00	1587,96	0,00	32,07
<i>Navicula sp1</i>	1945,00	1017,59	57,04	20,55
<i>Synedra sp1</i>	970,00	0,00	28,45	0,00
<i>Eunotia sp1</i>	305,00	998,15	8,94	20,16
<i>Eunotia sp2</i>	0,00	661,11	0,00	13,35

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En la **Gráfica 80** se presenta la variación numérica de la riqueza y densidad del perifiton a nivel espacial. En ella se puede observar una alta proliferación de individuos en pocas morfoespecies, para P1 se registraron cuatro (4) taxa y una densidad de 3410,00 Ind/cm² en tanto, en P2 se identificaron cinco (5) morfoespecies y 4951,85 Ind/cm².



Gráfica 80. Densidad (Ind/cm²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga El Uvero.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en P1 fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos. Sin embargo, se puede señalar que el punto P1 se caracterizó por un alto



predominio con *Navicula* sp1 proporcionando el 57,04% de los individuos y *Synedra* sp1 el 28,45% concentrando el 85,49% del total.

Para P2 el índice de Shannon-Weaver arrojó un valor bajo e inferior a dos (2), según Roldán y Ramírez (2008) valores menores a dos (2) se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja con efectos de la contaminación, ya que la presencia de una gran variedad de individuos está directamente relacionada con la disponibilidad y amplitud de los recursos; valores superiores indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos. La equitatividad presentó un valor alto y cercano a la unidad, indicador de una distribución homogénea de las densidades de las morfoespecies dentro del ensamblaje bentónico. La dominancia de Simpson obtuvo un valor bajo y consistente con el comportamiento del índice de equitatividad. En cuanto al índice de Margalef obtuvo un valor bajo y congruente con los resultados del índice de Shannon-Wiener, el cual describió una diversidad baja (Tabla 127).

Tabla 127. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga El Uvero.

Índice	P2
Taxa_S	5,00
Individuals	4951,85
Dominance_D	0,22
Shannon_H	1,56
Margalef	0,47
Equitability_J	0,97

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.7.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados en la ciénaga El Uvero estuvo constituida por cinco (5) morfoespecies vinculadas a dos (2) divisiones, dos (2) clases, cuatro (4) órdenes y cinco (5) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 128**.

Tabla 128. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga El Uvero.



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Biomphalaria sp</i>
		Architaenioglossa	Ampullaridae	<i>Pomacea sp</i>
Artrópoda	Insecta	Díptera	Chironomidae	<i>Chironomidae morfo 1</i>
			Dytiscidae	<i>Thermonectus sp (L)</i>
		Coleóptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus sp (A)</i>
			Coenagrionidae	<i>Argia sp (L)</i>
		Odonata	Libellulidae	Libellulidae morfo 1 (L)
2	2	4	5	5

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron Chironomidae morfo 1 y *Argia sp (L)* con densidades de 55,56 Ind/m² y 33,33 Ind/m² en P1 y P2 respectivamente (Tabla 129). La familia Chironomidae tolera grandes cantidades de materia orgánica y bajas concentraciones de oxígeno disuelto, ya que presentan un grupo hemo que los adapta a vivir bajo estas condiciones. La fuente de alimentación de estas larvas es la materia orgánica, de esta manera, mientras las condiciones sean ideales pueden sobrevivir en este estado por muchos años (Elper, 2001). Las larvas de Chironomidae juegan un papel ecológico importante en el proceso de bioturbación en la interfaz sedimento-agua. En ambientes eutróficos, lo hacen en la removilización de nitrógeno para los productores primarios (Svensson, 1997). En los ecosistemas lacustres, estos organismos participan en dos redes: (1) por la cadena de detritos, ingiriendo fragmentos orgánicos y microorganismos asociados, (2) por la red trófica, al comer organismos más pequeños y ser consumidos por otros insectos, alevines, aves acuáticas, y peces bentófagos (Aguiaro y Caramaschi, 1998).

En cuanto a los odonatos del género *Argia*, prefieren aguas de corrientes bajas a medias (Westfall y May, 1996), son depredadores voraces en todas las etapas de su vida, y representan un componente vital en la cadena trófica de los ecosistemas acuáticos (Caesar y Wenzel, 2009). Las poblaciones de muchas especies pueden ser localmente abundantes y los organismos son fáciles de capturar debido en parte a su morfología. En general, se relacionan con aguas limpias a ligeramente contaminadas (Pinilla, 2000).

Tabla 129. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Uvero.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Biomphalaria sp</i>	11,11	0,00	16,67	0,00
<i>Pomacea sp</i>	0,00	11,11	0,00	12,50

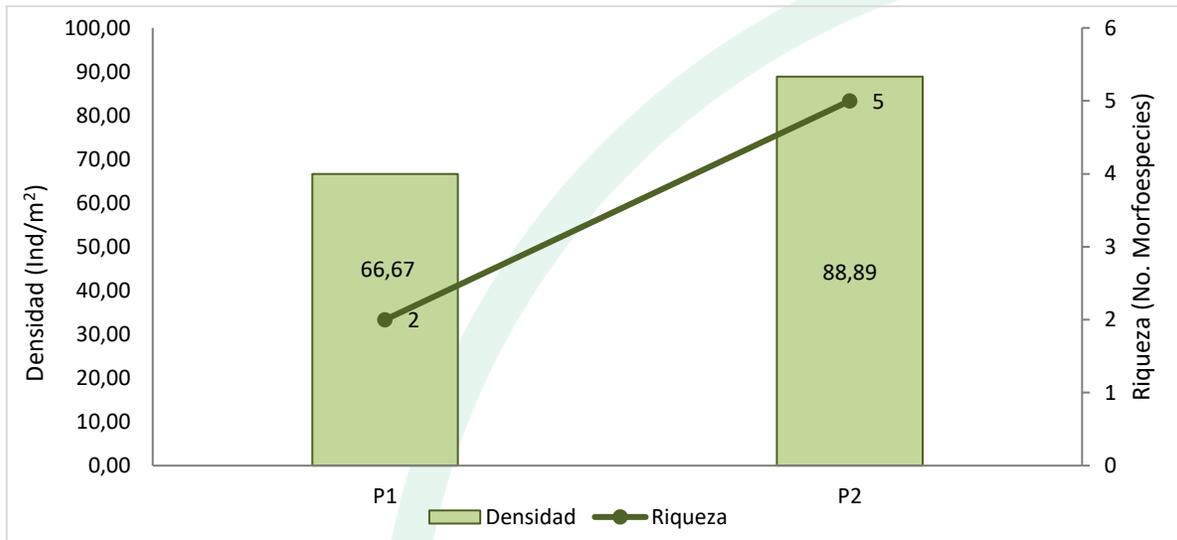


Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Chironomidae morfo 1</i>	55,56	0,00	83,33	0,00
<i>Thermonectus sp (L)</i>	0,00	11,11	0,00	12,50
<i>Tropisternus sp (A)</i>	0,00	11,11	0,00	12,50
<i>Argia sp (L)</i>	0,00	33,33	0,00	37,50
Libellulidae morfo 1 (L)	0,00	22,22	0,00	25,00
Total	66,67	88,89	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Los macroinvertebrados en la ciénaga El Uvero presentaron densidades de 66,67 Ind/m² y 88,89 Ind/m², y el punto de monitoreo P2 obtuvo el valor máximo; en cuanto a la riqueza, varió entre 2-5 morfoespecies y su valor mayor se relacionó al igual que la densidad con P2 (**Gráfica 81**). Margalef (1986), menciona que existen cuatro factores principales que afectan la distribución de macroinvertebrados bentónicos en ambientes de agua dulce: oxígeno que es esencial para el metabolismo de los organismos acuáticos aeróbicos, materia orgánica disuelta y en partículas, de la cual hay mucho más en los sistemas de agua dulce y la tensión superficial que disminuye en áreas afectadas por la civilización como resultado de la escorrentía doméstica e industrial, particularmente de detergentes e insecticidas de los cuales el uso intensivo provoca una mayor eutrofia en el agua. En este sentido la mayor estructuración del ensamblaje de Macroinvertebrados bentónicos en P2 puede estar relacionada con diferenciales en la oferta de recursos tróficos y ecológicos entre los puntos, mediada por el comportamiento limnológico de la ciénaga durante la época de monitoreo.





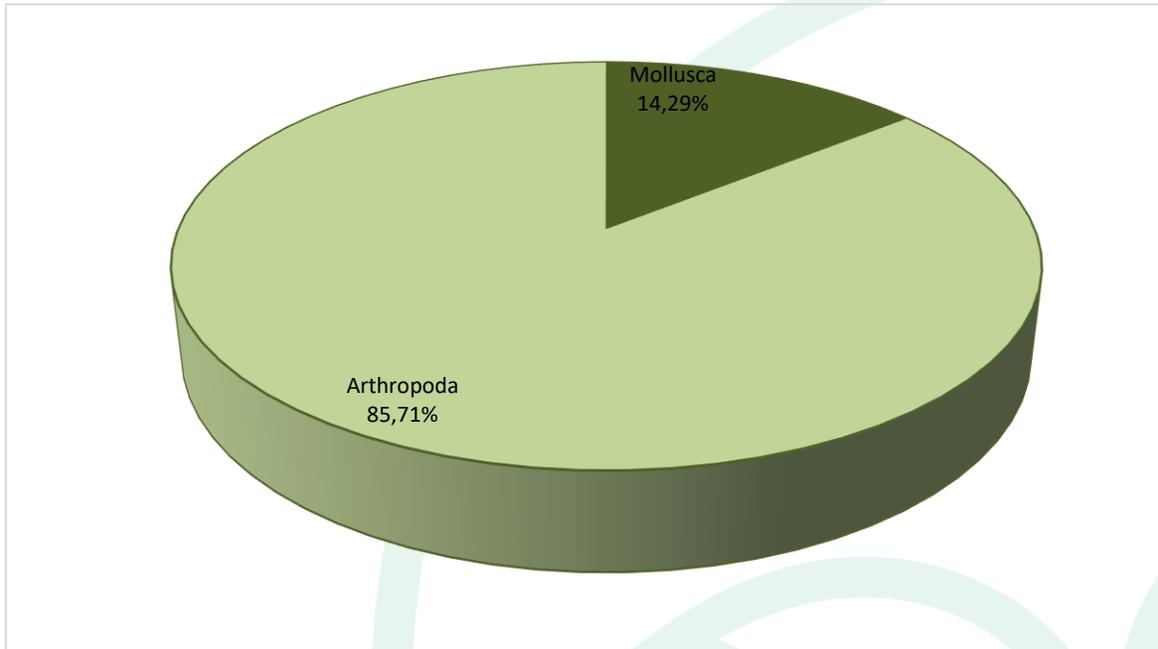
Gráfica 81. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Uvero.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La división Artrópoda dominó los aportes a la densidad total de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Uvero, ya que contó con el 87,51% de la densidad; mientras que el 14,29% restante le correspondió a Mollusca (**Gráfica 82**). Esta mayor representatividad de la división Artrópoda en la ciénaga EL Uvero estuvo dada por las contribuciones de la morfoespecie Chironomidae morfo 1 y de *Argia* sp en menor medida, que en general pueden tolerar condiciones de carga orgánica.

En cuanto a Mollusca tiende a ser común en el fondo de sistemas lenticos, puesto que en el quedan atrapados nutrientes y detritus que hacen parte del espectro trófico de ciertos grupos, por lo cual se ven mayormente favorecidos. Según Wanganeo *et al.* (2011) se relacionan con aguas alcalinas y fondos ricos en materia orgánica, ya que éstas pueden sobrevivir en condiciones de oxígeno muy bajas (Sharma,1986).



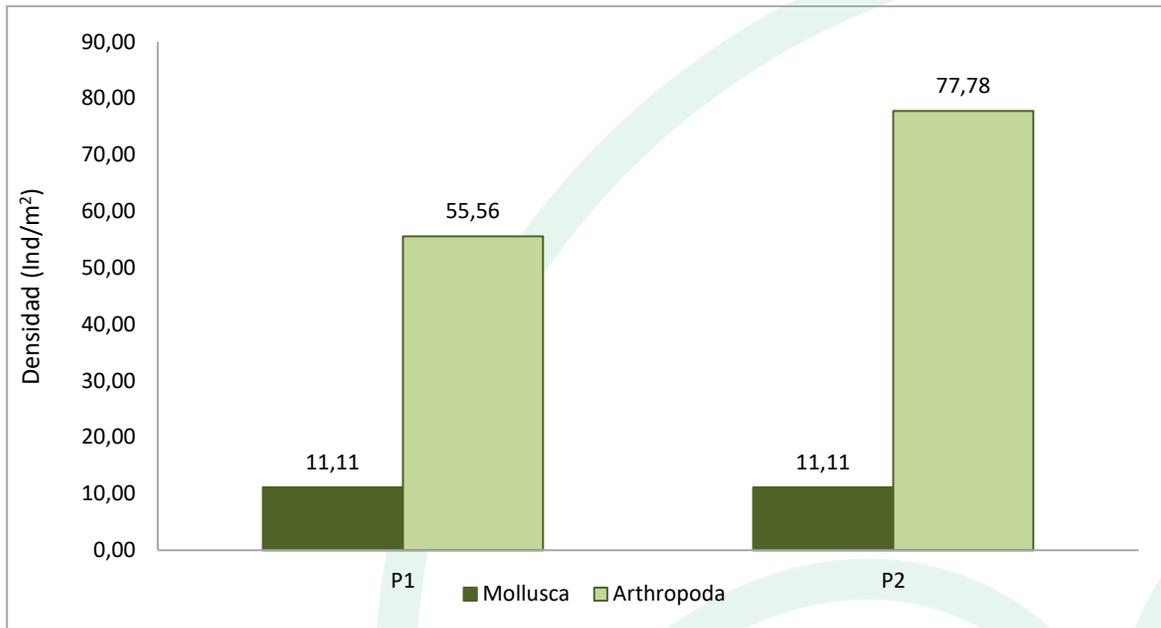


Gráfica 82. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de El Uvero.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

A nivel espacial, las densidades estuvieron dominadas por el phylum Artrópoda, el cual estuvo mejor representado en el punto P2, con 77,78 Ind/m²; por su parte Mollusca, obtuvo contribuciones bajas de 11,11 Ind/m² (**Gráfica 83**) en ambos puntos monitoreados. Esta variación espacial de la comunidad bentónica no resulta sorprendente en ecosistemas como la ciénaga EL Uvero, donde características fisicoquímicas y de nutrientes imponen gradientes ambientales que promueven el establecimiento y desarrollo de algunos grupos biológicos en detrimento de otros.





Gráfica 83. Contribución porcentual de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de El Uvero.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en P1 fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

Para P2 el índice de Shannon-Weaver arrojó un valor bajo e inferior a dos (2), según Roldán y Ramírez (2008) valores menores a dos (2) se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja con efectos de la contaminación, ya que la presencia de una gran variedad de individuos está directamente relacionada con la disponibilidad y amplitud de los recursos; valores superiores indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos. La equitatividad presentó un valor alto y cercano a la unidad, indicador de una distribución homogénea de las densidades de las morfoespecies dentro del ensamblaje bentónico. La dominancia de Simpson obtuvo un valor bajo y consistente con el comportamiento del índice de equitatividad. En cuanto al índice de Margalef



obtuvo un valor bajo y congruente con los resultados del índice de Shannon-Wiener, el cual describió una diversidad baja (Tabla 130).

Tabla 130. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Uvero.

Índice	P1	P2
Taxa_S	2	5
Individuals	66,67	88,880
Dominance_D	-	0,250
Shannon_H	-	1,494
Margalef	-	0,891
Equitability_J	-	0,928

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.7.5 Macrófitas

En la Ciénaga Mesolandia se reportaron cinco (5) especies de macrófitas distribuidas en cuatro (4) familias, cuatro (4) órdenes, tres (3) clases y dos (2) divisiones (Tabla 131). Se reportaron especies de macrófitas acuáticas en los todos los puntos.

Tabla 131. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Uvero

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Magnoliophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Lemna minor</i>
		Liliales	Pontederiaceae	<i>Pistia stratiotes</i>
	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>
Pteridophyta	Polypodiopsida	Salvinales	Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>
2	3	4	4	5

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En el Punto 1 se observó mayor riqueza, haciendo presencia todas las especies identificadas, mientras que en el Punto 2 solo se reportó una (1) especie, La mayor área de cobertura promedio la presentó *Eichhornia crassipes*, con un total del 63,2% del área evaluada, seguida por *Lemna minor* (13,8%) y *Salvinia auriculata* (10,4%), mientras que *Ludwigia helminthorrhiza* y *Pistia stratiotes* presentaron las coberturas más bajas (1,2 y 0,8%, respectivamente), Por su parte la distribución espacial demostró que *Eichhornia crassipes* presentó la mayor cobertura tanto en el Punto 1 (47,6%), como el Punto 2 (78,8%) como se observa en la Tabla 132 y la Gráfica 84.

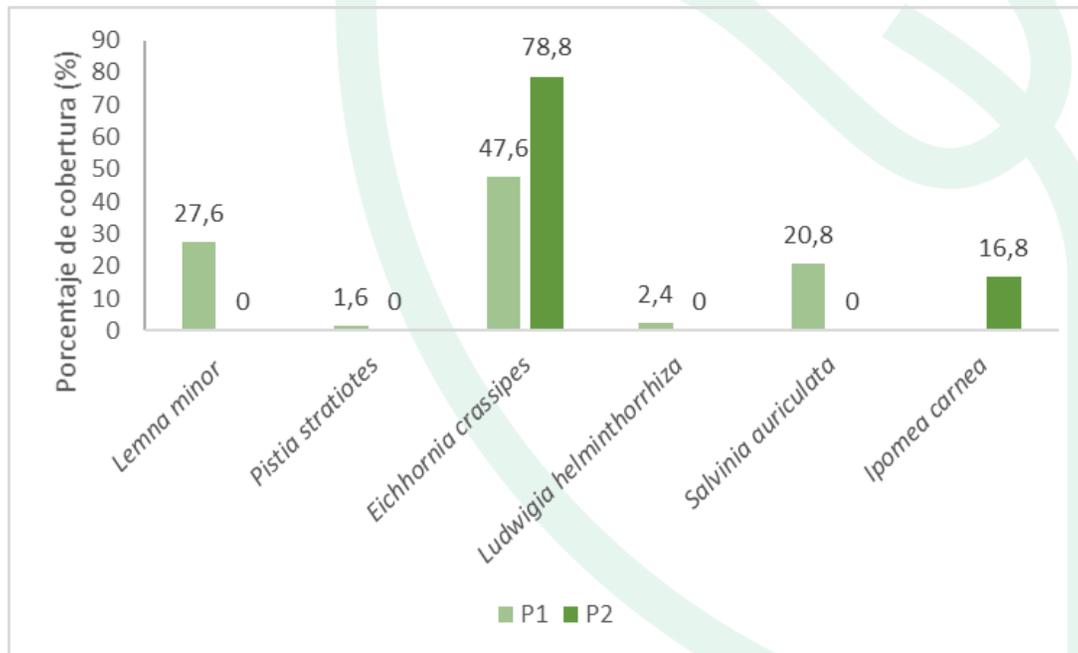


Como indicó Guevara y Ramírez (2015) *Eichhornia crassipes* es una especie de alta capacidad reproductiva y adaptativa, lo que ha llevado a incluirla entre las 10 malezas más invasivas del mundo, indicando además que puede causar problemas adversos sobre la flora y fauna nativa, ya que, al formar densas colonias flotadoras, produce un descenso en el flujo del agua de ciénagas y embalses, así como produce reducción de la cantidad de luz que penetra la masa de agua y disminución del oxígeno disuelto.

Tabla 132. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Uvero

Morfoespecie	Porcentaje de cobertura (% cobertura)		
	P1	P2	% Total
<i>Lemna minor</i>	27,6	0	13,8
<i>Pistia stratiotes</i>	1,6	0	0,8
<i>Eichhornia crassipes</i>	47,6	78,8	63,2
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	2,4	0	1,2
<i>Salvinia auriculata</i>	20,8	0	10,4

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.


Gráfica 84. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Uvero

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La estructura de la comunidad de macrófitas descrita a través de los índices ecológicos (Tabla 133) demuestran que la riqueza específica descrita con los índices de riqueza (Taxa_S) y de Margalef es mayor en el Punto 1 (S= 5 y Margalef= 0,8744), Por otra parte, se evidencia que debido a la presencia



de una sola especie en el Punto 2, no fue posible calcular los índices de Shannon y Margalef; mientras que la dominancia fue máxima y de equidad los mínima, Por su parte, en el Punto 1, la estructura de la comunidad, indica una dominancia (Dominance_D) baja (0,3468), Mientras que la estructura observada desde los índices de equidad demostró valores del índice de Shannon medios (1,191), Así mismo y considerando las abundancias de las morfoespecies el índice de equitatividad de Pielou o equidad de Pielou (J') obtuvo un valor con tendencia a alto (0,74). Al observar la diversidad de Shannon, se considera la presencia de aguas ligeramente contaminadas, según la categorización realizada por Segnini (2003).

Tabla 133. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga Uvero

Índices	Puntos	
	P1	P2
Taxa_S	5	1
Individuals	97,00	78,00
Dominance_D	0,35	1,00
Shannon_H	1,19	0,00
Margalef	0,87	0,00
Equitability_J	0,74	0,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.7.6 Peces

Un total de tres (3) especies fueron reportadas en la ciénaga de Uvero, de las cuales la clasificación taxonómica completa se muestra en la **Tabla 134**. Cabe resaltar que ninguna de estas especies es de interés comercial.

Tabla 134. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de peces en la ciénaga de Uvero.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chordata	Actinopterygii	Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>
		Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia gillii</i>
		Characiformes	Characidae	<i>Astyanax sp</i>
1	1	3	3	3

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



La abundancia total de peces reportada fue de 38,00 Ind, todos reportados solo en Ciénaga de Uvero P2; a esta abundancia el mayor aporte lo hizo la especie *Poecilia gillii* con un total de 25,00Ind, lo cual corresponde al 65,79% de la densidad total (**Tabla 135**).

Tabla 135. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de las morfoespecies de peces en ciénaga de Uvero.

Morfoespecie	Abundancia (Individuos)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Andinoacara latifrons</i>	-	5,00	0,00	13,16
<i>Poecilia gillii</i>	-	25,00	0,00	65,79
<i>Astyanax sp</i>	-	8,00	0,00	21,05
Total	0,00	38,00	0,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



5.1.8 Ciénaga La Luisa

5.1.8.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga La Luisa, estuvo conformada por 20 morfoespecies, distribuidas en cinco (5) divisiones, cinco (5) clases, nueve (9) órdenes y 12 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 136**. De acuerdo a la riqueza las Euglenozoa aportaron el mayor número de morfoespecies con el 45% seguidas por las Chlorophytas y Cyanobacterias con el 15% de las morfoespecies cada una y en menor proporción las Charophytas con el 5%.

Tabla 136. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en ciénaga La Luisa.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>
				<i>Oscillatoria sp1</i>
				<i>Oscillatoria sp3</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp2</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>
		Thalassiophycidae	Catenulaceae	<i>Amphora sp1</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	<i>Closterium sp3</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp1</i>
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Pandorina morum</i>
				<i>Trachelomonas armata</i>
				<i>Trachelomonas hispida</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>
				<i>Euglena sp3</i>
			Phacaceae	<i>Euglena sp4</i>
				<i>Euglena sp5</i>
				<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Phacus tertus</i>
				<i>Phacus sp2</i>
5	5	9	12	20

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La morfoespecie del fitoplancton más abundante en la ciénaga La Luisa fue *Planktothrix sp* con 2152 Ind/l representados en un 66,2% de la abundancia relativa (**Tabla 137**) seguida de la morfoespecie



Euglena sp3 con 414,00 Ind/L y 12,7% de la abundancia relativa, otras morfoespecies con alta densidad fueron *Oscillatoria sp1* y *Oscillatoria sp3*.

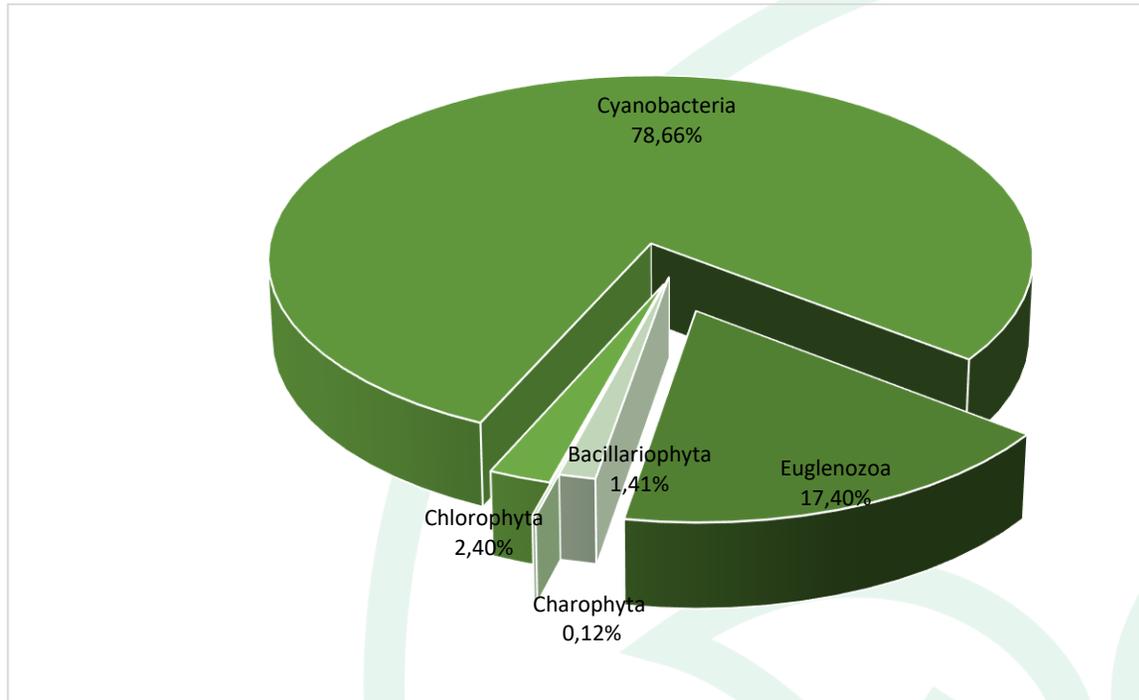
Tabla 137. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga La Luisa.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)	Abundancia relativa (%)
	P1	P1
<i>Planktothrix sp</i>	2152,00	66,20
<i>Oscillatoria sp1</i>	194,00	6,00
<i>Oscillatoria sp3</i>	212,00	6,50
<i>Nitzschia sp2</i>	12,00	0,40
<i>Navicula sp1</i>	22,00	0,70
<i>Cymbella sp</i>	8,00	0,20
<i>Amphora sp1</i>	4,00	0,10
<i>Closterium sp3</i>	4,00	0,10
<i>Coelastrum sp1</i>	6,00	0,20
<i>Eudorina sp</i>	58,00	1,80
<i>Pandorina morum</i>	14,00	0,40
<i>Trachelomonas armata</i>	34,00	1,00
<i>Trachelomonas hispida</i>	26,00	0,80
<i>Trachelomonas sp1</i>	8,00	0,20
<i>Euglena sp3</i>	414,00	12,70
<i>Euglena sp4</i>	22,00	0,70
<i>Euglena sp5</i>	8,00	0,20
<i>Lepocinclis acus</i>	24,00	0,70
<i>Phacus tertus</i>	20,00	0,60
<i>Phacus sp2</i>	10,00	0,30
Total	3252,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En la **Gráfica 85** se muestra el porcentaje de densidad de los phyla en la ciénaga, las Cianobacterias agruparon el 78,66% de la densidad total equivalentes a 2558,00 Ind/L seguida por las Euglenozoa con el 17,40% equivalentes a 566,00 Ind/L, las Chlorophytas aportaron el 2,4% (78,00 Ind/L) con menor porcentaje de abundancia fueron las Bacillariophytas con 1,41% y Charophytas con el 0,12%.





Gráfica 85. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton en la densidad total en la ciénaga La Luisa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

De acuerdo a los valores de los índices ecológicos evaluados la comunidad fitoplanctónica de la ciénaga Luisa está caracterizada por tener un ensamblaje con una diversidad baja 1,31 (**Tabla 138**) la distribución de las abundancias fue heterogéneas donde algunas especies registraron altas densidades el cual se vio reflejado por la baja equidad J' : 0,44 y valores altos de dominancia 0,46 atribuido principalmente *Planktothrix sp* que aportó más del 66% de la densidad total para la ciénaga.

Tabla 138. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton en la ciénaga La Luisa.

Índice	P1
Taxa_S	20
Individuals	3252
Margalef	2,35
Equitability_J	0,44
Shannon_H	1,31
Dominance_D	0,46

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



5.1.8.2 Zooplancton

En la ciénaga La Luisa, la comunidad de zooplancton estuvo representada por diez (10) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phylum, igual número de clases, cuatro (4) órdenes siete (7) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 139**.

Tabla 139. Clasificación taxonómica del zooplancton en la ciénaga La Luisa

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Artrópoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-	Larva Nauplio Cyclopoida
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
				<i>Arcella sp</i>
Rotífera	Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp</i>
			Testudinellidae	<i>Testudinella sp</i>
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus havanaensis</i>
				<i>Brachionus sp1</i>
			Gatropodidae	<i>Ascomorpha sp</i>
			Lecanidae	<i>Lecane sp</i>
			Synchaetidae	<i>Polyarthra sp</i>
3	3	4	7	10

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La densidad total en el punto de monitoreo fue de 66,00 Ind/L y como ya se mencionó se reportaron 10 morfoespecies en el cuerpo de agua. La morfoespecie más abundante fue *Brachionus havanaensis* con 14,00 Ind/L representando el 21,21% del total de la densidad seguido de *Lecane sp* con 12,00 Ind/L con 18,18%. Las menos densas fueron Larva Nauplio Cyclopoida con 2,00 Ind/L con 3,03% (**Tabla 140**). Particularmente, el género *Brachionus* es típico de aguas alcalinas y duras, tanto en regiones templadas como tropicales, predomina en ambientes mesotróficos o eutróficos, su abundancia se puede asociar a la presencia de alta cantidades de materia orgánica por aporte durante la época de lluvias (Carvalho, 1983).

Tabla 140. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga La Luisa.

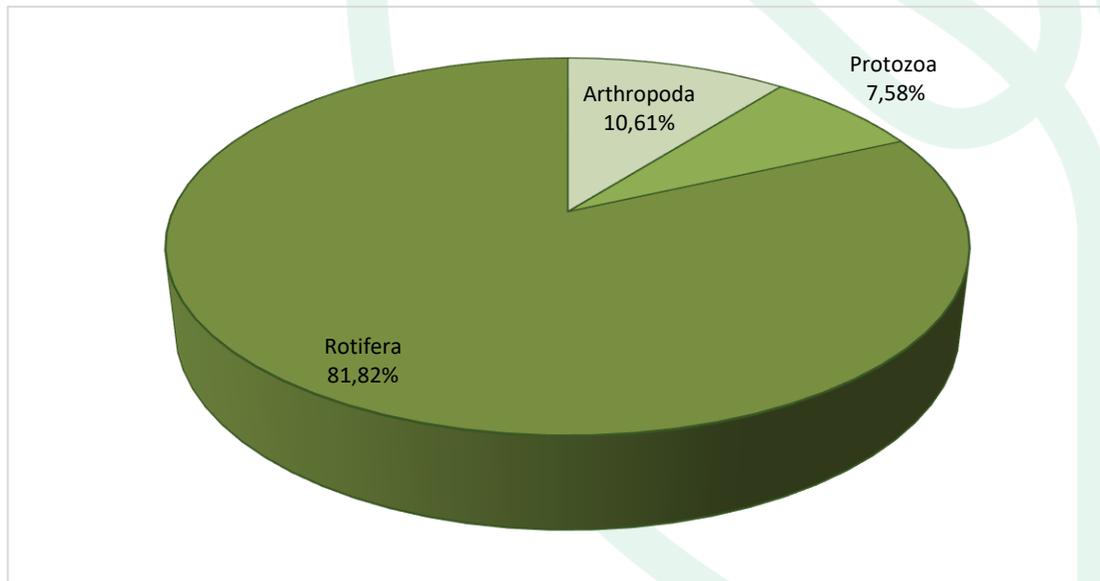
Morfoespecie	Densidad (Ind/L)	Abundancia relativa (%)
Larva Nauplio Cyclopoida	2,00	3,03
<i>Arcella discoides</i>	3,00	4,55
<i>Arcella sp</i>	4,00	6,06
<i>Filinia sp</i>	3,00	4,55



Morfoespecie	Densidad (Ind/L)	Abundancia relativa (%)
<i>Testudinella</i> sp	3,00	4,55
<i>Brachionus havanaensis</i>	14,00	21,21
<i>Brachionus</i> sp1	7,00	10,61
<i>Ascomorpha</i> sp	9,00	13,64
<i>Lecane</i> sp	12,00	18,18
<i>Polyarthra</i> sp	9,00	13,64
Total	66,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021

En cuanto al aporte de los phylum en el área de estudio tenemos que Rotífera representó el 81,82% con 54,00 Ind/L, seguido de Artrópoda con 10,61% y 7,00 Ind/L y por último Protozoa 7,58% con 5,00 Ind/L (**Gráfica 86**). El hábitat de los protozoos es muy amplio. Los de vida libre pueden estar en el suelo, agua, etc., mientras que otros pueden actuar en simbiosis o comensalismo con animales (por ejemplo, determinados protozoos ciliados que viven en la panza de los rumiantes sin causar ningún problema) (Álvarez, 2006).



Gráfica 86. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga La Luisa

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021

El índice de Shannon-Wiener reportó un valor ligeramente superior a 2, indicando contaminación según lo señala Margalef (1983). El índice de equidad presento un valor de 0,91 lo que podría indicar



que las poblaciones presentan una distribución homogénea en el área de estudio. La dominancia de Simpson (Dominance_D) fue baja (0,13) y congruente con los valores de equidad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad medios (2,14) **Tabla 141**.

Tabla 141. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga La Luisa

Índice	P1
Taxa_S	10
Individuals	66
Dominance_D	0,13
Shannon_H	2,11
Margalef	2,14
Equitability_J	0,91

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.8.3 Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga La Luisa, estuvo conformada por ocho (8) morfoespecies, distribuidas en dos (2) divisiones, dos (2) clases, cinco (5) órdenes y seis (6) familias. La división Bacillariophyta congrega seis morfoespecies, el equivalente al 87,5% del total de taxa y las Cyanobacteria representadas con *Oscillatoria* sp4 conformó el 12,5% de los registros. La clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 142**.

Tabla 142. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en ciénaga La Luisa.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp4
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp1
				<i>Nitzschia</i> reversa
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp1
				<i>Gyrosigma</i> sp2
		Fragilariales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp2
		Eunotiales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp1
Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp3			
2	2	5	6	8

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La **Tabla 143** consigna la densidad y las abundancias relativas de las morfoespecies reportadas en la ciénaga Luisa, en ella se puede establecer que las morfoespecies con las mayores densidades fueron *Nitzschia* sp1 (1278,67 Ind/cm²), *Synedra* sp1 (1087,33 Ind/cm²), *Navicula* sp1 (891,33 Ind/cm²) y



Oscillatoria sp4 (891,33 Ind/cm²). Taxa que indican que hay concentración de carga orgánica moderada, pero no determinan alta eutrofización.

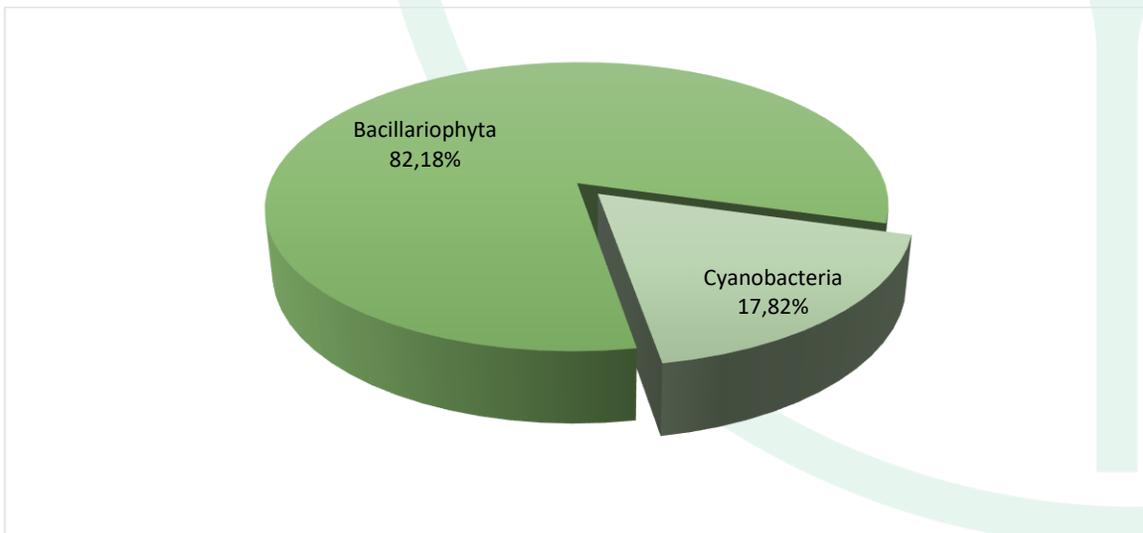
El menor número de individuos los reportaron *Gyrosigma* sp2 frecuente en aguas con carga alta electrolítica y *Pinnularia* sp2 con un amplio rango de tolerancia a nutrientes (Bellingery Sigee, 2010).

Tabla 143. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga La Luisa.

Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)	Abundancia relativa (%)
<i>Oscillatoria</i> sp4	816,67	17,82
<i>Nitzschia</i> sp1	1278,67	27,90
<i>Nitzschia</i> reversa	294,00	6,42
<i>Navicula</i> sp1	891,33	19,45
<i>Gyrosigma</i> sp2	70,00	1,53
<i>Pinnularia</i> sp2	56,00	1,22
<i>Synedra</i> sp1	1087,33	23,73
<i>Eunotia</i> sp3	88,67	1,93
Total	4582,67	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La densidad de la ciénaga fue de 4582,67 Ind/cm². Las diatomeas con 3766,00 Ind/cm² conformaron el 85.18% de los individuos frente a los 816,67 Ind/cm² de las Cyanobacteria que corresponden al 17,82% de la abundancia (Gráfica 87).



Gráfica 87. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga La Luisa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



Las cuatro morfoespecies referidas anteriormente con las mayores densidades reúnen el 88,9% de la abundancia relativa se destacan los aportes superiores al 23% de *Nitzschia* sp1 y *Synedra* sp1, también los porcentajes por encima del 17% de *Navicula* sp1 y *Oscillatoria* sp4 Finalmente la participación de *Nitzschia reversa* con el 6,42% a partir de la cual, los aportes fueron inferiores al 2%. La abundancia relativa de cada género puede estar asociada a diversos factores, para Flores et al. (2017) la presencia o ausencia de diatomeas y especies particulares está relacionado directamente con factores como la temperatura, pH, salinidad, velocidad del agua, materias orgánicas y nutrientes.

Los índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica y listados en la **Tabla 144**, la caracterizan por poseer una baja riqueza de morfoespecies, alta uniformidad en la distribución de las abundancias y baja dominancia. El índice de Shannon-Weaver arrojó un valor bajo e inferior a dos (2), según Roldán y Ramírez (2008) se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja con la presencia de un gran número de individuos y su competencia por los recursos.

Tabla 144. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga La Luisa.

Índice	P1
Taxa_S	8,00
Individuals	4582,67
Dominance_D	0,21
Shannon_H	1,69
Margalef	0,83
Eqitability_J	0,81

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.8.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga La Luisa, estuvo conformada por tres (3) morfoespecies, distribuidas en una (1) división, una (1) clase, tres (3) órdenes e igual cantidad de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 145**.

Tabla 145. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga La Luisa.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Biomphalaria</i> sp
		Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanooides tuberculatus</i>



		Architaenioglossa	Ampullaridae	<i>Pomacea sp</i>
1	1	3	3	3

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La morfoespecie más abundante en la ciénaga La Luisa fue *Biomphalaria sp* con 211,11 Ind/m² representados en un 79,17% de la abundancia relativa (**Tabla 146**). Las especies de *Biomphalaria*, frecuentan pozos, charcas, bebederos, lagunas, estanques y canales de irrigación, con pH alcalino, aguas claras o ligeramente turbias, con abundante vegetación acuática sumergida y/o flotante con sustrato fangoso rico en materia orgánica. Se alimentan de algas diatomeas, algas filamentosas, rotíferos, ostrácodos, cladóceros, anfípodos, larvas de dípteros y restos de tejidos de plantas vasculares. Algunas especies se caracterizan por presentar alta tasa reproductiva y fácil adaptación a nuevos entornos donde puede sobrevivir durante períodos de sequía; estas características le confieren alta capacidad invasiva (Barbosa *et al.*, 2014).

Tabla 146. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga La Luisa.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)	Abundancia relativa (%)
	P1	P1
<i>Biomphalaria sp</i>	211,11	79,17
<i>Melanoïdes tuberculatus</i>	11,11	4,17
<i>Pomacea sp</i>	44,44	16,67
Total	266,67	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

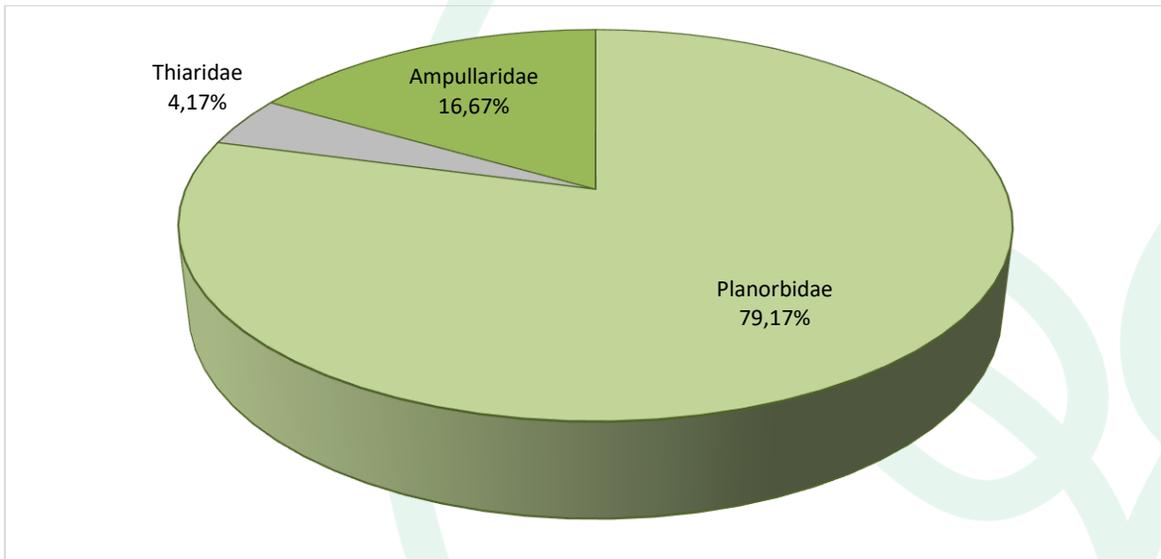
Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por aportes de morfoespecies de la familia Planorbidae, representados en el 79,17% del valor total, seguida de Ampullaridae (16,67%) y Thiaridae (4,17%) (**Gráfica 88**).

Los planórbidos son el grupo más diverso de caracoles pulmonados dulceacuícolas, con presencia en todos los continentes e islas del planeta. Generalmente asociados a macrófitas acuáticas, entre las raíces, tallos y ramas o entre la hojarasca y rocas de cuerpos de agua poco profundos, que pueden soportar condiciones desfavorables como aguas contaminadas (Baker, 1945). Esta familia reviste particular importancia sanitaria, por cuanto diversas especies son huéspedes intermediarios de gusanos que causan la esquistosomiasis (Chitsulo *et al.*, 2000).



Los gasterópodos de la familia Ampullaridae, toleran cierta carga orgánica, ya que cuentan con la capacidad de “respirar” oxígeno atmosférico al hacer parte de los gasterópodos pulmonados y con branquias, requieren de condiciones considerables, puesto que se encuentran dentro de los mesogasterópodos menos resistentes a contaminantes orgánicos (Darrigan y Lagreca, 2005).

La familia Thiariidae reúne caracoles operculados de amplia distribución en el planeta, principalmente en regiones tropicales y subtropicales (Lasso *et al.*, 2019).



Gráfica 88. Contribución porcentual de las familias de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga La Luisa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga de La Luisa fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

5.1.8.5 Macrófitas

En la Ciénaga la Luisa se encontraron cuatro (4) especies de macrófitas distribuidas en cuatro (4) familias, cuatro (4) órdenes, dos (2) clases y dos (2) divisiones (**Tabla 147**).



Tabla 147. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga la Luisa

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Magnoliophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Lemna minor</i>
		Cyperales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>
		Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>
Pteridophyta	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>
2	2	4	4	4

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En el único punto evaluado, Punto 1, se observó una riqueza de cuatro (4) especies, de las cuales la mayor área de cobertura promedio la presentó *Eichhornia crassipes*, con un total de 75,2% del área evaluada, seguida por *Salvinia auriculata* (8,8%), *Lemna minor* (7,2%) y *Paspalum sp* (1,6%) como se observa en la **Tabla 148** y la **Gráfica 89**.

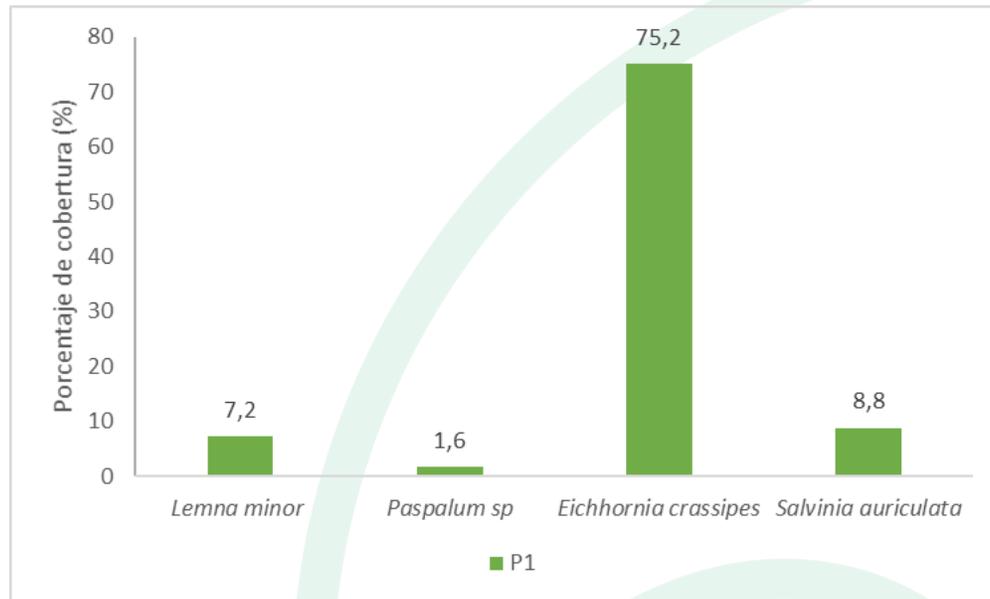
Como lo indicó Guevara y Ramírez (2015) *Eichhornia crassipes* es una especie de alta capacidad reproductiva y adaptativa, lo que ha llevado a incluirla entre las 10 malezas más invasivas del mundo, indicando además que puede causar problemas adversos sobre la flora y fauna nativa, ya que, al formar densas colonias flotadoras, produce un descenso en el flujo del agua de ciénagas y embalses, así como produce reducción de la cantidad de luz que penetra la masa de agua y disminución del oxígeno disuelto.

Tabla 148. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga la Luisa

Morfoespecie	Porcentaje de cobertura (% cobertura)
	P1
<i>Lemna minor</i>	7,20
<i>Paspalum sp</i>	1,60
<i>Eichhornia crassipes</i>	75,20
<i>Salvinia auriculata</i>	8,80

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.





Gráfica 89. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga la Luisa

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La estructura de la comunidad de macrófitas descrita a través de los índices ecológicos (**Tabla 149**) de cuenta de una comunidad medianamente rica ($S= 4$ y $Margalef= 0,6651$). Por su parte la estructura de la comunidad, observada desde los índices de dominancia ($Dominance_D$) permiten identificar una comunidad medianamente dominante ($0,672$). Así mismo, la estructura observada desde los índices de equidad demostró valores medios del índice de Shannon ($0,6621$). Considerando las abundancias de las morfoespecies el índice de equitatividad de Pielou o equidad de Pielou (J') obtuvo también un valor medio ($0,4776$). Mientras que el valor de la diversidad de Shannon, es indicativos la presencia de aguas muy contaminadas, según la categorización realizada por Segnini (2003).

Tabla 149. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga la Luisa

Índices	Punto
	P1
Taxa_S	4
Individuals	91
Dominance_D	0,672
Shannon_H	0,6621
Margalef	0,6651
Equitability_J	0,4776

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



5.1.8.6 Peces

Como es sabido en la ciénaga la Luisa se estableció un punto de monitoreo, y a pesar del esfuerzo de pesca, en este no hubo reporte de ictiofauna y no existe información suficiente que permita brindar una explicación al respecto.



5.1.9 Río Magdalena

5.1.9.1 Fitoplancton

La comunidad del fitoplancton en los puntos de monitoreo localizados en el Río Magdalena estuvo conformada por 20 morfoespecies vinculadas a cinco (5) phyla, siete (7) clases, 14 órdenes y siete (7) y 16 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 150**. Las Bacillariophytas agruparon la mayor riqueza con nueve morfoespecies (45%) del total de taxa, seguidas de las Cianobacterias con seis (6) morfoespecies 30%, las Euglenozoa aportaron el 15% de las morfoespecies, las Charophytas y Chlorophytas aportaron una morfoespecie (5%) cada una.

Tabla 150. Clasificación de las morfoespecies del fitoplancton observado en el Río Magdalena.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp2</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Planktothrix sp</i>
				<i>Oscillatoria sp1</i>
				<i>Oscillatoria sp2</i>
		Chroococcales	Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria sp</i>
Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya sp2</i>		
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp3</i>
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp1</i>
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp1</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp2</i>
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>
			Fragilariaceae	<i>Synedra sp1</i>
				<i>Synedra sp2</i>
Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp</i>	
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Tetraëdron sp2</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>
			Euglenaceae	<i>Euglena sp3</i>
				<i>Euglena sp4</i>
				<i>Euglena sp4</i>
5	7	14	16	20

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En el río Magdalena las densidades fitoplanctónicas muestran diferentes morfoespecies, es así como en P1 *Leptolyngbya sp* fue la de mayor abundancia con 1093,00 Ind/L, mientras que en P2 la



morfoespecie de mayor densidad fue *Planktothrix sp* con 129,3 Ind/L, en el punto 3 fue *Leptolyngbya sp* 352,00 Ind/L, seguida de *Planktothrix sp* con 284,00 Ind/L (Tabla 151).

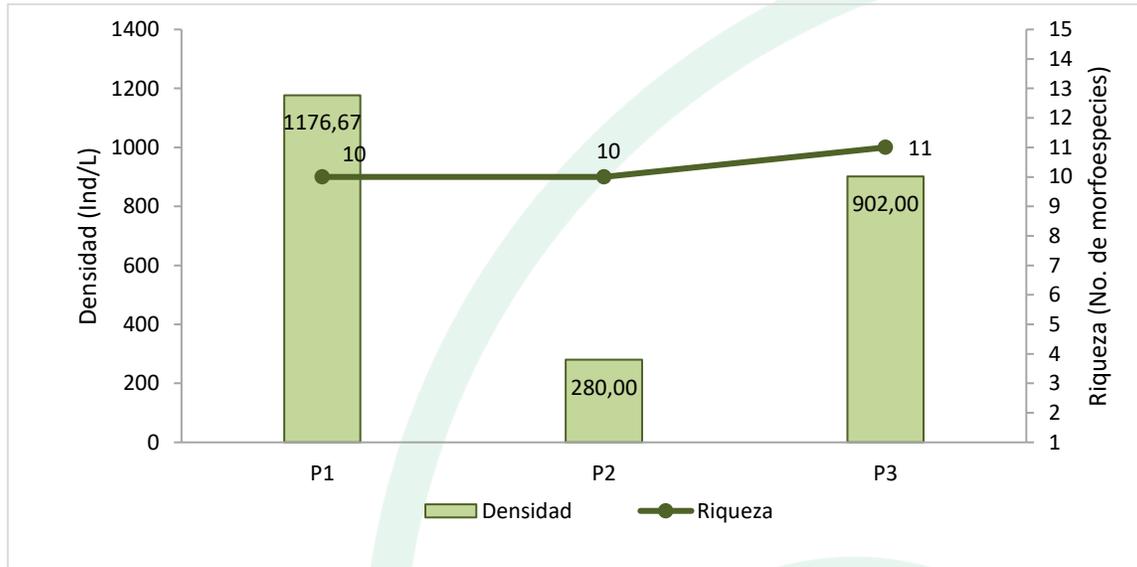
Tabla 151. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en Río Magdalena.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)			Abundancia relativa (%)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<i>Anabaena sp2</i>	0,00	2,70	4,00	0,00	1,00	0,40
<i>Planktothrix sp</i>	0,00	129,30	284,00	0,00	46,20	31,50
<i>Oscillatoria sp1</i>	10,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00
<i>Oscillatoria sp2</i>	0,00	16,00	8,00	0,00	5,70	0,90
<i>Gomphosphaeria sp</i>	6,70	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00
<i>Leptolyngbya sp2</i>	1093,30	88,00	352,00	92,90	31,40	39,00
<i>Nitzschia sp3</i>	0,00	2,70	6,00	0,00	1,00	0,70
<i>Melosira sp1</i>	13,30	0,00	0,00	1,10	0,00	0,00
<i>Pinnularia sp1</i>	3,30	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00
<i>Surirella sp1</i>	0,00	5,30	0,00	0,00	1,90	0,00
<i>Eunotia sp2</i>	0,00	5,30	14,00	0,00	1,90	1,60
<i>Gomphonema sp1</i>	6,70	0,00	0,00	1,10	9,00	22,00
<i>Synedra sp1</i>	0,00	1,30	22,00	0,60	0,00	0,00
<i>Synedra sp2</i>	0,00	4,00	2,00	0,00	0,50	2,40
<i>Aulacoseira sp</i>	13,30	25,30	198,00	0,00	1,40	0,20
<i>Cosmarium sp1</i>	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,70
<i>Tetraëdron sp2</i>	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,70
<i>Lepocinclis acus</i>	13,30	0,00	0,00	1,10	0,00	0,00
<i>Euglena sp3</i>	6,70	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00
<i>Euglena sp4</i>	10,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00
Total	1176,70	280,00	902,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En la **Gráfica 90** se presenta la tendencia de la riqueza y densidades del fitoplancton en los diferentes puntos del río Magdalena, en el punto de muestreo P1 se presentó una riqueza de 10 morfoespecies y la mayor densidad en el río con 1176,67 Ind/L, en el punto P2 la riqueza fue de 10 taxa pero la densidad fue la más baja con 280,00 Ind/L, el punto P3 registró la mayor riqueza con 10 taxa mientras que la densidad fue muy cercana a la registrada en P1 con 902,00 Ind/L (**Gráfica 90**).

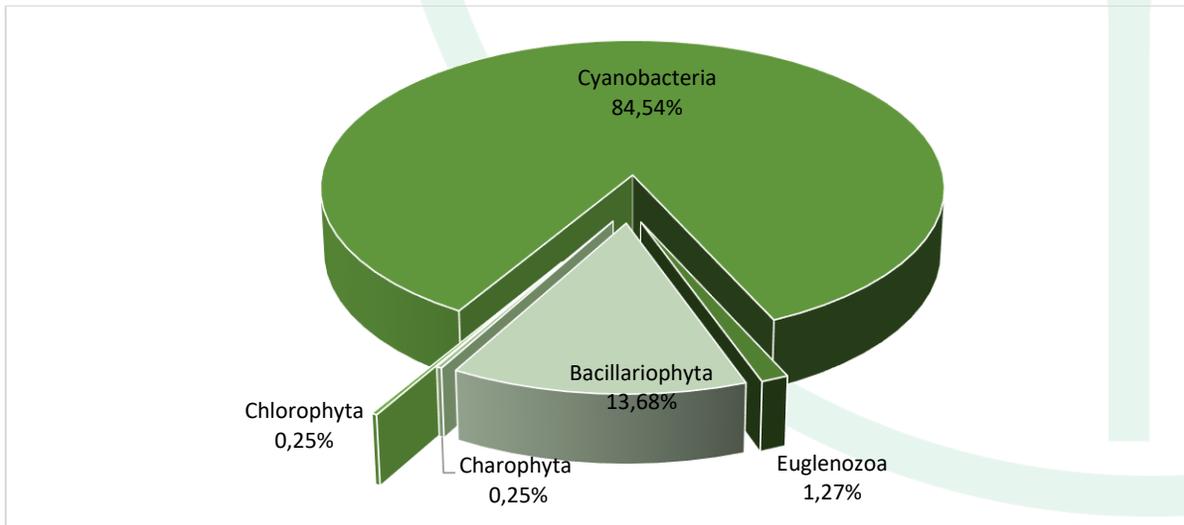




Gráfica 90. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en el Río Magdalena.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las Cianobacterias realizaron el mayor aporte a la densidad en el río con 1994,00 Ind/L equivalentes al 84,54% de densidad total, seguida de las Bacillariophytas con el 13,68%, las Euglenozoa aportaron el 1,27% mientras que las Charophytas y Chlorophytas aportaron 6,00 Ind/L cada uno equivalentes al 0,25% de la densidad total (**Gráfica 91**).

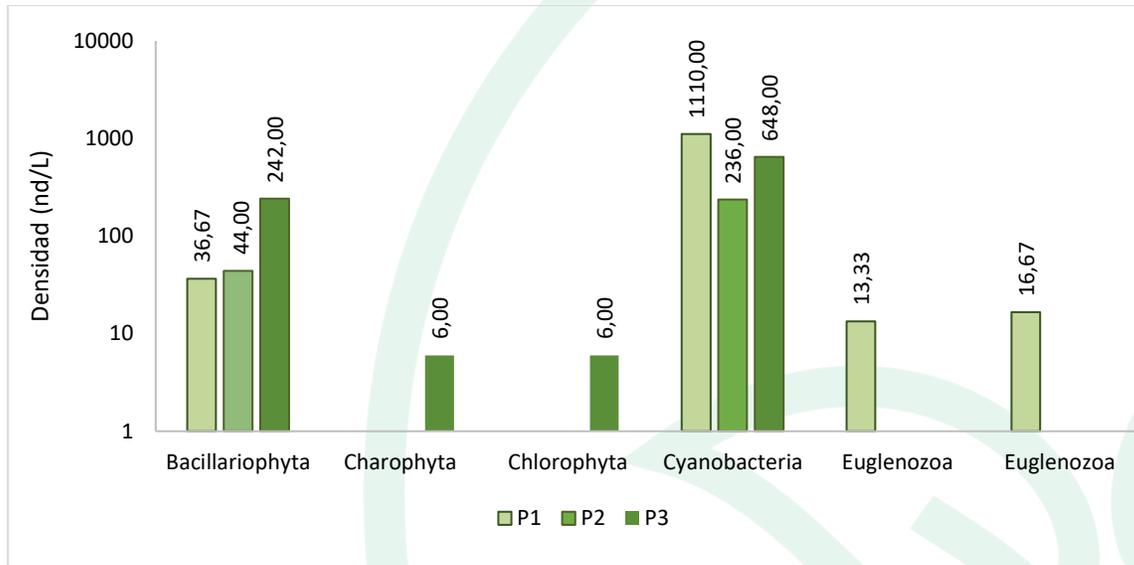


Gráfica 91. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum fitoplanctónicos en el Río Magdalena.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



A nivel espacial, las Cianobacterias y Bacillariophytas presentan mayor dominancia en todos los puntos de monitoreo, en P1 solo se registró la presencia de las Euglenozoa con 30,00 Ind/L, mientras que las Charophytas y Chlorophytas aparecieron en P3 (**Gráfica 92**).



Gráfica 92. Contribución a la densidad total de los phylum fitoplanctónicos en los puntos de monitoreo del Río Magdalena

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Los índices ecológicos evaluados en el río Magdalena muestran un ensamblaje con una diversidad baja con valores que oscilaron entre 0,41 (P1) y 1,43 (P2) el cual podría estar relacionado con la baja riqueza de especies y densidades. Los resultados obtenidos para el índice de Pielou (Equitability_J) fueron bajos a medios y consistentes con lo arrojado por el índice de dominancia de Simpson (Dominance_D) con un máximo de 0,86 en P1, indicando que la comunidad fitoplanctónica está compuesta por poblaciones heterogéneas, donde las abundancias de las morfoespecies son variables dentro del ensamblaje limitando la magnitud de los fenómenos de interacción interespecífica, debido al bajo solapamiento ecológico que tiene lugar vía distribución de recursos tróficos. El índice de Margalef también registró valores bajos típico de sistemas con diversidad baja, ya que valores inferiores a 2 son considerados como zonas de baja riqueza específica y superiores a 5 como de alta riqueza. (**Tabla 152**).



Tabla 152. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton.

Índice	P1	P2	P3
Taxa_S	10	10	11
Individuals	1176,67	280	902
Margalef	1,27	1,60	1,47
Equitability_J	0,18	0,62	0,58
Shannon_H	0,41	1,43	1,40
Dominance_D	0,86	0,32	0,30

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.9.2 Zooplancton

La comunidad de zooplancton en los puntos de monitoreo localizados en el Río Magdalena estuvo conformada por 10 morfoespecies vinculadas a cuatro (4) phyla, igual número de clases u órdenes y en seis (6) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 153**.

Tabla 153. Clasificación de las morfoespecies de zooplancton observadas en el Río Magdalena.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Artrópoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1
				Larva Nauplio Cyclopoida
Ciliophora	Ciliatea	Oligotrichida	Codonellidae	<i>Tintinnopsis</i> sp
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp
			Centropyxidae	<i>Centropyxis</i> sp
Rotífera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus falcatus</i>
				<i>Keratella americana</i>
			Lecanidae	<i>Notholca</i> sp
				<i>Lecane</i> sp
Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> sp			
4	4	4	6	10

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Larva Nauplio de Cyclopoida fue la morfoespecie de mayor abundancia, con 16,20 Ind/L en el punto P2; las demás morfoespecies presentaron densidades bajas, se resalta *Arcella* sp que obtuvo 4,50 Ind/L en P1 (**Tabla 154**). Los copépodos del orden Cyclopoida presenta un amplio grado de tolerancia ambiental, aunque su mayor éxito se observa en ambientes salinos, ya que logran colonizar en intervalos de tiempo cortos. En general, existen especies que tienen intervalos estrechos de tolerancia a variaciones de los factores ambientales, pero los ambientes extremos no suelen ser un problema para ellos, varias especies se han adaptado a vivir en lagos salinos, suelos orgánicos, la



hojarasca, las bromelias en bosques tropicales, y los nidos de hormigas, también frecuentan fondos de arroyos y ríos (Suárez-Morales, 2000).

En cuanto a *Arcella*, Green (1994) señala que vive tanto en agua dulce como hipersalinas y se le puede encontrar en las interfases: agua-suelo, agua-plantas, agua-aire, agua-animal. Gracias a la capacidad de estos organismos para producir vacuolas de gas que les permiten moverse en la columna sin la ayuda de los movimientos del agua (Ogden,1991). Además de ello tienden a ser resistentes a medios hostiles ya que sus testas funcionan como un mecanismo físico de adaptación a entornos con condiciones cambiantes.

Tabla 154. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en Río Magdalena.

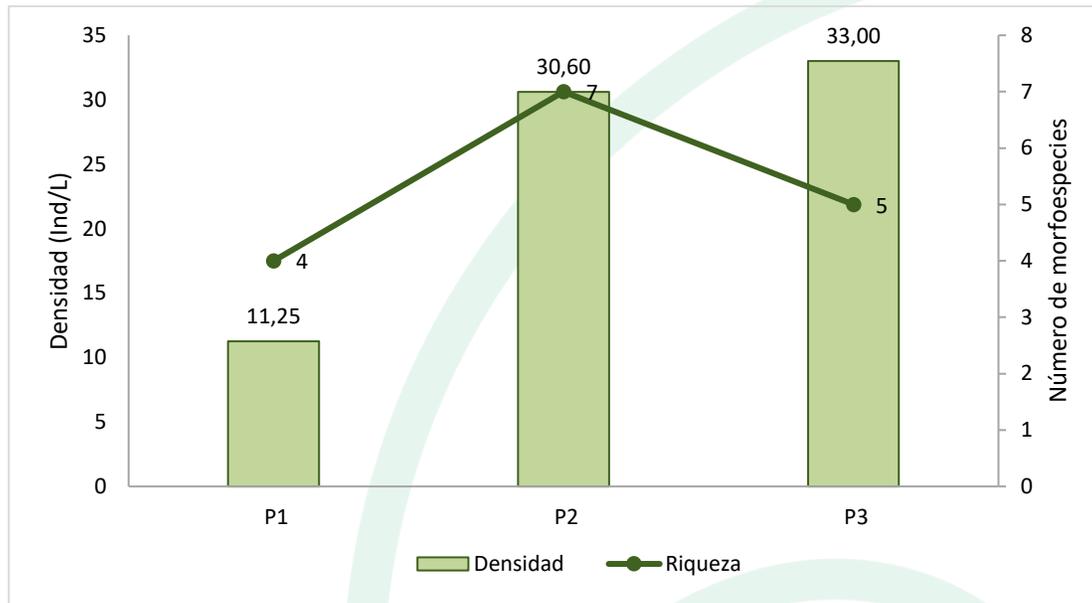
Morfoespecie	Densidad (Ind/L)			Abundancia relativa (%)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<i>Arcella</i> sp	4,50	3,60	0,00	40,00	11,76	0,00
<i>Brachionus falcatus</i>	0,00	1,80	3,00	0,00	5,88	9,09
<i>Centropyxis</i> sp	2,25	,000	6,00	20,00	0,00	18,18
Cyclopoida morfo 1	0,00	1,80	0,00	0,00	5,88	0,00
<i>Keratella americana</i>	0,00	1,80	6,00	0,00	5,88	18,18
Larva Nauplio Cyclopoida	2,25	16,20	15,00	20,00	52,94	45,45
<i>Lecane</i> sp	0,00	1,80	0,00	0,00	5,88	0,00
<i>Notholca</i> sp	2,25	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00
<i>Polyarthra</i> sp	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	9,09
<i>Tintinnopsis</i> sp	0,00	3,60	0,00	0,00	11,76	0,00
Total	11,25	30,60	33,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La densidad total del zooplancton fue de 74,85 Ind/L y fue mayor en el punto P3 con 33,00 Ind/L; en cuanto a la riqueza, fue baja, adoptó un rango de variación de 4-7 morfoespecies (**Gráfica 93**).

Dado el carácter lóxico del cuerpo de agua estudiado, no resulta sorprendente las bajas densidades zooplanctónicas, debido al efecto mecánico de arrastre que dificulta el establecimiento de los grupos zooplanctónicos más sensibles, desprovistos de mecanismos de adhesión a sustratos naturales en la columna de agua y de movilidad. Adicionalmente, este efecto de arrastre se ve incrementado en época de altas lluvias, correspondiente al mes de monitoreo.





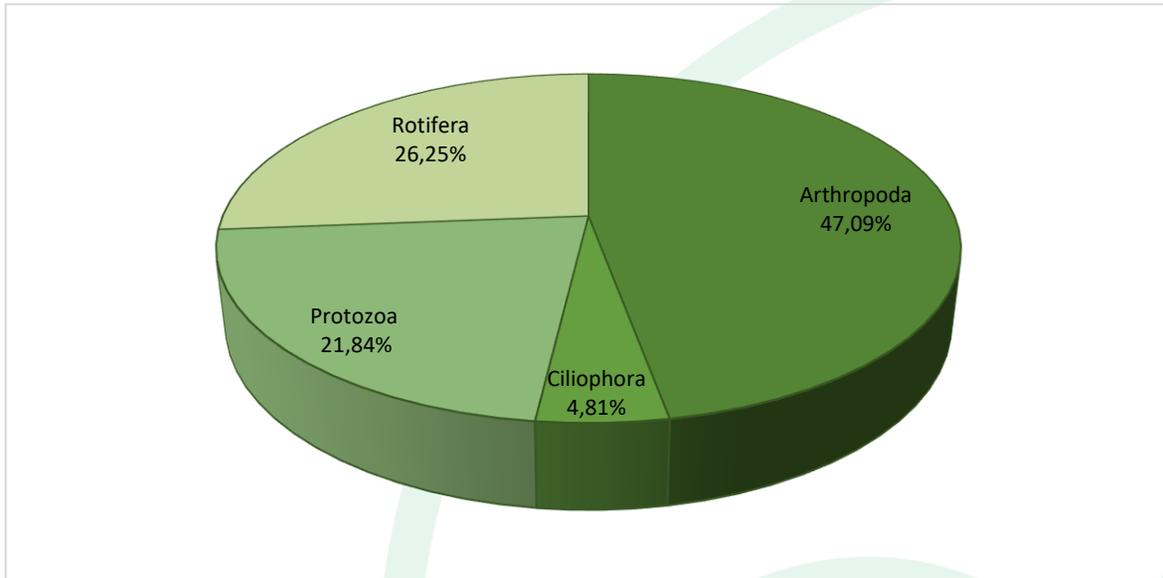
Gráfica 93. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplankton en Río Magdalena.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron representadas en mayor medida por aportes del phylum Artrópoda representados en el 47,09%, seguido de Rotífera (26,25%), Protozoa (21,84%) y Ciliophora (4,81%) (**Gráfica 94**).

Esta dominancia de Artrópoda no resulta sorprendente debido a que cuenta con una amplia gama de taxones con distintos grados de sensibilidad ambiental, de este phylum se resalta la prevalencia de formas larvales de copépodos, adaptados a ambientes turbulentos y de carga orgánica importante como el río Magdalena, ya que el detritus representa uno de sus principales recursos tróficos.





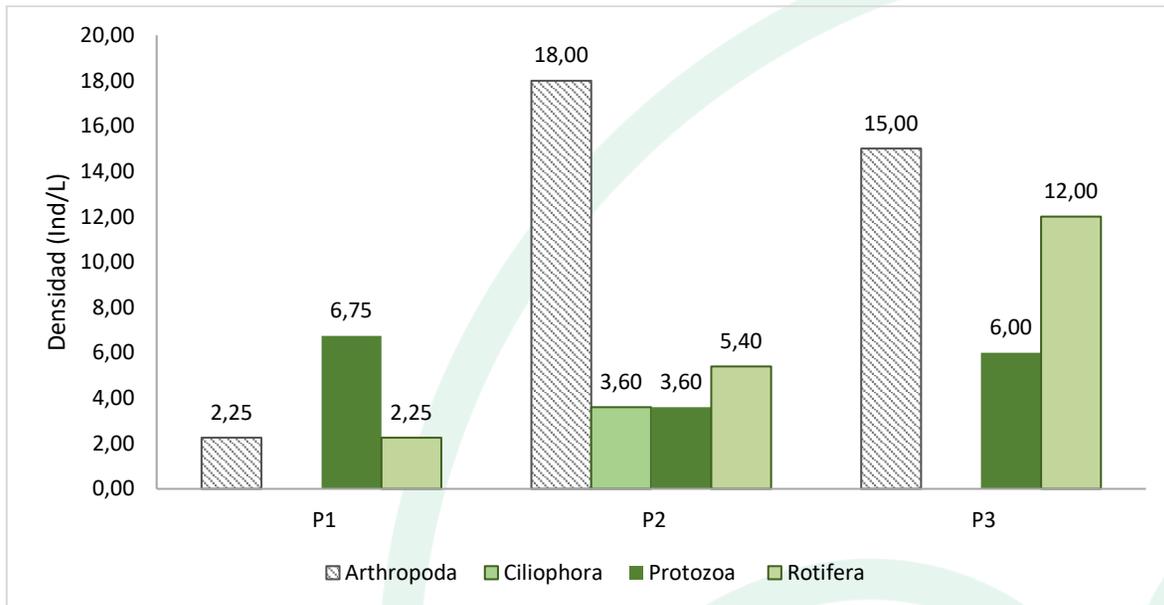
Gráfica 94. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla zooplanctónicos en el Río Magdalena.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

A nivel espacial, Artrópoda continuó con su patrón de dominancia en todos los puntos de monitoreo, a excepción de P1, en donde fue desplazado por el Phylum Protozoa. El punto de monitoreo de mayor contribución de Artrópoda fue P2. En cuanto a Ciliophora sólo se observó en P2; mientras que Rotífera y Protozoa se registraron en los tres puntos muestreados (**Gráfica 95**).

Sobre la distribución del zooplancton, Ricklefs (1990) sugiere que los arreglos comunitarios no son consecuencia del azar, sino que existen mecanismos que actúan sobre los ecosistemas, produciendo patrones u ordenamientos particulares. En este sentido, podemos decir que entre los puntos de muestreo existe un diferencial entre las condiciones fisicoquímicas y de recursos tróficos que favorecen el establecimiento y desarrollo de ciertos grupos zooplanctónicos, es el caso de las formas larvales de copépodos en P2.





Gráfica 95. Contribución a la densidad total de los phyla zooplanctónicos en los puntos de monitoreo en el Río Magdalena

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas. Los resultados obtenidos para el índice de Pielou (Equitability_J) fueron altos y consistentes con lo arrojado por el índice de dominancia de Simpson (Dominance_D) con un máximo de 0,32 en P2, indicando que la comunidad zooplanctónica está compuesta por poblaciones homogéneas, donde las abundancias de las morfoespecies son muy similares dentro del ensamblaje limitando la magnitud de los fenómenos de interacción interespecífica, debido al bajo solapamiento ecológico que tiene lugar vía distribución de recursos tróficos.

En cuanto al índice de Shannon-Wiener obtuvo valores inferiores a dos (2) lo que indica que este sistema presenta diversidad relativamente baja, relacionada con efectos de contaminación, ya que la presencia de una gran variedad de individuos está directamente relacionada con la disponibilidad y amplitud de los recursos (Roldán y Ramírez, 2008). El índice de Margalef también registró valores bajos típico de sistemas con diversidad baja, ya que valores inferiores a 2 son considerados como



zonas de baja riqueza específica y superiores a 5 como de alta riqueza. Para el punto de muestreo P5 no se calcularon los índices debido a su baja riqueza ($S < 5$) (Tabla 155).

Tabla 155. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton.

Índice	P1	P2	P3
Taxa_S	4	7	5
Individuals	11,25	30,60	33,00
Dominance_D	-	0,32	0,28
Shannon_H	-	1,50	1,41
Margalef	-	1,75	1,14
Equitability_J	-	0,77	0,87

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.9.3 Perifiton

La comunidad del perifiton en los puntos de monitoreo localizados en el Río Magdalena estuvo conformada por 14 morfoespecies que incluyen un taxón sin identificar, vinculadas a tres (3) phyla, igual número de clases, siete (7) órdenes y nueve (9) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la Tabla 156.

Tabla 156. Clasificación de las morfoespecies del perifiton observadas en el Río Magdalena.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp2
				<i>Filamentosa</i> 2
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp2
				<i>Nitzschia</i> sp3
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp
				Naviculales
		<i>Navicula</i> sp2		
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp2	
			Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i> sp
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp1
				<i>Synedra</i> sp3
				<i>Fragilaria</i> sp
Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp4		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp4
3	3	7	9	14

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las morfoespecies más representativas del punto P1 fueron las diatomeas *Eunotia* sp4 con 460,12 Ind/cm² y *Synedra* sp3 con 379,29 Ind/cm² para el punto P2 la densidad fue mayor para *Synedra* sp1



con 448,13 Ind/cm² y *Oscillatoria* sp2 con 393,94 Ind/cm² y finalmente en el punto P3 reporta la mayor abundancia *Navicula* sp1 con 1848,94 Ind/cm² seguida por *Nit. sp3* con 404,85 ind/cm². (Tabla 157) Estos géneros, adaptados a la velocidad de la corriente (Rodríguez y Bicudo, 2001), pueden presentar un crecimiento favorecido por la conductividad eléctrica, pH, sólidos totales, alcalinidad y dureza como lo señala Gordillo (2014) principalmente para los géneros *Nitzschia* y *Synedra*.

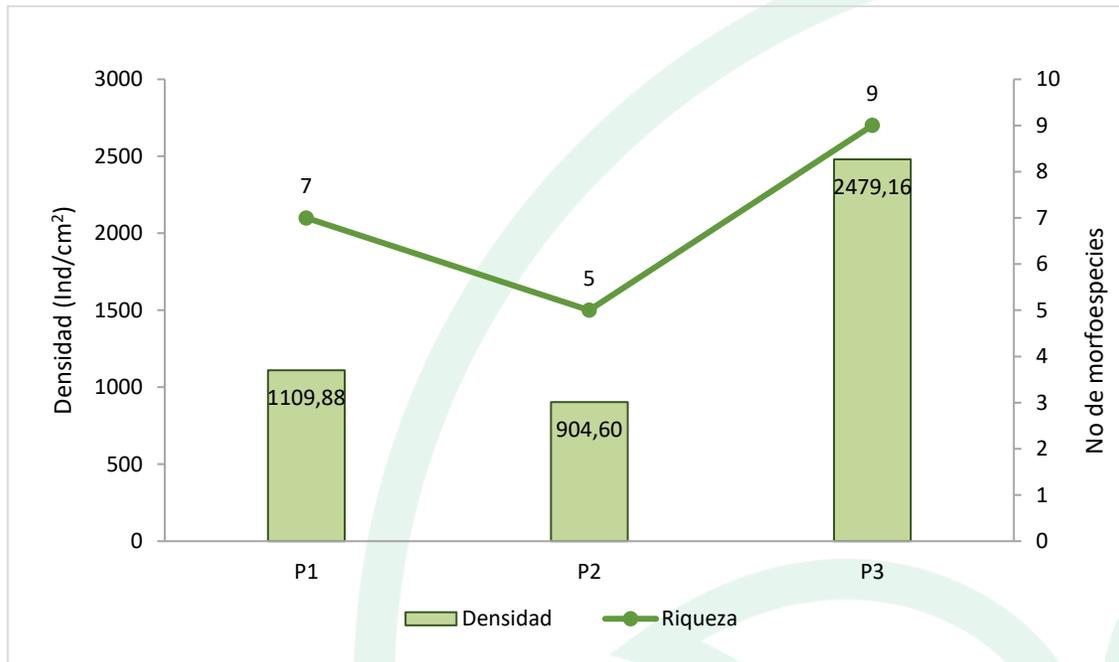
Tabla 157. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en Río Magdalena.

Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)			Abundancia relativa (%)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<i>Oscillatoria</i> sp2	0,00	393,94	0,00	0,00	43,55	0,00
<i>Filamentosa</i> 2	0,00	0,00	37,56	0,00	0,00	1,52
<i>Nitzschia</i> sp2	96,38	29,18	0,00	8,68	3,23	0,00
<i>Nitzschia</i> sp3	0,00	0,00	404,85	0,00	0,00	16,33
<i>Cymbella</i> sp	46,63	16,67	0,00	4,20	1,84	0,00
<i>Navicula</i> sp1	0,00	0,00	1848,94	0,00	0,00	74,58
<i>Navicula</i> sp2	0,00	0,00	12,52	0,00	0,00	0,51
<i>Pinnularia</i> sp2	43,52	0,00	0,00	3,92	0,00	0,00
<i>Gyrosigma</i> sp	0,00	0,00	62,61	0,00	0,00	2,53
<i>Synedra</i> sp1	65,29	448,13	12,52	5,88	49,54	0,51
<i>Synedra</i> sp3	379,29	16,67	29,22	34,17	1,84	1,18
<i>Fragilaria</i> sp	0,00	0,00	58,43	0,00	0,00	2,36
<i>Eunotia</i> sp4	460,12	0,00	12,52	41,46	0,00	0,51
<i>Scenedesmus</i> sp4	18,65	0,00	0,00	1,68	0,00	0,00
Total	1109,88	904,60	2479,16	100,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Como se observa en la **Gráfica 96** en los puntos de monitoreo P2 y P3 se reportaron los valores extremos de riqueza con cinco (5) y nueve (9) taxa, mientras el punto P1 presenta una riqueza intermedia con siete morfoespecies. Un comportamiento similar se evidencia para la densidad, el menor número de individuos se reportó en el punto P2 con 904,60 Ind/cm² siendo casi triplicado en P3 con 2479,16 Ind/cm². En este sistema las diatomeas son las responsables de la densidad en los tres puntos muestreados (**Gráfica 96**) con aportes que van del 56,45% en P2 a valores por encima de 98% de los individuos en los puntos restantes. Esta mayor representatividad de diatomeas en el río Magdalena, un sistema lotico con altas velocidades, pueden vincularse con sus diminutas dimensiones y diferentes estrategias de fijación que facilitan mayor rapidez para fijarse a sustratos competitivamente excluyentes (Horner *et al.*, 1990 en Moreno y Aguirre, 2013).



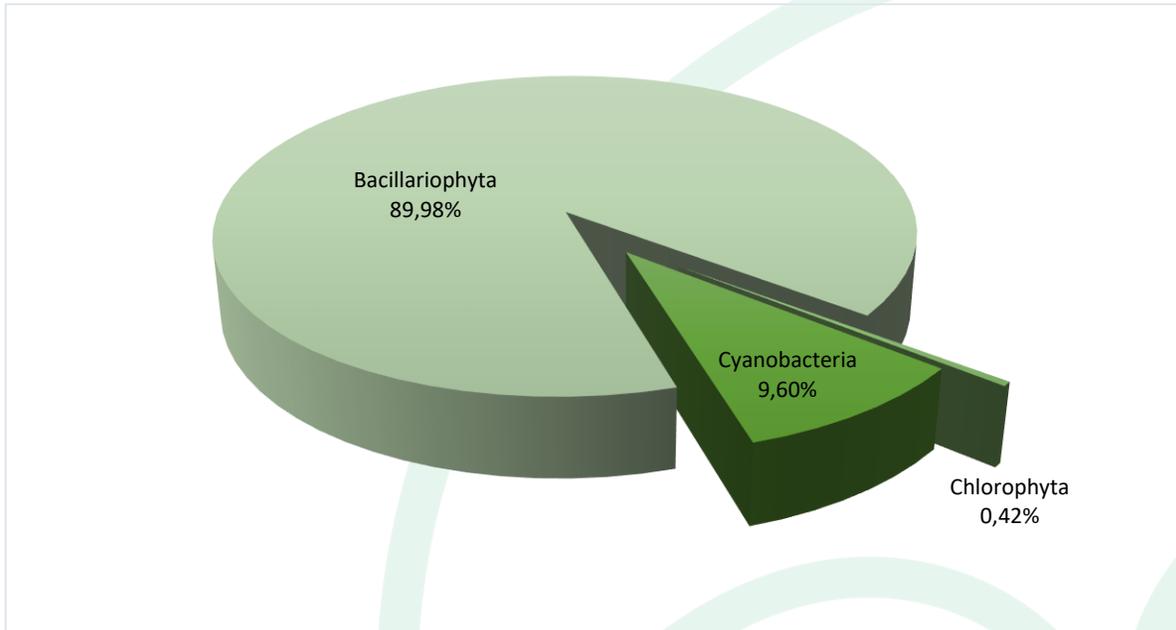


Gráfica 96. Densidad (Ind/cm²) y riqueza (No Morfoespecies) de la comunidad perifítica en los puntos de monitoreo en el Río Magdalena.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La división Bacillariophyta constituyó el 78,57% de la riqueza hallada en el río con 11 morfoespecies, le siguieron las Cyanobacteria con dos (2) morfoespecies que representaron el 14,29% del total, finalmente las Chlorophyta con una (1) morfoespecies aportaron el 7,14%. La densidad total del perifiton en el río Magdalena fue 4493,64 Ind/cm² de los cuales el 89,98% de los individuos fueron del grupo de las diatomeas, un 9,60 % cianobacterias y solo el 0,42% restantes fue aportado por las algas verdes **Gráfica 97.**



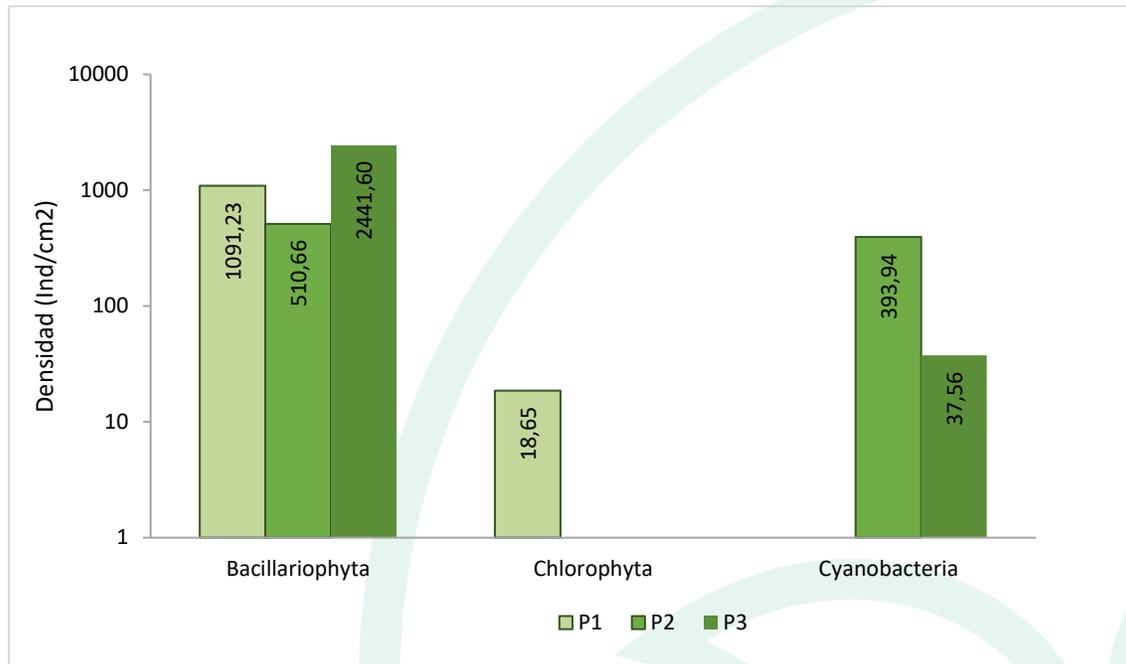


Gráfica 97. Contribución porcentual de los phyla del perifiton a la densidad total en el Río Magdalena.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las cianobacterias registran en el punto P2 su mayor concentración con 393,94 Ind/cm² correspondiente al 43,55% de la abundancia (**Gráfica 98**), describen a microalgas y cianobacterias filamentosas como microorganismos dominantes por su capacidad de crecimiento bajo condiciones poco óptimas, por ejemplo, se desarrollan bien en medios con bajo contenido de dióxido de carbono y pueden sobrevivir zonas profundas pues aprovechan mejor la luz por compuestos como la ficoeritrina (Peinador 1999, Roldan y Ramírez 2008)





Gráfica 98. Contribución a la densidad total de los phylum perifíticos en los puntos de monitoreo en el Río Magdalena

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas. Los resultados obtenidos para los diferentes índices ecológicos evaluados se reportan en la **Tabla 158**. El índice de Pielou (Equitability_J) presenta el máximo valor en P1 (0,74) disminuyendo hacia el punto P3 (0,4) en donde se presentó el predominio de *Navicula* sp1 con el 74,56% de los individuos, por tanto, en este punto el índice de Simpson fue el más elevado del monitoreo, con un valor de 0,58 para una comunidad de dominancia moderada o mediana.

En cuanto al índice de Shannon-Wiener, espacialmente tuvo un comportamiento similar al índice de Pielou, con valores extremos en P1 y P3 todos inferiores a 1,5 nat. Los resultados inferiores a dos (2) pueden asociarse con aguas de dudosa calidad, no obstante, esta comunidad está sujeta principalmente a las variaciones en el caudal y su influencia sobre la productividad algal, las tasas de acumulación y la estructura de la comunidad (Wetzel,2001). El índice de Margalef también registró valores bajos típico de sistemas con diversidad baja.



Tabla 158. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton.

Índice	P1	P2	P3
Taxa_S	7,00	5,00	9,00
Individuals	1109,88	904,59	2479,17
Dominance_D	0,30	0,44	0,58
Shannon_H	1,44	0,97	0,89
Margalef	0,86	0,59	1,02
Equitability_J	0,74	0,60	0,41

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.9.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo establecidos en el río Magdalena estuvo representada por una morfoespecie, cuya clasificación taxonómica se encuentra en la **Tabla 159**.

Tabla 159. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en el Río Magdalena.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Arthropoda	Insecta	Díptera	Muscidae	Muscidae morfo 1
1	1	1	1	1

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La **Tabla 160** presenta la densidad y abundancia relativa de Muscidae morfo 1 en el río Magdalena; el punto de monitoreo donde esta morfoespecie presentó mayor densidad fue P3.

En general la diversidad de macroinvertebrados bentónicos en Río Magdalena fue baja, sin embargo, esto no resulta en un estimador determinante del estado trófico del ecosistema ni de su diversidad ya que este tipo de comunidades presentan variaciones relacionadas con la época en la cual son muestreadas. De acuerdo con McLusky y Elliott (2005), la dinámica ecológica de las comunidades bentónicas tiende a variar en un ciclo anual, razón por la cual se presentan variaciones en su abundancia y riqueza a diferentes meses del año. Un ejemplo de ello, son los eventos reproductivos que aportan un mayor número de individuos en determinadas épocas del año. Adicionalmente, es importante mencionar el efecto mecánico de arrastre que ejerce la turbulencia de las aguas corrientes en el río que conduce a los organismos aguas abajo o los desplaza al interior de



estructuras como troncos y materiales de fondo, haciéndolos menos accesibles a su captura con la draga.

Tabla 160. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en Río Magdalena.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)			Abundancia relativa (%)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Muscidae morfo 1	44,44	33,33	66,67	100,00	100,00	100,00
Total	44,44	33,33	66,67	100,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.1.9.5 Macrófitas

En el Río Magdalena se reportaron seis (6) especies de macrófitas distribuidas en seis (6) familias, seis (6) órdenes, tres (3) clases y dos (2) divisiones (**Tabla 161**).

Tabla 161. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en el Río Magdalena

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Magnoliophyta	Liliopsida	Alismatales	Areceae	<i>Pistia stratiotes</i>
		Cyperales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>
		Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>
	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa sp</i>
Myrtales		Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	
Pteridophyta	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>
2	3	6	6	6

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

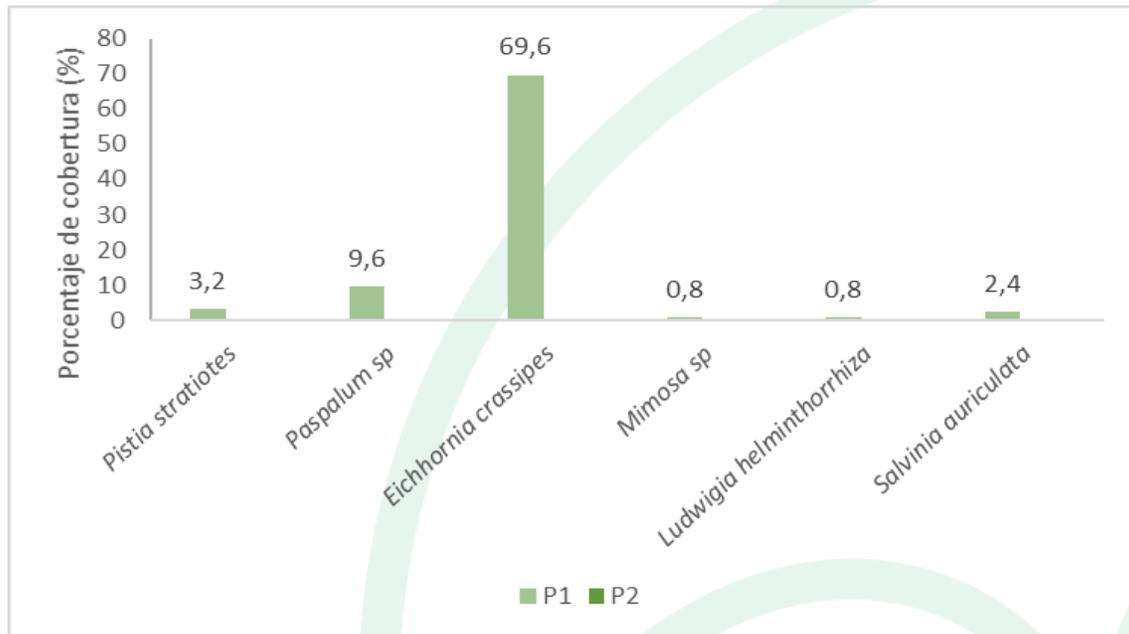
En el único punto evaluado, Punto 1, se observó una riqueza de seis (6) especies, de las cuales la mayor área de cobertura promedio la presentó *Eichhornia crassipes*, con 69,6% del área evaluada, seguida por *Paspalum sp* (9,6%) como se observa en la **Tabla 162** y la **Gráfica 99**.

Tabla 162. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en el Río Magdalena

Morfoespecie	Porcentaje de cobertura (% cobertura)	
	P1	
<i>Pistia stratiotes</i>	3,2	
<i>Paspalum sp</i>	9,6	
<i>Eichhornia crassipes</i>	69,6	
<i>Mimosa sp</i>	0,8	
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	0,8	
<i>Salvinia auriculata</i>	2,4	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.





Gráfica 99. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en el Río Magdalena

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La estructura de la comunidad de macrófitas descrita a través de los índices ecológicos (

Tabla 163) da cuenta de una comunidad con una riqueza baja ($S= 2$ y Margalef= 1,132), Por su parte la estructura de la comunidad, observada desde los índices de dominancia (Dominance_D) permiten identificar una comunidad de dominancia media (0,6636), Por otra parte, la estructura observada desde los índices de equidad demostró valores medios del índice de Shannon (0,7266), Considerando las abundancias de las morfoespecies el índice de equitatividad de Pielou o equidad de Pielou (J') obtuvo también un valor medio (0,4055), Mientras que el valor de la diversidad de Shannon, es indicativo la presencia de aguas muy contaminadas, según la categorización realizada por Segnini (2003).

Tabla 163. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas del Río Magdalena



Índices	Punto
	P1
Taxa_S	6
Individuals	83
Dominance_D	0,6636
Shannon_H	0,7266
Margalef	1,132
Eqitability_J	0,4055

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.1.9.6 Peces

Un total de 14 especies tuvieron presencia en el río Magdalena. Estas se distribuyeron taxonómicamente en el phylum Chordata y la clase Actinopterygii; además se distribuyen en seis (6) órdenes y 13 familias. La clasificación taxonómica completa se presenta en la **Tabla 164**.

Tabla 164. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de peces reportada en el río Magdalena.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	
Chordata	Actinopterygii	Anabantiformes	Osphronemidae	<i>Trichogaster pectoralis</i>	
		Characiformes	Bryconidae	<i>Brycon sp.</i>	
			Characidae	<i>Astyanax magdalena</i>	
			Curimatidae	<i>Curimata mivartii</i>	
			Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalena</i>	
			Serrasalminidae	<i>Colossoma macropomum</i>	
			Triporthidae	<i>Triporthus magdalena</i>	
		Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>	
				<i>Caquetaia kraussii</i>	
		Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchovia sp</i>	
		Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>sternopygus aequilabiatu</i>	
				Pimelodidae	<i>Pimelodus yuma</i>
				Aspredinidae	<i>Bunocephalus colombianus</i>
				Doradidae	<i>Centrochir crocodili</i>
1	1	6	13	14	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La abundancia total de peces en los tres (3) puntos de monitoreos ubicados en el río Magdalena fue de 19Ind. De las 14 especies reportadas, solo a siete (7) se le estimo la abundancia, ya que el resto fueron capturadas por pescadores y solo se fue registrada la presencia. De las siete (7) especies, *Astyanax magdalena* tubo la mayor abundancia con 7,00Ind, y solo fue reportada en Río Magdalena P3 (**Tabla 165**).



La diferencia en la riqueza y abundancia de especies icticas en el río Magdalena, se debe principalmente, a la estructura de los puntos, ya que los sustratos rocosos, las fuertes corrientes y alta abundancia de macrófitas, hacen que los artes de pesca pierdan efectividad. En el caso del punto Río Magdalena P3, muestra un sustrato lodoso, poca corriente y hay poca profundidad lo que aumenta la presencia de peces y la efectividad de la atarraya.

Tabla 165. Abundancia y presencia (p) de las morfoespecies de peces en el río Magdalena.

Morfoespecie	Río Magdalena P1	Río Magdalena P2	Río Magdalena P3	Total
<i>Trichogaster undecimalis</i>	-	-	p	0
<i>Brycon sp.</i>	-	-	1,00	1
<i>Astyanax magdalenae</i>	-	-	7,00	7
<i>Curimata mivartii</i>	-	-	1,00	1
<i>Prochilodus magdalenae</i>	-	-	p	0
<i>Colossoma macropomum</i>	-	-	p	0
<i>Triportheus magdalenae</i>	-	-	1,00	1
<i>Andinoacara latifrons</i>	-	-	4,00	4
<i>Caquetaia kraussii</i>	-	-	p	0
<i>Anchovia sp</i>	-	1,00	-	1
<i>sternopygus aequilabiatius</i>	-	-	p	0
<i>Pimelodus yuma</i>	-	-	4,00	4
<i>Bunocephalus colombianus</i>	-	-	p	0
<i>Centrochir crocodili</i>	-	-	p	0
Total	0,00	1,00	18,00	19

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La mayor abundancia relativa fue reportada por *Anchovia sp* en el punto Río Magdalena P2, donde presentó un valor del 100% (Tabla 166).

Tabla 166. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de peces reportadas.

Morfoespecie	Río Magdalena P1	Río Magdalena P2	Río Magdalena P3
<i>Trichogaster undecimalis</i>	-	-	-
<i>Brycon sp.</i>	-	-	5,56
<i>Astyanax magdalenae</i>	-	-	38,89
<i>Curimata mivartii</i>	-	-	5,56
<i>Prochilodus magdalenae</i>	-	-	-
<i>Colossoma macropomum</i>	-	-	-
<i>Triportheus magdalenae</i>	-	-	5,56
<i>Andinoacara latifrons</i>	-	-	22,22
<i>Caquetaia kraussii</i>	-	-	-
<i>Anchovia sp</i>	-	100	-
<i>sternopygus aequilabiatius</i>	-	-	-
<i>Pimelodus yuma</i>	-	-	22,22

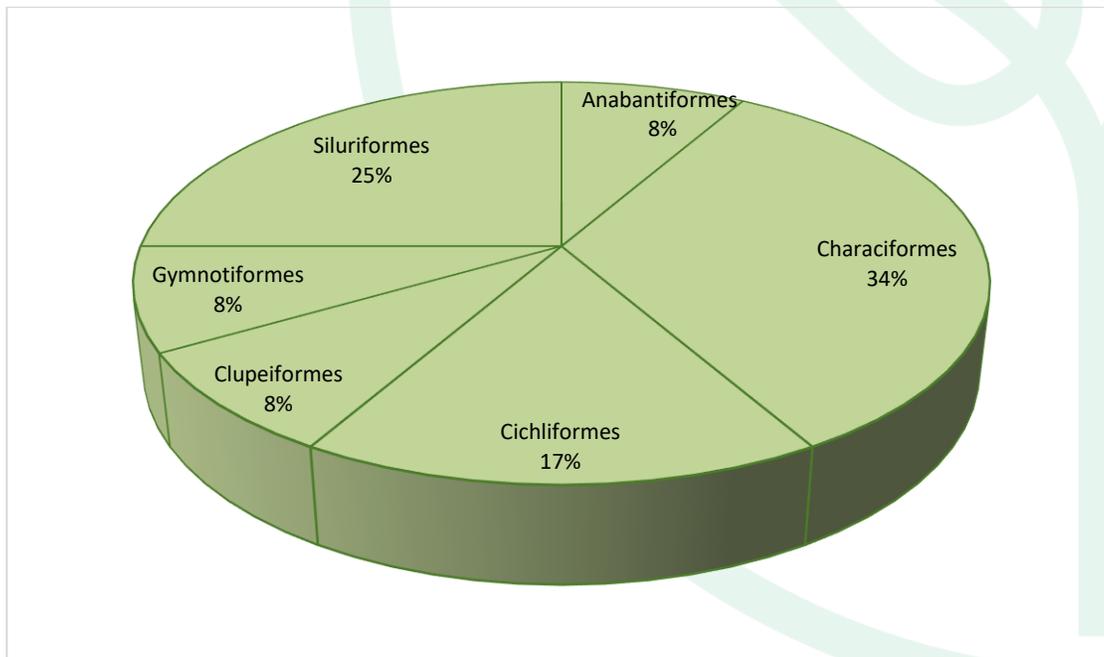


Morfoespecie	Río Magdalena P1	Río Magdalena P2	Río Magdalena P3
<i>Bunocephalus colombianus</i>	-	-	-
<i>Centrochir crocodili</i>	-	-	-
Total	0,00	100	100

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Según García-Alzate, y colaboradores (2020) indican que la cuenca Magdalena-Cauca presenta 233 especies validas, lo que indica que en este monitoreo solo se registra el 6,01% de la riqueza total. Estos mismos autores indican que en la subcuenca bajo magdalena se distribuyen 112 taxones, es decir que en este estudio se registró tan solo el 12,5% de esta riqueza.

Ahora bien, en cuanto a la composición de la riqueza en la cuenca estos autores indican que el orden de mayor representación es Characiformes, resultado que concuerdan con los resultados de este estudio, donde este mismo orden tuvo el 34% de la riqueza total reportada (**Gráfica 100**). Los órdenes Anabantiformes, Clupeiformes y Gymnotiformes, tuvieron la menor representación (8% cada uno).



Gráfica 100. Porcentaje de riqueza por orden de la comunidad de peces reportados en el río Magdalena.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022



5.2 Cuenca Canal del Dique

5.2.1 Ciénaga de Luruaco

5.2.1.1 Fitoplancton

El fitoplancton en la ciénaga de Luruaco estuvo representado por 13 morfoespecies distribuidas en cuatro (4) divisiones, cuatro (4) clases, ocho (8) órdenes y nueve (9) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 167**. La composición del fitoplancton en la ciénaga mostró que las Cianobacterias aportaron el mayor número de morfoespecies con el 46,15%, seguida de las Euglenozoa con el 30,77% de las morfoespecies, las Bacillariophytas aportaron el 15,38% y las Chlorophytas aportaron el menor número de morfoespecies con 1 (7,69%).

Tabla 167. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Luruaco.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp 2</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Arthrospira sp</i>
				<i>Oscillatoria sp1</i>
				<i>Oscillatoria sp4</i>
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Aphanocapsa sp1</i>
Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya sp1</i>		
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia reversa</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Tetraëdron limneticum</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus curvicauda</i>
				<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Phacus tertus</i>
			Euglenaceae	<i>Euglena sp2</i>
4	4	8	9	13

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron *Oscillatoria sp4* 16880,00 Ind/l y *Raphidiopsis sp* con 12360,00 Ind/L en P1 y *Raphidiopsis sp2* 16560,00 Ind/L y *Oscillatoria sp4* 13380,00 Ind/L en P2. Sólo estas dos morfoespecies representaron el 83,65% de la abundancia total de la ciénaga (**Tabla 168**).

También se destaca la presencia de *Arthrospira sp*.



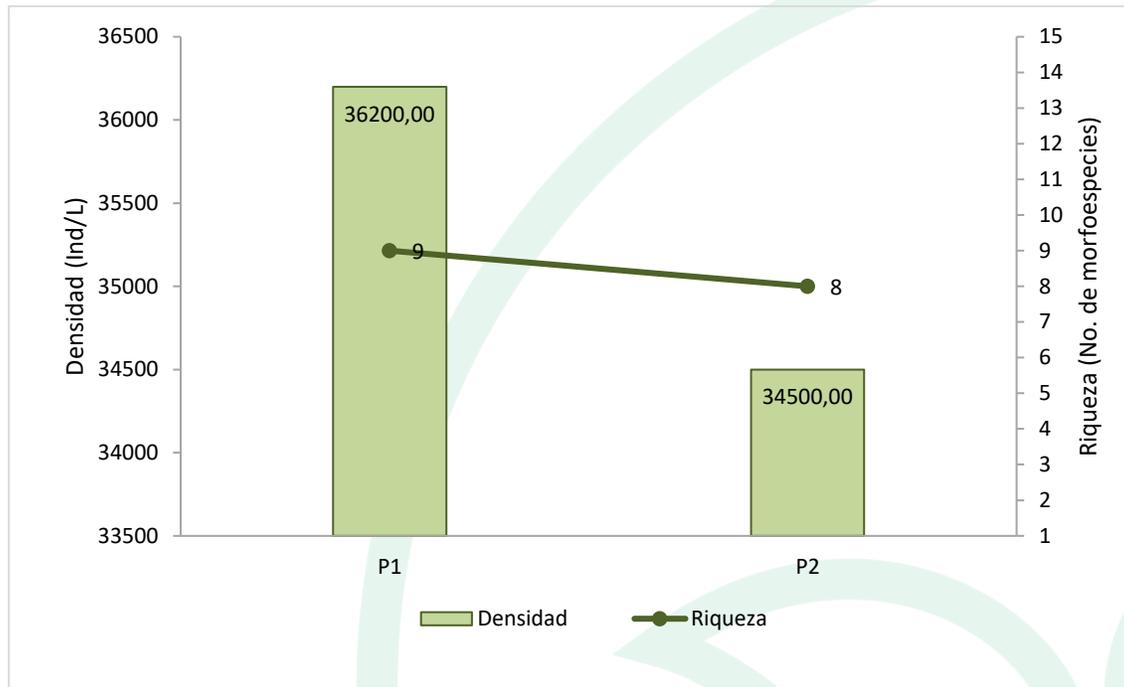
Tabla 168. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Luruaco.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Arthrospira sp</i>	6360,00	4020,00	17,57	11,64
<i>Raphidiopsis sp 2</i>	12360,00	16560,00	34,14	47,94
<i>Oscillatoria sp1</i>	0,00	100,00	0,00	0,29
<i>Oscillatoria sp4</i>	16880,00	13380,00	46,63	38,74
<i>Aphanocapsa sp1</i>	60,00	220,00	0,17	0,64
<i>Leptolyngbya sp1</i>	160,00	0,00	0,44	0,00
<i>Nitzschia reversa</i>	40,00	0,00	0,11	0,00
<i>Navicula sp1</i>	220,00	0,00	0,61	0,00
<i>Tetraëdron limneticum</i>	80,00	120,00	0,22	0,35
<i>Lepocinclis sp1</i>	0,00	40,00	0,00	0,12
<i>Euglena sp2</i>	40,00	0,00	0,11	0,00
<i>Phacus curvicauda</i>	0,00	60,00	0,00	0,17
<i>Phacus tertus</i>	0,00	40,00	0,00	0,12
Total	36200,00	34540,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En la ciénaga de Luruaco la distribución de la riqueza y densidades en los puntos de muestreo fueron muy similares; en P1 la riqueza fue de nueve morfoespecies (9) y una densidad de 36200,00 Ind/L, mientras que en P2 la riqueza fue de ocho morfoespecies (8) y una densidad de 34500,00 Ind/L (**Gráfica 101**). Al parecer las condiciones ambientales y factores fisicoquímicas del agua mantienen las mismas características en la ciénaga de ahí este comportamiento.



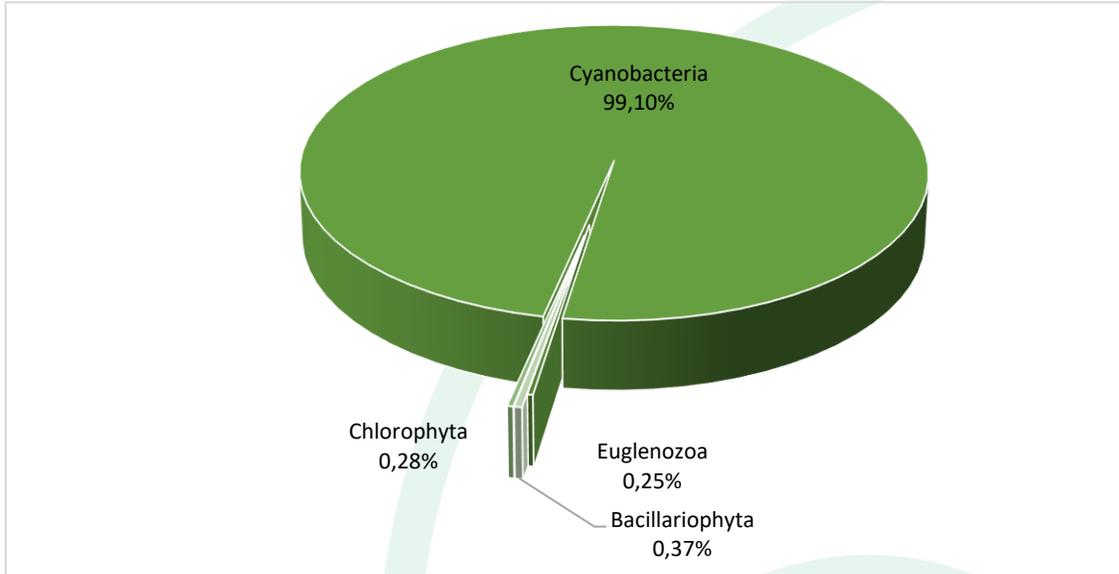


Gráfica 101. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Luruaco.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las cianobacterias en la ciénaga de Luruaco agruparon la mayor densidad con el 99,01 % de la densidad total mientras que los otros phylum Bacillariophyta, Chlorophytas y Euglenozoa aportaron menos del 1% de la densidad total (**Gráfica 102**).

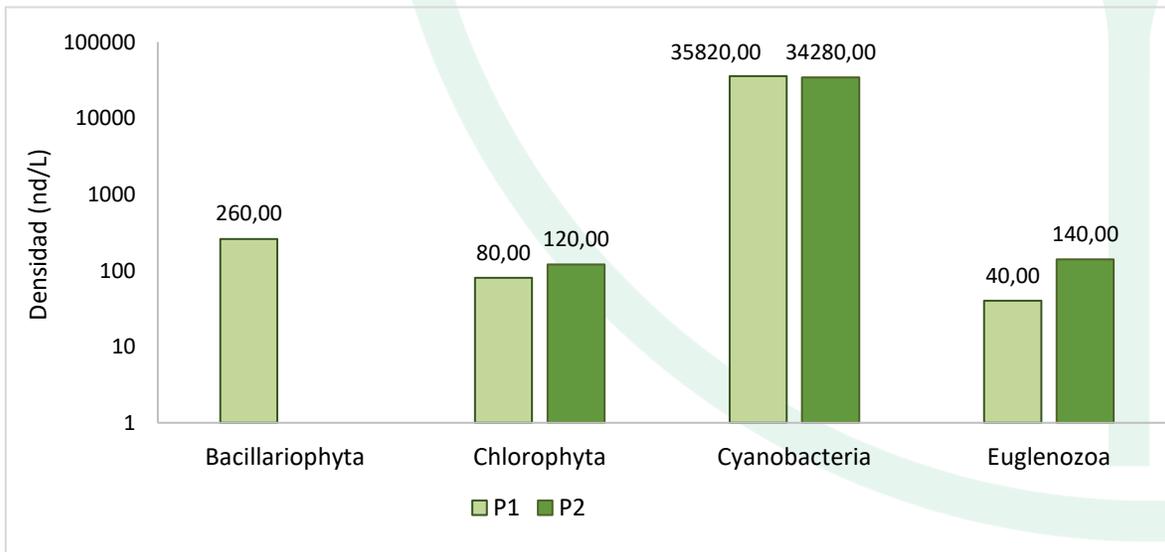




Gráfica 102. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton en la densidad total en la ciénaga de Luruaco.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las densidades de los diferentes phyla del fitoplancton en los puntos de muestreo de la ciénaga registraron valores muy similares a excepción de P1 donde solo hubo presencia de las Bacillariophytas (**Gráfica 103**).



Gráfica 103. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Luruaco.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



Los índices ecológicos evaluados en la ciénaga muestra un ensamblaje caracterizado por tener valores similares en los índices para los puntos de muestreo, la diversidad fue baja oscilando entre 1,06 (P2) y 1,12 (P1) valores relacionados con una baja riqueza de especies y valores bajos de riqueza de Margalef, la distribución de abundancia fue heterogénea donde tres morfoespecies agruparon las mayores densidades el cual se vio reflejado con valores medios de dominancia que oscilaron entre 0,36 (P1) y 0,39 (P2) **Tabla 169**

Tabla 169. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga de Luruaco.

Indíces	P1	P2
Taxa_S	9	8
Individuals	36200	34500
Margalef	0,76	0,67
Equitability_J	0,51	0,51
Shannon_H	1,12	1,06
Dominance_D	0,36	0,39

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.2.1.2 Zooplancton

En la ciénaga de Luruaco, la comunidad de zooplancton estuvo representada por doce (12) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phylum, cinco (5) clases e igual número de órdenes y seis (6) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 170**.

Tabla 170. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga de Luruaco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Sida</i> sp
	Maxillopoda	Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1
				Cyclopoida morfo 2
				Larva Nauplio Cyclopoida
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
Rotífera	Bdelloidea	-	Philodinidae	<i>Philodina</i> sp
	Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp
		Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i> sp
			Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>
				<i>Brachionus havanaensis</i>
				<i>Brachionus</i> sp5
<i>Keratella americana</i>				
3	5	5	6	12

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



La morfoespecie más abundante para P1 fueron Larva nauplio de Cyclopoida con 325,00 Ind/L seguido de *Brachionus havanaensis* con 321,67 Ind/L representando el 19,60% y 19,40% respectivamente, las menos densa fue *Arcella discoides* con 1,67 Ind/L. En cuanto a P2 la morfoespecie *Brachionus angularis* fue la más densa con 2640,00 Ind/L representando el 56,90%, la menos densa fue *Sida* sp con 2,67 Ind/L (**Tabla 171**). Los copépodos Larva Nauplio de Cyclopoida habitan en agua dulce, son importantes en la estructuración de las comunidades zooplanctónicas con respecto a la dinámica de la población y sus aspectos tróficos, dado que, en las primeras fases, los organismos pueden ocupar nichos tróficos diferentes de las de los adultos según afirma Paggi y José de Paggi (1990). Los rotíferos del género *Brachionus* se consideran tolerantes a ciertas concentraciones de contaminantes, así como a diversos factores ecológicos (Sládecek, 1983).

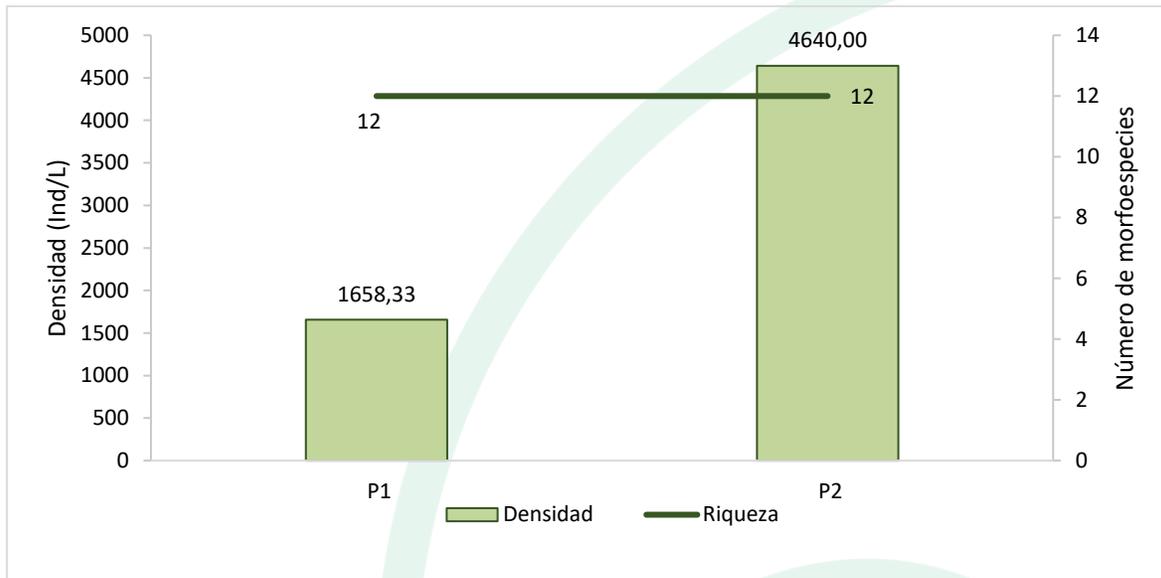
Tabla 171. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga de Luruaco

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Arcella discoides</i>	1,67	5,33	0,10	0,11
<i>Asplanchna</i> sp	96,67	120,00	5,83	2,59
<i>Brachionus angularis</i>	138,33	2640,00	8,34	56,90
<i>Brachionus havanaensis</i>	321,67	434,67	19,40	9,37
<i>Brachionus</i> sp5	28,33	34,67	1,71	0,75
Cyclopoida morfo 1	476,67	674,67	28,74	14,54
Cyclopoida morfo 2	75,00	157,33	4,52	3,39
<i>Filinia</i> sp	55,00	66,67	3,32	1,44
<i>Keratella americana</i>	80,00	53,33	4,82	1,15
Larva Nauplio Cyclopoida	325,00	389,33	19,60	8,39
<i>Philodina</i> sp	53,33	61,33	3,22	1,32
<i>Sida</i> sp	6,67	2,67	0,40	0,06
Total	1658,33	4640,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

El área de monitoreo contó con un total de 6298,33 Ind/L siendo el P2 el de mayor densidad con 4646,00 Ind/L y el P1 menos denso con 1658,33 Ind/L. En cuanto a la riqueza para los dos puntos se presentaron 12 morfoespecies (**Gráfica 104**).



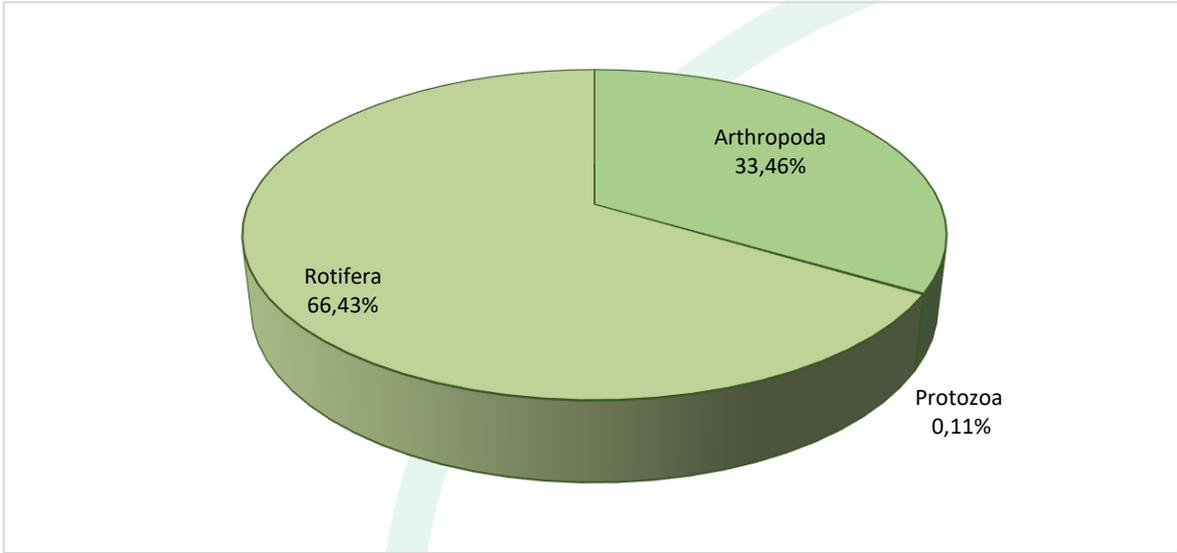


Gráfica 104. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Luruaco

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En cuanto a la contribución porcentual Rotífera es el de mayor aporte con el 66,43% del total de las densidades, seguido de Arthropoda 33,46% y por último Protozoa con 0,11% (**Gráfica 105**). Matsumura-Tundisi *et al.* (2005) mencionan que el zooplancton posee una relación directa con el grado de eutrofización, así se suelen hallar registros mayores en ambientes acuáticos eutrofizados, que ofrecen mayor diversidad de recursos permitiendo a los organismos que allí habitan una mayor especialización sobre los nichos ecológicos, reduciéndose la competencia e incrementando la diversidad.

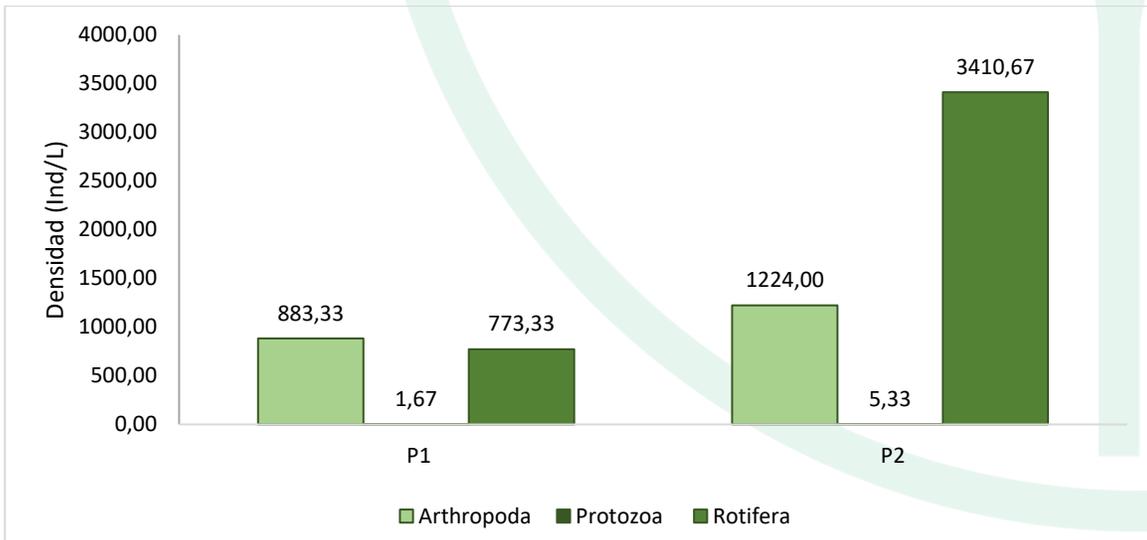




Gráfica 105. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Luruaco

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En los dos puntos de monitoreo se reportaron los tres phylum. Para el P1 Arthropoda fue el phylum con mayor densidad con 883,33 Ind/L y el menos representativo fue Protozoa con 1,67 Ind/L, en cuanto a P2 Rotifera fue el phylum de mayor densidad con 3410,67 Ind/L y al igual que en P1 Protozoa la menor densidad con 5,33 Ind/L (**Gráfica 106**).



Gráfica 106. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en la ciénaga Luruaco

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



El índice de Shannon-Wiener reportó valores inferiores a 2, indicando contaminación severa según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas. El índice de equidad obtuvo un valor moderado en P1 y baja en P2 influenciada por las densidades de *Brachionus angularis*, que fueron superiores a las de las demás morfoespecies zooplanctónicas. La dominancia de Simpson (Dominance_D) fue moderada y congruente con los valores de equidad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2) (**Tabla 172**).

Tabla 172. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga Luruaco.

Índice	P1	P2
Taxa_S	12	12
Individuals	995	1740
Dominance_D	0,17	0,36
Shannon_H	1,97	1,45
Margalef	1,59	1,47
Equitability_J	0,79	0,58

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.2.1.3 Perifiton

El fitoperifiton en la ciénaga de Luruaco estuvo representados por siete (7) morfoespecies distribuidas en tres (3) divisiones, igual número clases, siete (7) órdenes y familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra reportada en la **Tabla 173**. Siendo las diatomeas las más ricas a nivel de morfoespecies (cinco 5) con un 71,43% del total, seguida por las clorofitas y cianofitas con un taxon cada una para el 14,29%.

Tabla 173. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga de Luruaco.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Filamentosa 2</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp1</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp1</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp3</i>



Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp</i>
3	3	7	7	7

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las diatomeas aportaron 2524,92 Ind/cm² en P1 y 11268,57 Ind/cm² en P2 que constituyeron del 37,5 al 3805% de la densidad respectivamente, la morfoespecie *Navicula sp1* se presentó con la mayor abundancia de esta división representando del 12,69 al 17,99% de la densidad total por punto como se consigna en la **Tabla 174**. Según Bellinger & Sigeo (2010) *Navicula* es un género que puede habitar variabilidad de sistemas acuáticos, sin embargo, se considera tolerante aquellos con moderado a alto contenido de nutrientes.

Las clorofitas exclusiva de P2 estuvieron representadas por el alga filamentosa *Oedogonium sp* un género que típicamente crece asociado a la vegetación en estanques, lagos y ríos y cuyos individuos son buenos competidores por la luz y el espacio y están adaptados a concentraciones elevadas de nutrientes (Fernández 2005).

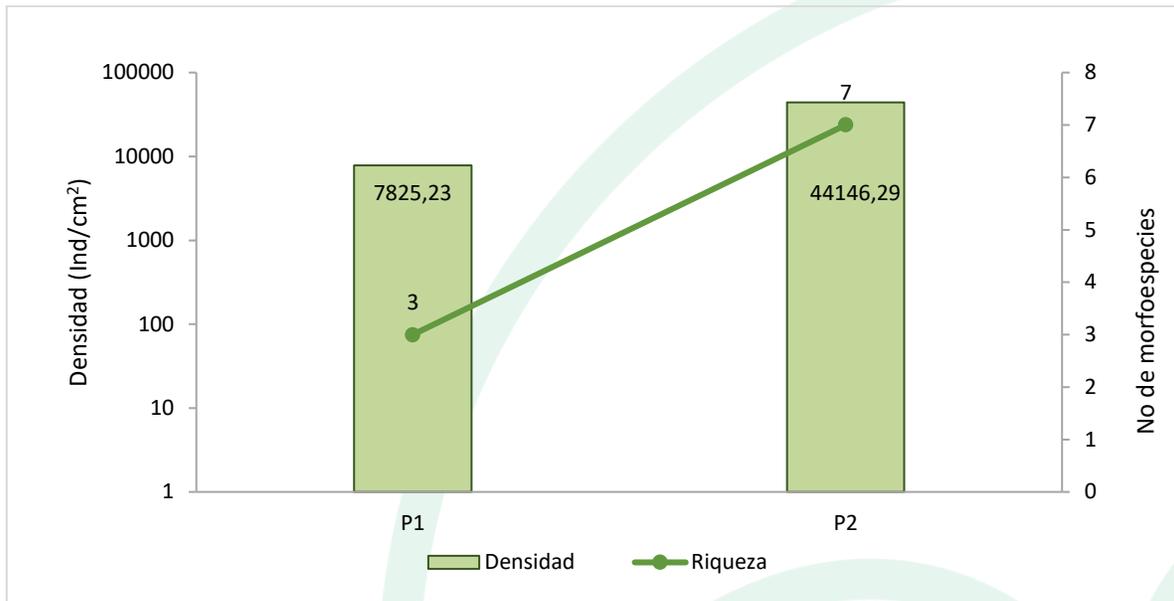
Tabla 174. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Luruaco.

Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Filamentosa 2</i>	5300,31	32712,00	67,73	74,10
<i>Nitzschia sp1</i>	1116,92	1822,86	14,27	4,13
<i>Cymbella sp</i>	0,00	430,86	0,00	0,98
<i>Navicula sp1</i>	1408,00	5601,14	17,99	12,69
<i>Synedra sp1</i>	0,00	198,86	0,00	0,45
<i>Eunotia sp3</i>	0,00	3214,86	0,00	7,28
<i>Oedogonium sp</i>	0,00	165,71	0,00	0,38
Total	7825,23	44146,29	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El perifiton de la ciénaga, a nivel espacial (**Gráfica 107**) se destacó por presentar un comportamiento similar entre los atributos densidad y riqueza, reportando en P1 la menor abundancia con 7825,23 Ind/cm² y riqueza con tres taxa, mientras en P2 fueron 44146,29 Ind/cm² en siete morfoespecies. Estas diferencias pueden asociarse a las características del sustrato y a la dinámica física del entorno (Stevenson et al., 1996) especialmente la disponibilidad de la luz, de nutrientes y la herbivoría.



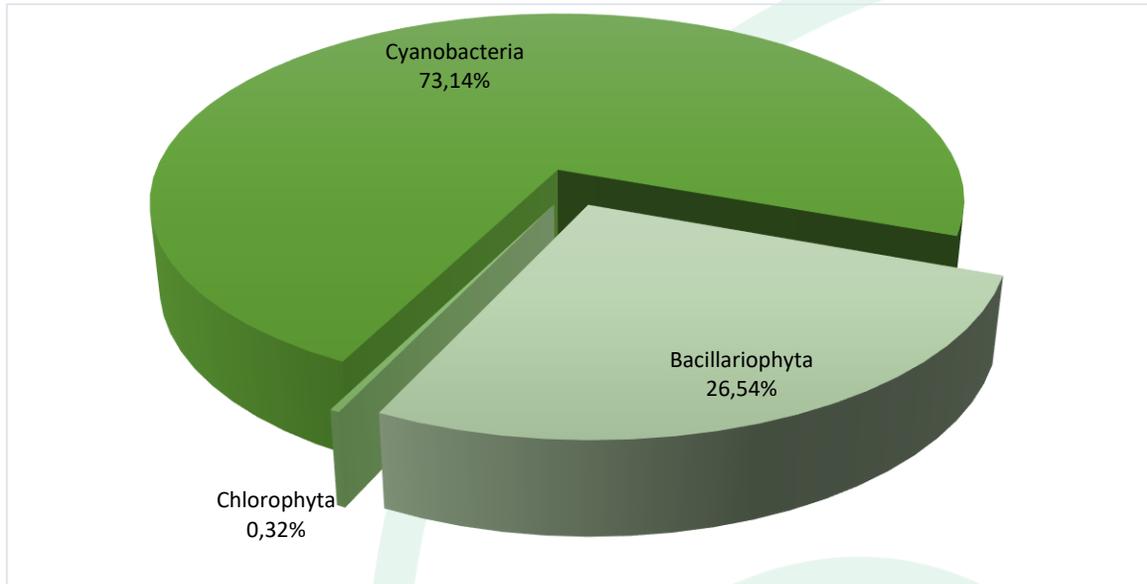


Gráfica 107. Densidad (Ind/cm²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga de Luruaco.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La ciénaga reportó una densidad total de 51971,52 Ind/cm² de los cuales el 73,14% fueron algas verde-azules (**Gráfica 108**), específicamente una *Oscillatoriaceae* sin identificar esta dominancia puede atribuirse a su capacidad de adherencia, debido a la producción de mucílago en géneros como *Lyngbya*, y *Phormidium* y algunas especies del género *Oscillatoria*. Algunas cianobacterias son capaces de almacenar fósforo intracelularmente y de producir fosfatasa para asimilarlo a partir de compuestos orgánicos (Carey *et al.*, 2012; Huisman, *et al.*, 2018 En Salomón, Rivera-Rondón & Zapata, 2020). lo que favorece el aumento de la densidad de ese grupo, incluso, en aguas altas, cuando la concentración de fósforo disminuye (Montoya y Aguirre, 2013).



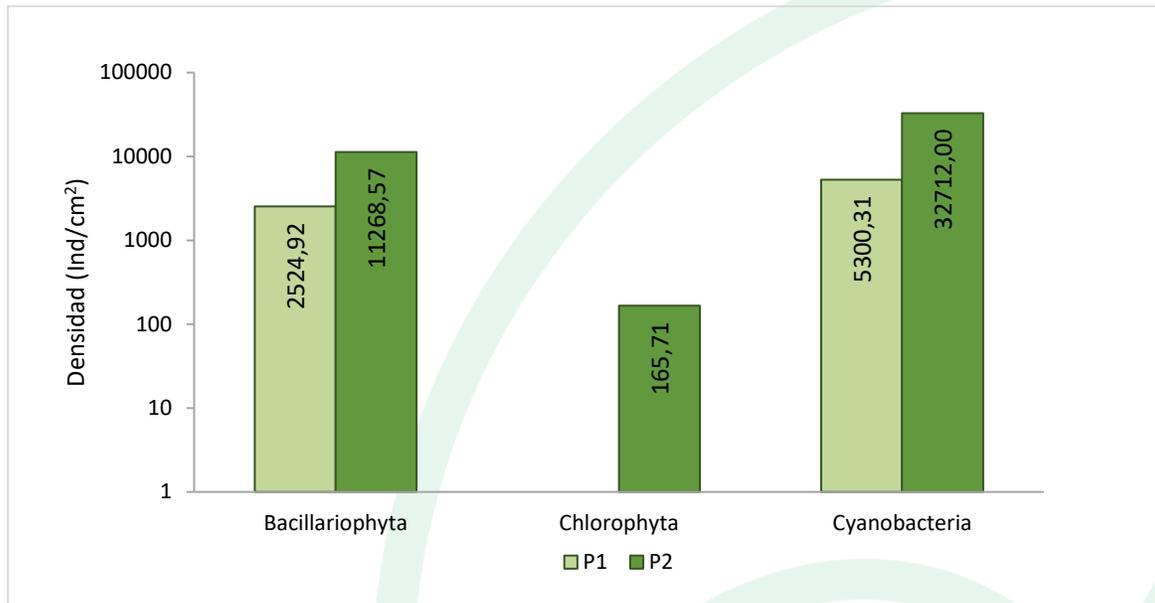


Gráfica 108. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Luruaco.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Cabe mencionar que, aunque existe una diferencia numérica amplia en las densidades por punto, las proporciones en las distribuciones de los individuos por división es afín entre puntos y con las proporciones de la densidad total (**Gráfica 109**). Las cianobacterias consideradas como de amplia distribución dado que se encuentran en variados climas y estados tróficos (Rodríguez *et al.*, 2008) con 5300,31 Ind/cm² y constituyeron entre el 67,73 y 74,10 % de los individuos para los puntos P1 y P2 representados por *Filamentosa 2*, la que simplemente se asocian al sustrato por el entrelazamiento de sus talos con ayuda de la vaina mucilaginosa (Cavati & Fernández 2008).





Gráfica 109. Contribución de las phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Luruaco.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en P1 fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos. Sin embargo, se puede señalar que el punto P1 se caracterizó por predominio de la Oscillatoriaceae filamentosa acompañada por diatomeas de tolerancia a condiciones ambientales poco favorables como fueron *Navicula* sp1 y *Nitzschia* sp1.

A nivel estructural, en el punto de monitoreo P2 se identificó una comunidad perifítica, con baja riqueza de Margalef ($d = 0,56$), distribución poco homogénea de las abundancias entre las morfoespecies ($J' = 0,46$) y por tanto predominio moderado ($D = 0,57$), atributos que se explican porque la morfoespecie más abundante Filamentosa 2 aportó el 74,10% del total de los individuos, y junto a *Navicula* sp1 concentraron el 86,79 % del total (Tabla 175). Es de mencionar las taxa reportadas pertenecen a géneros que pueden prevalecer en ambientes con alto contenido de nutrientes y materia orgánica.



Tabla 175. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga de Luruaco.

Índices	P2
Taxa_S	7,00
Individuals	44146,29
Dominance_D	0,57
Shannon_H	0,90
Margalef	0,56
Eqitability_J	0,46

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.2.1.4 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco estuvieron representados por tres (3) morfoespecies distribuidas en una (1) división, una (1) clase, dos (2) órdenes y tres (3) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 176**.

Tabla 176. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Luruaco.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanooides tuberculatus</i>
		Architaenioglossa	Hydrobiidae	Hydrobiidae morfo 1
			Ampullaridae	<i>Marisa cornuarietis</i>
1	1	2	3	3

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron Hydrobiidae morfo 1 y *Melanooides tuberculatus* con 266,67 Ind/m² y 1411, 11 Ind/m² en P1 y P2 respectivamente. Sólo estas dos morfoespecies representaron el 80,00% y 99,22% de la abundancia relativa de los puntos de monitoreo (**Tabla 177**

). La familia Hydrobiidae, puede habitar aguas bicarbonatadas cálcicas y estar asociada a macrófitas acuáticas, así como también a la bioderma que cubre el sustrato rocoso. Pueden soportar un pH neutro a ligeramente ácido (López-Armengol, 1985).

M. tuberculatus muestra una gran adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas, pero su establecimiento exitoso se asocia frecuentemente con ambientes eutróficos según lo señalan Martins-Silva y Barros (2001) y se le ha registrado incluso en cuerpos de agua contaminados por



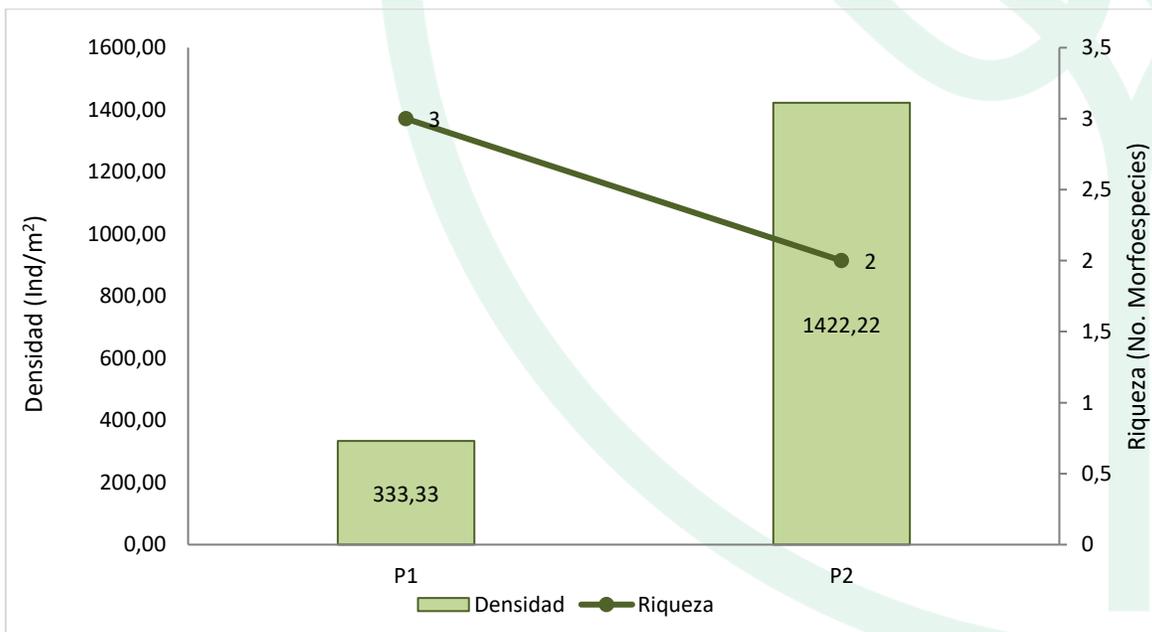
grandes cantidades de excrementos humanos y animales, así como en aguas residuales domésticas (Ndifon y Ukoli, 1989).

Tabla 177. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Melanooides tuberculatus</i>	44,44	1411,11	13,33	99,22
Hydrobiidae morfo 1	266,67	0,00	80,00	0,00
<i>Marisa cornuarietis</i>	22,22	11,11	6,67	0,78
Total	333,33	1422,22	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La densidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco fue alta y su valor máximo estuvo asociado con el punto de monitoreo P2, el cual registró 1422,22 Ind/m². La riqueza no presentó mayor variación a nivel espacial y su valor más alto se observó en P1, el cual obtuvo tres morfoespecies (**Gráfica 110**). Las diferencias observadas entre las densidades de los puntos monitoreados se encuentran explicada por el aporte diferencial de la morfoespecie *M. tuberculatus*, los cuales fueron muy superiores en P2.

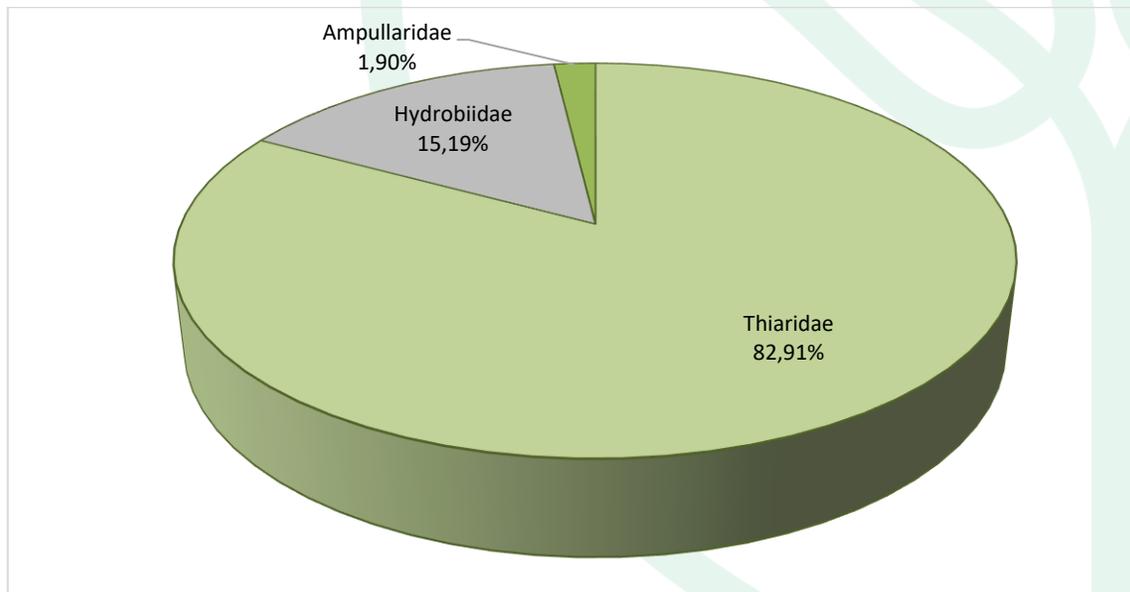


Gráfica 110. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Todas las morfoespecies observadas estuvieron vinculadas al phylum Mollusca, del cual la familia Thiaridae fue la más representativa, ya que contó con el 82,91% del valor de la densidad total, seguida de Hydrobiidae (15,19%) y Ampullaridae (1,90%) (**Gráfica 111**). Esta particular dominancia de Mollusca en la ciénaga se debe a que son ambientes cuya tendencia a la colmatación es bastante común y como consecuencia de ello existe una mayor cantidad de materia orgánica tanto en la columna agua como en el sedimento, que sirve de ítem alimenticio para los moluscos, al ser estos en su mayoría de hábitos detritívoros. Particularmente los de la familia Thiaridae, son resistentes a cargas orgánicas elevadas y frecuentan ambientes receptores de descargas domésticas (Pointer, 2004), junto con la familia Ampullariidae revisten gran importancia desde el punto de vista médico por actuar como controladores biológicos de algunas de estas especies hospederas (Pointer, 2004). En cuanto a la familia Hydrobiidae, comprende especies de talla media a pequeña, operculados y principalmente de agua dulce o salobre (Thompson, 2004), por lo general se asocian con aguas ricas en carbonato de calcio y materia orgánica (Roldán y Ramírez, 2008).



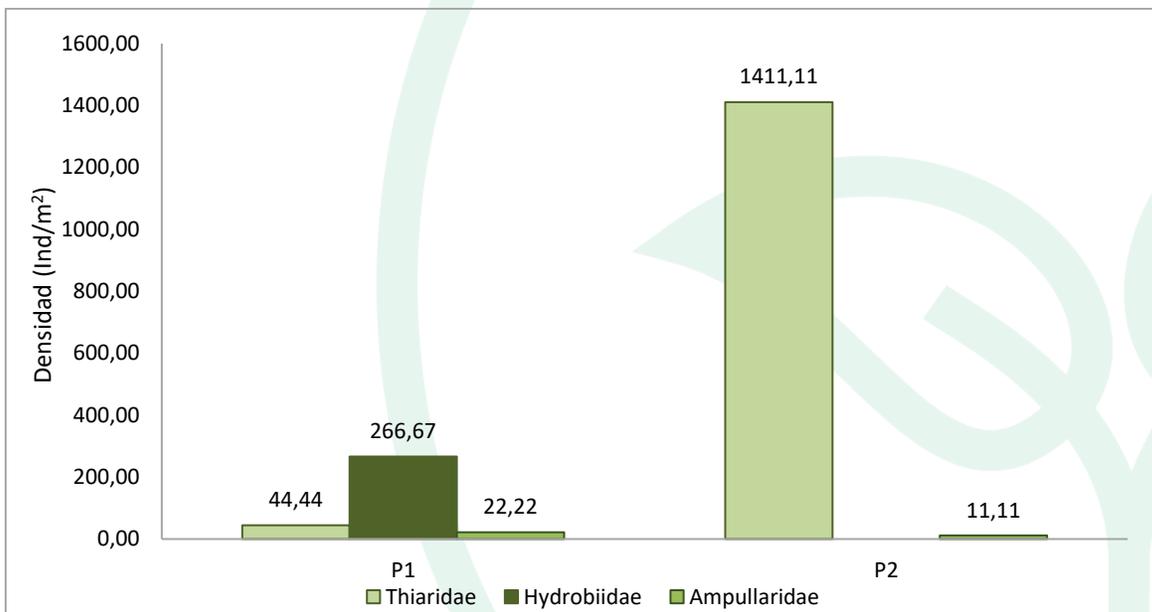
Gráfica 111. Contribución porcentual de las familias de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Luruaco.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

A nivel espacial, las densidades estuvieron dominadas por la familia Thiaridae, la cual estuvo mejor representada en P2, donde registró 1411,11 Ind/m²; en cuanto a Hydrobiidae estuvo relacionada



únicamente con P1 con 266,67 Ind/m². Ampullaridae realizó aportes bajos y fue más representativa en P1, donde se observaron 22,22 Ind/m² (**Gráfica 112**). Esta variación espacial de la composición de macroinvertebrados se relaciona con los mecanismos de competencia de cada una de las morfoespecies, ya que *M. tuberculatus* tiene una alta capacidad de agregación y tiende a desplazar otras especies de Molusca, de tal manera que las reducciones en las densidades de Hydrobiidae y Ampullaridae en el punto P2, donde esta especie alcanzó su máximo atiende a la competencia biológica de la misma por espacio y recursos tróficos.



Gráfica 112. Contribución de las familias de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Luruaco.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga de Luruaco fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.



5.2.1.5 Macrófitas

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

5.2.1.6 Peces

La comunidad íctica en la ciénaga de Luruaco estuvo conformada por cinco (5) especies, las cuales pertenecen al phylum Chordata y la clase Actinopterygii. Además, pertenecen taxonómicamente a cuatro (4) órdenes y el mismo número de familias (**Tabla 178**). El orden y la familia Cichliformes y Cichlidae, respectivamente, tuvieron la mayor representación en términos de riqueza, al ser el único con dos (2) especies reportadas.

Tabla 178. Clasificación taxonómica de la ictiofauna reportada en la ciénaga de Luruaco.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	<i>Roeboides dayi</i>
		Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>
				<i>Caquetaia kraussii</i>
		Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia gillii</i>
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>		
1	1	4	4	5

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Según el “diagnostico ambiental y estrategias de rehabilitación de la Ciénaga de Luruaco” realizado por la CRA y Universidad del Atlántico, en el año 2012, en la ciénaga de Luruaco, se encontraban 8 especies icticas, la abundancia total fue de 993 ejemplares que para ese momento representan el 23,8% de las especies nativas registradas por Ardila (1994). Dichas especies se encontraron agrupadas en cuatro (4) órdenes y cinco (5) familia. Estos resultados difieren en gran medida con los encontrado durante este monitoreo, ya que hay una reducción de especies y de abundancia. En el sistema desaparecieron por completo especies de gran importancia, ecológica y económica como lo es *Prochilodus magdalenae*. Además de otras especies como *Hyphessobrycon proteus*, y *Hyporhamphus unifasciatus*. Los nuevos reportes de *Oreochormis niloticus*, *Mugil liza* y del chivo (*Notarius bonillai*), se dan debido a la siembra de alevines de las mismas, como estrategia de mitigación a la falta de recurso pesquero en el sistema.



En esta laguna, se capturaron en total 146,00 Ind, la cual es una abundancia alta considerando los valores reportados en otros de los sitios estudiados, pero menor a lo reportado por la Universidad del Atlántico. Además, hay diferencias en las especies más abundante, en el 2012 fue *Hyphessobrycon proteus*, mientras que en este trabajo domino *Andinoacara latifrons* (**Tabla 179**).

Tabla 179. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa de la comunidad de peces reportada en la ciénaga de Luruaco.

Morfoespecie	Abundancia (Individuos)			Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	Total	P1	P2
<i>Roeboides dayi</i>	12,00		12,00	15,79	0,00
<i>Andinoacara latifrons</i>	40,00	18,00	58,00	52,63	25,71
<i>Caquetaia kraussii</i>	15,00	30,00	45,00	19,74	42,86
<i>Poecilia gillii</i>	8,00	22,00	30,00	10,53	31,43
<i>Mugil liza</i>	1,00		1,00	1,32	0,00
Total	76,00	70,00	146,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Según lo reportado por Garcia-Alzate (2012), la alta abundancia de especies como *A. pulcher*, *Poecilia sp.* y *C. kraussi* se debe principalmente a que estas son especies indicadoras de ambientes hipereutroficionados, ya que son altamente tolerantes.

La disminución de diversidad íctica en este sistema se debe al deterioro en la calidad del agua, ya que mientras en el 2012, se reportaron valores de oxígeno disuelto y % de saturación de oxígeno mayores a 6,16 O₂mg/ y 88,6 O₂%, respectivamente, así como valores de salinidad de 0,7. En la actualidad los valores de estas variables han cambiado el oxígeno disuelto y la saturación de oxígeno han disminuido, mientras que la salinidad ha aumentado en gran medida, y con ella la conductividad.



5.2.2 Ciénaga San Juan de Tocagua

5.2.2.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Tocagua estuvo constituida por 22 morfoespecies, vinculadas a cuatro (4) divisiones, cinco (5) clases, nueve (9) órdenes y 16 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 180**. La división Cianobacteria agrupo la mayor riqueza en la composición del fitoplancton con el 45,45% de la riqueza total, seguido de las Chlorophytas con el 36,36%, las Euglenozoa y Bacillariophytas aportaron cada uno el 9,09% de la riqueza con dos morfoespecies cada una.

Tabla 180. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Tocagua.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp1</i>
		Oscillatoriales	Coleofasciculaceae	<i>Geitlerinema sp</i>
			Microcoleaceae	<i>Arthrospira sp</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis sp</i>
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Aphanocapsa sp1</i>
				<i>Aphanocapsa sp2</i>
			Gomposphaeriaceae	<i>Gomposphaeria sp</i>
		Synechococcales	Synechococcaceae	<i>Epigloeosphaera sp</i>
Merismopediaceae	<i>Eucapsis sp</i>			
Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya sp</i>			
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp1</i>
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus armatus</i>
				<i>Desmodesmus pectinatus</i>
				<i>Scenedesmus acunae</i>
				<i>Scenedesmus arcuatus</i>
			Monoraphidium sp1	
Radiococcaceae	<i>Gloeocystis sp1</i>			
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp1</i>
			Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp1</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>
				<i>Euglena sp2</i>
5	5	9	16	22

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



En P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Cylindrospermopsis sp* y *Nitzschia sp1* con 161100,00 Ind/L y 83180,00 Ind/L respectivamente; mientras que en P2 la más representativa fueron *Geitlerinema sp* y *Cylindrospermopsis sp* con 66220,00 Ind/L y 56340,00 Ind/L respectivamente (**Tabla 181**).

Tabla 181. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Tocagua.

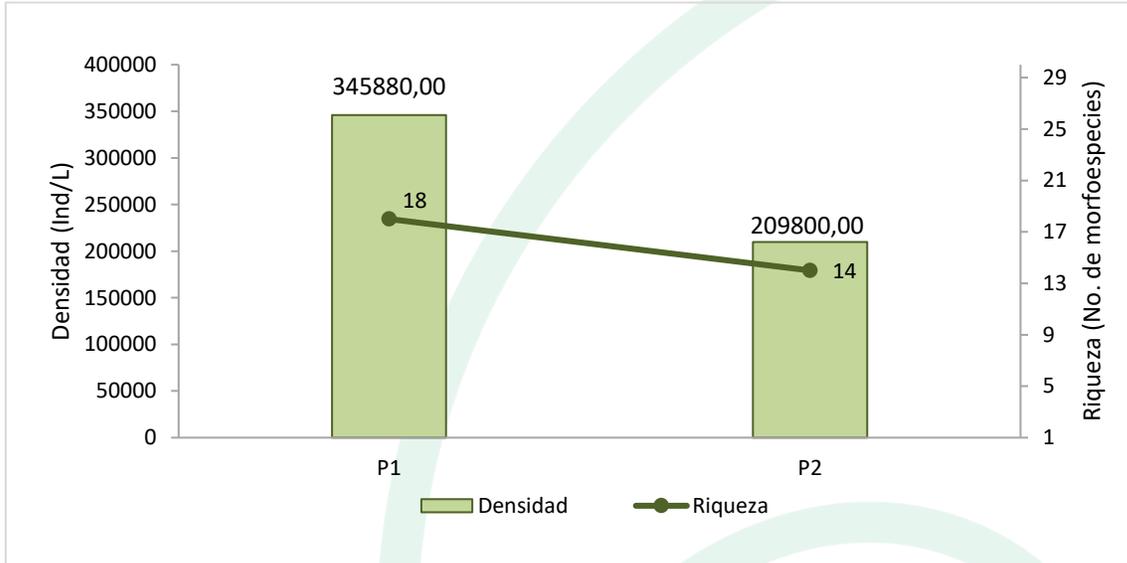
Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Anabaena sp1</i>	0,00	60,00	0,00	0,03
<i>Geitlerinema sp</i>	8500,00	66220,00	2,46	31,56
<i>Arthrospira sp</i>	40,00	0,00	0,01	0,00
<i>Cylindrospermopsis sp</i>	161000,00	56340,00	46,55	26,85
<i>Aphanocapsa sp1</i>	340,00	0,00	0,10	0,00
<i>Aphanocapsa sp2</i>	60,00	60,00	0,02	0,03
<i>Gomphosphaeria sp</i>	160,00	0,00	0,05	0,00
<i>Epigloeosphaera sp</i>	60,00	0,00	0,02	0,00
<i>Eucapsis sp</i>	120,00	0,00	0,03	0,00
<i>Leptolyngbya sp</i>	77460,00	52260,00	22,40	24,91
<i>Nitzschia sp1</i>	83180,00	32700,00	24,05	15,59
<i>Melosira sp1</i>	40,00	0,00	0,01	0,00
<i>Desmodesmus armatus</i>	0,00	60,00	0,00	0,03
<i>Desmodesmus pectinatus</i>	220,00	320,00	0,06	0,15
<i>Scenedesmus acunae</i>	100,00	240,00	0,03	0,11
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	0,00	80,00	0,00	0,04
<i>Monoraphidium sp1</i>	14280,00	240,00	4,13	0,11
<i>Gloeocystis sp1</i>	120,00	1020,00	0,03	0,49
<i>Oocystis sp1</i>	80,00	140,00	0,02	0,07
<i>Actinastrum sp1</i>	0,00	60,00	0,00	0,03
<i>Euglena sp1</i>	40,00	0,00	0,01	0,00
<i>Euglena sp2</i>	80,00	0,00	0,02	0,00
Total	345880,00	209800,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

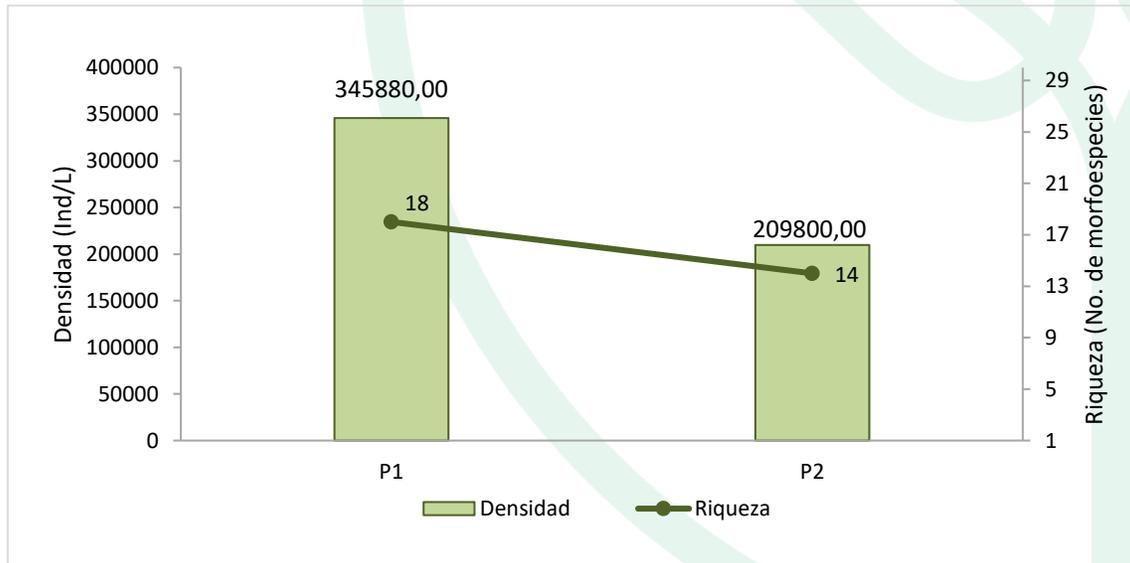
La densidad del fitoplancton en los puntos de muestreo en la ciénaga de Tocagua fluctuó entre 345880,00 Ind/l (P1) y 209800,00 Ind/L en el punto de monitoreo P2; la riqueza obtuvo variación a nivel espacial, que paso de 18 morfoespecies en el punto P1 a 14 morfoespecies donde hubo una disminución de las morfoespecies pertenecientes a las Cianobacterias y se destaca la presencia de



morfoespecies de las Euglenozoa solo para P1 (



Gráfica 113).



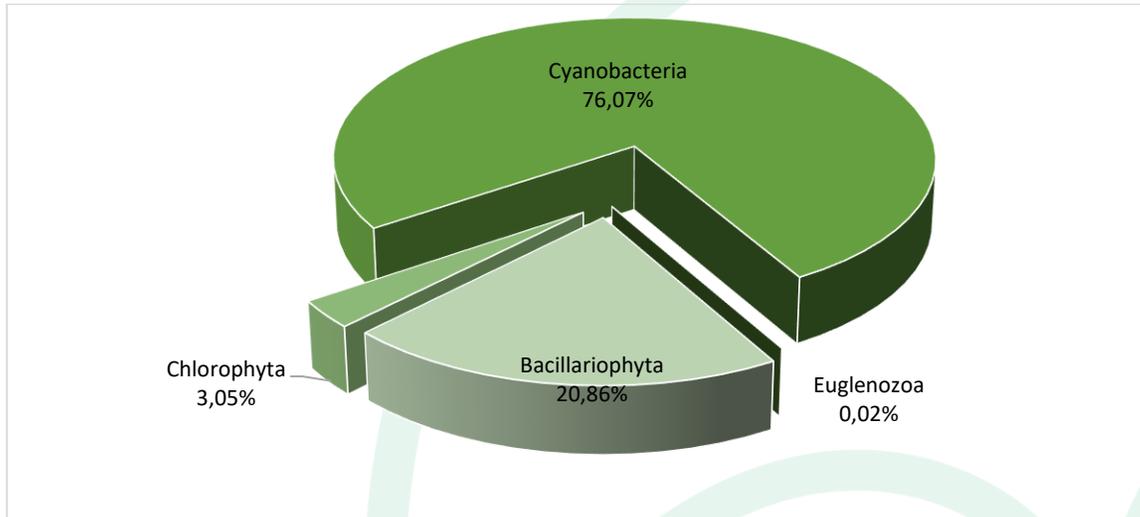
Gráfica 113. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Tocagua.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El phyla Cyanobacteria fue la más representativa en términos de densidad, ya que contó con el 76,707% de la densidad total, mientras que las Bacillariophytas aportaron el 20,86% restante



(Gráfica 114). Las Chlorophytas y Euglenozoa aportaron cantidades bajas a la densidad con el 3,05% y 0,02% respectivamente

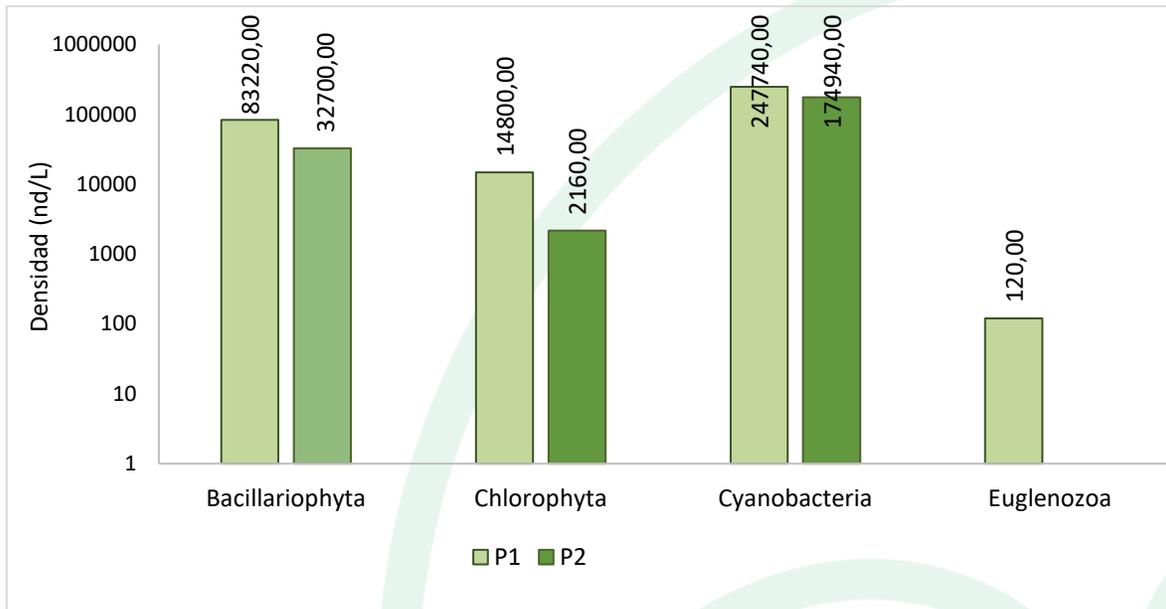


Gráfica 114. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de Tocagua.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

A nivel espacial, Cyanobacteria continuó con su patrón de dominancia en los puntos de muestreo, estando mejor representada en P1 con 247740,00 Ind/L el cual corresponde al 71,62% de la densidad total para el punto de muestreo; en el punto 2 tuvo la misma tendencia con un aporte superior al 83% con 209800,00 Ind/L (Gráfica 115). Tenemos que en P1 solo hubo presencia de las Euglenozoa con 120,00 Ind/L.





Gráfica 115. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Tocagua.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En la ciénaga los índices ecológicos evaluados (**Tabla 182**) para la comunidad fitoplanctónica muestra un ensamblaje caracterizado por tener valores bajos de diversidad de Shannon en los puntos de muestreo variando entre 1,29 en P1 y 1,42 en P2, estos puntos registraron un número bajo de riqueza y altas densidades, la equidad mostró valores medios el cual oscilaron entre J' : 0,45 (P1) y J' : 0,54 (P2) esto a consecuencia de la distribución de las abundancias de algunas morfoespecies fueron mayores el cual se corroboran con los valores de dominancia que oscilaron entre 0,33 (P1) y 0,26 (P2) atribuidas a las abundancias de las morfoespecies *Cylindrospermopsis sp* (P1) y *Geitlerinema sp* (P2) .



Tabla 182. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de fitoplancton en la ciénaga Tocagua.

Índices	P1	P2
Taxa_S	18	14
Individuals	345880	209800
Margalef	1,33	1,06
Equitability_J	0,45	0,54
Shannon_H	1,29	1,42
Dominance_D	0,33	0,26

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.2.2.2 Zooplancton

En la ciénaga de Tocagua, la comunidad de zooplancton estuvo representada por cuatro (4) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phylum e igual número de clases, tres (3) órdenes y dos (2) familias, y cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada (**Tabla 183**).

Tabla 183. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Tocagua

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1
				Larva Nauplio Cyclopoida
Rotifera	Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp</i>
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>
2	2	3	2	4

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La morfoespecie con mayor densidad en P1 fue *Brachionus calyciflorus* con 23,00 Ind/L representando el 37,70% y la menos densa fue Cyclopoida morfo 1 con 3,00Ind/L. Para P2 la morfoespecie con mayor densidad fue Larva nauplio Cyclopoida 130,00 Ind/L representando el 64,68% y las menos densa fueron *Brachionus calyciflorus* y Cyclopoida morfo 1 con 20,00 Ind/L representando el 9,95% cada una (**Tabla 184**).

Tabla 184. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Tocagua

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Brachionus calyciflorus</i>	23,00	20,00	37,70	9,95
Cyclopoida morfo 1	3,00	20,00	4,92	9,95
<i>Filinia sp</i>	18,00	31,00	29,51	15,42



Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
Larva Nauplio Cyclopoida	17,00	130,00	27,87	64,68
Total	61,00	201,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Se reportaron un total de 262,00 Ind/L en el área de estudio. El punto con mayor densidad fue P2 reportando 201,00 Ind/L y P1 por su parte reportó 61,00 Ind/L. En cuanto a la riqueza en los dos puntos se reportó el mismo número de morfoespecies (4) (**Gráfica 116**). Comunidades zooplanctónicas con estructuras pobres son propias de ambientes con baja concentración de nutrientes. Según Matsumura-Tundisi *et al.* (1990) el zooplancton posee una relación directa con el grado de eutrofización, así se suelen hallar registros mayores en ambientes acuáticos eutrofizados, que ofrecen mayor diversidad de recursos permitiendo a los organismos que allí habitan una mayor especialización sobre los nichos ecológicos, reduciéndose la competencia e incrementando la diversidad. Otro de los factores que podría condicionar una baja densidad zooplanctónica, es el efecto de dilución por la entrada directa de agua, el efecto local de las precipitaciones y la menor transparencia del agua del sistema por efectos de remoción.

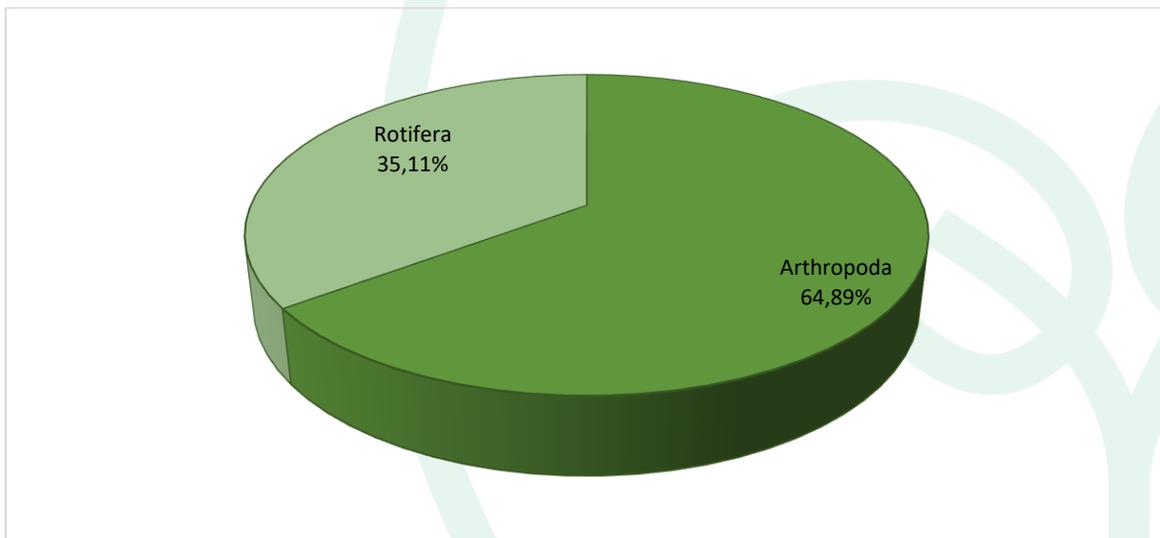


Gráfica 116. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Tocagua

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



En cuanto a la distribución porcentual de la densidad Arthropoda representó 64,89% del total de las densidades el restante estuvo representado por Rotífera con 35,11% (**Gráfica 117**). En cuanto a la distribución del zooplancton, Ricklefs (1990) sugiere que los arreglos comunitarios no son consecuencia del azar, sino que existen mecanismos que actúan sobre los ecosistemas, produciendo patrones u ordenamientos particulares. En este sentido, podemos decir que entre los puntos de muestreo existe un diferencial entre las condiciones fisicoquímicas y de recursos tróficos que favorecen el establecimiento y desarrollo de ciertos grupos zooplanctónicos, es el caso de los artrópodos en el presente estudio.



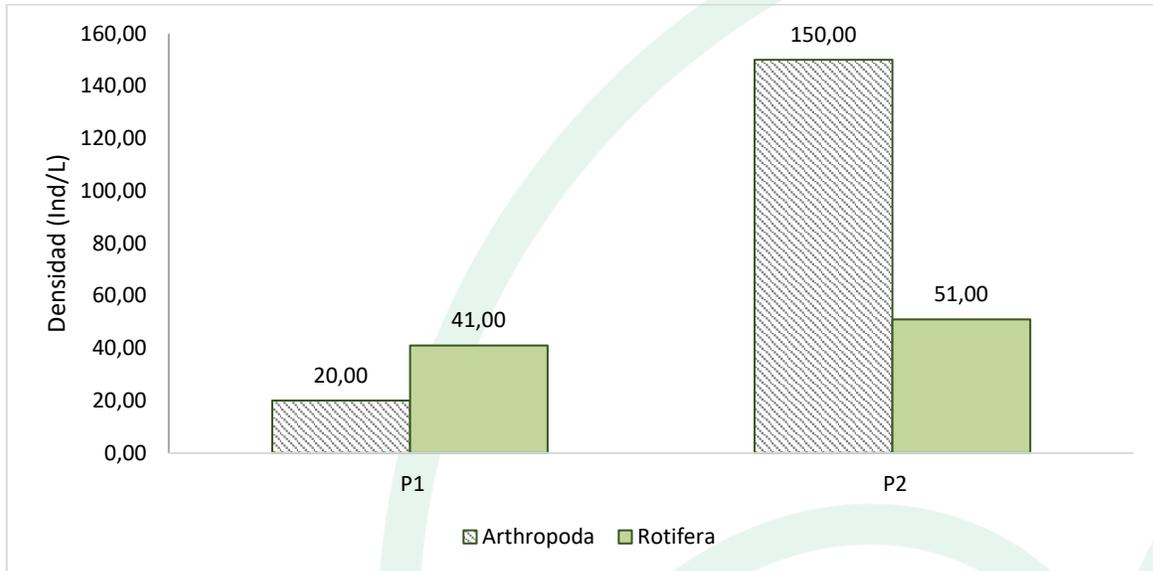
Gráfica 117. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Tocagua

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En los dos puntos de monitoreo se reportaron los dos phylum presentes en el área de estudio. Para el caso de P1 Rotífera fue el que presentó la mayor densidad con 41,00 Ind/L, lo contrario sucedió en P2 en donde Arthropoda fue el de mayor densidad con 150,00 Ind/L (**Gráfica 118**).

Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga de Tocagua fue inferior a cuatro (4) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.





Gráfica 118. Contribución a la densidad total de los phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Tocagua

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.2.2.3 Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga de Tocagua estuvo representada por siete (7) morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, igual cantidad de clases, seis (6) órdenes y familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra en listada en la **Tabla 185**. Con respecto a la riqueza de taxones, las Bacillariophyta y Chlorophyta con igual cantidad de taxa (tres) fueron de mayor representatividad, lo que significó el 85,71% del total registrado, El tercer phyla fueron las Cyanobacterias con un representante de Oscillatoraceae.

Tabla 185. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga de Tocagua.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Filamentosa 2</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp1</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp2</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp3</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp</i>
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp4</i>
				<i>Scenedesmus sp5</i>



3	3	6	6	7
---	---	---	---	---

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En cuanto a la abundancia relativa, en la **Tabla 186** se puede observar para los dos puntos monitoreados que más del 98, 5% de los individuos se concentran en las *Filamentosa 2* y *Nitzschia* sp1. Mostrando una distribución heterogénea en las abundancias de las especies que explica el bajo valor del índice de Pielou ($J = 0,38 - 0,43$) atribuible a la tolerancia fisiológica de cada especie ante múltiples factores ambientales producto de su evolución (Wiens & Graham, 2005). que limitan la distribución uniforme de los taxones (Roldán, 1999). Resultando también el predominio de especies adaptadas, que, en el caso de análisis, se representa en un valor del índice de dominancia moderada ($D = 0,52 - 0,53$).

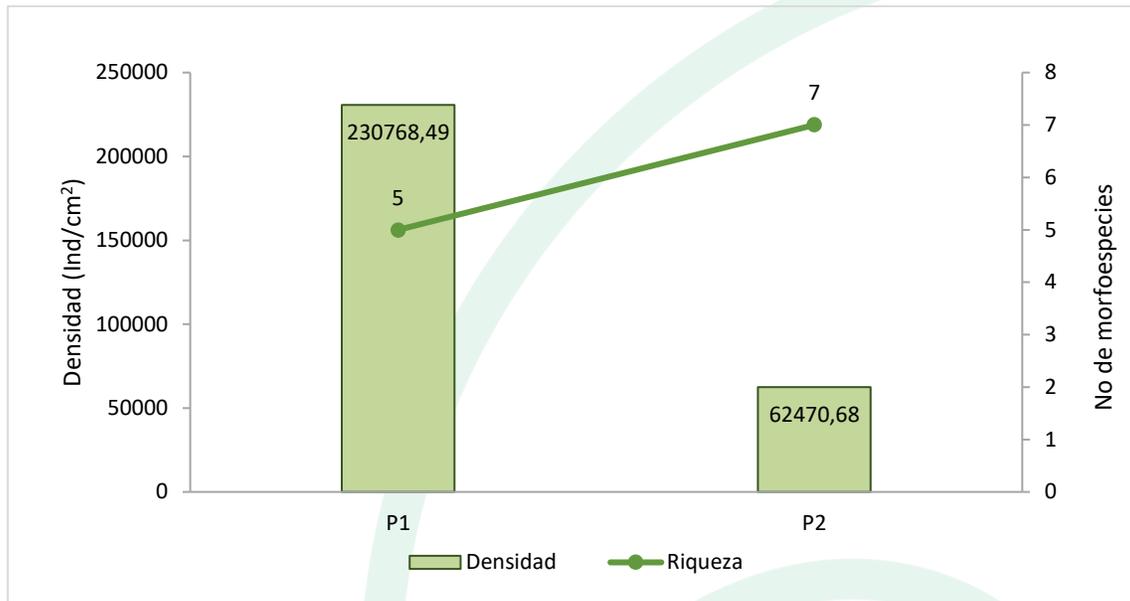
Tabla 186. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Tocagua.

Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Filamentosa 2</i>	142733,79	38737,55	61,85	62,01
<i>Nitzschia</i> sp1	87174,43	22968,57	37,78	36,77
<i>Navicula</i> sp2	573,52	414,14	0,25	0,66
<i>Eunotia</i> sp3	0,00	31,86	0,00	0,05
<i>Oedogonium</i> sp	71,69	31,86	0,03	0,05
<i>Scenedesmus</i> sp4	215,07	95,57	0,09	0,15
<i>Scenedesmus</i> sp5	0,00	191,14	0,00	0,31
Total	230768,49	62470,68	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

El perifiton en la ciénaga de Tocagua reportó una relación inversa entre la riqueza específica y la densidad taxa (**Gráfica 119**), el mayor número de individuos se presentó en P1 con 230768,49 Ind/cm² que fueron distribuidos en cinco taxa, en tanto, en P2 fueron 62470,68 Ind/cm² repartidos en 7 taxa la alta densidad de algas, se debe probablemente al efecto combinado factores bióticos y abióticos como intensidad de luz, estabilidad de los sustratos, la competencia interespecífica especialmente la herbivoría que afectan el crecimiento de las microalgas adheridas.



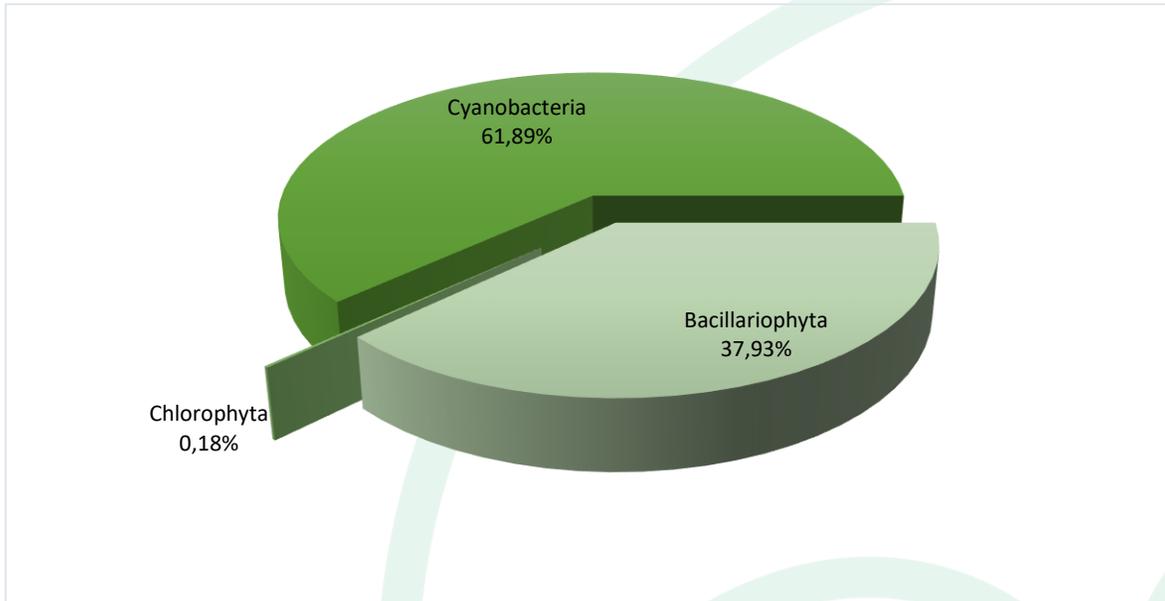


Gráfica 119. Densidad (Ind/cm²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga de Tocagua.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La densidad total de la ciénaga fue de 293239,17 Ind/cm² de los cuales un 61,81% fueron algas verde azules, Bacillariophyta el 37,93% y Chlorophyta el 0,18% como lo muestra la **Gráfica 120**. Algunos autores como Moreno y Aguirre R (2013) señalan que “las cianofíceas son el grupo más generalista y poseen rangos medios de tolerancia ambiental, además que tienden a presentar los más altos y bajos valores de los índices de contaminación” sin embargo son claramente favorecidas por las altas temperaturas y ambientes cambiantes (Roldan y Ramírez, 2008).





Gráfica 120. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Tocagua.

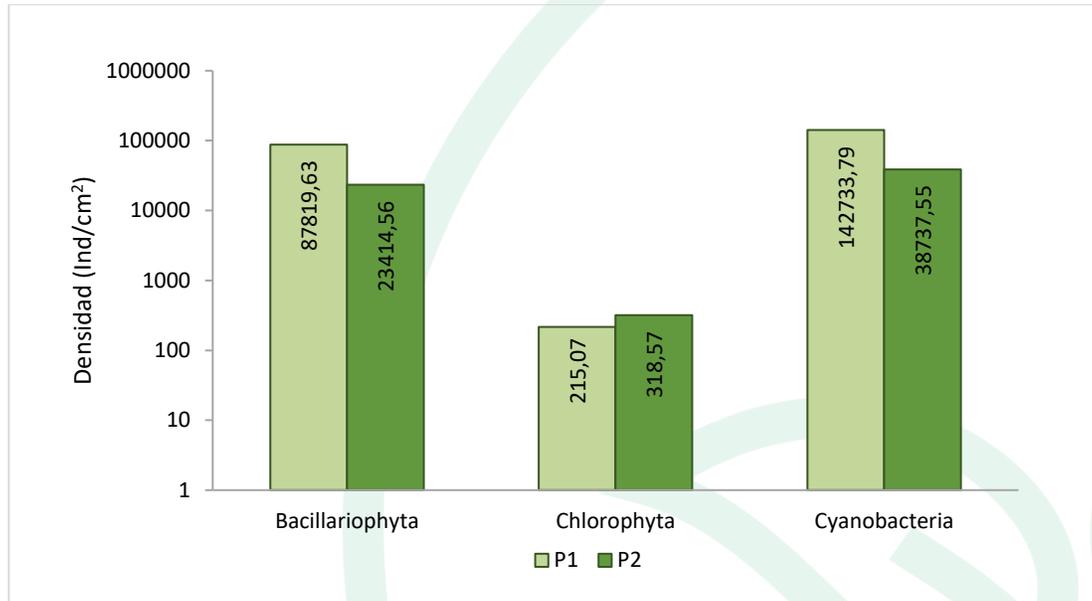
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cada uno de los puntos dominaron las Cyanobacterias con 142733,79 Ind/cm² en P1 y 38737,55 Ind/cm² que equivalen aproximadamente al 62,00% de los individuos (**Gráfica 121**). Las algas verde-azules, tienen variadas adaptaciones morfológicas y fisiológicas que han permitido colonizar tanto ecosistemas terrestres como acuáticos y ambientes extremos entre ellas, regular su flotabilidad posibilitando el traslado a zonas con mejores condiciones lumínicas y de nutrientes o interferir el paso de luz y la disposición de dióxido de carbono por competencia con otras especies; también, algunas fijan nitrógeno y pueden almacenar fósforo para usarlos durante escasez como en los periodos de lluvias, otra adaptación es la producción de cianotoxinas que pueden afectar el desarrollo de otros organismos del ecosistema (Salomón, Rivera-Rondón & Zapata, 2020).

Las diatomeas con 87,819,63 Ind/cm² y 23414,56 Ind/cm² reportaron contribuciones entre el 37,5% y 38,05% de la densidad en cada punto con *Nitzschia* sp1 como morfoespecie más abundante y común, seguida por *Navicula* sp2 (**Tabla 181**). La última representante de esta división, *Eunotia* sp3 frecuente en aguas con bajo pH, alta conductividad y poca tolerancia a la contaminación (Ortiz - Lerín & Cambra, 2007) se caracterizó por el menor número de individuos y solo se reportó en P2.



Finalmente, las Chlorophytas con los géneros *Oedogonium* y *Scenedesmus* constituyeron el 0,09% de los individuos en el punto P1 y para el punto P2 el 0,51% debido a que estos géneros son comunes y abundantes en sistemas eutróficos e hipereutróficos (Bellinger & Sigeo, 2010).



Gráfica 121. Contribución de los phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Tocagua.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

De acuerdo con lo obtenido para el índice de Shannon-Wiener, el perifiton en la ciénaga de Tocagua presentó una diversidad baja, ya que los valores fueron inferiores a 2 (**Tabla 187**), indicando contaminación severa según lo señala Margalef (1983) dado que, en situaciones poco favorables para las comunidades biológicas, la riqueza de especie es poca y el número de individuos muy altos. En la ciénaga la densidad del *Filamento 2* puede dar indicios de una floración de cianobacterias que se ve favorecida por las altas temperaturas, su tolerancia y sobrevivencia al estrés generado por fuerte exposición a los rayos UV gracias a estrategias como su motilidad, producción de antioxidantes, autoreparación del ADN, y cambios morfológicos. Otras condiciones que benefician el crecimiento de este grupo es el aporte de nutrientes a los ecosistemas, la estabilidad de la corriente aunque en ambientes inestables a turbios taxa como *Planktolyngbya* y *Cylindrospermopsis* pueden desarrollarse (Salomón, Rivera-Rondón & Zapata, 2020).



Tabla 187. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga Tocagua.

Índices	P1	P2
Taxa_S	5,00	7,00
Individuals	230768,5	62470,69
Dominance_D	0,53	0,52
Shannon_H	0,69	0,73
Margalef	0,32	0,54
Eqitability_J	0,43	0,38

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.2.2.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua estuvo constituida por cinco (5) morfoespecies, vinculadas a dos (2) divisiones, tres (3) clases, cuatro (4) e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 188**.

Tabla 188. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Tocagua.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>
		Architaenioglossa	Ampullaridae	<i>Marisa cornuarietis</i>
	Bivalvia	Veneroidea	Corbiculidae	<i>Pomacea sp</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomidae morfo 1</i>
2	3	4	4	5

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Pomacea sp* y Chironomidae morfo 1 con 66,67 Ind/m²; mientras que en P2 la más representativa fue *Melanoides tuberculatus* con 188,89 Ind/m² (**Tabla 189**). Los gasterópodos de *Pomacea*, frecuentan cuerpos de agua relativamente profundos, con escasa corriente y con abundante vegetación acuática (Rangel, 1984). Son indicadores de ambientes alterados, pues al alimentarse de macrófitos, favorece el crecimiento de algas filamentosas en detrimento de los primeros, lo que incrementa la turbidez del agua al favorecer la presencia masiva de fitoplancton y materia orgánica en suspensión, así como el incremento de nutrientes (fósforo, nitrógeno) y clorofila (Carlsson *et al.*, 2004).

En cuanto a *M. tuberculatus*, se ha registrado en ecosistemas lénticos o lóticos con diferentes grados de eutrofización y presenta gran resistencia a la contaminación urbana, ya que ha sido detectado



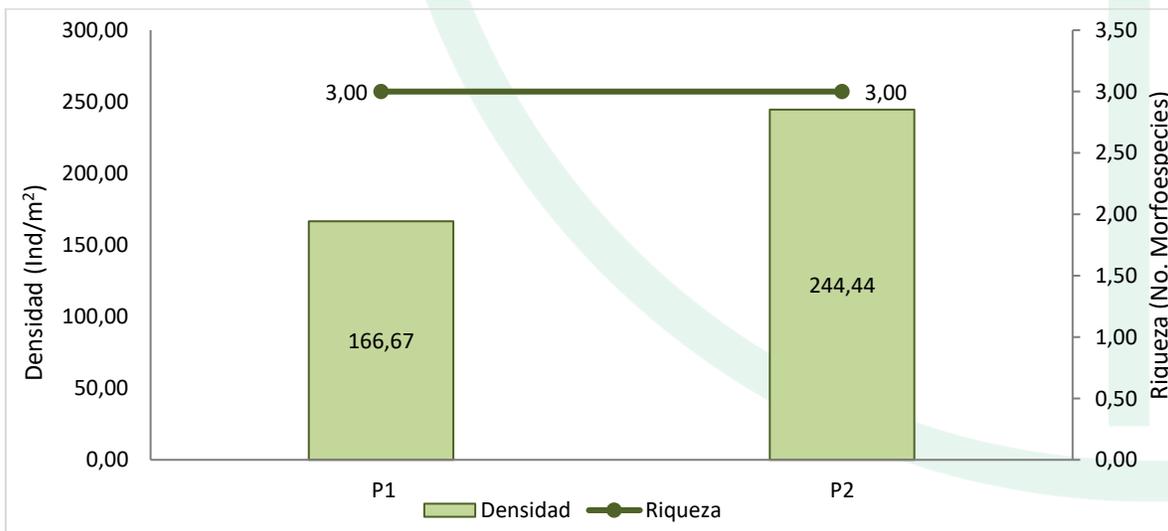
en canales y desagües urbanos (Callisto *et al.*, 2005). Asimismo, participa como hospedero en el ciclo de vida de diversos parásitos (Derraik, 2008) y es capaz de desplazar y reemplazar especies nativas (Letelier *et al.*, 2007).

Tabla 189. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Melanoides tuberculatus</i>	33,33	188,89	20,00	77,27
<i>Marisa cornuarietis</i>	0,00	11,11	0,00	4,55
<i>Pomacea sp</i>	66,67	0,00	40,00	0,00
<i>Polymesoda sp</i>	0,00	44,44	0,00	18,18
<i>Chironomidae morfo 1</i>	66,67	0,00	40,00	0,00
Total	166,67	244,44	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La densidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua varió entre 166,67 Ind/m² y 244,44 Ind/m² y el valor más alto se relacionó con el punto de monitoreo P2; la riqueza no obtuvo variación a nivel espacial, ya que los dos puntos presentaron tres morfoespecies (**Gráfica 122**). Las variaciones en la densidad estuvieron dadas por los aportes de *M. tuberculatus*, el cual en P2 registró densidades superiores a las que obtuvo en P1, además de que se observaron morfoespecies como *Marisa cornuarietis* y *Polymesoda sp*, ausentes en P1.

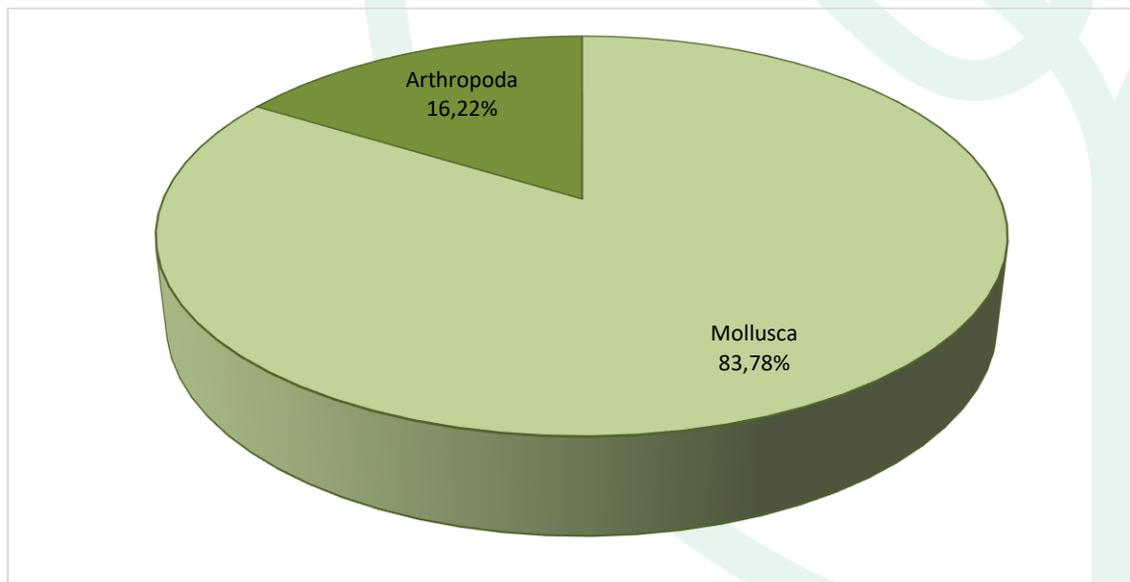


Gráfica 122. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La división Mollusca fue la más representativa en términos de densidad, ya que contó con el 83,78% de las morfoespecies, mientras que Arthropoda registró el 16,22% restante (**Gráfica 123**). Según señala Barchi (2012), la proliferación de especies de moluscos es facilitada por la ocurrencia de condiciones óptimas como tipo de sustrato y disponibilidad de compuestos orgánicos e inorgánicos, específicamente de altas concentraciones de carbonato de calcio, el cual es requerido por este grupo de macroinvertebrados para la construcción de sus conchas.

En contraste, Arthropoda, si bien cuenta con especies cuya tolerancia ambiental es amplia, el número de taxones con dicha capacidad es menor y comúnmente se asocia con dípteros de la familia Chironomidae como los reportados en la composición taxonómica del ensamblaje bentónico de la ciénaga.

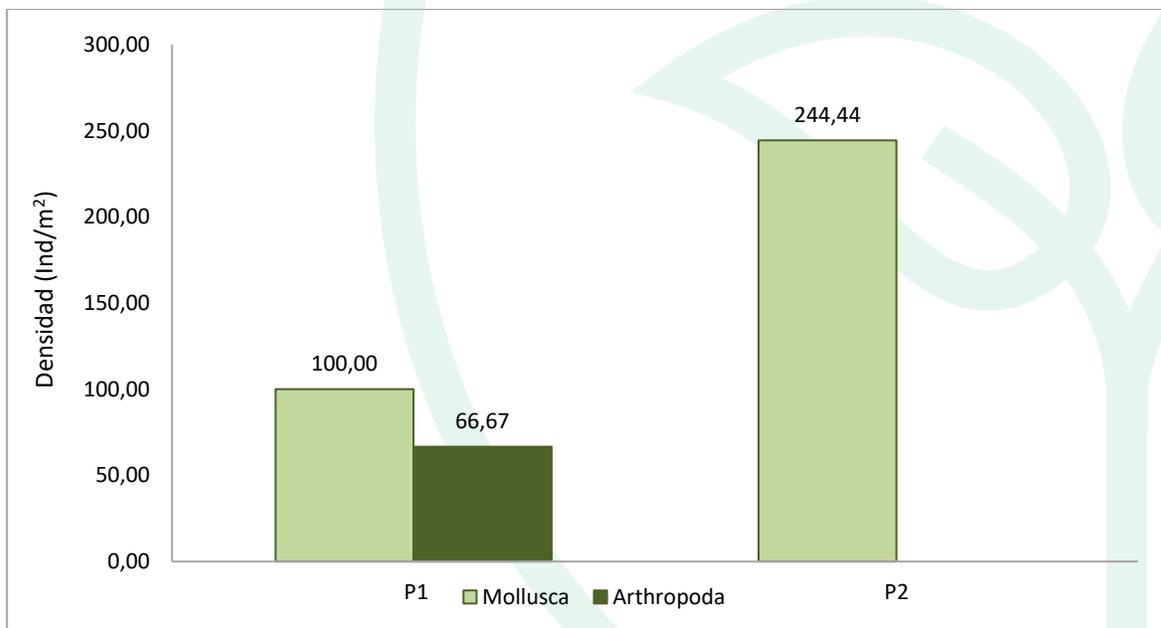


Gráfica 123. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Tocagua.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



A nivel espacial, Mollusca continuó con su patrón de dominancia en los puntos de muestreo, estando mejor representada en P2 con 244,44 Ind/m²; el phylum Arthropoda solo se observó en P1 con 66,67 Ind/m² (**Gráfica 124**). Las variaciones a nivel de composición en las comunidades bentónicas resultan muy comunes dentro de ambientes lenticos debido a la complejidad con la que cuentan estos sistemas que implica heterogeneidad de hábitats para los grupos de macroinvertebrados. Así dichos grupos pueden establecerse en diferentes microhábitats que van desde sustratos biológicos como las propias conchas de algunos moluscos, raíces y hojas de macrófitas hasta enterrarse en el sedimento blando o entre rocas presentes en el mismo. De esta manera una mayor disponibilidad de nichos ecológicos facilitados por gran variedad de sustratos y recursos tróficos se encuentran permitiendo valores de densidad más altos en P2.



Gráfica 124. Contribución de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Tocagua.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga de Tocagua fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.



5.2.2.5 Macrófitas

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

5.2.2.6 Peces

La clasificación taxonómica de las cuatro (4) especies icticas reportadas en la ciénaga de San Juan de Tocagua se muestra en la **Tabla 190**, donde se puede observar que estas pertenecen a tres (3) ordenes e igual número de familias. El orden con mayor representación fue Cichliformes, debido a la presencia de dos (2) especies *Andinoacara latifrons* y *Oreochromis niloticus*.

Tabla 190. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces de la ciénaga de San Juan de Tocagua.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chordata	Actinopterygii	Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>
				<i>Oreochromis niloticus</i>
		Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia gillii</i>
		Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>
1	1	3	3	4

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las especies reportadas en este sistema cautico, durante este monitoreo no presentaron distribución en todos los puntos de monitoreos establecidos, los cíclidos se capturaron en el punto Ciénaga de Tocagua P1, mientras que las especies *Poecilia gillii* y *Mugil liza* se reportaron en el punto Ciénaga de Tocagua P2. En total se capturaron 23,00Ind, distribuidos de la siguiente manera:

A. latifrons tuvo 4,00Ind, *O. niloticus* tuvo 11,00Ind; *Poecilia gillii* 7,00Ind y *Mugil liza* solo 1,00Ind, siendo esta ultima la especie menos abundante del estudio (**Tabla 191**).

Tabla 191. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces de la ciénaga de San Juan de Tocagua.

Morfoespecie	P1	P2	Total	P1	P2
<i>Andinoacara latifrons</i>	4,00	-	4,00	26,67	0,00
<i>Oreochromis niloticus</i>	11,00	-	11,00	73,33	0,00
<i>Poecilia gillii</i>	-	7,00	7,00	0,00	87,50
<i>Mugil liza</i>	-	1,00	1,00	0,00	12,50
Total	15,00	8,00	23,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Cabe resaltar que *Oreochromis niloticus*, como *Mugil liza* fueron sembrados por parte de la gobernación del atlántico, y otros entes gubernamentales, durante el llamada Plan Pescao, que contempló la siembra de 12 millones de alevinos, para repoblar 8 cuerpos de agua en el departamento del Atlántico y de este modo se garantiza la seguridad alimentaria de los pescadores locales y sus familias.



5.3 Cuenca Litoral

5.3.1 Ciénaga del Totumo

5.3.1.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga el Totumo estuvo conformada por 17 morfoespecies distribuidas en cinco (5) phyla, cinco (5) clases, siete (7) órdenes y 12 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 192**. En cuanto a la distribución de la riqueza de especies en la ciénaga muestra que las Cianobacterias aportaron el mayor número de morfoespecies con el 47,06% seguida con las Euglenozoa 23,53%, Chlorophyta 17,65% y los menores aportes de las Charophytas y Bacillariophytas con una morfoespecie (5,88% para cada uno).

Tabla 192. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en ciénaga El Totumo.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Arthrospira sp</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>
				<i>Planktothrix sp</i>
				<i>Oscillatoria sp2</i>
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Eucapsis sp</i>
			Pseudoanabaenaceae	<i>Pseudoanabaena sp</i>
		Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya sp</i>	
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp1</i>
				<i>Tetrastrum sp</i>
			Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>
			Euglenaceae	<i>Trachelomonas hispida</i>
				<i>Euglena sp1</i>
				<i>Euglena sp3</i>
5	5	7	12	17

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las morfoespecies más abundantes en P1 fueron aportados por las Cianobacterias *Planktothrix sp* y *Raphidiopsis sp*, con densidades máximas de 840 Ind/L y 716 Ind/l respectivamente, estas morfoespecies representaron el 44,6% y 38% de las abundancias relativas, en el punto P2 las



morfoespecies *Raphidiopsis sp*, *Oscillatoria sp2* y *Pseudoanabaena sp* fueron las más abundantes con 132,50 Ind/L, 122,5 Ind/L y 120,00 Ind/L respectivamente, representando el 22,3%, 20,6% y 20,2% de abundancia respectiva (

Tabla 193).

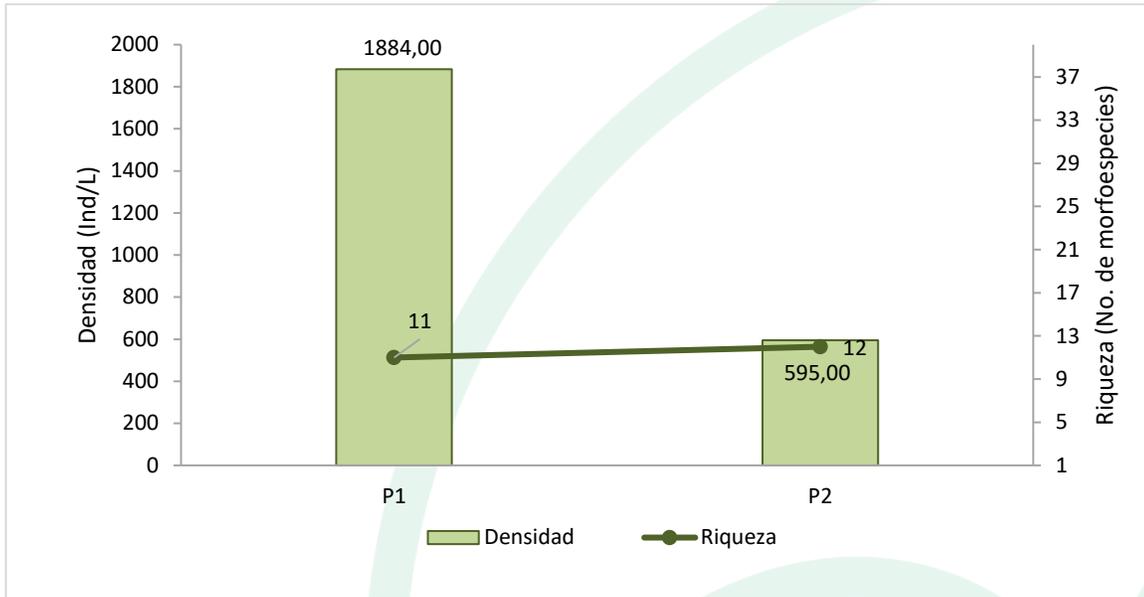
Tabla 193. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga El Totumo

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Arthrospira sp</i>	16,00	0,00	0,80	0,00
<i>Planktothrix sp</i>	840,00	77,50	44,60	13,00
<i>Raphidiopsis sp</i>	716,00	132,50	38,00	22,30
<i>Oscillatoria sp1</i>	0,00	5,00	0,00	0,80
<i>Oscillatoria sp2</i>	16,00	122,50	0,80	20,60
<i>Eucapsis sp</i>	32,00	25,00	1,70	4,20
<i>Pseudoanabaena sp</i>	100,00	120,00	5,30	20,20
<i>Leptolyngbya sp</i>	128,00	12,50	6,80	2,10
<i>Aulacoseira sp</i>	0,00	35,00	0,00	5,90
<i>Staurastrum sp1</i>	8,00	0,00	0,40	0,00
<i>Coelastrum sp1</i>	20,00	0,00	1,10	0,00
<i>Tetrastum sp</i>	0,00	5,00	0,00	0,80
<i>Pediastrum duplex</i>	4,00	0,00	0,20	0,00
<i>Lepocinclis acus</i>	0,00	10,00	0,00	1,70
<i>Trachelomonas hispida</i>	0,00	10,00	0,00	1,70
<i>Euglena sp1</i>	4,00	0,00	0,20	0,00
<i>Euglena sp3</i>	0,00	40,00	0,00	6,70
Total	1884,00	595,00	99,90	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El fitoplancton en la ciénaga El Totumo obtuvo una densidad total baja de 2479,00 Ind/L y fue más alta en P1, donde registró 1884,00 Ind/L; la riqueza fue baja con 11 morfoespecies y no presentó variación espacial, ya que se observó 12 morfoespecies en P2, mientras que la densidad fue baja con 595,00 Ind/L (**Gráfica 125**).

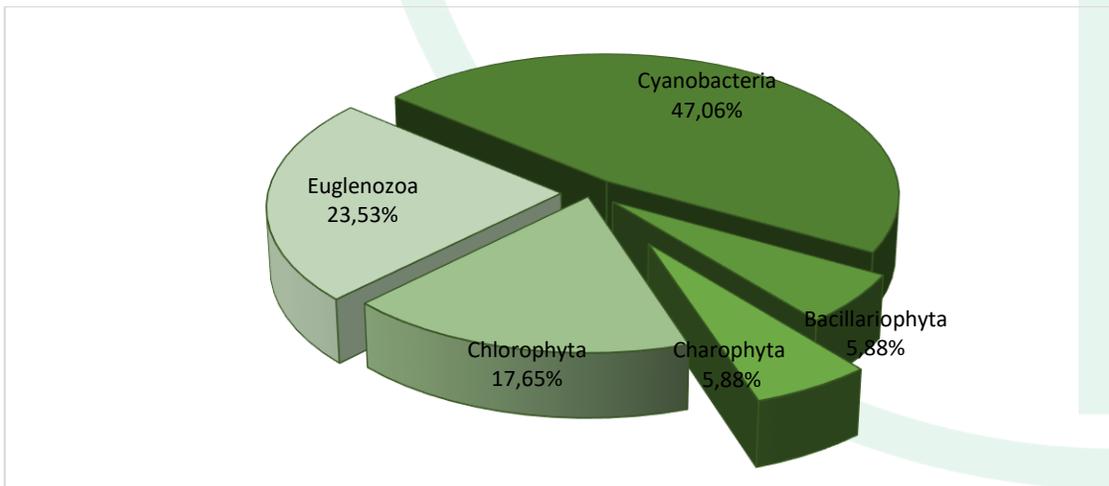




Gráfica 125. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en la ciénaga El Totumo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por aportes del phylum Cianobacterias, representadas en el 94,51% del valor total; mientras que Euglenozoa le correspondió el 2,58% restante (Gráfica 126). Las Bacillariophytas, Chlorophytas y Charophytas realizaron los menores aportes a la densidad con el 1,41%, 1,17% y 0,32% respectivamente.

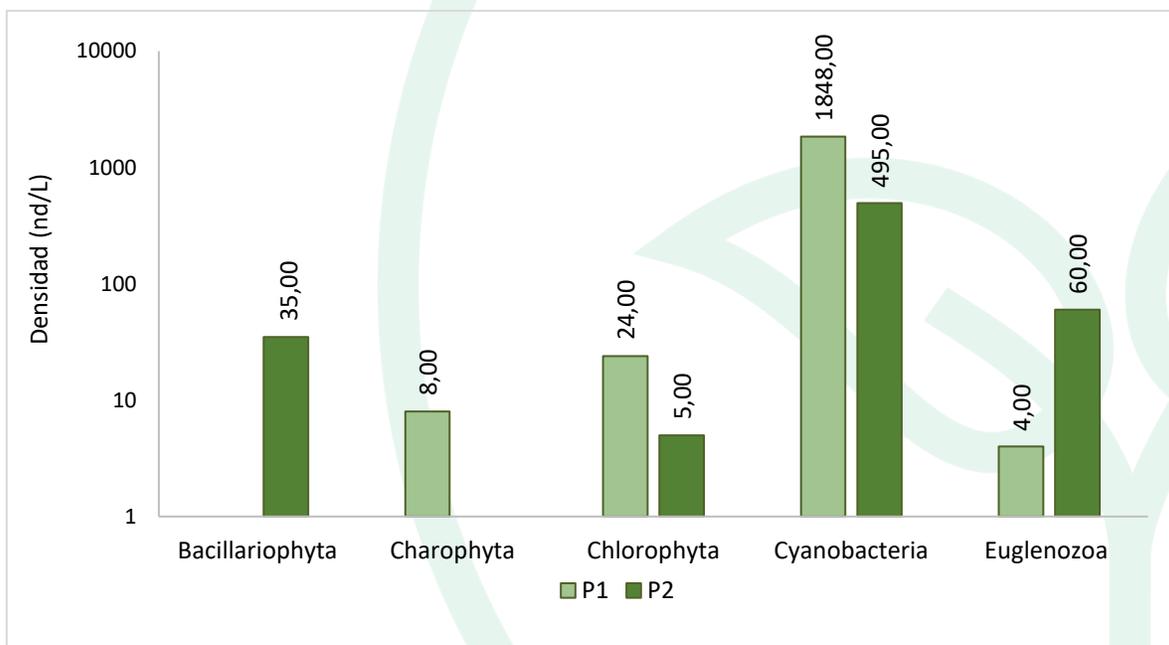


Gráfica 126. Contribución porcentual de las phyla fitoplanctónicas a la densidad total en la ciénaga El Totumo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



A nivel espacial, el phylum Cyanobacteria registró su mayor representatividad en P1 con 1848,00 Ind/L y 495 Ind/L en P2, los phyla Charophyta y Chlorophyta realizaron los aportes más altos en P1 con 8 Ind/L y 24,00 Ind/L, mientras que las Euglenozoa y Bacillariophyta fueron abundantes en P2 con 60,00 ind/l y 35 ind/l respectivamente (**Gráfica 127**). Esta variación espacial de los aportes de los diferentes phyla puede estar asociada con las preferencias ecológicas de cada grupo fitoplanctónico causada por gradientes ambientales de la ciénaga, de esta manera se obtienen microhábitats que son aprovechados de manera diferencial por las morfoespecies.



Gráfica 127. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga El Totumo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

De acuerdo con lo obtenido para el índice de Shannon-Wiener, el fitoplancton en la ciénaga el Totumo presentó una diversidad baja en el punto P1 1,31 ya que el valor fue inferior a 2, indicando contaminación severa según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas. Estos bajos valores en la diversidad, se encuentran explicados por el dominio de una o pocas especies con proporciones numéricas muy altas las cuales imponen sus



valores sobre las demás especies que tienen muy pocos representantes. El índice de equitatividad obtuvo valores medios $J' 0,55$ y una dominancia alta a comparación de P2 (0,35), influenciados por las densidades de *Planktothrix sp* y *Raphidiopsis sp*. La dominancia de Simpson fue moderada y consistente con los valores de equitatividad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2) (**Tabla 194**). En el punto P2 el ensamblaje fue más estable con valores medios de diversidad 2,03, la equidad fue alta $J': 0.82$ y baja dominancia (0,16).

Tabla 194. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga el Totumo.

Índice	P1	P2
Taxa_S	11	12
Individuals	1884	595
Margalef	1,33	1,72
Equitability_J	0,55	0,82
Shannon_H	1,31	2,03
Dominance_D	0,35	0,16

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.3.1.2 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga el Totumo estuvo conformada por nueve (9) morfoespecies distribuidas en dos (2) phyla, tres (3) clases, cinco (5) órdenes y cuatro (4) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 195**.

Tabla 195. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton observadas en ciénaga el Totumo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	-	Calanoida morfo 1
		Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1 Larva Nauplio Cyclopoida
	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina sp</i>
Rotífera	Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp</i>
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus falcatus</i>
				<i>Brachionus havanaensis</i>
			<i>Keratella americana</i>	
Synchaetidae	<i>Polyarthra sp</i>			
2	3	5	4	9

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Las morfoespecies más abundantes fueron *Brachionus havanaensis* y Larva Nauplio de Cyclopoida, con densidades máximas de 134,67 Ind/L y 89,33 Ind/L en P1 y P2 respectivamente, estas morfoespecies representaron el 47,20% y 46,53% de las abundancias relativas de los puntos muestreados (

Tabla 193). Los rotíferos del género *Brachionus* se relacionan con una alta disponibilidad de material orgánico particulado, lo que se esperaría ocurriera en un sistema como la ciénaga El Totumo, donde las altas temperaturas y la resuspensión del sedimento debido a la fuerza del viento favorecerían altas tasas de descomposición de materia orgánica. En general este género comprende especies cosmopolitas que toleran altos grados de contaminación, algunas son consideradas indicadores de ambientes mesosaprobios (Sladeczek, 1983).

De acuerdo con Edmondson (1959), la alta proporción de formas inmaduras de copépodos son el resultado de la continua reproducción de estos organismos en regiones tropicales; la alta densidad de nauplios en relación con los copépodos adultos puede ser un indicador de una alta tasa de mortalidad durante las diferentes etapas de su desarrollo (Sartori *et al.* 2009).

Tabla 196. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga El Totumo

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Brachionus falcatus</i>	16,00	4,00	5,61	2,08
<i>Brachionus havanaensis</i>	134,67	45,33	47,20	23,61
Calanoida morfo 1	10,67	2,67	3,74	1,39
Cyclopoida morfo 1	2,67	6,67	0,93	3,47
<i>Filinia</i> sp	2,67	1,33	0,93	0,69
<i>Keratella americana</i>	14,67	2,67	5,14	1,39
Larva Nauplio Cyclopoida	52,00	89,33	18,22	46,53
<i>Moina</i> sp	20,00	36,00	7,01	18,75
<i>Polyarthra</i> sp	32,00	4,00	11,21	2,08
Total	285,35	192,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

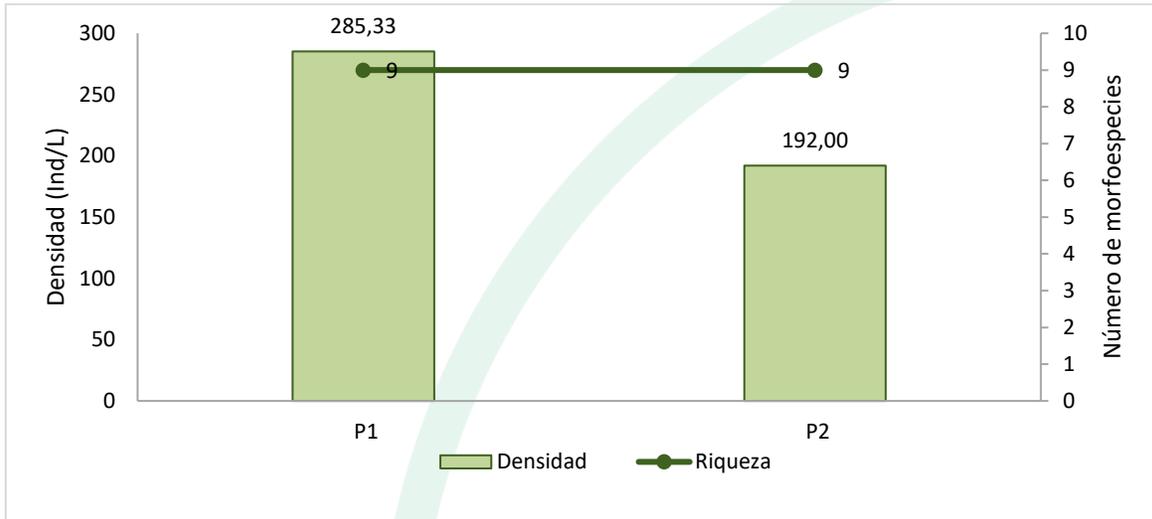
El zooplancton en la ciénaga El Totumo obtuvo una densidad total baja de 477,35 Ind/L y fue más alta en P1, donde registró 285,33 Ind/L; la riqueza también fue baja y no presentó variación espacial, ya que se observaron nueve (9) morfoespecies en los dos puntos (**Gráfica 128**). Villabona-González *et al.* (2011) indican que las fluctuaciones de las condiciones ambientales ejercen influencia sobre



parámetros comunitarios del zooplancton, especialmente en la densidad, observándose una mayor proporción de individuos zooplanctónicos cuando los niveles de profundidad descienden y viceversa. Sin embargo, estos autores señalan que también existen grupos zooplanctónicos adaptados al disturbio producido por el pulso de inundación y su comportamiento se encuentra asociado a otras variables como el bacterioplancton y la presión de depredación por parte de peces e invertebrados.

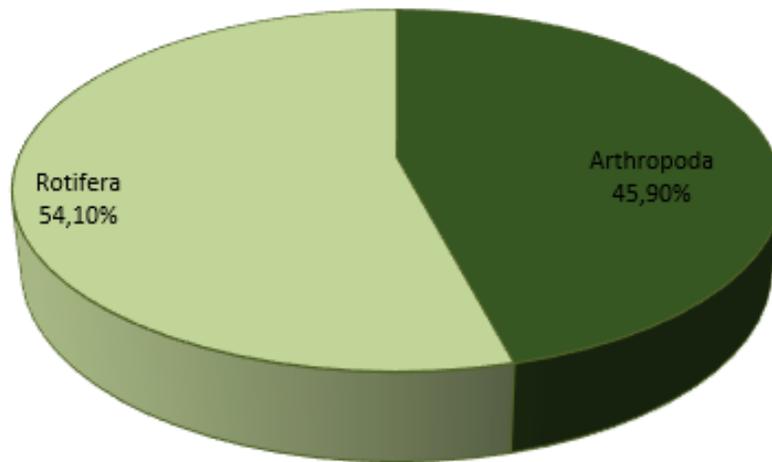
Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por aportes del phylum Rotífera, representadas en el 54,10% del valor total; mientras que a Arthropoda le correspondió el 45,90% restante (**Gráfica 129**). Para Matsumura-Tundisi y Tundisi (2005), la dominancia de rotíferos puede estar relacionada con sus características oportunistas y a su capacidad para aprovechar recursos alimenticios de baja calidad nutricional como detritos orgánicos (Mangas y García, 1991). Otro factor que contribuye al éxito de los rotíferos limnéticos es su plasticidad para adaptarse a diferentes fuentes alimenticias; esta característica, sumada a la baja presión de predación, por su pequeño tamaño, le proporcionan ventajas competitivas sobre los otros grupos zooplanctónicos (Dumont, 1977). Este grupo juega un papel muy importante en la ciénaga, principalmente debido a su habilidad para filtrar bacterias y fitoplancton de pequeño tamaño, que son comunes en este ecosistema. También se destaca una alta densidad de formas larvales de copépodos, estos organismos son de gran importancia en la estructura de los ensambles zooplanctónicos en cuanto a su dinámica y aspectos tróficos.





Gráfica 128. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga el Totumo.

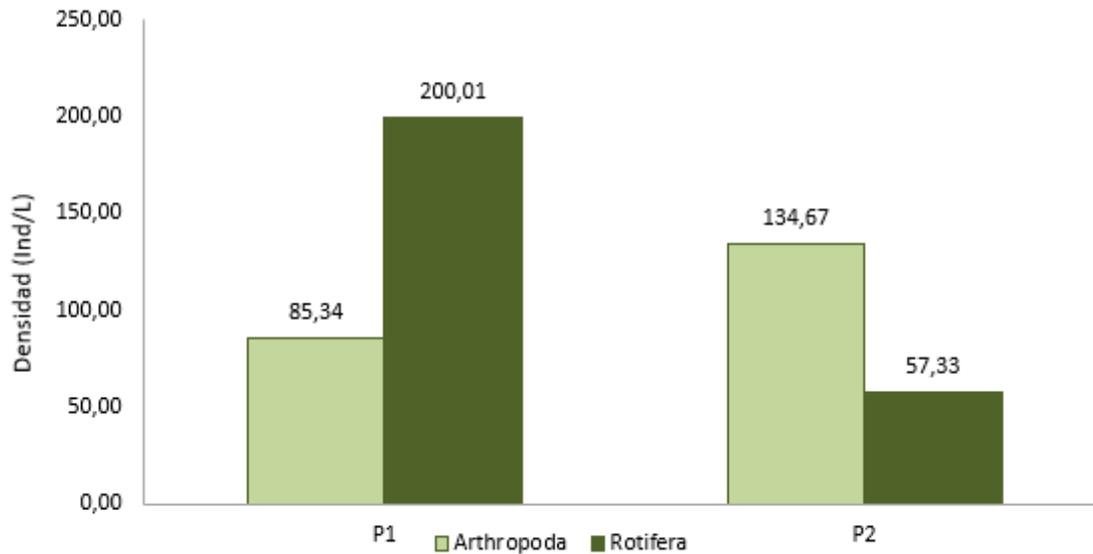
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Gráfica 129. Contribución porcentual de las phyla zooplanctónicos a la densidad total en la ciénaga el Totumo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.





Gráfica 130. Contribución de las phyla de zooplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga el Totumo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

De acuerdo con lo obtenido para el índice de Shannon-Wiener, el zooplancton en la ciénaga el Totumo presentó una diversidad baja, ya que los valores fueron inferiores a 2, indicando contaminación severa según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas. Estos bajos valores en la diversidad se encuentran explicados por el dominio de una o pocas especies con proporciones numéricas muy altas las cuales imponen sus valores sobre las demás especies que tienen muy pocos representantes. El índice de equitatividad obtuvo valores moderados a altos, influenciados por las densidades de *Brachionus havanaensis* y Larva Nauplio de Cyclopoida. La dominancia de Simpson fue moderada y consistente con los valores de equitatividad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2) (Tabla 197).

Tabla 197. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga el Totumo.

Índice	P1	P2
Taxa_S	9	9
Individuals	285,35	192
Dominance_D	0,28	0,30



Índice	P1	P2
Shannon_H	1,62	1,44
Margalef	1,41	1,52
Equitability_J	0,73	0,65

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.3.1.3 Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga el Totumo estuvo conformada por 14 morfoespecies distribuidas en cuatro (4) phyla igual número de clases, nueve (9) órdenes y 11 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra disponible en la **Tabla 198**. Siendo las diatomeas las más ricas a nivel de morfoespecies con un 78,57% del total, cada una de las restantes divisiones reportó con una morfoespecie consistente con el 7,14%.

Tabla 198. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en ciénaga el Totumo.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp3
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp1
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp1
				<i>Gomphonema</i> sp2
		Naviculales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp
			Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp1
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp1
				<i>Pinnularia</i> sp2
			Fragilariales	Fragilariaceae
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp1
				<i>Eunotia</i> sp2
<i>Eunotia</i> sp3				
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Euglenidae	<i>Euglena</i> sp1
4	4	9	11	14

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Entre las morfoespecies se destaca por su abundancia *Navicula* sp1 con 2550,42 Ind/cm² en P1 y 1880,22 Ind/cm² en P2 (**Tabla 199**), pertenece a un género común a nivel mundial, que puede habitar ambientes con baja incidencia lumínica y baja disponibilidad o carencia de dióxido de carbono porque son algas que posee ciertas sustancias de alto valor energético de fácil digestión (Ramírez, 2000). Otra forma pennada importante fue *Nitzschia* sp1 reportando 1587,90 Ind/cm² en P1 y 748,04 Ind/cm² en P2.



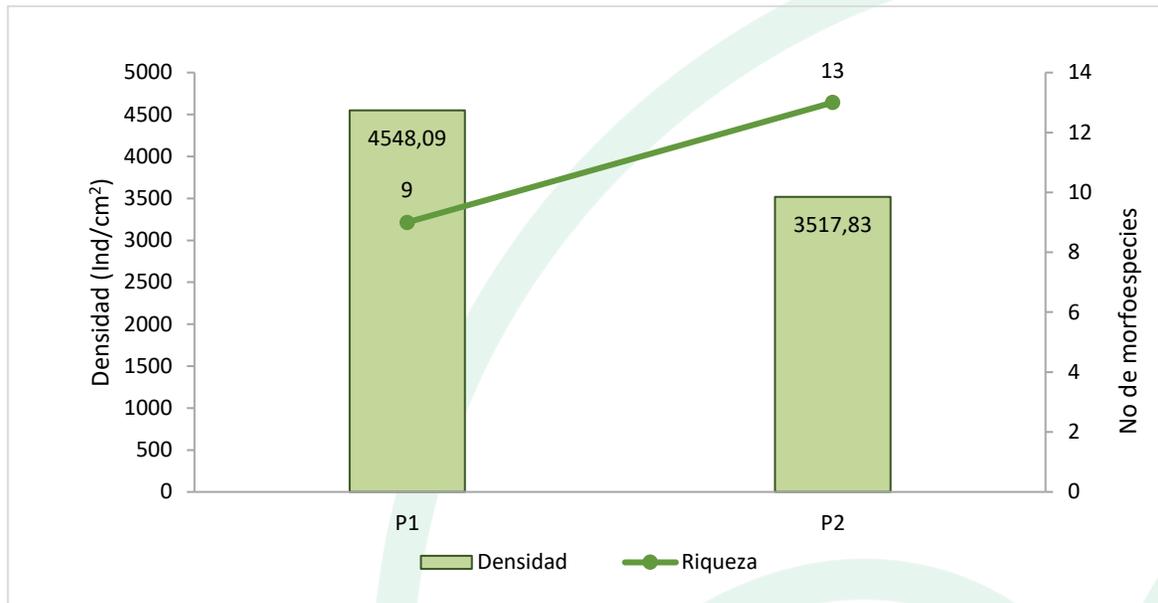
Tabla 199. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga el Totumo

Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Oscillatoria</i> sp3	0,00	208,91	0,00	5,94
<i>Nitzschia</i> sp1	1587,09	748,04	34,90	21,26
<i>Gomphonema</i> sp1	55,27	33,70	1,22	0,96
<i>Gomphonema</i> sp2	39,48	13,48	0,87	0,38
<i>Cymbella</i> sp	0,00	20,22	0,00	0,57
<i>Navicula</i> sp1	2550,40	1880,22	56,08	53,45
<i>Pinnularia</i> sp1	0,00	33,70	0,00	0,96
<i>Pinnularia</i> sp2	7,90	0,00	0,17	0,00
<i>Synedra</i> sp1	55,27	67,39	1,22	1,92
<i>Eunotia</i> sp1	94,75	114,57	2,08	3,26
<i>Eunotia</i> sp2	63,17	40,43	1,39	1,15
<i>Eunotia</i> sp3	94,75	310,00	2,08	8,81
<i>Oedogonium</i> sp	0,00	26,96	0,00	0,77
<i>Euglena</i> sp1	0,00	20,22	0,00	0,57
Total	4548,09	3517,83	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En la **Gráfica 131** se presenta la variación numérica de la riqueza y densidad del perifiton a nivel espacial. Se puede observar en el punto P1 el menor registro de taxa (nueve 9) y la máxima densidad (4548,09 Ind/cm²), entre tanto, para el punto P2 se registraron 13 taxa en las que se distribuyeron 3517,83 Ind/cm². La mayor riqueza en P2 se vincula a la presencia de los representantes de las algas verde, algas verdes-azules y euglenoideos, estas últimas son frecuentes en sistemas con altas temperaturas y contenido iónico.



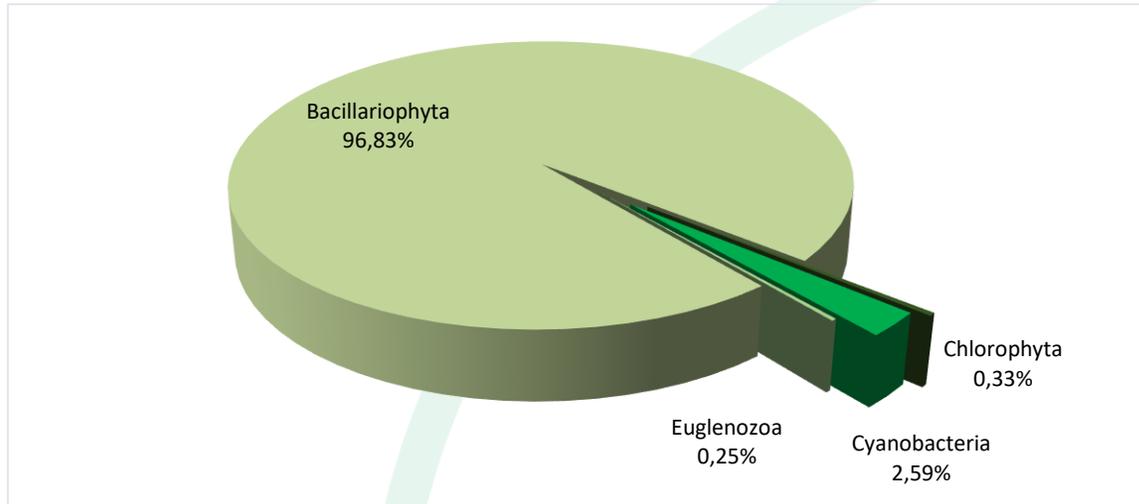


Gráfica 131. Densidad (Ind/cm²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga el Totumo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La ciénaga reportó una densidad total de 8065,91 Ind/cm² de los cuales el 96,83% fueron diatomeas, el 2,59% algas verde-azules, 0,33% algas verdes y con la menor abundancia los euglenoideos (**Gráfica 132**). La importancia para las diatomeas observada también en la distribución general de la riqueza, no solo en esta ciénaga sino en muchas de las precedentes, es una situación ampliamente registrada en otros ecosistemas tropicales, ya que poseen la capacidad de desarrollarse en ambientes con exceso de energía, tales como sistemas polimícticos, someros, sometidos al pulso de inundación y flujo hidráulico (Montoya Moreno 2011) en los cuales hay fuerte abrasión, baja incidencia lumínica y bajo contenido de nutrientes especialmente fósforo (Roldan y Ramírez, 2008).

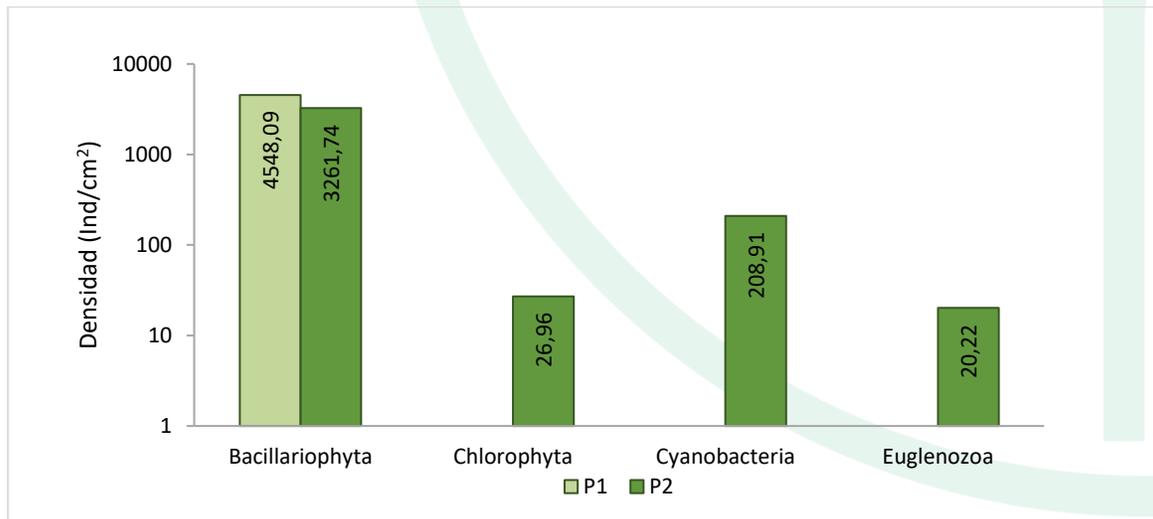




Gráfica 132. Contribución porcentual de las phyla perifíticos a la densidad total en la ciénaga El Totumo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La distribución de la densidad por divisiones en cada uno de los puntos de muestreo (Gráfica 133) mantiene el predominio de las diatomeas. Sin embargo, las cianobacterias, segundas en abundancia en la distribución general con el 5,93% de los individuos junto a las clorofitas y euglenoideos aportantes cada una de menos del 0,76%, estuvieron restringidas a P2; las razones para este hecho podrían ser muchas ya que pueden estar involucrados aspectos ambientales, de fisiología, morfología, sucesiones y ritmos (Margalef 1983).



Gráfica 133. Contribución de las phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga el Totumo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



De acuerdo con lo obtenido para el índice de Shannon-Wiener, el perifiton en la ciénaga el Totumo presentó una diversidad baja, ya que los valores fueron inferiores a 2 (**Tabla 200**), indicando aguas contaminadas según lo señala Roldán y Ramírez (2008). Mostrando una relación inversa entre la diversidad de Shannon con el número total de organismos y positiva con la riqueza. Comportamiento asociado a cambios en las condiciones ambiental o procesos biológicos relevantes como las sucesiones. Estos bajos valores en la diversidad, se encuentran explicados por el dominio de una o pocas especies con proporciones numéricas altas las cuales imponen sus valores sobre las demás especies que tienen muy pocos representantes.

El índice de equitatividad obtuvo valores moderados, influenciados por las densidades de *Navicula sp* que aporta el 56,08% del total de los individuos en P1 y 53,45% de los individuos en P2. La dominancia de Simpson fue moderada y consistente con los valores de equitatividad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2).

Tabla 200. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del perifiton en la ciénaga el Totumo.

Índice	P1	P2
Taxa_S	9,00	13,00
Individuals	4548,08	3517,84
Dominance_D	0,44	0,34
Shannon_H	1,07	1,49
Margalef	0,95	1,47
Equitability_J	0,49	0,58

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.3.1.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados en la ciénaga el Totumo estuvo representada por siete (7) morfoespecies vinculadas a dos (2) divisiones, tres (3) clases, cinco (5) órdenes y siete (7) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 201**.

Tabla 201. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga el Totumo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Polymitarcyidae	Campsurus sp (N)
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Biomphalaria sp</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
		Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>
			Hydrobiidae	Hydrobiidae morfo 1
		Architaenioglossa	Ampullaridae	<i>Marisa cornuarietis</i>
	Bivalvia	Veneroida	Corbiculidae	<i>Corbicula sp</i>
			Veneridae	<i>Protothaca sp</i>
2	3	5	7	7

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron *Melanoides tuberculatus* e Hydrobiidae morfo 1 tanto en P1 como en P2 (Tabla 202). *M. tuberculatus* habita en ríos, quebradas, arroyos, caños, canales y otros sistemas lénticos naturales y artificiales, incluidos los embalses. Ocurre en aguas contaminadas con desechos de origen orgánico y eutrofizadas, se reproduce rápidamente, con consecuencias catastróficas para las especies nativas y los cuerpos de agua invadidos, es altamente móvil, consume desechos generados por los humanos y se adapta a diferentes entornos (CABI, 2018). En cuanto a la familia Hydrobiidae, se encuentran asociada a fondos blandos, muchas de sus especies habitan sedimentos anóxicos presentando un incremento poblacional ante la presencia de cargas puntuales de materia orgánica, Bemvenuti *et al.* (2003), las consideran generalistas, con alta tolerancia a impactos antrópicos y alta resiliencia en ecosistemas impactados.

Tabla 202. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Totumo.

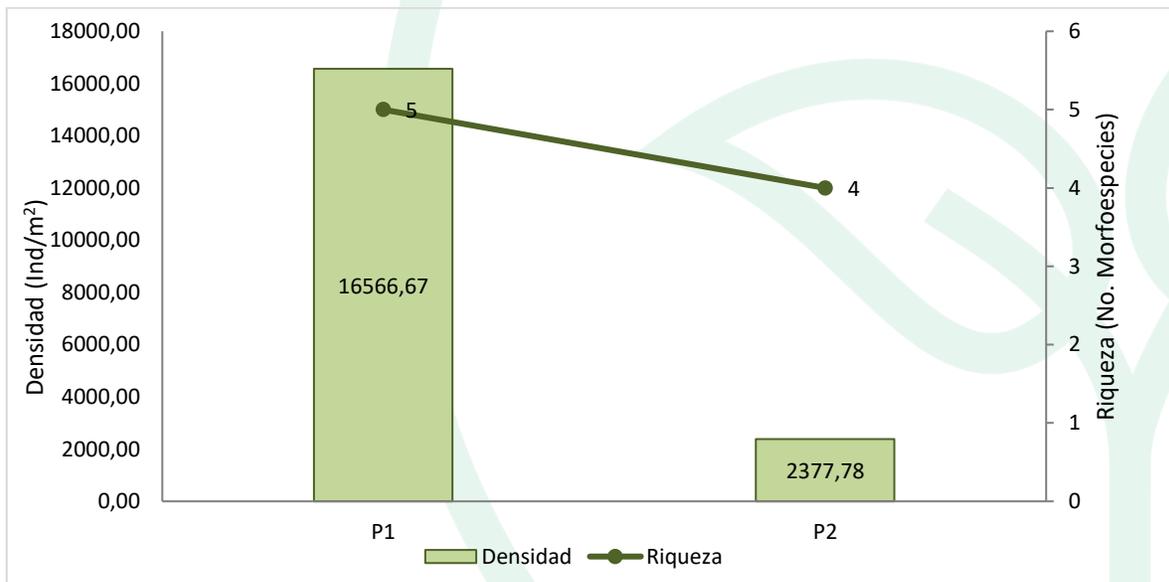
Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)		Abundancia relativa (%)	
	P1	P2	P1	P2
<i>Campsurus sp</i> (N)	11,11	0,00	0,07	0,00
<i>Biomphalaria sp</i>	11,11	0,00	0,07	0,00
<i>Melanoides tuberculatus</i>	8055,56	1955,56	48,63	82,24
Hydrobiidae morfo 1	8422,22	377,78	50,84	15,89
<i>Marisa cornuarietis</i>	0,00	33,33	0,00	1,40
<i>Corbicula sp</i>	66,67	0,00	0,40	0,00
<i>Protothaca sp</i>	0,00	11,11	0,00	0,47
Total	16566,67	2377,78	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La densidad total de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Totumo varió entre 2377,78 Ind/m² y 16566,67 Ind/m² y el punto de monitoreo P1 registró el valor más alto. La riqueza no presentó mayor variación, ya entre puntos de muestreo hubo una diferencia de un (1) taxón (Gráfica 134). Las variaciones espaciales observadas de la fauna bentónica, principalmente en densidad,



pueden ser atribuibles a gradientes ambientales en la ciénaga que tienen lugar debido al comportamiento diferencial de factores fisicoquímicos, que promueven el establecimiento y desarrollo de ciertos grupos biológicos en detrimento de otros. Quiroz *et al.* (2010) afirman que la distribución de los macroinvertebrados en los ecosistemas lenticos, se ve afectada principalmente por la presencia de vegetación flotante, la cual constituye un sustrato y refugio para una gran diversidad de comunidades bentónicas. De igual manera Ramírez y Viña (1998), resumen la importancia de las comunidades de macrófitas en cuanto a que confieren estabilidad al terreno, generan la vía trófica directa y la detritica, diversifica la vía trófica y constituye la base para el desarrollo de una abundante y diversa comunidad de organismos asociados.



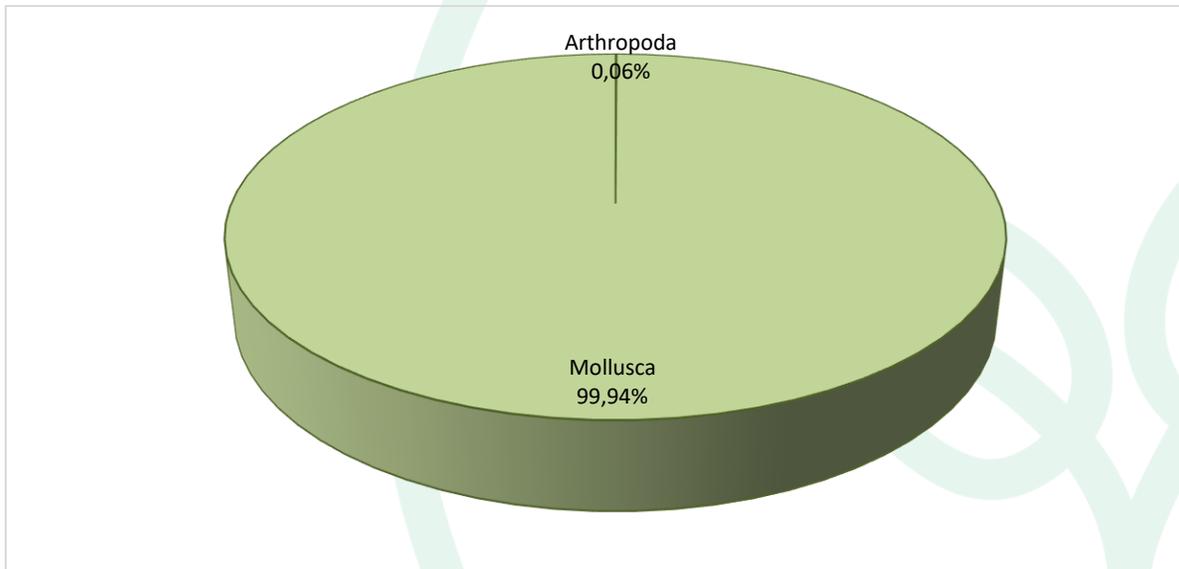
Gráfica 134. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Totumo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por el phylum Mollusca, cuyos aportes estuvieron representados en el 99,94% del valor total; mientras que el 0,06% restante le correspondió a Arthropoda obtuvo el porcentaje más alto de morfoespecies, representado en un 71% de la riqueza total registrada; mientras que el 29% restante le correspondió a Arthropoda (**Gráfica 135**). Como en las otras ciénagas, la dominancia de moluscos en la ciénaga el Totumo, se relaciona con su capacidad de tolerar altos contenidos de materia orgánica y por ende bajas



concentraciones de oxígeno, condiciones que son predominantes en este tipo de ambientes. En este sentido, su mayor riqueza en la ciénaga es un reflejo de su tolerancia a la presencia de materia orgánica que es arrastrada por las corrientes hacia este sector, como resultado del incremento de las actividades humanas de utilizar esta ciénaga como un sitio de eliminación de todo tipo de desechos. Adicionalmente la baja tasa de movilidad de estos taxones su forma de alimentación detritívora y su mayor capacidad de agregación frente a fases larvales de la división Arthropoda facilitan una mayor oportunidad de encuentro.



Gráfica 135. Contribución porcentual de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga el Totumo.

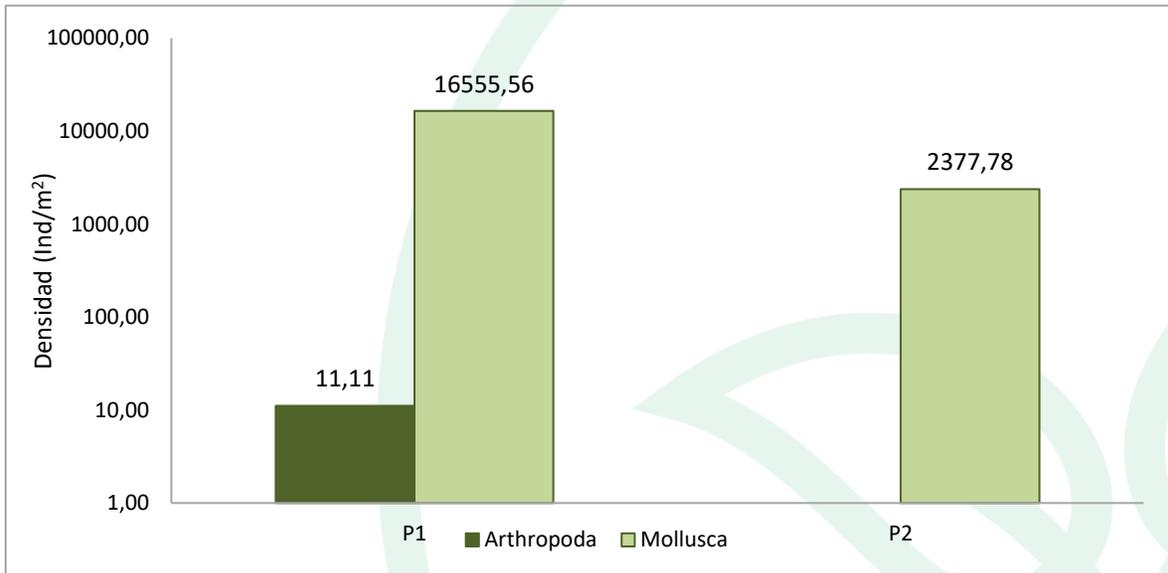
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

A nivel espacial, las densidades estuvieron caracterizadas por aportes del phylum Mollusca, el cual estuvo mejor representado en P1, con 16555,55 Ind/m²; por su parte el phylum Arthropoda obtuvo contribuciones bajas y solo se observó en P1 (**Gráfica 136**). La distribución y composición de especies de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos que habitan sistemas lenticos se encuentran determinadas por factores bióticos y abióticos independientes o acumulativos a diferentes escalas espacio-temporales (Takamura *et al.*, 2008).

Los moluscos son organismos con gran capacidad para desarrollarse en diferentes ambientes debido al número de familias que componen el grupo y a la diversidad de hábitos tróficos que exhiben



(Paraense, 2003), los gastrópodos clase a la que pertenecen, poseen características de gran tolerancia a la contaminación mientras que el número de especies de Arthropoda que toleran tal enriquecimiento orgánico es menor y a menudo se encuentran representadas por dípteros de las familias Chironomidae y Culicidae.



Gráfica 136. Contribución de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga el Totumo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en P2 fue inferior a cinco (5), no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

Para P1 el índice de diversidad de Shannon-Wiener presentó un valor de 0,726, que de acuerdo con Margalef (1998), corresponden a baja diversidad ($H < 2,0$). Los ecosistemas lénticos tienen habitualmente baja diversidad y riqueza, lo cual está relacionado con la poca disponibilidad de hábitats en las ciénagas, ya que las macrófitas y el sedimento del fondo constituyen los únicos sustratos disponibles.



La equitatividad de Pielou (J') obtuvo un valor bajo y relacionado con la dominancia de *M. tuberculatus*, cuya densidad fue considerablemente superior a las de las morfoespecies restantes. La disminución en la equitatividad de las comunidades biológicas responde a su baja diversidad de especies, ya que este índice tiene en cuenta la distribución de las abundancias dentro de las comunidades. Así cuando la diversidad es baja, existe una distribución heterogénea en las abundancias de las especies atribuible a factores bióticos y abióticos que ejercen fuertes presiones fisiológicas que limitan la distribución uniforme de los taxones (Roldán, 1999), favoreciendo la dominancia de ciertos grupos biológicos en detrimento de otros.

El índice de Simpson, registró un valor medio y consistente con la equitatividad, la cual estuvo dada por la morfoespecie *M. tuberculatus*. Por su parte, el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2) (**Tabla 203**).

Tabla 203. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Totumo.

Índice	P1	P2
Taxa_S	5	4
Individuals	16566,67	2377,78
Dominance_D	0,494	-
Shannon_H	0,726	-
Margalef	0,411	-
Equitability_J	0,451	-

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.3.1.5 Macrófitas

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

5.3.1.6 Peces

La riqueza de especies icticas en la ciénaga el Totumo estuvo conformada por tres (3) taxones, los cuales se encuentran distribuidas taxonómicamente en un (1) phylum, una (1) clase, dos (2) ordenes, e igual número de familias (**Tabla 204**). La abundancia total fue de 13,00Ind y todos fueron capturados en Ciénaga del Totumo P1, de los cuales 8,00Ind fueron aportados por la especie *Andinoacara latifrons*.



Tabla 204. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de peces reportadas en ciénaga el Totumo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Chordata	Actinopterygii	Cichliformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	3,00	-
				<i>Andinoacara latifrons</i>	8,00	-
		Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil sp</i>	2,00	-
1	1	2	2	3	13,00	0,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Son pocos los trabajos realizados en la ciénaga el Totumo que intenten describir la ictiofauna, entre los que se destacan Mercado (1978) y el de CRA-CARDIQUE (2002). El primero reporta una riqueza de 13 especies y el segundo 15 especies, lo cual es completamente diferente a lo reportado durante este monitoreo, lo cual demuestra una pérdida de la diversidad.

La especie *Oreochromis niloticus* según reporte del plan de manejo y ordenamiento del humedal ciénaga el Totumo (2011), esta fue introducida en 1998 y hoy día se ha convertido uno de los principales recursos pesqueros de este cuerpo de agua.

Debido a la fuerte influencia marina que tiene sistema es normal que haya presencia de especies del genero *Mugil*, que también son uno de los recursos pesquero más abundantes.



5.3.2 Ciénaga de Balboa

5.3.2.1 Fitoplancton

La composición fitoplanctónica de la ciénaga Balboa está conformada por 13 morfoespecies, distribuidas en dos (2) divisiones, dos (2) clases, seis (6) órdenes y seis (6) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la (**Tabla 205**). En cuanto a al porcentaje de los Phylum del fitoplancton las Bacillariophyta aportaron el 76,92% de las morfoespecies con 10, seguida de las Cianobacterias con el 23,08% con tres morfoespecies.

Tabla 205. Clasificación de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Balboa.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp3</i>
				<i>Oscillatoria sp5</i>
				<i>Lyngbya sp2</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp5</i>
				<i>Navicula sp4</i>
				<i>Navicula sp5</i>
				<i>Gyrosigma sp3</i>
				<i>Gyrosigma sp4</i>
				<i>Gyrosigma sp5</i>
				Naviculales
		Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Entomoneis sp</i>
		Lyrellales	Lyrellaceae	<i>Lyrella sp</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp3</i>
2	2	6	6	13

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En cuanto a las contribuciones a la densidad de las principales morfoespecies en los puntos de muestreo de la ciénaga muestra que la morfoespecie *Lyrella sp* fue la más abundante en cada punto de muestreo con 83,00 Ind/L (P1), 392,00 Ind/L (P2) y 923,33 Ind/L (P3) aportando los mayores porcentajes de abundancia relativa con el 40,7%, 56,6% y 50,9% respectivamente. *Lygbya sp* fue la segunda morfoespecie con mayor aporte a la densidad en cada uno de los puntos de muestreo, siendo mayor el aporte en P1 con 39,00 Ind/L y una abundancia relativa del 19,1% **Tabla 206**.



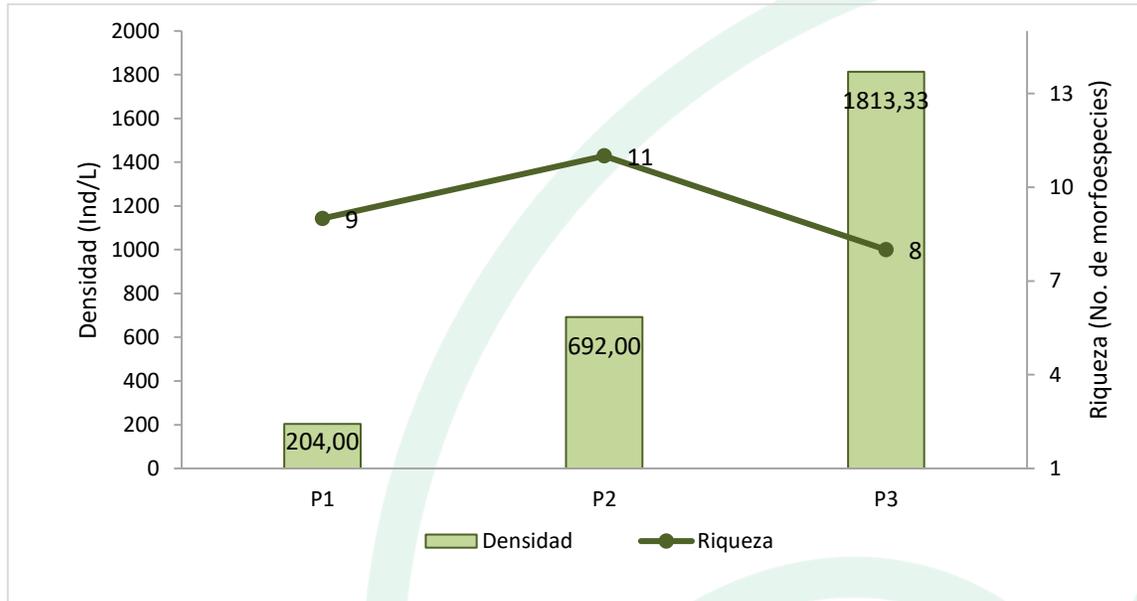
Tabla 206. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Balboa.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)			Abundancia relativa (%)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<i>Anabaena sp3</i>	3,00	24,00	116,67	1,5	3,5	6,4
<i>Oscillatoria sp5</i>	0,00	0,00	196,67	0,0	0,0	10,8
<i>Lyngbya sp2</i>	39,00	102,00	216,67	19,1	14,7	11,9
<i>Nitzschia sp5</i>	6,00	0,00	0,00	2,9	0,0	0,0
<i>Navicula sp4</i>	34,00	46,00	100,00	16,7	6,6	5,5
<i>Navicula sp5</i>	14,00	20,00	70,00	6,9	2,9	3,9
<i>Gyrosigma sp3</i>	15,00	24,00	150,00	7,4	3,5	8,3
<i>Gyrosigma sp4</i>	0,00	12,00	0,00	0,0	1,7	0,0
<i>Gyrosigma sp5</i>	0,00	46,00	0,00	0,0	6,6	0,0
<i>Pleurosigma sp1</i>	1,00	14,00	0,00	0,5	2,0	0,0
<i>Entomoneis sp</i>	9,00	4,00	40,00	4,4	0,6	2,2
<i>Lyrella sp</i>	83,00	392,00	923,33	40,7	56,6	50,9
<i>Synedra sp3</i>	0,00	8,00	0,00	0,0	1,2	0,0
Total	204,00	692,00	1813,33	100,0	100,0	100,0

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La distribución del fitoplancton en la ciénaga de Balboa, presentó diferencias en cada uno de los puntos de muestreo, en P1 se registró una baja riqueza con nueve (9) morfoespecies y la densidad más baja del sistema 204 Ind/L, P2 registró la mayor riqueza con 11 morfoespecies y una densidad intermedia (692,00 Ind/L) (**Gráfica 137**). El punto P3 registró la mayor densidad, pero con la menor riqueza de especies del cuerpo de agua (8 taxa). Las diferencias espaciales en riqueza y densidad total del fitoplancton en la ciénaga pueden atender a gradientes ecológicos que ocurren en los diferentes puntos de monitoreo que proporcionan una variedad de microhábitats a las morfoespecies, así en el punto P3 existen condiciones fisicoquímicas, de recursos y de interacción biológica que permiten el establecimiento de un mayor número de individuos.

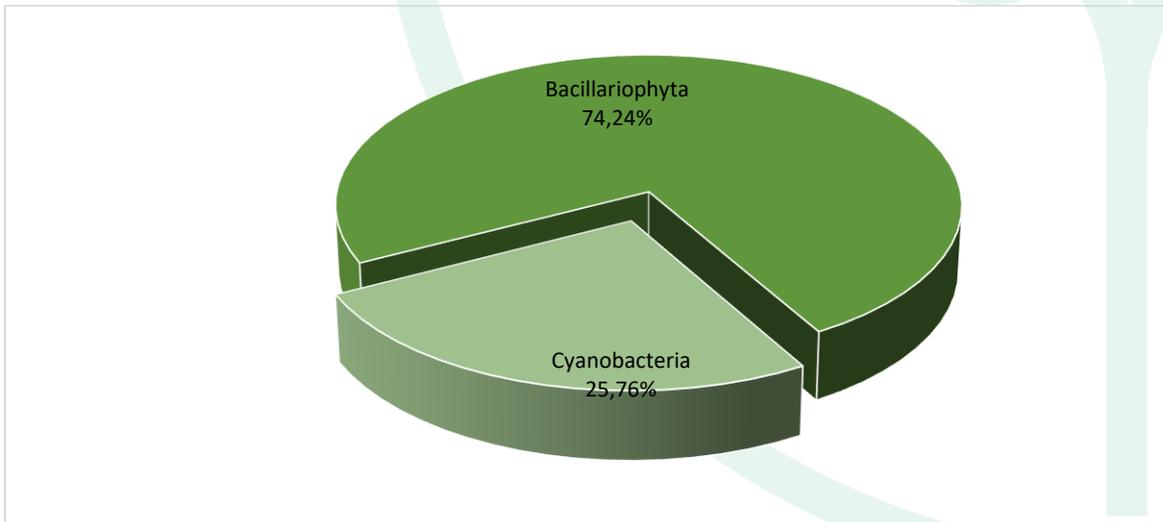




Gráfica 137. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en la ciénaga de Balboa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto al porcentaje de la densidad los Phylum del fitoplancton las Bacillariophytas aportaron el 74,24% de las morfoespecies, seguida de las Cianobacterias con el 25,76% **Gráfica 138.**

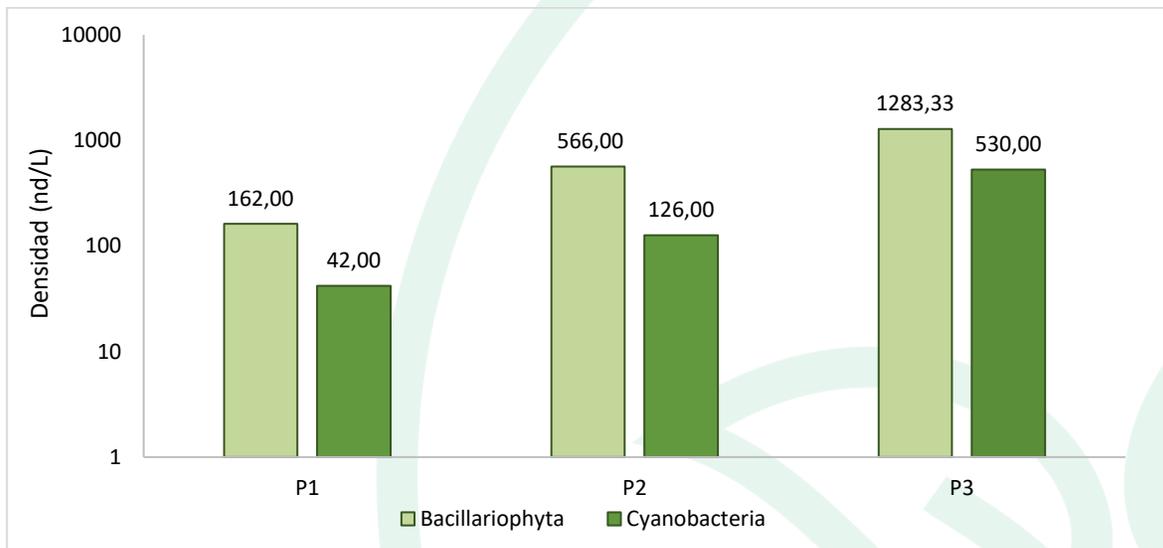


Gráfica 138. Contribución porcentual de las phyla fitoplanctónicas a la densidad total en la ciénaga de Balboa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



A nivel espacial, Bacillariophyta y Cyanobacteria fueron los phyla que se registraron en los tres puntos de muestreo. En P3 se registraron las mayores densidades de estos grupos con 1283,3 ind/L (Bacillariophyta) y 530 ind/l Cyanobacteria, mientras que en el punto P1 las Bacillariophytas y Cyanobacterias registraron bajas densidades (**Gráfica 139**).



Gráfica 139. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Balboa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

De acuerdo con los valores de los índices evaluados en la ciénaga, el ensamblaje fitoplanctónico se caracterizó por registra el índice de Shannon-Wiener con valores inferiores a 2, indicando contaminación severa según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas. El índice de equitatividad obtuvo un valor moderado, influenciada por las densidades de las morfoespecies *Lyrella sp* y *Lyngbya sp2*, que fueron superiores a las de las demás morfoespecies fitoplanctónicas. La dominancia de Simpson (Dominance_D) fue moderada y congruente con los valores de equitatividad con un mayor valor en P2 con 0,36. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2) **Tabla 207**.

Tabla 207. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica ciénaga de Balboa.

Índices	P1	P2	P3
Taxa_S	9	11	8



Índices	P1	P2	P3
Individuals	204	692	1813,3
Margalef	1,50	1,53	0,93
Equitability_J	0,77	0,64	0,76
Shannon_H	1,69	1,53	1,59
Dominance_D	0,24	0,36	0,30

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.3.2.2 Zooplancton

La comunidad de zooplancton en la ciénaga de Balboa estuvo representada por ocho (8) morfoespecies vinculadas a tres (3) divisiones, tres (3) clases, cuatro (4) órdenes y tres (3) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 208**.

Tabla 208. Clasificación de las morfoespecies de zooplancton observadas en la ciénaga de Balboa.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	-	Calanoida morfo 1
		Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1 Larva Nauplio Cyclopoida
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
Rotífera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp1 <i>Brachionus</i> sp3 <i>Keratella americana</i>
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> sp
3	3	4	5	8

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron Larva Nauplio de Cyclopoida y Cyclopoda morfo 1 con densidades máximas en el punto de monitoreo P1 con 760,00 Ind/L y 508,80 Ind/L respectivamente; mientras que la menos representativa fue *Keratella americana* con 0,80 Ind/L en P3 (**Tabla 209**). La dominancia de copépodos del orden Cyclopoida se relaciona con variedad de sus estrategias empleadas para maximizar su reproducción y supervivencia, tratando de sobrellevar así las pérdidas sustanciales debidas a predación, entre otros factores (Turner, 2004).

Tabla 209. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga de Balboa.

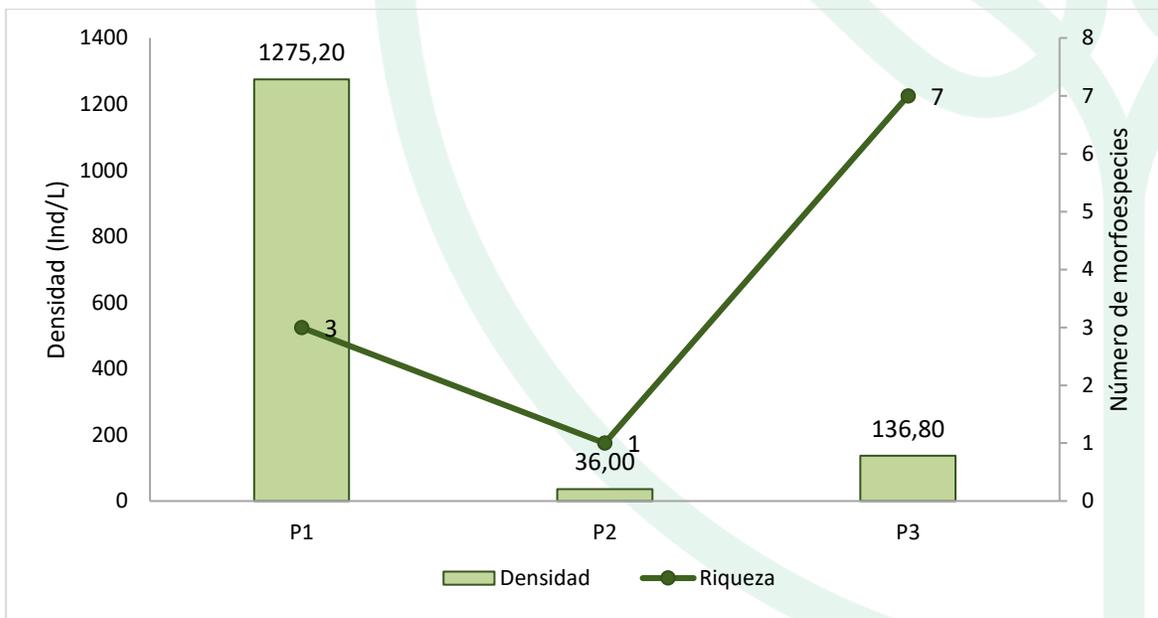
Morfoespecie	Densidad (Ind/L)			Abundancia relativa (%)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<i>Arcella discoides</i>	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,58
<i>Brachionus</i> sp1	0,00	0,00	1,60	0,00	0,00	1,17



Morfoespecie	Densidad (Ind/L)			Abundancia relativa (%)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<i>Brachionus</i> sp3	0,00	0,00	5,60	0,00	0,00	4,09
Calanoida morfo 1	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	8,77
Cyclopoida morfo 1	508,80	0,00	23,20	39,90	0,00	16,96
<i>Keratella americana</i>	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,58
Larva Nauplio Cyclopoida	760,00	36,00	92,80	59,60	100,00	67,84
<i>Polyarthra</i> sp	6,40	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
Total	1275,20	36,00	136,80	100,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El zooplancton en la ciénaga de Balboa presentó una densidad total de 1448,00 Ind/L y ésta obtuvo su valor más alto en P1, con 1275,20 Ind/L; en cuanto a la riqueza, fue baja, con un valor máximo de siete (7) en P3 (**Gráfica 140**). Las diferencias espaciales en riqueza y densidad total del zooplancton en la ciénaga pueden atender a gradientes ecológicos que ocurren en los diferentes puntos de monitoreo que proporcionan una variedad de microhábitats a las morfoespecies, así en el punto P1 existen condiciones fisicoquímicas, de recursos y de interacción biológica que permiten el establecimiento de un mayor número de individuos.



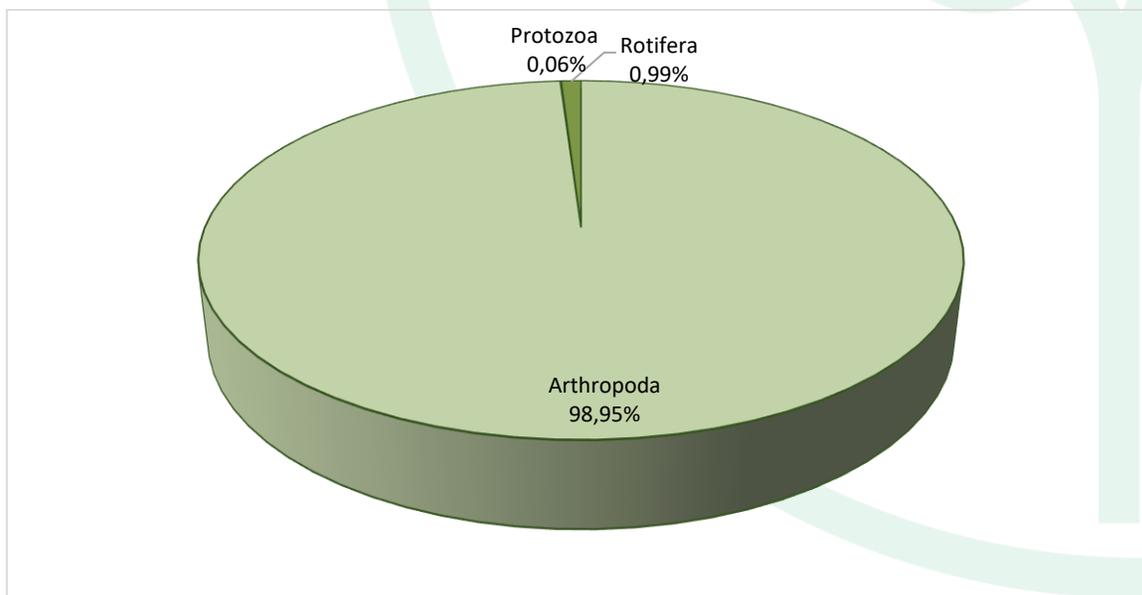
Gráfica 140. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en la ciénaga de Balboa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



En cuanto a las contribuciones a la densidad total de cada phylum se obtuvo que, Arthropoda aportó al 98,95% de la misma seguida de Rotífera (0,99%) y Protozoa (0,06%) (**Gráfica 141**). Los copépodos de Arthropoda en general, muestran tolerancia a la deficiencia de oxígeno, migran verticalmente en forma diaria y se consideran indicadores de aguas limpias, oligotróficas; sin embargo, también son abundantes en sistemas eutrofizados, en los cuales pueden llegar a dominar a la comunidad planctónica (Roldán, 1996).

En cuanto a los rotíferos, se consideran una observación frecuente en los sistemas acuáticos tropicales, pues al presentar estrategias de selección tipo r sus poblaciones pueden lograr recuperarse frente a condiciones adversas con la concomitante producción de nuevas generaciones en intervalos de tiempo más cortos que otros grupos del zooplancton. Finalmente, los protozoos son bastante comunes en aguas dulces o salobres, aunque se pueden observar también en el suelo, humus, turberas, tubo digestivo de batracios y lombrices, en musgos, líquenes, hojas de árboles, etc. Sirven de alimento a hidrobiontes más grandes, como: ciliados libres, oligoquetos, nemátodos, larvas y pequeños peces de tal manera que representan un eslabón importante entre los niveles tróficos de los cuerpos de agua.

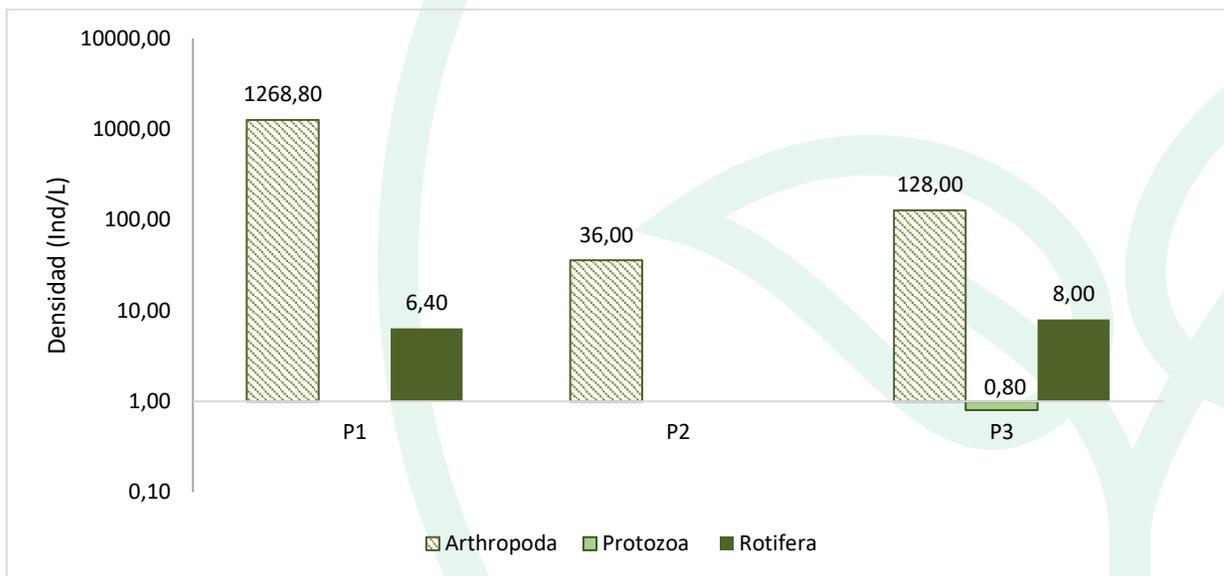


Gráfica 141. Contribución porcentual de las phyla zooplanctónicos a la densidad total en la ciénaga de Balboa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



A nivel espacial, Arthropoda fue el único phylum que se registró en los tres puntos de muestreo, mientras que Rotifera se observó en P1 y P3. En cuanto a los protozoos, se relacionaron únicamente con P3. El punto de mayor representatividad de Arthropoda fue P1, donde obtuvo 1268,80 Ind/L; mientras que sus aportes más bajos se relacionaron con P2 (36,00 Ind/L) (**Gráfica 142**). La dominancia de este phylum a nivel espacial se asocia con su grado de tolerancia a los niveles de salinidad, dado que gran proporción de los taxones de Cyclopoida son eurihalinos, en contraste con los rotíferos y protozoos que son más vulnerables a las concentraciones de sal en su medio, siendo más exitosos en cuerpos de agua con poca o nula influencia marina.



Gráfica 142. Contribución de las phyla de zooplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Balboa.

* Escala logarítmica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo P1 y P2 fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

Para P3, el índice de Shannon-Wiener reportó un valor inferior a 2, indicando contaminación severa según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus



niveles de polución, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas. El índice de equitatividad obtuvo un valor moderado, influenciada por las densidades de Larva Nauplio de Cyclopoida y Cyclopoida morfo 1, que fueron superiores a las de las demás morfoespecies zooplanctónicas. La dominancia de Simpson (Dominance_D) fue moderada y congruente con los valores de equitatividad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2) (**Tabla 210**).

Tabla 210. Índices ecológicos aplicados a la comunidad zooplanctónica.

Índice	P3
Taxa_S	7
Individuals	136,80
Dominance_D	0,49
Shannon_H	1,02
Margalef	1,22
Equitability_J	0,52

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.3.2.3 Perifiton

La comunidad perifítica de la ciénaga Balboa estuvo compuesta por nueve morfoespecies (9) distribuidas en dos divisiones, dos (2) clases, cuatro (4) orden y seis (6) familias, los géneros mejor representados fueron *Navicula sp4* y *Nitzschia sp3* con dos morfoespecies cada una (**Tabla 211**). La dominancia de las Bacillariophytas fue evidente con más del 77,7% de las morfoespecies, mientras que el 22.3% fueron para las Cianobacterias.

Tabla 211. Clasificación de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga de Balboa.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp2</i>
				<i>Filamentosa 2</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp2</i>
				<i>Nitzschia sp3</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>
				Naviculales
		<i>Navicula sp2</i>		
		Pinnulariaceae	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp2</i>
Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp</i>			
2	2	4	6	9

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



La densidad de organismos presentó diferencia en los puntos de muestreo, en P1 *Navicula* sp4 (Bacillariophyta) aportó la mayor densidad con 16791,67 Ind/cm² y una abundancia relativa de 73,21%, la cianobacteria con mayor densidad fue *Oscillatoria* sp4 con 406,25 Ind/cm² y abundancia relativa de 1,77%, en P2 y P3 (Tabla 212) siguieron la misma tendencia con las especies *Navicula* sp4 (Bacillariophyta) y *Oscillatoria* sp4 (Cianobacteria) donde aportaron las mayores densidades, en P3 la Cianobacteria más abundante fue *Oscillatoria* sp5. La morfoespecie *Navicula* sp, del tipo móvil, son típicas en aguas de mala calidad (Farfan, 2016). La Cianobacteria *Oscillatoria* sp4 puede crecer en condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008).

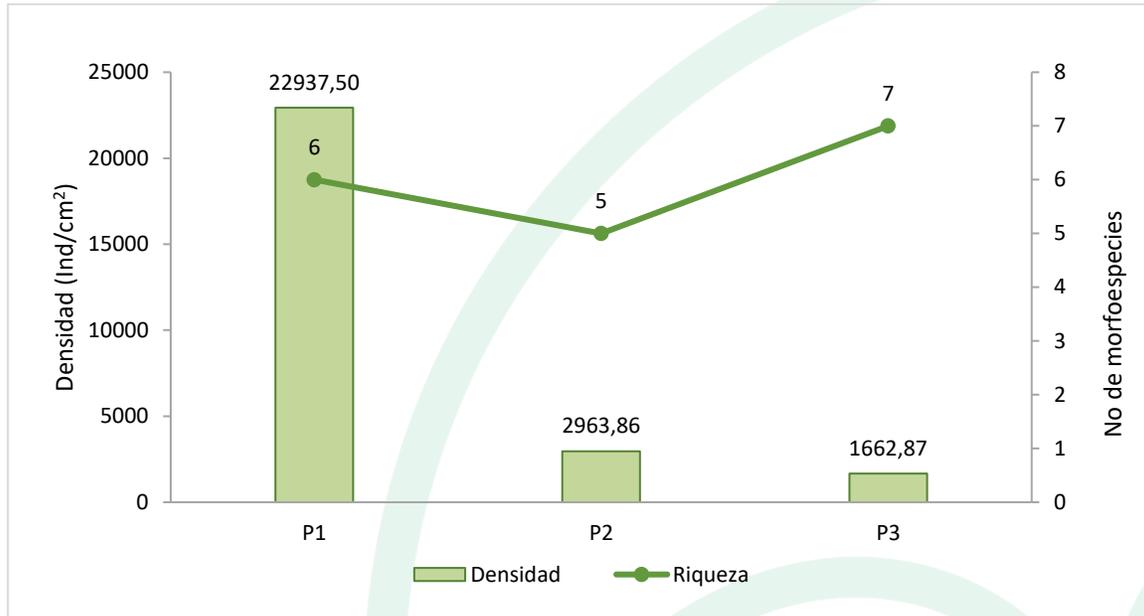
Tabla 212. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Balboa.

Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)			Abundancia relativa (%)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<i>Oscillatoria</i> sp4	406,25	302,97	0,00	1,77	10,22	0,00
<i>Oscillatoria</i> sp5	114,58	125,14	24,06	0,50	4,22	1,45
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	0,00	0,00	132,31	0,00	0,00	7,96
<i>Nitzschia</i> sp3	5385,42	447,87	150,35	23,48	15,11	9,04
<i>Cymbella</i> sp4	0,00	0,00	285,66	0,00	0,00	17,18
<i>Navicula</i> sp4	16791,67	2054,94	562,31	73,21	69,33	33,82
<i>Navicula</i> sp5	0,00	0,00	499,16	0,00	0,00	30,02
<i>Gyrosigma</i> sp2	166,67	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00
<i>Gyrosigma</i> sp3	72,92	32,93	9,02	0,32	1,11	0,54
Total	22937,50	2963,86	1662,87	100,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En cuanto a las contribuciones a la riqueza y densidades total de las divisiones se obtuvo que, el punto de muestreo P1 registró la mayor densidad 22937,50 Ind/L y seis (6) morfoespecies, mientras que P3 registró un leve aumento a la riqueza con siete (7) morfoespecies (Gráfica 143). Es muy probable que el vertimiento de aguas servidas en el punto de muestreo P1 favorezca el incremento de diatomeas, mientras que los otros puntos de muestreo tienen una mayor entrada de agua de mar.

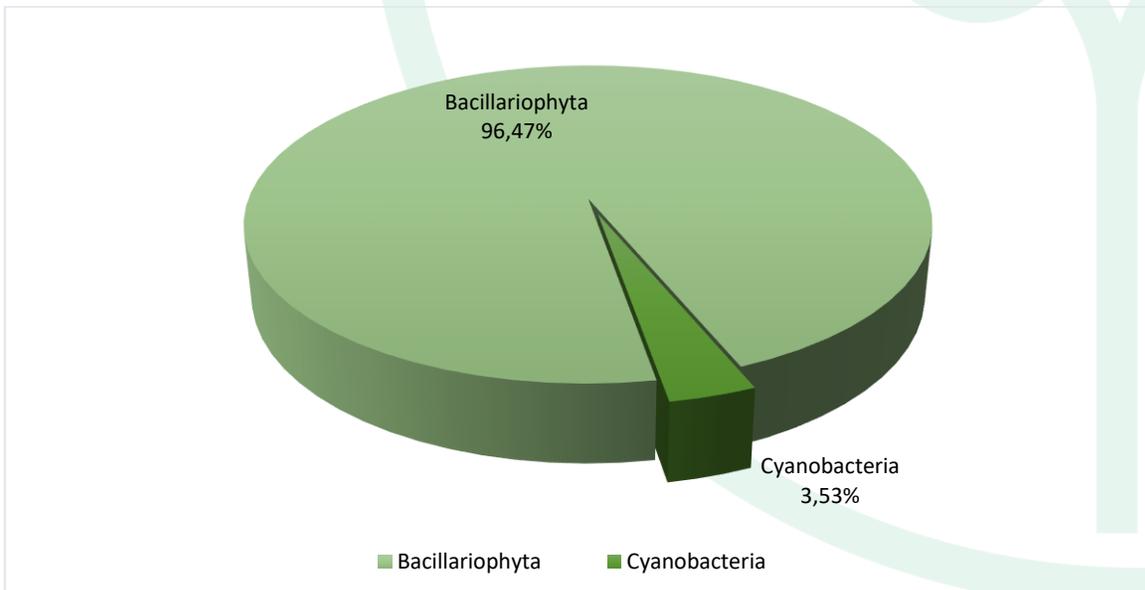




Gráfica 143. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga de Balboa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

De acuerdo a las principales divisiones la densidad de las Bacillariophyta aportó el 96,47% de los individuos, mientras que las Cyanobacteria aportaron el 3,53% restante (**Gráfica 144**).

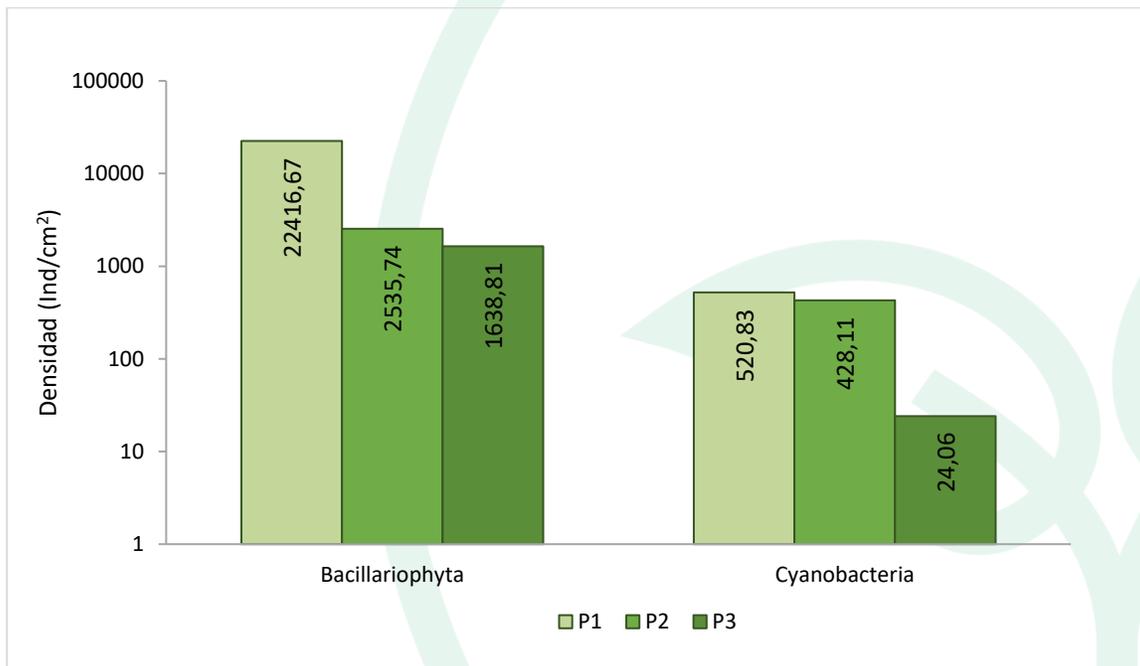


Gráfica 144. Contribución porcentual de las phyla perifíticas a la densidad total en la ciénaga de Balboa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



El perifiton en la ciénaga de Balboa presentó en los puntos de muestreo una mayor presencia de diatomeas (Bacillariophyta) y ésta obtuvo su valor más alto en P1, con 22416,67 Ind/ cm², las Cianobacterias también registraron la mayor densidad en este punto de muestreo con 520,83 Ind/cm², las densidades más bajas se registraron en P3 con 1638,81 Ind/ cm² en P1 para las diatomeas y 24,06 Ind/ cm² para las cianobacterias, en P2 las densidades fueron intermedias **Gráfica 145.**



Gráfica 145. Contribución de las phyla del perifiton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Balboa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El ensamblaje del perifiton en la ciénaga Balboa se caracterizó por registrar una estructura inestable en los puntos de muestreo, el índice de Shannon-Wiener reportó un valor < a 2, indicando contaminación severa según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas. El índice de equitatividad obtuvo valores bajo en P1 y P2 (**Tabla 213**), influenciada por las densidades de las morfoespecies *Navicula sp4* y *Nitzschia sp3*, que fueron superiores a las de las demás morfoespecies perifíticas. La dominancia de Simpson (Dominance_D)



fue moderada y congruente con los valores de equitatividad P3 tuvo unos mejores valores para la equidad y dominancia. Por su parte, el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2).

Tabla 213. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica ciénaga de Balboa.

Índices	P1	P2	P3
Taxa_S	6,00	5,00	7,00
Individuals	22937,51	2963,85	1662,87
Dominance_D	0,59	0,52	0,25
Shannon_H	0,72	0,96	1,54
Margalef	0,50	0,50	0,81
Equitability_J	0,40	0,59	0,79

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.3.2.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Balboa estuvo representada por cuatro (4) morfoespecies, vinculadas a dos (2) phyla, tres (3) clases, tres (3) órdenes (uno no determinado) y cuatro (4) familias (una no determinada), cuya clasificación taxonómica se encuentra en la **Tabla 214**.

Tabla 214. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Balboa.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Arthropoda	Crustácea	-	-	Larva Mysis
	Insecta	Díptera	Chironomidae	<i>Chironomidae morfo 1</i>
Muscidae			Muscidae morfo 1	
Mollusca	Gastropoda	Neritopsina	Neritidae	<i>Neritina sp</i>
2	3	3	4	4

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Muscidae morfo 1 fue la morfoespecie más abundante en P3 con 77,78 Ind/m²; las demás morfoespecies obtuvieron 11,11 Ind/m² en los puntos P1 y P2 (**Tabla 215**). Muscidae es una de las familias más diversas dentro de los dípteros caliptrados y presenta hábitos extremadamente variados. La mayoría de sus larvas son carroñeras y tienen un profundo impacto en los ecosistemas ya que contribuyen a la descomposición de la materia orgánica (Patitucci, 2010).



En cuanto a la familia Chironomidae, Elper (2001) señala que toleran grandes cantidades de materia orgánica y bajas concentraciones de oxígeno disuelto ya que presentan un grupo hemo que los adapta a vivir bajo estas condiciones.

Neritina incluye especies de hábitos detritívoros y algunas ramoneadoras, habitan típicamente en zonas estuarinas, por lo tanto, presentan cierta franja de tolerancia a los cambios en la salinidad (Moreno-Ríos, 2007), De acuerdo con Díaz y Puyana (1994) pueden habitar sobre casi cualquier sustrato duro en aguas de características tranquilas, salobres y estuarinas. De igual manera son capaz de tolerar ambientes por completo salinos y dulces por tiempos moderados. Se destaca además que prefiere colocar sus huevos sobre otras conchas de moluscos, ya sea vivos o muertos, inclusive en sus propios semejantes (Cosel, 1986).

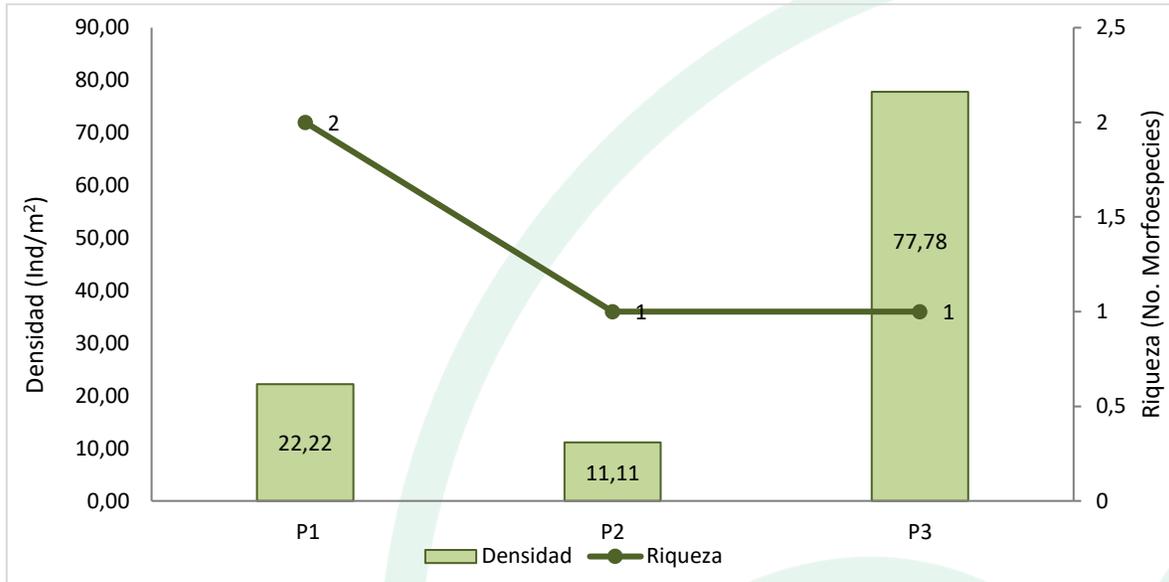
Tabla 215. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Balboa.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)			Abundancia relativa (%)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Larva Mysis	0,00	11,11	0,00	0,00	100,00	0,00
<i>Chironomidae morfo 1</i>	11,11	0,00	0,00	50,00	0,00	0,00
Muscidae morfo 1	0,00	0,00	77,78	0,00	0,00	100,00
<i>Neritina sp</i>	11,11	0,00	0,00	50,00	0,00	0,00
Total	22,22	11,11	77,78	100,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La densidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Balboa varió entre 11,11-77,78 Ind/m², y obtuvo su valor máximo en P3. En cuanto a la riqueza fue baja y a P1 le correspondió el valor más alto con solo dos (2) morfoespecies (**Gráfica 146**). La variabilidad espacial en la composición de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos se encuentra relacionada con factores de carácter biótico y abiótico que generan gradientes a escalas espacio-temporales que promueven el desarrollo de ciertos taxones en detrimento de otros (Oyague-Passuni y Maldonado-Fonkén ,2015). Teniendo en cuenta esto, gradientes a pequeñas escalas están favoreciendo la dominancia de dípteros de la familia Muscidae en P3.



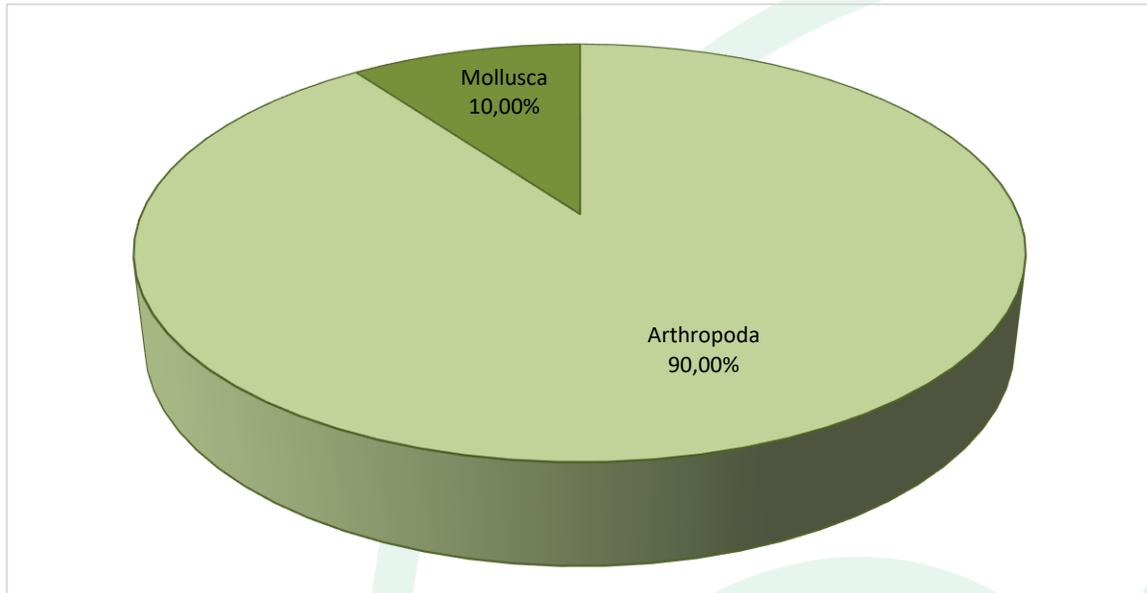


Gráfica 146. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Balboa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por el phylum Arthropoda, el cual obtuvo el 90,00% del valor total; mientras que el 10,00% restante le correspondió a Mollusca (**Gráfica 147**). Contrario a los resultados de la mayoría de las ciénagas estudiadas, el phylum Mollusca en Balboa fue desplazado en importancia por morfoespecies de Arthropoda. Lo anterior puede relacionarse con la capacidad de agregación de las larvas de dípteros de la familia Muscidae, que permite el establecimiento y colonización de centenares de individuos en áreas reducidas, haciendo más accesibles un mayor número de individuos a los métodos de muestreo. Los moluscos si bien cuentan con capacidad de agregación tienen mayores requerimientos de espacio, tiempo y recursos en contraste con los dípteros mencionados.



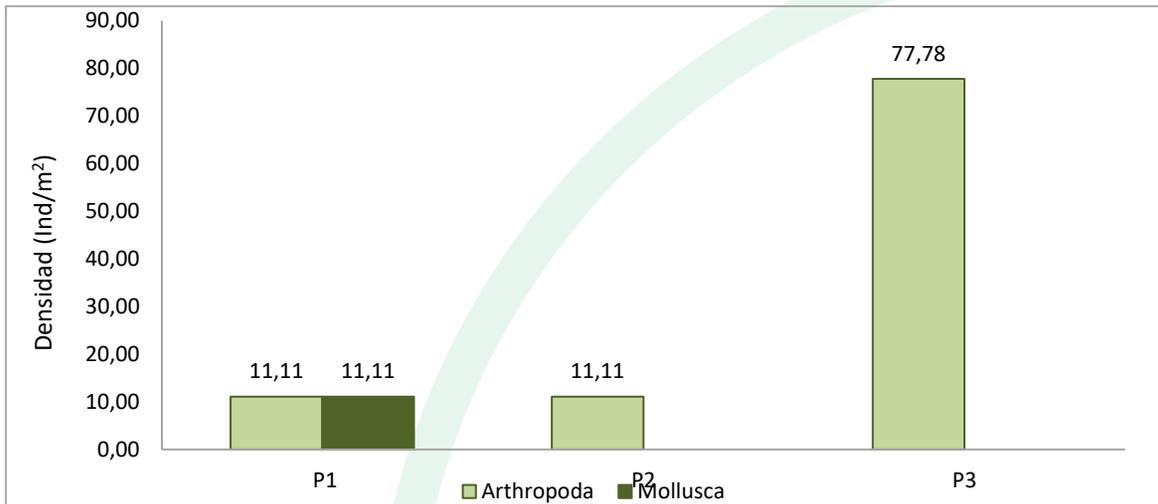


Gráfica 147. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Balboa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

A nivel espacial, el phylum Arthropoda dominó las densidades de los tres puntos de muestreo, estando mejor representado en P3, donde además solo se observó una morfoespecie, al igual que en P2. En contraste, P1 con menor densidad registró taxones de los dos phyla (Mollusca y Arthropoda) (**Gráfica 148**). Según Junk (1977), los patrones espaciales y temporales en la diversidad de invertebrados son explicados por la variación temporal de factores medioambientales de los ecosistemas. Así, la densidad de las poblaciones depende del tipo, morfología de la vegetación y propiedades fisicoquímicas de los cuerpos de agua, que afecta la estructura de su fauna asociada. En este sentido, resulta probable que, en la ciénaga de Balboa, gradientes ambientales estén favoreciendo comunidades bentónicas de mayor densidad en P3, éstas relacionadas principalmente con disponibilidad de microhábitats y nutrientes ya que la mayor parte del valor de densidad total en este punto fue aportada por dípteros de la familia Muscidae con gran capacidad de agregación.





Gráfica 148. Contribución I de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Balboa.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga de Balboa fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

5.3.2.5 Macrófitas

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

5.3.2.6 Peces

Solo una especie fue reportada en este sistema estuarino (*Mugil liza*), la cual comúnmente es conocida como liza, la cual es una especie que tiene amplia distribución en América, habitando sistemas costeros y estuarinos (Ruiz-Ramírez et al., 2017), tal como son las características de la ciénaga de Balboa. La clasificación taxonómica completa de esta especie se muestra en la **Tabla 216**.

Tabla 216. Clasificación taxonómica de la especie reportada en la ciénaga de Balboa

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chordata	Actinopterygii	Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Solo fueron reportados individuos en el punto Ciénaga de Balboa P3. Un total de 12,00 individuos de esta especie fueron capturados (**Tabla 217**).

Tabla 217. Abundancia de la especie *Mugil liza* en la ciénaga de Balboa

Morfoespecie	P1	P2	P3
<i>Mugil liza</i>	-	-	12,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



5.3.3 Ciénaga de Mallorcaín

5.3.3.1 Fitoplancton

La comunidad del fitoplancton en la ciénaga de Mallorcaín estuvo representada por 44 morfoespecies, distribuidas en cinco (5) phyla, siete (7) clases, 19 órdenes y 21 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 218**. De acuerdo a la distribución de la riqueza de los principales Phylum, muestran que las Bacillariophytas aportan el 71,11% del total de las morfoespecies, seguidas de los Miozoa con el 15,56% de las morfoespecies, Cianobacterias con el 8,89% y las más bajas riquezas fueron Euglenozoa y Charophytas con el 2,22%.

Tabla 218. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en la ciénaga de Mallorcaín.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Arthrospira sp</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp3</i>
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Lyngbya sp2</i>
				<i>Merismopedia sp1</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp3</i>
				<i>Nitzschia sp4</i>
				<i>Nitzschia sp5</i>
				<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp2</i>
				<i>Gyrosigma sp2</i>
				<i>Gyrosigma sp3</i>
			Pleurosigmataceae	<i>Pleurosigma sp2</i>
				<i>Pleurosigma sp3</i>
				<i>Pleurosigma sp3</i>
		Lyrellales	Lyrellaceae	<i>Lyrella sp</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp1</i>
		Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	<i>Guinardia striata</i>
		Thalassiosirales	Skeletonemaceae	<i>Skeletonema costatum</i>
		Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus radiatus</i>
				<i>Coscinodiscus sp1</i>
<i>Coscinodiscus sp2</i>				
<i>Coscinodiscus sp3</i>				
<i>Coscinodiscus sp1</i>				
Thalassionematales	Thalassionemataceae	<i>Thalassionema sp1</i>		
		<i>Thalassionema sp2</i>		
Rhabdonematales	Grammatophoraceae	Grammatophoraceae	<i>Grammatophora sp2</i>	
Mediophyceae	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	<i>Chaetocero sp1</i>	



Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Chaetocero sp2</i>
				<i>Chaetocero sp3</i>
				<i>Chaetocero sp4</i>
				<i>Chaetocero sp5</i>
				<i>Chaetocero sp6</i>
				<i>Chaetocero sp7</i>
				<i>Chaetocero sp8</i>
			<i>Odontella sp2</i>	
Miozoa	Dinophyceae	Dinophysiales	Dinophysiaceae	<i>Dinophysis sp1</i>
				<i>Dinophysis sp2</i>
		Gonyaulacales	Ceratiaceae	<i>Neoceratium sp1</i>
				<i>Neoceratium sp2</i>
				<i>Neoceratium sp3</i>
				<i>Neoceratium sp4</i>
		Peridiniales	Peridiniaceae	<i>Scrippsiella</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina morum</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus sp1</i>
5	7	19	21	45

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron; *Skeletonema costatum*, *Cymbella sp* y *Pseudo-nitzschia pungens*, cuyos máximos de densidad se relacionaron con los puntos P2 y P6. Las demás morfoespecies registraron abundancias bajas, se resalta las morfoespecies del género *Chaetoceros* obtuvo la mayoría de la densidad en P2 con 550,00 Ind/L, de los 657,00 Ind/L en total (**Tabla 219**).

Tabla 219. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Mallorquín

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<i>Arthrospira sp</i>	18,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oscillatoria sp3</i>	98,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lyngbya sp2</i>	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Merismopedia sp1</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	14,00	9,00
<i>Nitzschia sp3</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	112,00
<i>Nitzschia sp4</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
<i>Nitzschia sp5</i>	0,00	80,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	0,00	190,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Navicula sp2</i>	55,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	3,00
<i>Gyrosigma sp2</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00
<i>Gyrosigma sp3</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
<i>Pleurosigma sp2</i>	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Morfoespecie	Densidad (Ind/L)						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<i>Pleurosigma sp3</i>	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lyrella sp</i>	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cymbella sp</i>	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00	624,00	8,00
<i>Synedra sp1</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
<i>Guinardia striata</i>	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Skeletonema costatum</i>	88,75	6990,00	19,00	16,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,00
<i>Coscinodiscus sp1</i>	0,00	40,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coscinodiscus sp2</i>	0,00	40,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coscinodiscus sp3</i>	0,00	0,00	8,00	66,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coscinodiscus sp1</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	4,00
<i>Thalassionema sp1</i>	0,00	70,00	4,00	9,00	0,00	0,00	0,00
<i>Thalassionema sp2</i>	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Grammatophora sp2</i>	0,00	30,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetocero sp1</i>	0,00	130,00	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetocero sp2</i>	0,00	120,00	5,00	6,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetocero sp3</i>	0,00	150,00	7,00	12,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetocero sp4</i>	0,00	70,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetocero sp5</i>	0,00	50,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chaetocero sp6</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00
<i>Chaetocero sp7</i>	0,00	40,00	11,00	17,00	0,00	0,00	4,00
<i>Chaetocero sp8</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
<i>Odontella sp1</i>	0,00	40,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Odontella sp2</i>	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dinophysis sp1</i>	0,00	40,00	2,00	5,00	0,00	0,00	2,00
<i>Dinophysis sp2</i>	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Neoceratium sp1</i>	0,00	30,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00
<i>Neoceratium sp2</i>	0,00	20,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Neoceratium sp3</i>	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Neoceratium sp4</i>	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scrippsiella</i>	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pandorina morum</i>	16,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Phacus sp1</i>	18,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	371,25	8290,00	112,00	139,00	27,00	638,00	170,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Tabla 220. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga de Mallorquín.

Morfoespecie	Abundancia relativa %						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<i>Arthrospira sp</i>	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Oscillatoria sp3</i>	26,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lyngbya sp2</i>	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Merismopedia sp1</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	2,2	5,3

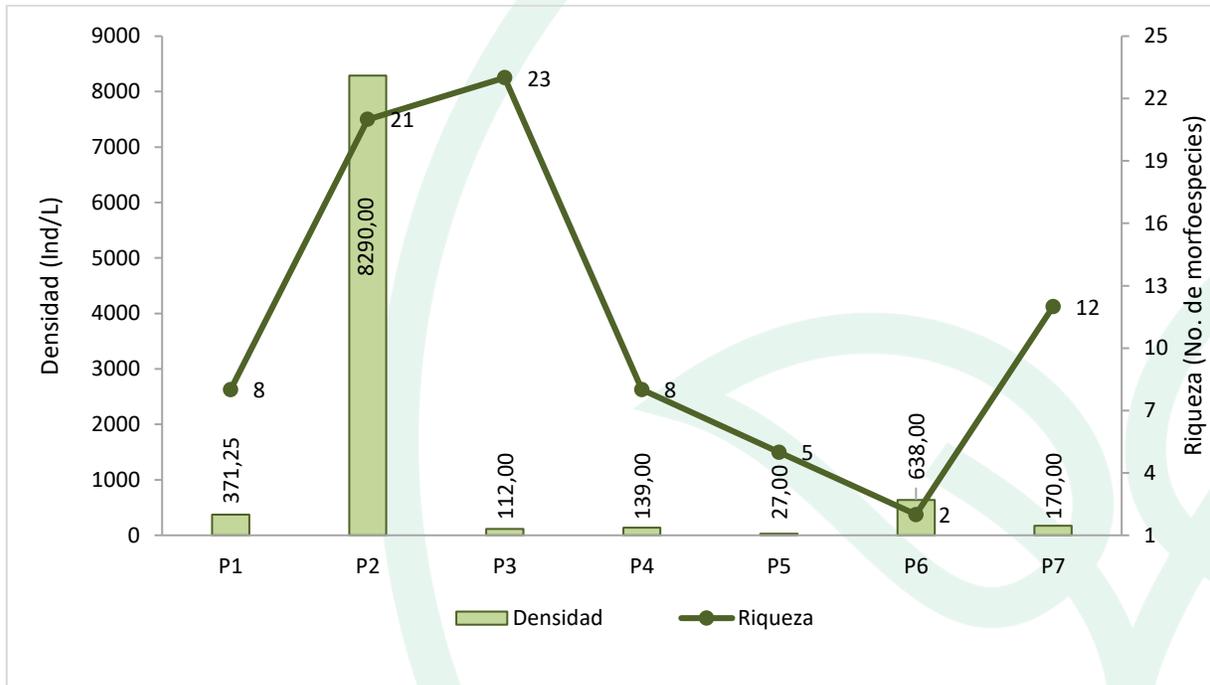


Morfoespecie	Abundancia relativa %						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<i>Nitzschia sp3</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,9
<i>Nitzschia sp4</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
<i>Nitzschia sp5</i>	0,0	1,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	14,8	0,0	0,0	0,0	25,9	0,0	1,8
<i>Navicula sp2</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8	0,0	0,0
<i>Gyrosigma sp2</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0
<i>Gyrosigma sp3</i>	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pleurosigma sp2</i>	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pleurosigma sp3</i>	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lyrella sp</i>	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	97,8	4,7
<i>Cymbella sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
<i>Synedra sp1</i>	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Guinardia striata</i>	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Skeletonema costatum</i>	0,0	1,6	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0,0	1,4	4,5	4,3	0,0	0,0	0,0
<i>Coscinodiscus sp1</i>	0,0	1,8	6,3	8,6	0,0	0,0	0,0
<i>Coscinodiscus sp2</i>	0,0	0,8	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Coscinodiscus sp3</i>	0,0	0,6	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Coscinodiscus sp1</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
<i>Thalassionema sp1</i>	0,0	0,5	9,8	12,2	0,0	0,0	2,4
<i>Thalassionema sp2</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
<i>Grammatophora sp2</i>	0,0	0,5	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chaetocero sp1</i>	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chaetocero sp2</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	37,0	0,0	2,4
<i>Chaetocero sp3</i>	0,0	0,8	3,6	6,5	0,0	0,0	0,0
<i>Chaetocero sp4</i>	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chaetocero sp5</i>	0,0	0,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chaetocero sp6</i>	23,9	84,3	17,0	11,5	0,0	0,0	0,0
<i>Chaetocero sp7</i>	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	1,8
<i>Chaetocero sp8</i>	0,0	0,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Odontella sp1</i>	0,0	0,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Odontella sp2</i>	0,0	0,0	7,1	47,5	0,0	0,0	0,0
<i>Dinophysis sp1</i>	0,0	0,5	1,8	3,6	0,0	0,0	1,2
<i>Dinophysis sp2</i>	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Neoceratium sp1</i>	0,0	0,4	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
<i>Neoceratium sp2</i>	0,0	0,2	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Neoceratium sp3</i>	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Neoceratium sp4</i>	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scrippsiella</i>	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pandorina morum</i>	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phacus sp1</i>	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



La densidad del fitoplancton en la ciénaga de mallorquín presentó un valor total de 9747,00 Ind/L y registró su máximo en los puntos P2, P6 y P1 con 8290,00 Ind/L, 638,00 Ind/L y 371,25 Ind/L respectivamente. En cuanto a la riqueza, adoptó valores entre 2-23 morfoespecies, siendo más alta en P3 (**Gráfica 149**).

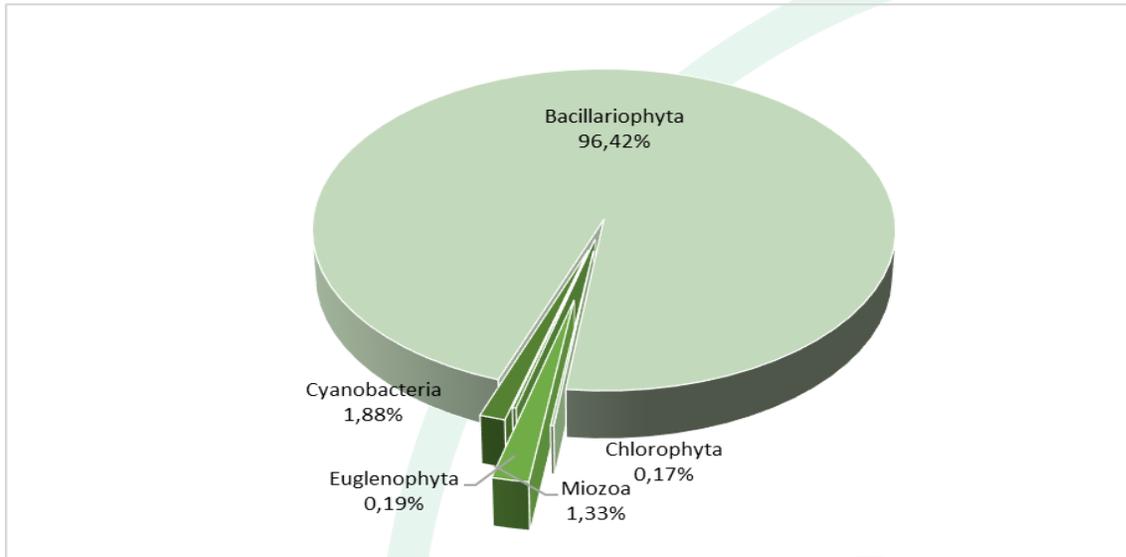


Gráfica 149. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del fitoplancton en la ciénaga de Mallorca.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

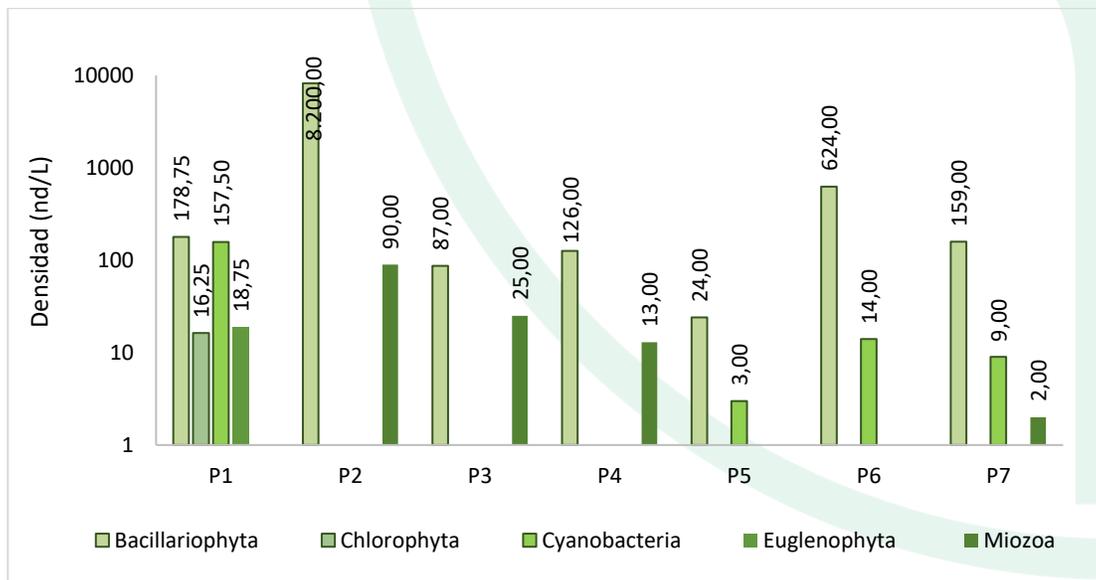
Bacillariophyta fue el phylum de mayor aporte a la densidad total, correspondiéndole el 96,42% de ésta, seguida de Cianobacteria (1,88%), Miozoa (1,33%), Euglenophyta (0,19%) y Chlorophyta (0,17%) (**Gráfica 150**).





Gráfica 150. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de Mallorquín.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021. A nivel espacial, el phylum Bacillariophyta fue el más representativo en todos los puntos de monitoreo y el mayor aporte fue en P2, con 8200,00 Ind/L; y P6 con 624,00 Ind/L. Los phyla Euglenophyta y Chlorophyta realizaron contribuciones bajas, y asociados únicamente a P1 (**Gráfica 151**).



Gráfica 151. Contribución de las phyla zooplanctónicas a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Mallorquín.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas. Teniendo en cuenta que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos se requieren contar con más de cinco especies (taxón) por comunidad, ya que, de acuerdo a las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una especie (población) (Curtis y Massarini, 2008).

El índice de Shannon-Wiener registró valores inferiores a dos (2), los cuales se consideran bajos e indicadores de efectos de contaminación según lo señala Margalef (1983) a excepción de P3 con 2,82. Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual, las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas.

El índice de equitatividad obtuvo un valor alto en P1, P3, P4 y P5, estos resultados demuestran la uniformidad del ensamblaje fitoplanctónico en términos de abundancia para estos puntos, no obstante, P2, P6 y P7 obtuvieron valores < a 0,57 indicador de una baja equitatividad, influenciada por las morfoespecies *Skeletonema costatum* (Tabla 221).

Tabla 221. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton.

Índice	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Taxa_S	8	21	23	8	5	2	12
Individuals	371,25	8290	112	139	27	638	170
Margalef	1,18	2,22	4,66	1,42	1,21	0,15	2,14
Equitability_J	0,90	0,29	0,90	0,80	0,93	0,15	0,57
Shannon_H	1,88	0,87	2,82	1,67	1,49	0,11	1,42
Dominance_D	0,18	0,71	0,08	0,27	0,25	0,96	0,45

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.3.3.2 Zooplancton

La comunidad de zooplancton en la ciénaga de Mallorquín estuvo representada por ocho (8) morfoespecies, distribuidas en cuatro (4) phyla, igual cantidad de clases, seis (6) órdenes y tres (3) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 222**.



Tabla 222. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de Zooplancton observadas en la ciénaga de Mallorcaín.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	-	Calanoida morfo 1
		Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1 Larva Nauplio Cyclopoida
		Sessilia	-	Larva Nauplio Sessilia
Ciliophora	Ciliatea	Oligotrichida	Codonellidae	<i>Tintinnopsis</i> sp
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
Rotífera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus havanaensis</i>
				<i>Brachionus</i> sp3
4	4	6	6	8

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron *Tintinnopsis* sp y Larva Nauplio de Cyclopoida, cuyos máximos de densidad se relacionaron con los puntos P3, P4 y P6. Las demás morfoespecies registraron abundancias bajas, se resalta Cyclopoida morfo 1 que obtuvo 228,80 Ind/L en P6 (Tabla 223). Los tintínidos son protozoarios ciliados, importantes en la transferencia de material a través de las redes alimentarias y actúan como un vínculo entre el fitoplancton y el zooplancton (Briceño *et al.*,2013). Se relacionan en mayor medida con ambientes salinos o salobres, aunque su distribución también depende de la transparencia, partículas de sedimento en la columna de agua, aspectos dinámicos cuya intensidad depende en gran medida de la geomorfología de la cuenca, y los procesos dinámicos del agua que ocurren en la misma (Briceño *et al.*,2013).

En cuanto a las foras larvales de copépodos observados, son de gran importancia para la estructura de la comunidad zooplanctónica, con respecto a la dinámica de la población y también en los aspectos tróficos, ya que, desde fases tempranas, estos organismos pueden ocupar nichos tróficos diferentes a los de los adultos (Cotrim-Marques *et al.*, 2007). Los copépodos pueden alcanzar abundancias muy elevadas en aguas con concentraciones altas de partículas orgánicas, es decir en cuerpos de agua donde la eutrofización es más alta (Reverol *et al.*, 2008). Rombouts *et al.* (2010), asocian la alta diversidad de copépodos a una combinación de alta temperatura y salinidad del océano y baja concentración de nutrientes.

Tabla 223. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga de Mallorcaín

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<i>Arcella discoides</i>	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<i>Brachionus havanaensis</i>	0,00	0,00	0,00	4,80	0,00	1,60	0,00
<i>Brachionus sp3</i>	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calanoida morfo 1	0,00	19,20	20,80	19,20	4,80	12,80	97,60
Cyclopoida morfo 1	6,40	60,80	32,00	128,00	56,00	228,80	115,20
Larva Nauplio Cyclopoida	22,40	216,00	177,60	208,00	243,20	459,20	51,20
Larva Nauplio Sessilia	0,00	4,80	0,00	6,40	0,00	0,00	3,20
<i>Tintinnopsis sp</i>	171,20	80,00	627,20	910,40	1240,00	451,20	137,60
Total	203,20	380,80	857,60	1276,80	1544,00	1153,60	404,80

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

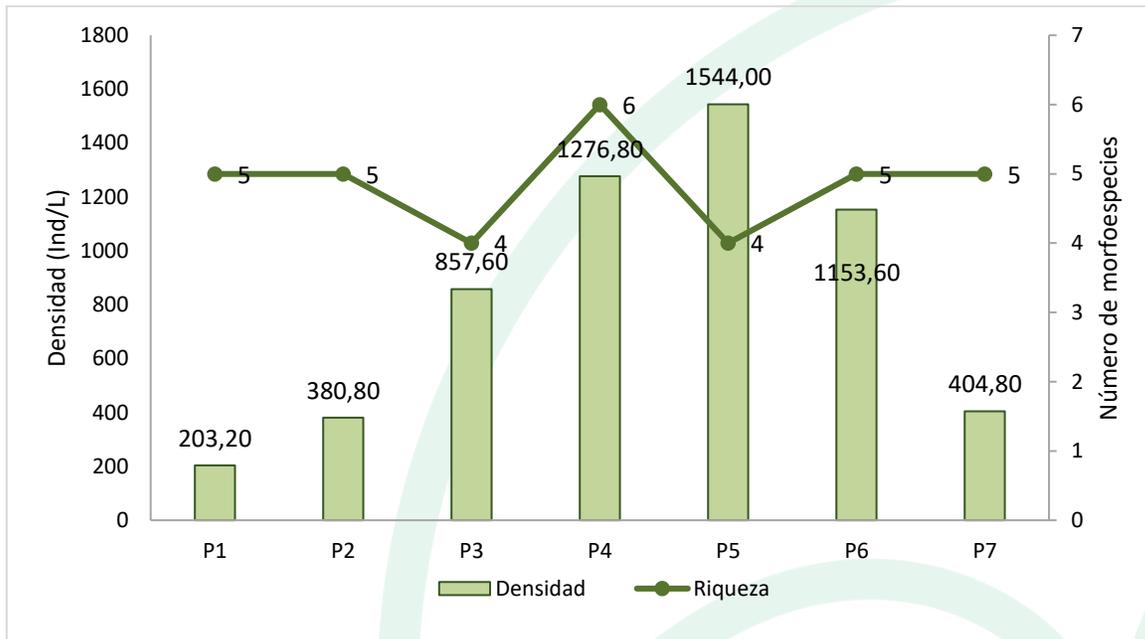
Tabla 224. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga de Mallorquín.

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<i>Arcella discoides</i>	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Brachionus havanaensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,14	0,00
<i>Brachionus sp3</i>	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calanoida morfo 1	0,00	5,04	2,43	1,50	0,31	1,11	24,11
Cyclopoida morfo 1	3,15	15,97	3,73	10,03	3,63	19,83	28,46
Larva Nauplio Cyclopoida	11,02	56,72	20,71	16,29	15,75	39,81	12,65
Larva Nauplio Sessilia	0,00	1,26	0,00	0,50	0,00	0,00	0,79
<i>Tintinnopsis sp</i>	84,25	21,01	73,13	71,30	80,31	39,11	33,99
Total	100,00						

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La densidad del zooplancton en la ciénaga de Mallorquín presentó un valor total de 5820,80 Ind/L y registró su máximo en los puntos P5, P4 y P6 con 1544,00 Ind/L, 1276,80 Ind/L y 1153,60 Ind/L respectivamente. En cuanto a la riqueza, adoptó valores entre 4-6 morfoespecies, siendo más alta en P4 (**Gráfica 152**). De acuerdo con Matsumura-Tundisi *et al.* (1990) el zooplancton posee una relación directa con el grado de eutrofización, así se suelen hallar registros mayores en ambientes acuáticos eutrofizados, que ofrecen mayor diversidad de recursos permitiendo a los organismos que allí habitan una mayor especialización sobre los nichos ecológicos, reduciéndose la competencia e incrementando la diversidad. En este sentido, puede que las condiciones tróficas del área de estudio estén posibilitando el desarrollo de una comunidad zooplanctónica de altas densidades pero de baja estructuración debido a la baja riqueza observada.





Gráfica 152. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga de Mallorquín.

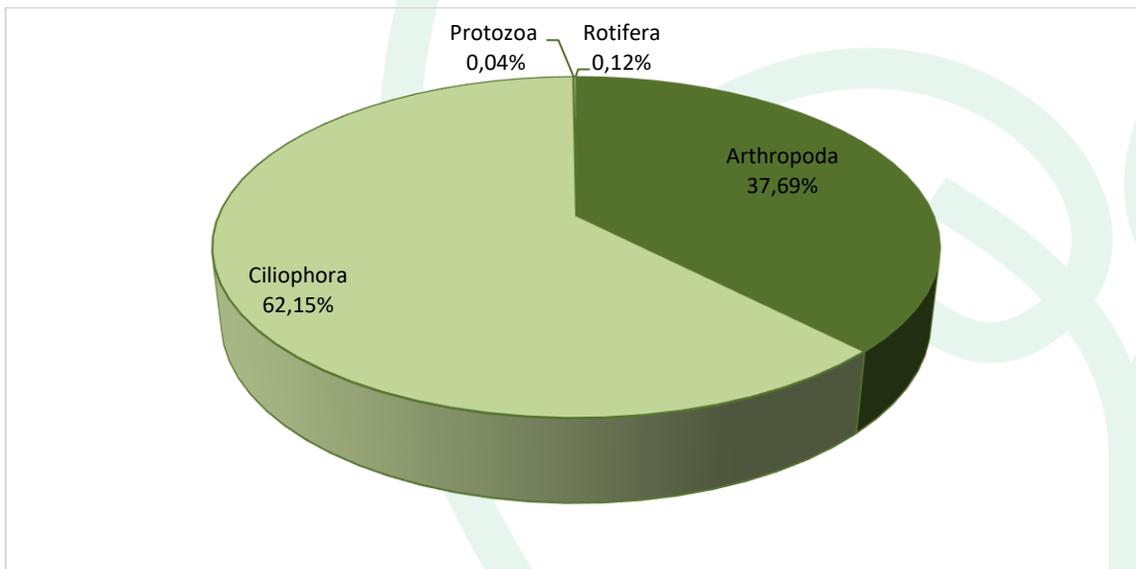
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Ciliophora fue el phylum de mayor aporte a la densidad total, correspondiéndole el 62,15% de ésta, seguida de Arthropoda (37,69%), Protozoa (0,12%) y Rotífera (0,04%) (**Gráfica 153**). El phylum Ciliophora, algunos pueden vivir en aguas altamente eutróficas; por tanto, pueden utilizarse como indicadores de contaminación orgánica, las especies bacterívoras desempeñan un papel importante en la regulación del crecimiento de bacterias. poblaciones (Rivier *et al.*, 1985). En cuanto a los copépodos de Arthropoda se caracterizan por su capacidad para ocupar hábitats diferentes, debido a un patrón corporal general que consiste en el desarrollado de modificaciones estructurales, fisiológicas y de comportamiento, además sus larvas nauplios poseen un alto potencial de dispersión y mecanismos adaptativos que le permiten una colonización expansiva en sistemas someros (Dole-Olivier *et al.*, 2000).

A los protozoos suele encontrarseles en pequeñas lagunas ríos y quebradas con algún grado de eutrofia, particularmente el orden Arcellinida se caracteriza por habitar aguas dulces o salobres, aunque se pueden observar también en el suelo, humus, turberas, tubo digestivo de batracios y lombrices, en musgos, líquenes, hojas de árboles, etc. Sirven de alimento a hidrobiontes más



grandes, como: ciliados libres, oligoquetos, nemátodos, larvas y pequeños peces de tal manera que representan un eslabón importante entre los niveles tróficos de los cuerpos de agua. Finalmente, los rotíferos se encuentran ampliamente distribuidos en aguas dulceacuícolas y muchas de sus especies pueden llegar a tolerar condiciones de hipereutrofia, una de sus características importantes es el tipo de estrategia reproductiva que presentan (selección r), lo cual los hace animales oportunistas y con una tolerancia alta a las fluctuaciones en las condiciones ambientales, adicionalmente poseen huevos de resistencia, los cuales entran en diapausa en épocas adversas y de este modo preservan las poblaciones con variabilidad genética para la colonización de hábitats diversos al retorno de la época favorable (Gallo-Sánchez *et al.*, 2009).



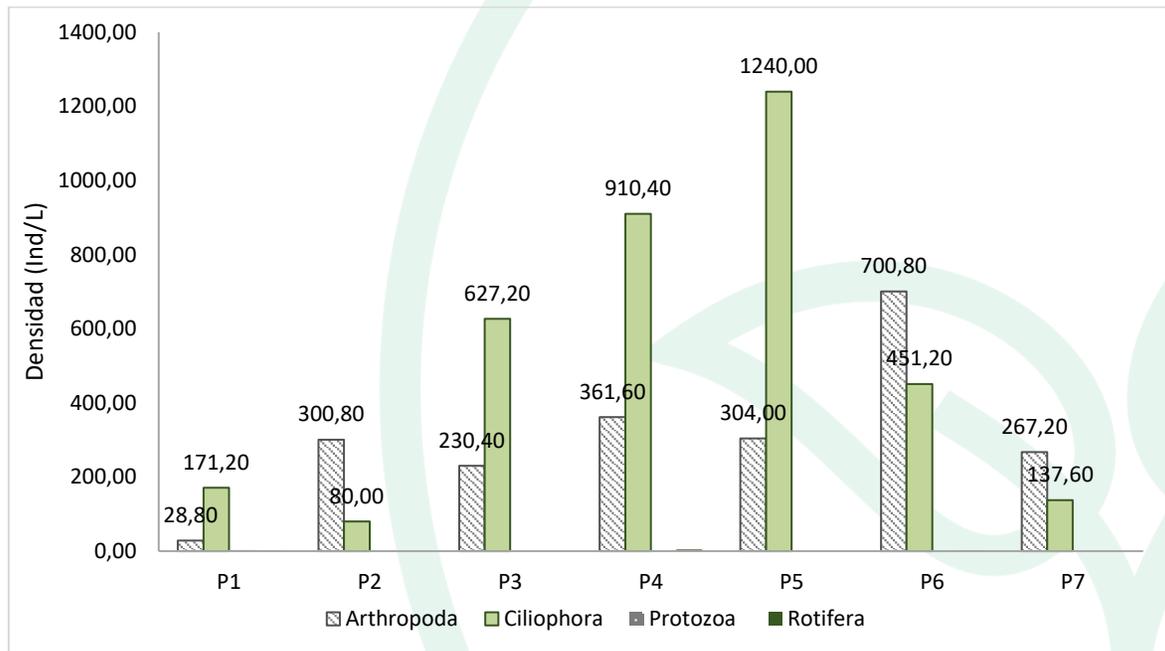
Gráfica 153. Contribución porcentual de las phyla de Zooplancton a la densidad total en la ciénaga de Mallorquín.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

A nivel espacial, el phylum Ciliophora fue el más representativos en todos los puntos de monitoreo, a excepción de P2, P6 y P7 donde dominaron morfoespecies de Arthropoda. El punto de monitoreo de mayor aporte de Ciliophora fue P5, con 1240,00 Ind/L; mientras que para Arthropoda fue P6 con 700,80 Ind/L. Los phylum Protozoa y Rotifera realizaron contribuciones bajas, el primero asociado únicamente a P1 y el segundo a P1 P4 y P6 (**Gráfica 154**). Sobre la distribución del zooplancton, Ricklefs (1990) sugiere que los arreglos comunitarios no son consecuencia del azar, sino que existen



mecanismos que actúan sobre los ecosistemas, produciendo patrones u ordenamientos particulares. En este sentido, podemos decir que entre los puntos de muestreo existe un diferencial entre las condiciones fisicoquímicas y de recursos tróficos que favorecen el establecimiento y desarrollo de ciertos grupos zooplanctónicos, es el caso de los ciliados y formas larvales de copépodos del orden Cyclopoida.



Gráfica 154. Contribución I de las phyla zooplanctónicas a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Mallorca.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas. Teniendo en cuenta que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos se requieren contar con más de cinco especies (taxón) por comunidad, ya que, de acuerdo con las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una especie (población) (Curtis y Massarini, 2008). Atendiendo a este precepto los índices ecológicos para esta comunidad no fueron calculados en P4 y P5 debido a la baja riqueza registrada ($S < 5$).



Para los demás puntos, el índice de Shannon-Wiener registró valores inferiores a dos (2), los cuales se consideran bajos e indicadores de efectos de contaminación según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual, las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas.

El índice de equitatividad obtuvo un valor alto en P7 y P2 y moderado en P3 y P6, estos resultados demuestran la uniformidad del ensamblaje zooplanctónico en términos de abundancia para estos puntos, no obstante, P1 obtuvo un valor de 0,35 indicador de una baja equitatividad, influenciada por las morfoespecies Larva Nauplio de Cyclopoida y Larva Nauplio Sessilia que obtuvieron densidades superiores a las demás morfoespecies del zooplancton. El índice de dominancia de Simpson (Dominance_D) registró un comportamiento consistente con lo reportado por la equitatividad, el valor máximo se relacionó con P1. Por su parte, el índice de Margalef registró valores inferiores a dos, con un máximo de 0,75 en P1, consistente con una riqueza baja (**Tabla 225**).

Tabla 225. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton.

Índice	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Taxa_S	5	5	4	6	4	5	5
Individuals	203,20	380,80	857,60	1276,80	1544,00	1153,60	404,80
Dominance_D	0,72	0,39	0,58	-	-	0,35	0,27
Shannon_H	0,57	1,14	0,76	-	-	1,11	1,36
Menhinick	0,35	0,25	0,13	-	-	0,14	0,24
Margalef	0,75	0,67	0,44	-	-	0,56	0,66
Equitability_J	0,35	0,71	0,55	-	-	0,69	0,85

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.3.3.3 Perifiton

La comunidad del perifiton en la ciénaga de Mallorquín estuvo representada por ocho (8) morfoespecies, distribuidas en una (1) phyla, igual cantidad de clases, cuatro (4) órdenes y cinco (5) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 226**. Solo se registró perifiton en dos puntos de muestreo de los siete (7) existentes en la ciénaga.



Tabla 226. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en la ciénaga de Mallorcaín.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp3</i>
			Cymbellaceae	<i>Cymbella sp2</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp2</i>
				<i>Gyrosigma sp2</i>
				<i>Gyrosigma sp3</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp2</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp1</i>
				<i>Synedra sp3</i>
1	1	4	5	8

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies más abundantes en P5 y P7 fue *Navicula sp2* con 13260,31 Ind/cm² y 26230,9 Ind/cm² con abundancias relativas del 49,34% y 89,95% respectivamente (Tabla 227). También se destaca en P5 la morfoespecie *Gomphonema sp3* con 6059,69 Ind/cm² y una abundancia relativa del 22,55% en P7 la segunda morfoespecie con mayor abundancia fue *Synedra sp3* con 1016,94 Ind/cm² y una abundancia relativa del 3,49%, las morfoespecies *Synedra* y *Navicula* son tolerantes a contenidos de sedimentos y conductividades altas (Bellinger & Sigeo, 2010).

Tabla 227. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga de Mallorcaín.

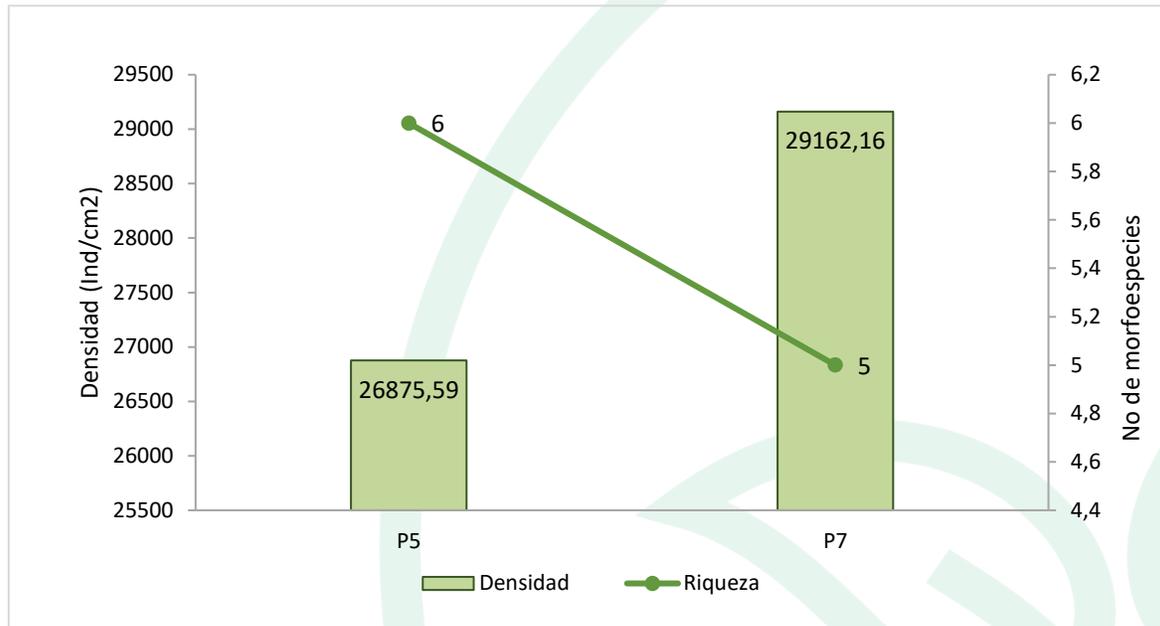
Morfoespecie	Densidad (Individuos/cm ²)		Abundancia relativa (%)	
	P5	P7	P5	P7
<i>Gomphonema sp3</i>	6059,69	0,00	22,55	0,00
<i>Cymbella sp2</i>	1521,26	717,84	5,66	2,46
<i>Navicula sp2</i>	13260,31	26230,99	49,34	89,95
<i>Gyrosigma sp2</i>	2002,99	897,30	7,45	3,08
<i>Gyrosigma sp3</i>	0,00	299,10	0,00	1,03
<i>Nitzschia sp2</i>	1673,39	0,00	6,23	0,00
<i>Synedra sp1</i>	2357,95	0,00	8,77	0,00
<i>Synedra sp3</i>	0,00	1016,94	0,00	3,49
Total	26875,59	29162,16	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La distribución de la riqueza y densidad en los puntos de muestreo se muestra en la Gráfica 155 . en el punto P5 se registró una mayor riqueza (S 6) y una baja densidad, mientras que en P7 hubo una disminución de la riqueza (5) y un aumento no muy significativo en la densidad. En este sentido, puede que las condiciones tróficas del área de estudio esten posibilitando el desarrollo de una



comunidad perifítica de altas densidades pero de baja estructuración debido a la baja riqueza observada.



Gráfica 155. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad del perifiton en la ciénaga de Mallorca.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El ensamblaje perifítico de los puntos de muestreo en la ciénaga se caracterizaron por tener una estructura inestable con bajos valores del índice de Shannon-Wiener. El índice de equitatividad obtuvo un valor alto en P5 (J' : 0,80) al igual que la diversidad Shannon (1,43) y bajo valor de dominancia de Simpson (Dominance_D) 0,31, mientras que en P7 la estructura fue más inestable con valores bajos de diversidad (0,46) y equidad (J' : 0,28) el cual se ve reflejado con los altos valores de dominancia de Simpson: 0,81. Por su parte, el índice de Margalef registró valores inferiores a dos, con un máximo de 0,49 en P5, consistente con una riqueza baja (**Tabla 228**).

Tabla 228. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.

Índices	P5	P7
Taxa_S	6,00	5,00
Individuals	26875,59	29162,17
Dominance_D	0,31	0,81
Shannon_H	1,43	0,46
Margalef	0,49	0,39



Equitability_J	0,80	0,28
----------------	------	------

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.3.3.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mallorquín estuvo conformada por siete (7) morfoespecies vinculadas a tres (3) phyla, cuatro (4) clases, seis (6) órdenes e igual cantidad de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 229**.

Tabla 229. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Mallorquín.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Biomphalaria sp</i>
	Bivalvia	Myoida	Corbulidae	<i>Corbula caribaea</i>
		Mytiloidea	Mytilidae	<i>Mytilus sp</i>
		Veneroidea	Veneridae	<i>Chione sp</i>
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Nereididae	<i>Nereididae morfo 1</i>
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Gammaridae	<i>Nereididae morfo 2</i>
				Gammaridae morfo 1
3	4	6	6	7

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies de mayor abundancia en la ciénaga fueron *Corbula caribaea* y Nereididae morfo 1, con densidades de 107,41 Ind/m² y 33,33 Ind/m² en P4 y P3 respectivamente (**Tabla 230**). *C. caribaea* obtuvo una mayor representatividad en la ciénaga ya que se observó en todos los puntos monitoreados, a excepción de P1. Esta especie obtuvo un porcentaje de 100% de la densidad relativa en P5. Nereididae morfo 1 ocupó una menor distribución espacial y estuvo ausente en P5, P6 y P7; en P1, P2 y P3 reportó abundancias relativas de 42,86%-88,89% (**Tabla 231**

C. caribaea habita en el bentos de sistemas marinos o de salinidad importante como la ciénaga de Mallorquín, se alimenta de detritus orgánico y según Franco y León-Luna (2010) acumula trazas significativas de metales como cadmio y zinc, biodisponibles en la ciénaga.

En cuanto a Nereididae, es una de las familias más diversas de poliquetos, sus especies abundan en una amplia gama de ambientes, desde el mar profundo hasta estuarios, arroyos de agua dulce e incluso charcos temporales de agua lluvia en ambientes terrestres húmedos (Wilson, 2000).



Tabla 230. Densidad (Ind/m²) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mallorquín.

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<i>Biomphalaria sp</i>	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Corbula caribaea</i>	0,00	3,70	11,11	107,41	22,22	14,81	3,70
<i>Mytilus sp</i>	0,00	0,00	0,00	3,70	0,00	0,00	0,00
<i>Chione sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	11,11
<i>Nereididae morfo 1</i>	11,11	29,63	33,33	7,41	0,00	0,00	0,00
<i>Nereididae morfo 2</i>	7,41	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	7,41
Gammaridae morfo 1	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	25,93	33,33	44,44	118,52	22,22	22,22	22,22

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

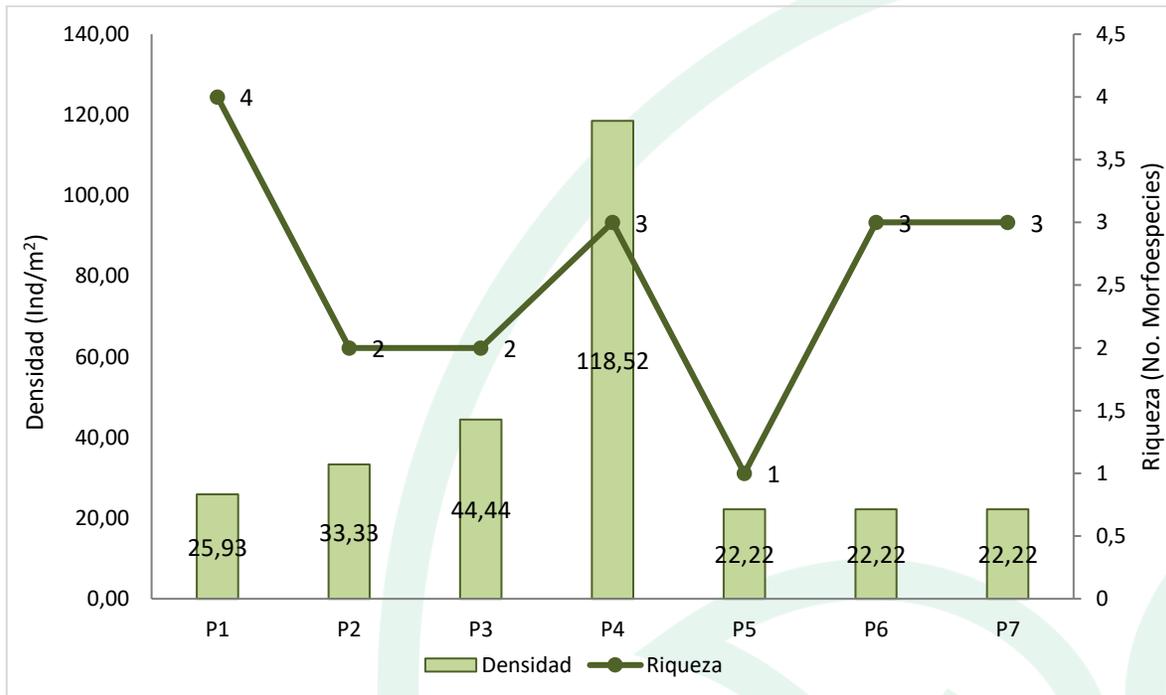
Tabla 231. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mallorquín.

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<i>Biomphalaria sp</i>	14,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Corbula caribaea</i>	0,00	11,11	25,00	90,63	100,00	66,67	16,67
<i>Mytilus sp</i>	0,00	0,00	0,00	3,13	0,00	0,00	0,00
<i>Chione sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	50,00
<i>Nereididae morfo 1</i>	42,86	88,89	75,00	6,25	0,00	0,00	0,00
<i>Nereididae morfo 2</i>	28,57	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	33,33
Gammaridae morfo 1	14,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,00						

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La ciénaga de Mallorquín presentó densidades entre 22,22 Ind/m² y 118,52 Ind/m²; el punto de monitoreo con densidad más alta fue P4; mientras que P5, P6 y P7 obtuvieron el valor más bajo con 22,22 Ind/m². En cuanto a la riqueza, presentó valores de 1-4 morfoespecies y el máximo estuvo relacionado con P1 (**Gráfica 156**). Estas variaciones espaciales observadas en la estructura y composición bentónica de la ciénaga atienden a los aportes diferenciales de *C. caribaea*, cuyas densidades fueron bastante heterogéneas entre los puntos monitoreados, además de que las demás morfoespecies del ensamblaje se asociaron con un bajo número de puntos de muestreo.



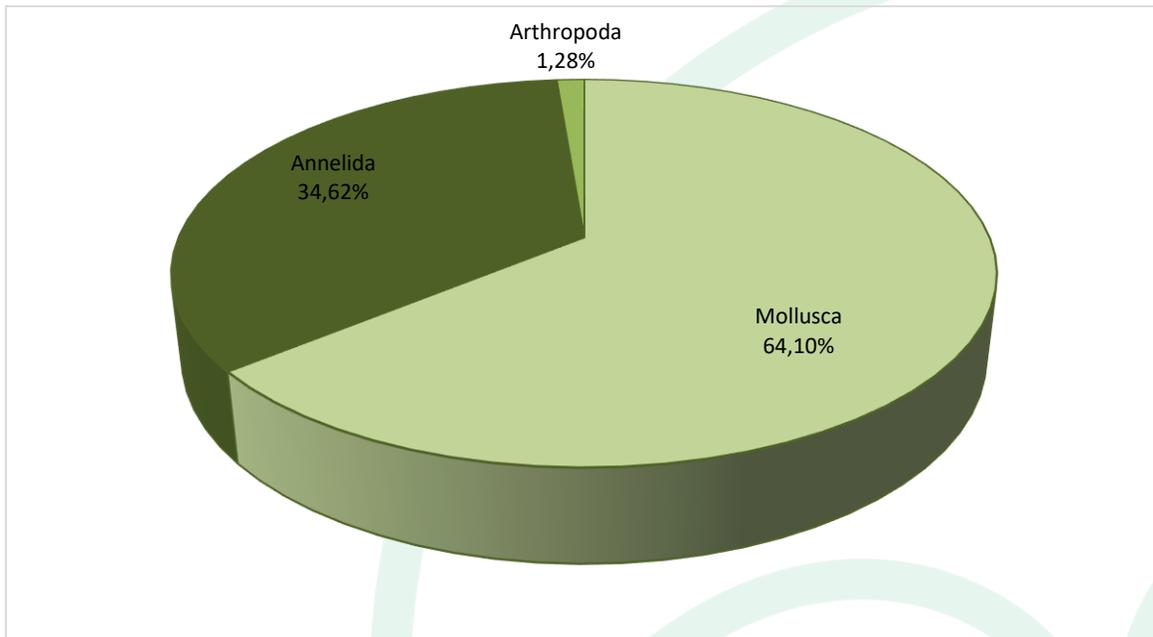


Gráfica 156. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mallorquín.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El phylum Mollusca fue el más representativo en términos de densidad ya que contó con el 64,10% del valor total, seguido de Annelida (34,62%) y Arthropoda (1,28%) (**Gráfica 157**). Este patrón de dominancia de moluscos es característico del bentos de sistemas lenticos, puesto que en el quedan atrapados nutrientes y detritus que hacen parte del espectro trófico de este grupo, de esta manera se ven mayormente favorecidos. Adicionalmente, sus mecanismos de agregación y menor capacidad de movimiento a diferencia de otros grupos bentónicos facilitan una mayor probabilidad de encuentro. En cuanto a Annelida, Roldán (2003) afirma que se encuentran asociados a bajas concentraciones de oxígeno, gas que se reduce aún más cuando la temperatura del agua es alta, como ocurre en la ciénaga estudiada. En contraste, el phylum Arthropoda, si bien cuenta con especies resistentes a cargas orgánicas elevada, su número es reducido y en general se asocian con larvas de dípteros de la familia Chironomidae.



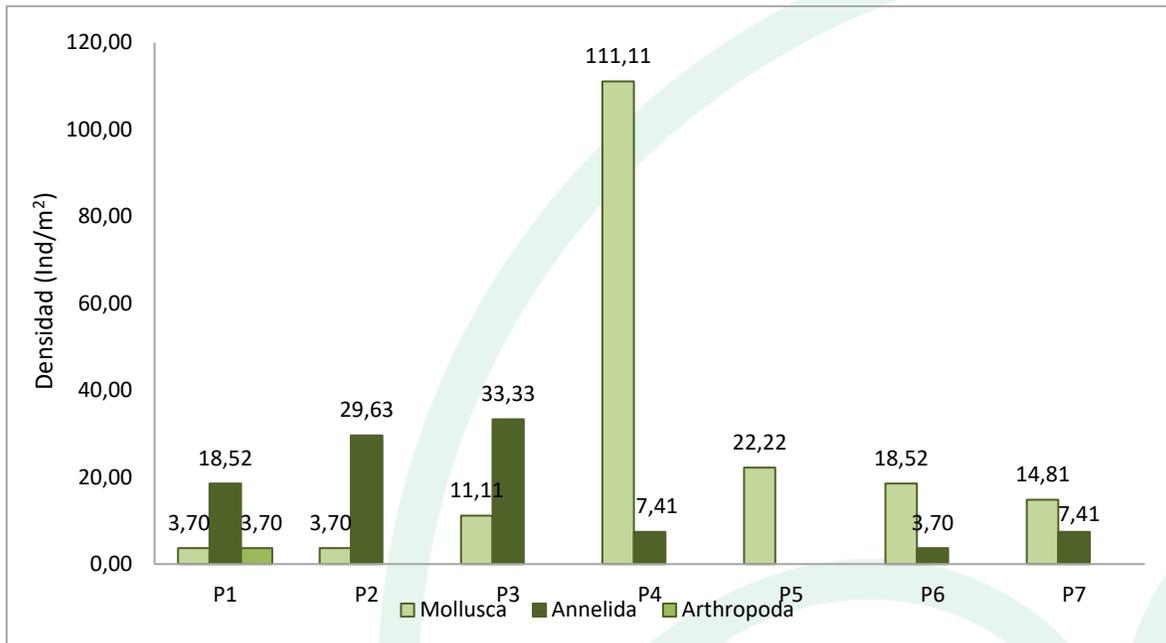


Gráfica 157. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Mallorquín.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La densidad bentónica de todos los puntos muestreados estuvo caracterizada por aportes más altos del phylum Mollusca, el cual estuvo mejor representado en el punto P4, donde obtuvo 111,11 Ind/m². En cuanto Annelida, registró una mayor distribución espacial que Arthropoda, ya que este último se observó únicamente en P1 con 3,70 Ind/m² (**Gráfica 158**). La mayor diversidad de Mollusca en la ciénaga es un reflejo de su tolerancia a la presencia de materia orgánica que es arrastrada por las corrientes hacia este sector, como resultado del incremento de las actividades humanas de utilizar esta ciénaga como un sitio de eliminación de todo tipo de desechos. Adicionalmente la baja tasa de movilidad de estos taxones su forma de alimentación detritívora y su mayor capacidad de agregación frente a fases larvales de la división Arthropoda facilitan una mayor oportunidad de encuentro.





Gráfica 158. Contribución I de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Mallorquín.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga del Rincón fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

5.3.3.5 Macrófitas

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

5.3.3.6 Peces

La comunidad de peces de la ciénaga de Mallorquín estuvo conformada por cinco (5) especies, las cuales se distribuyen taxonómicamente en cuatro (4) ordenes, e igual número de familias (**Tabla 232**).

Tabla 232. Clasificación taxonómica de las especies icticas capturadas en la ciénaga de Mallorquín.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Triporthidae	<i>Triporthus magdalenae</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
		Eupercaria/misc	Gerreidae	<i>Eugerres plumieri</i>
		Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>
				<i>Mugil liza</i>
		Siluriformes	Ariidae	<i>Notarius bonillai</i>
1	1	4	4	5

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Mugil liza tuvo una abundancia alta en el cuerpo de agua, con un total de 111,00Ind, colectados en cinco (5) de los siete (7) puntos de monitoreo establecidos. Dicha abundancia corresponde al 56,35% de la abundancia total (197,00Ind). La segunda especie de mayor abundancia fue *Notarius bonillai* con 76,00Ind **Tabla 233**.

Tabla 233. Abundancia de las morfoespecies de peces reportadas en la ciénaga de Mallorquín.

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Total
<i>Triportheus magdalenae</i>	-	-	-	7,00	-	-	-	7,00
<i>Eugerres plumieri</i>	-	-	-	-	2,00	-	-	2,00
<i>Mugil cephalus</i>	-	1,00	-	-	-	-	-	1,00
<i>Mugil liza</i>	17,00	9,00	-	28,00	-	36,00	21,00	111,00
<i>Notarius bonillai</i>	25,00	1,00	5,00	-	p	45,00	-	76,00
Total	42,00	11,00	5,00	35,00	2,00	81,00	21,00	197,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las especies *Triportheus magdalenae*, *Eugerres plumieri* y *Mugil cephalus* fueron las especies de menor abundancia **Tabla 234**, pero también, fueron las especies con menor distribución en este sistema estuarino.

Tabla 234. Abundancia relativa (%) de la comunidad de peces reportada en ciénaga Mallorquín.

Morfoespecies	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<i>Triportheus magdalenae</i>	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eugerres plumieri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
<i>Mugil cephalus</i>	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mugil liza</i>	40,48	81,82	0,00	80,00	0,00	44,44	100,00
<i>Notarius bonillai</i>	59,52	9,09	100,00	0,00	0,00	55,56	0,00
Total	100,00						

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El llamado comúnmente Bagre de río, bagre cazón, y/o bagre blanco (*Notarius bonillai*) se encuentra en categoría de peligro según el libro rojo de especies dulceacuícolas de Colombia. Esta especie endémica de Colombia, se distribuye en las cuencas del río Atrato y Magdalena (Maldonado-Ocampo et al., 2008).



Este bagre tiene hábitos dulceacuícolas y estuarinos; es bentónica, y se encuentra presente en fondos fangosos de aguas turbias en lagunas costeras, partes bajas de los ríos, estuarios, ciénagas y zonas de manglar (Acero et *al.*, 2002). Estas características son compatibles con las que presenta la ciénaga de Mallorquín, lo que explica la abundancia de la esta especie.



5.3.4 Ciénaga Los Manatíes

5.3.4.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Los Manatíes, estuvo conformada por siete (7) morfoespecies, distribuidas en dos (2) divisiones, dos (2) clases, cuatro (4) órdenes y cuatro (4) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 235**. De acuerdo con la contribución porcentual de la riqueza el phylum de las Bacillariophytas aportaron el 87,71% del total de las especies seguidas de Miozoa con el 14,29%.

Tabla 235. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del fitoplancton observadas en ciénaga Los Manatíes.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca sp</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp6</i>
				<i>Navicula sp7</i>
			Pleurosigmaataceae	<i>Pleurosigma sp1</i>
		Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Entomoneis sp2</i>
Miozoa	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	<i>Gymnodinium sp1</i>
2	2	4	5	7

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La morfoespecie de mayor abundancia en la ciénaga de Los Manatíes fue *Navicula sp6* con 9620,00 Ind/L, con un porcentaje de 42,3% de abundancia relativa, seguida de *Gymnodinium sp* (Miozoa) y por último *Entomoneis sp* con el 3940,00 Ind/L y una abundancia relativa del 17,3% (**Tabla 236**).

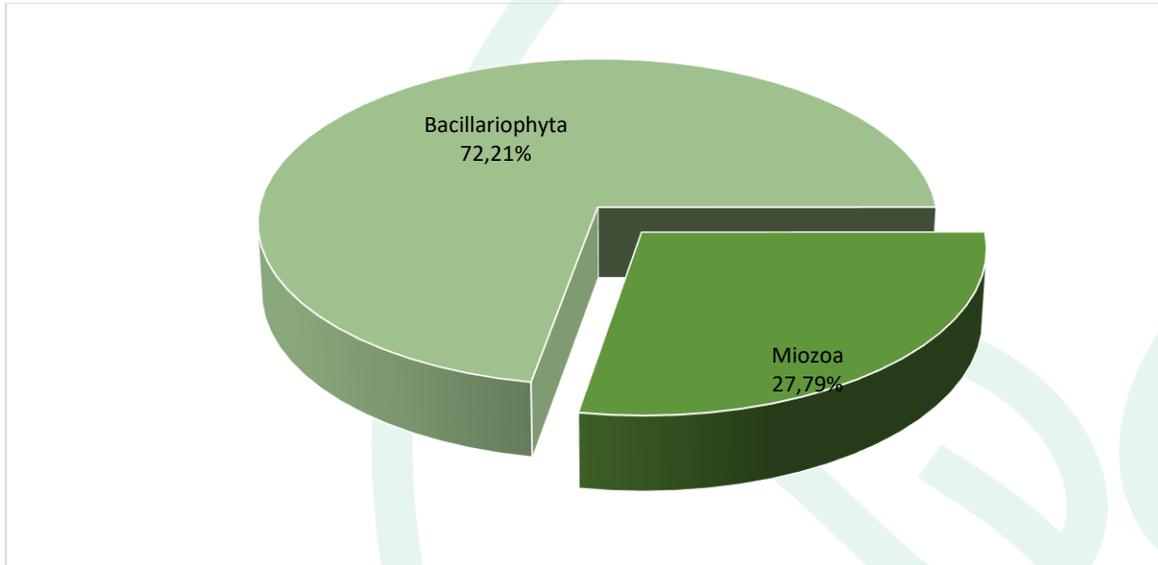
Tabla 236. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del fitoplancton en la ciénaga Los Manatíes.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)	Abundancia relativa (%)
	P1	P1
<i>Cylindrotheca sp</i>	1620,00	7,10
<i>Navicula sp6</i>	9620,00	42,30
<i>Navicula sp7</i>	920,00	4,00
<i>Pleurosigma sp1</i>	80,00	0,40
<i>Pleurosigma sp2</i>	240,00	1,10
<i>Entomoneis sp2</i>	3940,00	17,30
<i>Gymnodinium sp1</i>	6320,00	27,80
Total	22740,00	100,00



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por el phylum Bacillariophyta, cuyos aportes representaron el 72,21% del valor total; mientras que el 27,79% restante lo obtuvo Miozoa (Gráfica 159). Solo se registró un solo punto de muestreo.



Gráfica 159. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga de Los Manatíes.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

De acuerdo a los índices biológicos evaluados el ensamblaje fitoplanctónico se caracteriza por registrar baja diversidad (1,41), asociado en parte a la baja riqueza (Taxa_S: 7) el cual se ve reflejado por el bajo valor del índice de Margalef (0,60), el índice de Margalef registró valores medios altos J': 0,72 y valores medios de dominancia 0,29 atribuido principalmente por la abundancia de la morfoespecie *Navicula* sp6 (Tabla 237).

Tabla 237. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga Los Manatíes.

Indices	P1
Taxa_S	7
Individuals	22740
Margalef	0,60
Equitability_J	0,72
Shannon_H	1,41
Dominance_D	0,29

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



5.3.4.2 Zooplancton

En la ciénaga de los manatíes, la comunidad de zooplancton estuvo representada por cuatro (4) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phylum e igual número de clases, tres (3) órdenes y una (1) familia, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada (**Tabla 238**).

Tabla 238. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Los Manatíes

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Rotifera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp
Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	-	Calanoida morfo 1
		Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1
			-	<i>Larva Nauplio Cyclopoida</i>
2	2	3	4	4

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La morfoespecie con mayor densidad en Los manatíes 1 fue *Brachionus* sp con 141,10 Ind/L representando el 57,24% y la menos densa fue Calanoida morfo 1 con 1,70 Ind/L (**Tabla 239**). Los rotíferos del género *Brachionus* se consideran tolerantes a ciertas concentraciones de contaminantes, así como a diversos factores ecológicos (Sládecek, 1983). Los copépodos del orden Calanoida morfo 1, se encuentran en todas las profundidades y ambientes acuáticos de diferente salinidad, tanto en agua dulce como marina, de vida planctónica o bentónica, o formas libres tanto como simbioses o parásitos (Humes, 1994).

Tabla 239. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Los Manatíes

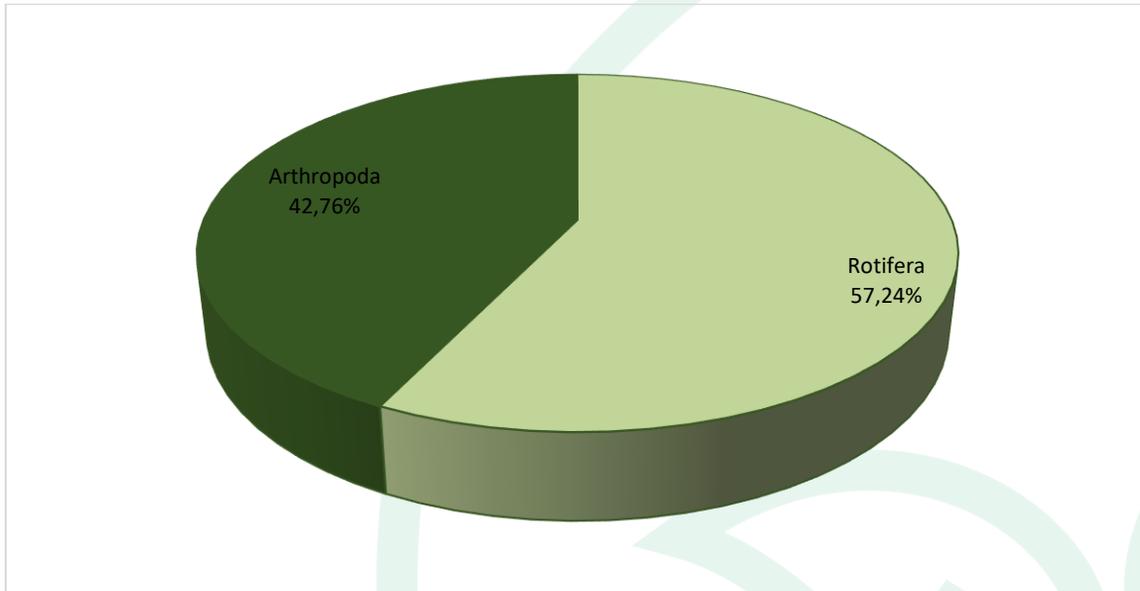
Morfoespecie	Densidad (Ind/L)	Abundancia relativa (%)
<i>Brachionus</i> sp	141,10	57,24
Calanoida morfo 1	1,70	0,68
Cyclopoida morfo 1	22,10	8,96
<i>Larva Nauplio Cyclopoida</i>	81,60	33,10
Total	246,50	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En cuanto a la distribución porcentual de la densidad Rotífera representó 57,24% del total de las densidades el restante estuvo representado por Arthropoda con 42,76% (**Gráfica 160**). Los rotíferos (Phylum Rotífera) distribuidos en aguas dulceacuícolas y diversas especies pueden llegar a tolerar condiciones de hipereutrofia, una de sus características importantes es el tipo de estrategia



reproductiva que presentan (selección r), lo cual los hace animales oportunistas y con una tolerancia alta a las fluctuaciones en las condiciones ambientales (Gallo-Sánchez *et al.*, 2009).

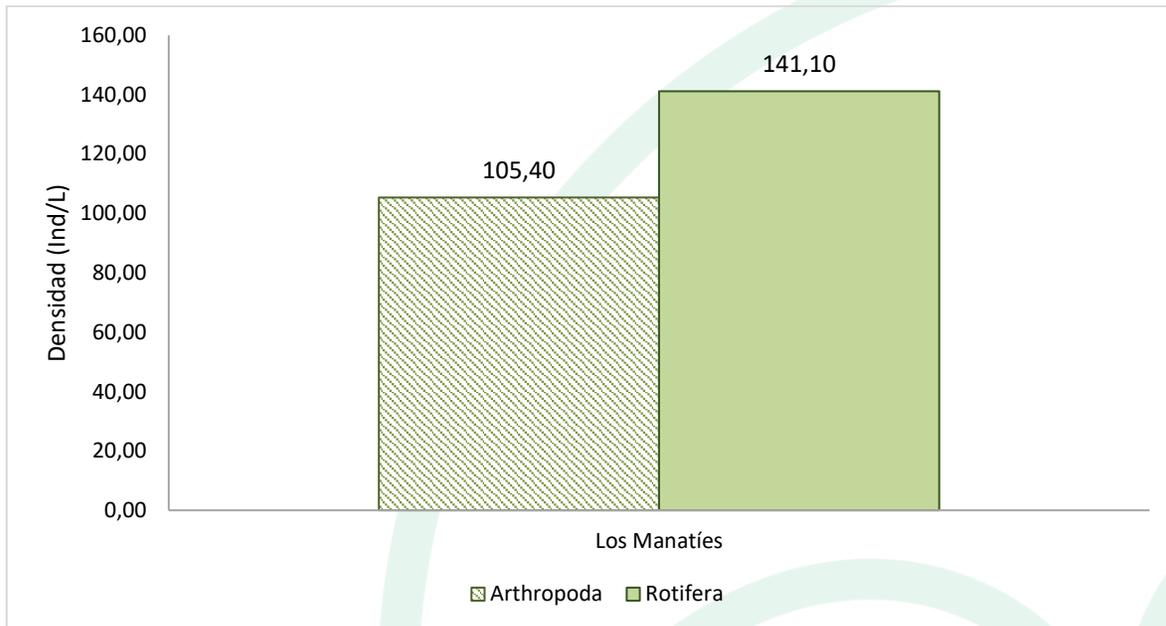


Gráfica 160. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Los Manatíes

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En el punto de monitoreo se reportaron los dos phylum presentes en el área de estudio. Para el caso de Rotífera fue el que presentó la mayor densidad con 141,10 Ind/L, mientras que Arthropoda fue el de menor densidad con 105,40 Ind/L (**Gráfica 161**). La estructura de la comunidad zooplanctónica puede ser influida por las diferentes condiciones fisicoquímicas y biológicas del área donde habitan, estableciendo diferencias espaciotemporales en su composición y densidad. Esto se puede presentar por fluctuaciones de las condiciones hidrodinámicas (estructuras térmicas, salinas, turbulencias y advección) y tróficas (concentración de fitoplancton, los periodos reproductivos y el grado de depredación por parte de los peces) (Boltovskoy, 1981; Heidelberg *et al.*, 2004).





Gráfica 161. Contribución a la densidad total de los phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Los Manatíes

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga de Tocagua fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

5.3.4.3 Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga de Los Manatíes, estuvo conformada por seis (6) morfoespecies, distribuidas en dos (2) divisiones, dos (2) clases, tres (3) órdenes y cinco (5) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 240**. El mayor número de morfoespecies fue aportado por las Bacillariophytas con el 83,33% de las morfoespecies y las Cianobacterias aportaron el 16,67%.

Tabla 240. Clasificación taxonómica de las morfoespecies del perifiton observadas en ciénaga Los Manatíes.



Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp6
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp3
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp3
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp6
			Pinnulariaceae	<i>Gyrosigma</i> sp4
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp4
6	6	6	6	6

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La morfoespecie de mayor abundancia en la ciénaga de Los Manatíes fue *Navicula* sp6 11100,00 Ind/cm², con un porcentaje de 63.14% de abundancia relativa (Tabla 241). *Cymbella* sp3 fue la segunda morfoespecie con mayor abundancia 2640 Ind/cm² y el 15,02% de abundancia relativa, *Gyrosigma* sp4 fue la morfoespecie con menor abundancia 270,00 Ind/cm² y una abundancia relativa del 1,54%. *Navicula* es un género de diatomeas móviles que prolifera en hábitats ricos en nutrientes (Riato y Leira, 2020).

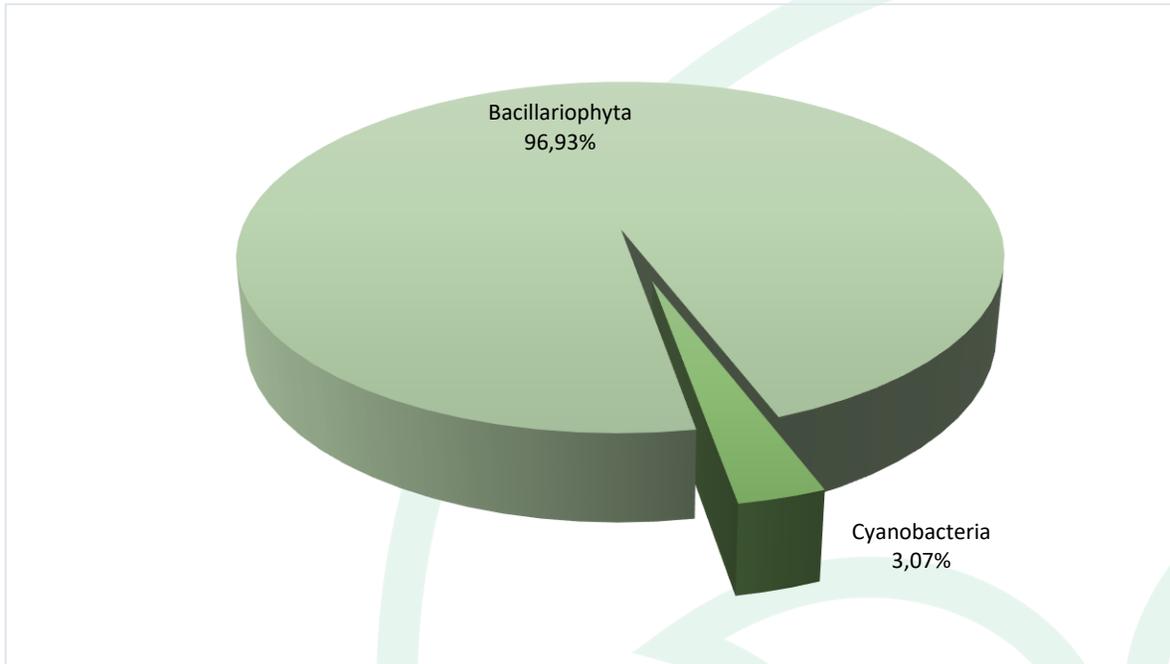
Tabla 241. Densidad (Ind/cm²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del perifiton en la ciénaga Los Manatíes.

Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)	Abundancia relativa (%)
<i>Oscillatoria</i> sp6	540,00	3,07
<i>Cymbella</i> sp3	2640,00	15,02
<i>Gomphonema</i> sp3	1620,00	9,22
<i>Navicula</i> sp6	11100,00	63,14
<i>Pinnularia</i> sp4	1410,00	8,02
<i>Gyrosigma</i> sp4	270,00	1,54
Total	17580,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por el phylum Bacillariophyta con el 96,93%, mientras que el 3,07% restante lo obtuvo las Cianobacterias (Gráfica 162).





Gráfica 162. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga de Los Manatíes.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

El ensamblaje del perifiton en la ciénaga los Manatíes se caracterizó por tener una estructura inestable con un valor bajo de diversidad de Shannon (1,17) atribuidos a su baja riqueza y alta densidad con valores medios de equidad J' ; 0,65 (Tabla 242) atribuido principalmente a la morfoespecie *Navicula sp6* que aportó el 63,13% de la densidad total el cual se ve reflejado por los valores medios de dominancia (0,44), mientras que el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2).

Tabla 242. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga Los Manatíes.

Índices	P1
Taxa_S	6,00
Individuals	17580
Dominance_D	0,44
Shannon_H	1,17
Margalef	0,51
Equitability_J	0,65

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



5.3.4.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Los Manatíes, estuvo conformada por dos (2) morfoespecies, distribuidas en dos (2) divisiones, dos (2) clases, e igual número de órdenes y familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 243**.

Tabla 243. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga Los Manatíes.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomidae morfo 1</i>
Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	Naididae morfo 1
2	2	2	2	2

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La morfoespecie de mayor abundancia en la ciénaga de Los Manatíes fue Naididae morfo 1 con 933,33 Ind/m², con un porcentaje de 98,82% de abundancia relativa (**Tabla 244**). Los anélidos de la familia Naididae, habitan en sedimentos de ríos, arroyos y lagos (Alves y Lucca, 2000), debido a su gran habilidad para nadar, son capaces de explorar hábitats bentónicos (Erséus y Gustavsson 2002) como macrófitos acuáticos (Jones *et al.*, 2000), larvas de Odonata (Corbi *et al.*,2004) y moluscos (Buse, 1972). En general, se asocian con aguas poco oxigenadas y eutróficas (Pinilla, 2000).

Tabla 244. Densidad (Ind/m²) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Los Manatíes.

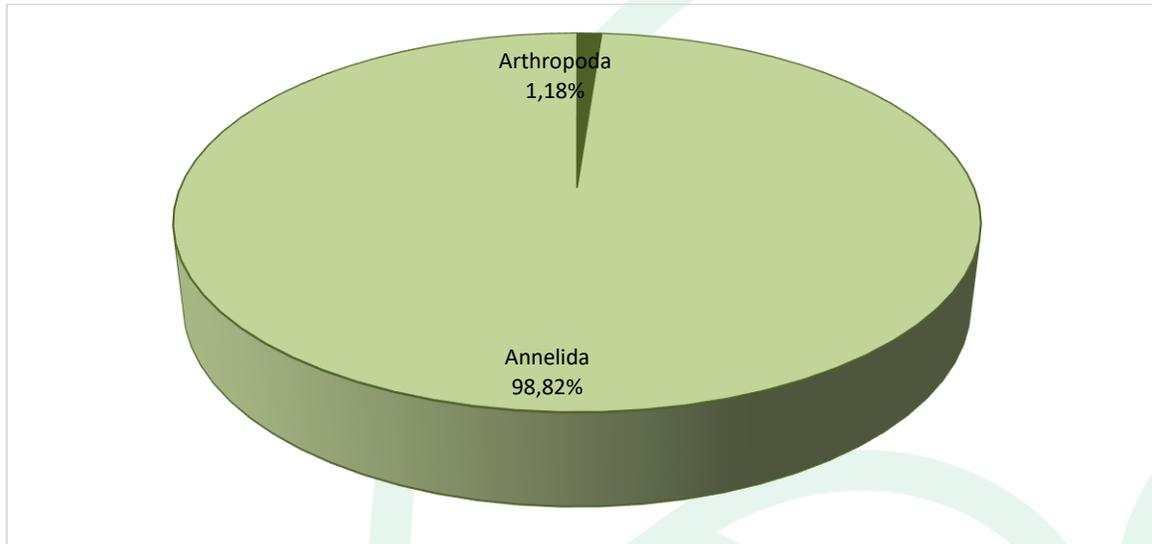
Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)	Abundancia relativa (%)
	P1	P1
Chironomidae morfo 1	11,11	1,18
Naididae morfo 1	933,33	98,82
Total	944,44	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por el phylum Annelida, cuyos aportes representaron el 98,82% del valor total; mientras que el 1,18% restante lo obtuvo Arthropoda (**Gráfica 163**). La dominancia del phylum Annelida se encuentra relacionada con la disminución de la calidad del agua y sus recursos tróficos, así como con la interferencia de los mecanismos respiratorios y otras características morfofisiológicas propias de cada grupo biológico. Particularmente, los moluscos son exitosos en este tipo de ambientes debido a que se encuentran



favorecidos por altos niveles de dureza y enriquecimiento orgánico producto del vertimiento de las aguas residuales domésticas, agrícolas y efluentes industriales a las ciénagas.



Gráfica 163. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Los Manatíes.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Dado que la riqueza (Taxa_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga de Los Manatíes fue inferior a cinco (5) no le fueron calculados los índices ecológicos debido a que este número es poco representativo en la estimación de dichos índices, de tal manera que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

5.3.4.5 Macrófitas

En la Ciénaga Manatíes se encontraron dos (2) especies de macrófitas distribuidas en dos (2) familias, dos (2) ordenes, dos (2) clases y una (1) división (Tabla 245).

Tabla 245. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Manatíes

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp</i>
	Magnoliopsida	Brassicales	Bataceae	<i>Batis marítima</i>
1	2	2	2	2

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



En el único punto evaluado, Punto 1, se observó una riqueza de dos (2) especies, de las cuales la mayor área de cobertura promedio la presentó *Cyperus sp*, con un total de 65,6% del área evaluada, seguida por *Batis maritima* (13,2%) como se observa en la **Tabla 246** y la **Gráfica 164**.

Algunas de las especies de *Cyperus* son empleadas para la elaboración de cestas, esteras, techos y hasta papel (www.univarra.es, 2022).

Tabla 246. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Manatías

Morfoespecie	Porcentaje de cobertura (% cobertura)	
	P1	
<i>Cyperus sp</i>	65,6	
<i>Batis maritima</i>	13,2	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



Gráfica 164. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Manatías

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La estructura de la comunidad de macrófitas descrita a través de los índices ecológicos (

Tabla 247) de cuenta de una comunidad con una riqueza baja ($S= 2$ y $Margalef= 0,2295$). Por su parte la estructura de la comunidad, observada desde los índices de dominancia ($Dominance_D$)



permiten identificar una comunidad con tendencia a la dominancia (0,7211). Por otra parte, la estructura observada desde los índices de equidad demostró valores medios del índice de Shannon (0,4519). Considerando las abundancias de las morfoespecies el índice de equitatividad de Pielou o equidad de Pielou (J') obtuvo también un valor medio (0,652). Mientras que el valor de la diversidad de Shannon, es indicativos la presencia de aguas muy contaminadas, según la categorización realizada por Segnini (2003).

Tabla 247. Índices ecológicos calculados a la comunidad de macrófitas acuáticas de la Ciénaga Manatíes

Índices	PUNTO
	P1
Taxa_S	2
Individuals	78
Dominance_D	0,7211
Shannon_H	0,4519
Margalef	0,2295
Eqitability_J	0,652

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.3.4.6 Peces

No se registraron peces durante las faenas de pesca.



5.3.5 Ciénaga del Rincón

5.3.5.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga del Rincón estuvo conformada por 34 morfoespecies, vinculadas a siete (7) divisiones, nueve (9) clases, 12 órdenes y 18 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 248**. De acuerdo a la distribución de la riqueza de las morfoespecies, las Chlorophytas aportaron el 67,65% del total de las morfoespecies de la ciénaga, seguida de las Euglenozoa y Cyanobacterias con el 8,82% cada una, las Charophytas aportaron el 5,88% y los menores aportes fueron atribuidos a Bacillariophytas, Miozoa y Cryptophytas con el 2,94% cada una.

Tabla 248. Clasificación de las morfoespecies de fitoplancton observadas en la ciénaga El Rincón.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp 2</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp5</i>
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Aphanocapsa sp1</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp5</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Closterium sp4</i>
				<i>Staurostrum sp2</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus opolensis</i>
				<i>Desmodesmus sp2</i>
				<i>Desmodesmus sp3</i>
				<i>Scenedesmus oblicus</i>
				<i>Scenedesmus quadricauda</i>
				<i>Scenedesmus acuminatus</i>
				<i>Scenedesmus sp3</i>
				<i>Scenedesmus sp4</i>
				<i>Coelastrum sp3</i>
				<i>Gloeocystis sp1</i>
	Radiococcaceae	<i>Golenkinia radiata</i>		
		<i>Golenkinia sp</i>		
	Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp</i>		
		<i>Lobocystis sp</i>		
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellales	Oocystaceae
<i>Oocystis sp2</i>				
<i>Tetrachlorella sp</i>				
Chlorellaceae				<i>Micractinium sp1</i>
				<i>Micractinium sp2</i>
				<i>Dictyosphaerium sp</i>
Nephrocytiaceae				<i>Nephrocytiumsp</i>
Chlorophyceae incertae sedis	Chlorellales	Chlorellales	Chlorellales	<i>Lobocystis sp</i>
				<i>Lobocystis sp</i>



Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
		Ordo incertae sedis	Ordo incertae sedis	<i>Crucigenia rectangularis</i>
	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Chlorella sp</i>
			Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas sp
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas sp
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Euglena sp4</i>
				<i>Euglena sp5</i>
Miozoa	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	<i>Gymnodinium sp1</i>
7	9	12	18	34

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron *Aphanocapsa sp1* y *Oocystis sp1* con densidades totales de 59080,00 Ind/L y 49000,00 Ind/L correspondientes a un 19,42% y 16,11% respectivamente, a nivel espacial estas especies fueron las más abundantes en la ciénaga, mientras que en el punto P6 arroyo León la especie *Nitzschia sp5* fue la más abundante con 99,00 Ind/L correspondiente al 77,34% de la abundancia total en el punto de muestreo (



Tabla 249). También se destacan las morfoespecies *Chlamydomonas sp* y *Chlorella sp* que aportaron el 12,31% y 8,52% de la densidad total.



Tabla 249. Densidad (Ind/L) y abundancia relativa (%) de las morfoespecies fitoplanctónicas en la ciénaga El Rincón.

Morfoespecie	Densidad (Ind/L)						Abundancia relativa (%)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<i>Raphidiopsis sp2</i>	8780,00	7500,00	4240,00	920,00	0,00	0,00	8,10	9,70	7,30	2,40	0,00	0,00
<i>Oscillatoria sp5</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00
<i>Aphanocapsa sp1</i>	24660,00	16560,00	8560,00	5600,00	3700,00	0,00	22,70	21,50	14,70	14,90	16,20	0,00
<i>Nitzschia sp5</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,30
<i>Closterium sp4</i>	5400,00	3820,00	2540,00	2000,00	1860,00	0,00	5,00	5,00	4,40	5,30	8,20	0,00
<i>Staurastrum sp2</i>	0,00	0,00	80,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
<i>Desmodesmus opolensis</i>	220,00	160,00	100,00	160,00	80,00	0,00	0,20	0,20	0,20	0,40	0,40	0,00
<i>Desmodesmus sp2</i>	5160,00	4020,00	1560,00	900,00	1280,00	0,00	4,80	5,20	2,70	2,40	5,60	0,00
<i>Desmodesmus sp3</i>	3260,00	2220,00	1260,00	1040,00	820,00	0,00	3,00	2,90	2,20	2,80	3,60	0,00
<i>Scenedesmus oblicus</i>	120,00	280,00	960,00	1220,00	520,00	0,00	0,10	0,40	1,60	3,20	2,30	0,00
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	140,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	240,00	80,00	300,00	120,00	100,00	0,00	0,20	0,10	0,50	0,30	0,40	0,00
<i>Scenedesmus sp3</i>	60,00	80,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scenedesmus sp4</i>	1000,00	640,00	400,00	120,00	220,00	0,00	0,90	0,80	0,70	0,30	1,00	0,00
<i>Coelastrum sp3</i>	420,00	280,00	120,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,20	0,00	0,00	0,00
<i>Gloeocystis sp1</i>	100,00	140,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Golenkinia radiata</i>	240,00	140,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Golenkinia sp</i>	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lobocystis sp</i>	1660,00	1180,00	1000,00	700,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,70	1,90	0,00	0,00
<i>Oocystis sp1</i>	14440,00	12320,00	9760,00	7800,00	4680,00	0,00	13,30	16,00	16,70	20,80	20,50	0,00
<i>Oocystis sp2</i>	240,00	80,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tetrachlorella sp</i>	7220,00	4100,00	3320,00	4200,00	1400,00	0,00	6,70	5,30	5,70	11,20	6,10	0,00
<i>Micractinium sp1</i>	140,00	100,00	60,00	0,00	60,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,00	0,30	0,00
<i>Micractinium sp2</i>	80,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dictyosphaerium sp</i>	0,00	1800,00	3700,00	4660,00	0,00	0,00	0,00	2,30	6,30	12,40	0,00	0,00
<i>Nephroclytium sp</i>	6140,00	4220,00	3440,00	2980,00	1940,00	0,00	5,70	5,50	5,90	7,90	8,50	0,00
<i>Crucigenia rectangularis</i>	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chlorella sp</i>	11240,00	6760,00	6000,00	1280,00	640,00	0,00	10,40	8,80	10,30	3,40	2,80	0,00

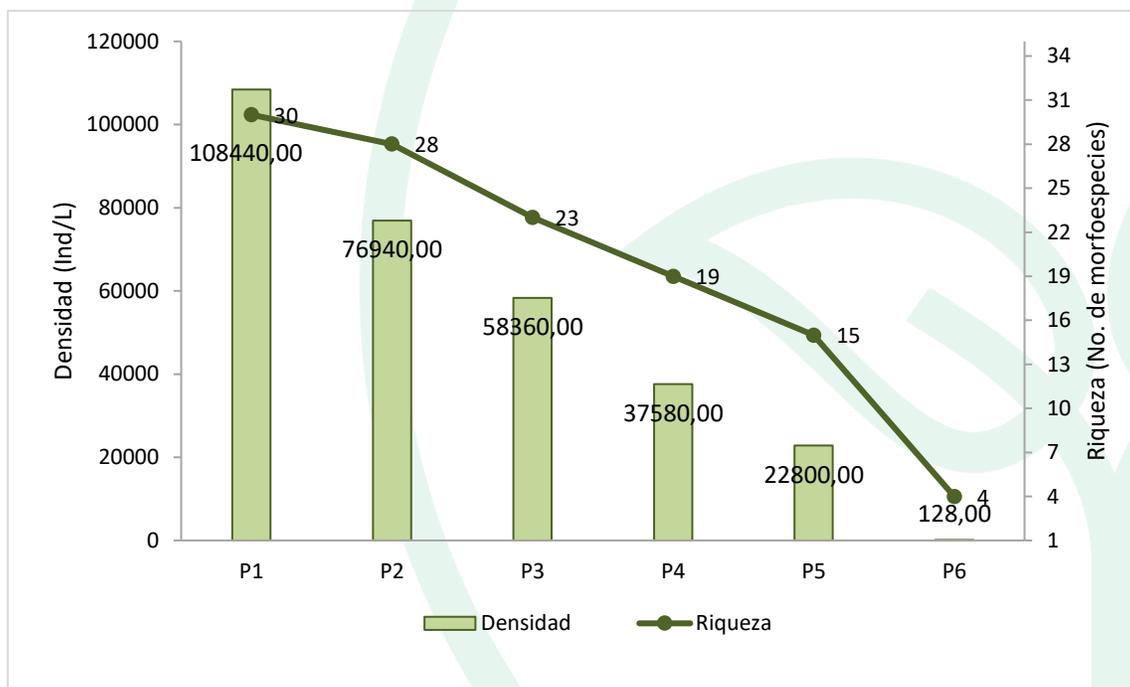


Morfoespecie	Densidad (Ind/L)						Abundancia relativa (%)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<i>Chlamydomonas</i> sp	12480,00	8320,00	7480,00	3800,00	5360,00	0,00	11,50	10,80	12,80	10,10	23,50	0,00
<i>Cryptomonas</i> sp	4360,00	1720,00	3180,00	0,00	0,00	9,00	4,00	2,20	5,40	0,00	0,00	7,00
<i>Lepocinclis acus</i>	220,00	120,00	80,00	0,00	140,00	11,00	0,20	0,20	0,10	0,00	0,60	8,60
<i>Euglena</i> sp4	160,00	100,00	140,00	20,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,20	0,10	0,00	0,00
<i>Euglena</i> sp5	60,00	40,00	80,00	40,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00
<i>Gymnodinium</i> sp1	40,00	60,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,00
Total	108440,00	76940,00	58360,00	37580,00	22800,00	128,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



La ciénaga del Rincón obtuvo densidades que oscilaron entre 108440,00 Ind/L en P1 siendo el registró más alto, así mismo la densidad registró la mayor riqueza con 30 taxa, esta mayor riqueza y densidad podría estar asociada al vertimiento muy cerca del punto de muestreo de las aguas tratadas del arroyo León; en cuanto al punto de muestreo P5 centro de la ciénaga la riqueza fu la más baja con 15 morfoespecies y la menor densidad con 22800,00 Ind/L. En el punto externo de la ciénaga (P6) arroyo León la riqueza fue baja al igual que la densidad; 4 morfoespecies y 128,00 Ind/L (**Gráfica 165**).

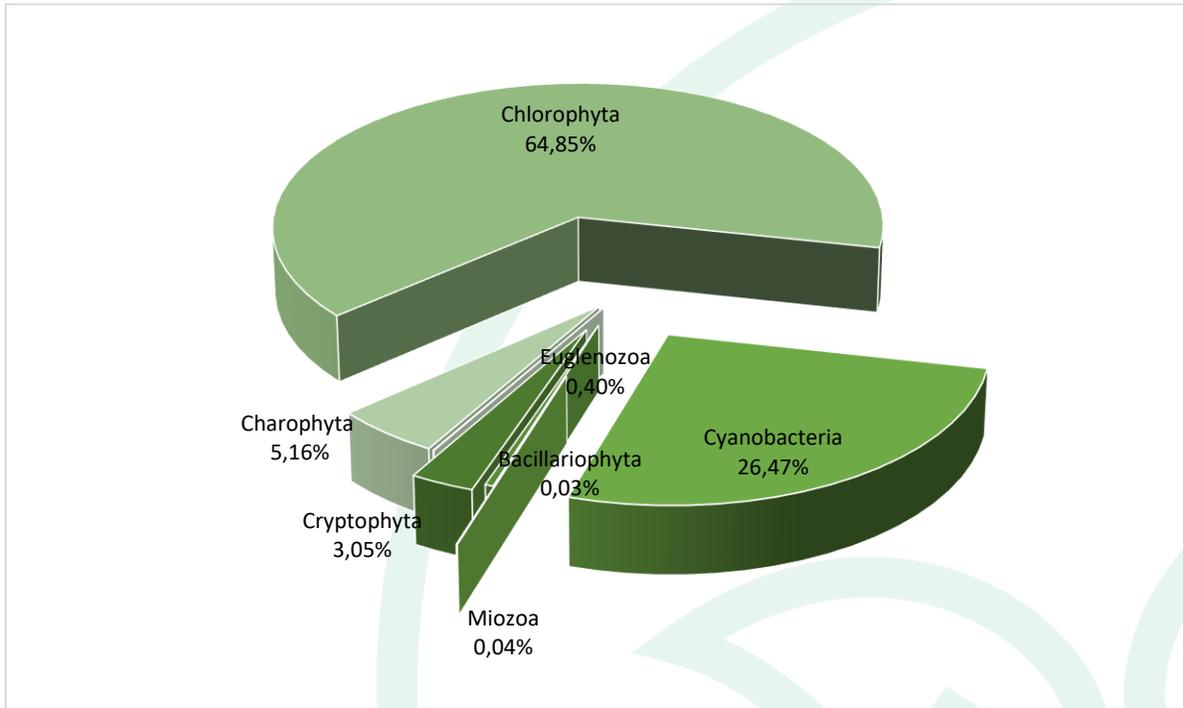


Gráfica 165. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga El Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones a la densidad fitoplanctónica de la ciénaga del Rincón estuvieron dominadas por las Chlorophytas, cuyos aportes representaron el 64,85% de la densidad total, seguidos por las Cianobacterias (8,14%), Charophyta (5,16%), Cryptophyta (3,05%), Euglenozoa 0,40%, Miozoa 0,04% y Bacillariophytas 0,03% (**Gráfica 166**).



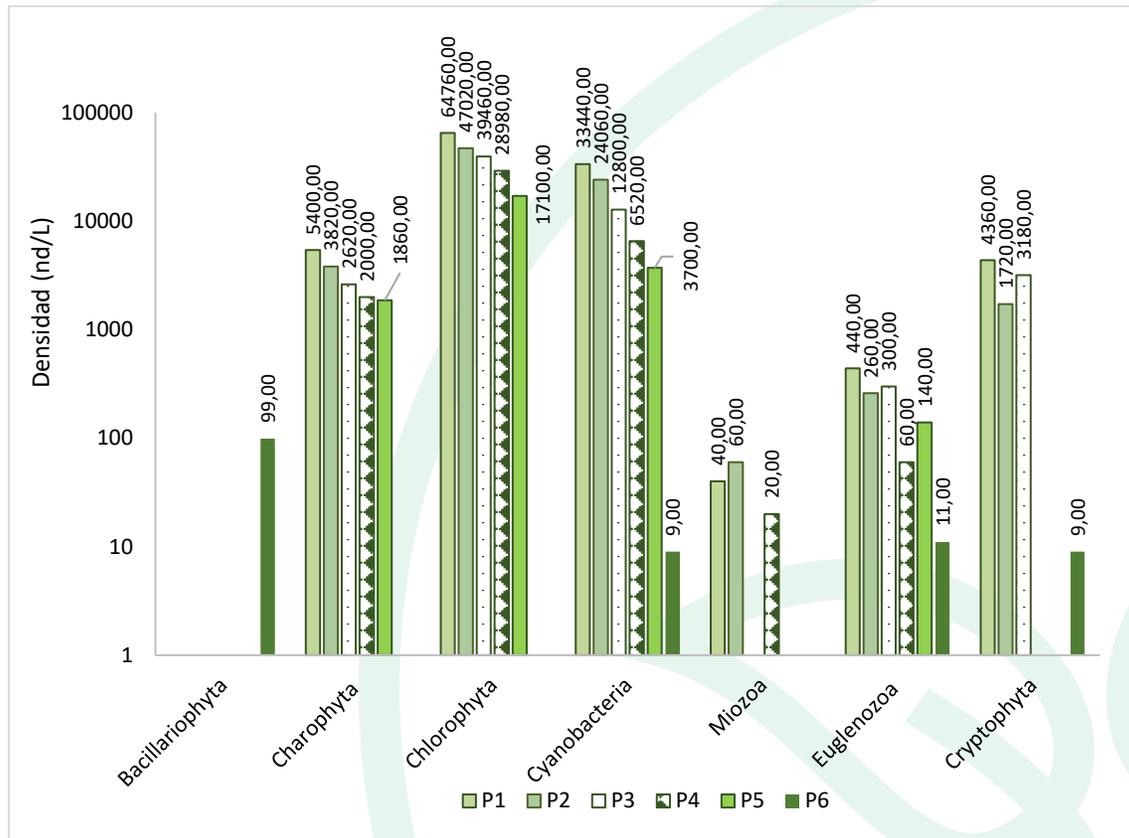


Gráfica 166. Contribución porcentual de las phyla del fitoplancton a la densidad total en la ciénaga El Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

A nivel espacial, los puntos de monitoreo en la ciénaga del Rincón se caracterizaron por contribuciones altas de Chlorophyta, la cual estuvo mejor representada en P1, donde obtuvo 64760,00 Ind/L, las cianobacterias por su parte fue la segunda en dominancia, con la mayor densidad en P1 con 33440,00 Ind/L, la menor densidad fue para Miozoa con una densidad total de 120,00 Ind/L y se hicieron presentes en P1, P2 y P4, en la ciénaga no hubo presencia de Bacillariophytas, en el punto del arroyo León (P6) se registraron cuatro (4) Phyla y las Bacillariophytas fueron las más abundantes con 99,00 Ind/L, mientras que las Cryptophyta y Cianobacterias aportaron 9,00 Ind/L cada uno (**Gráfica 167**).





Gráfica 167. Contribución de las phyla del fitoplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga El Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La ciénaga se caracterizó por un ensamblaje fitoplanctónico con alta riqueza específica, dominancia de magnitud media y diversidad media (**Tabla 250**), reportando esta última un promedio de 2,37 bits/Ind propios de aguas muy contaminadas (Ramírez y Roldan, 2008) permitiendo describir el sistema como un cuerpo de agua eutrofizado, donde solo proliferan morfoespecies con un alto grado de tolerancia a factores ambientales adversos como es el caso cianobacterias.

Los puntos muestreo con influencia a la descarga de aguas tratadas del arroyo León (P-1, P-2, P-3,) presentaron mayor número de especies y mejor distribución de las abundancias en las morfoespecies el cual se ve reflejado por los valores de equidad J' : 0,71 (P1) y J' : 0,80 incrementando así la magnitud del índice de diversidad; estas condiciones, acompañadas del dominio de las



Cianobacterias, el índice de dominancia registró un comportamiento muy similar en los puntos de muestreo oscilando entre 0,09 y 0,14.

Entre tanto, los puntos de monitoreo localizados más al sur se caracterizaron por el predominio de *Microcystis* sp con más del 60% de las abundancias, por eso, los valores del índice de dominancia registraron poca variación con respecto al primer monitoreo, no obstante, disminuyeron en diversidad atendiendo a la baja la riqueza de especies. Finalmente, el punto P-6 con los máximos valores de densidad exhibió también la máxima equidad.

Tabla 250. Índices ecológicos aplicados a la comunidad del fitoplancton en la ciénaga El Rincón

Índice	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Taxa_S	30	28	23	19	15	4
Individuals	108440	76940	58360	37580	22800	128
Margalef	2,50	2,39	2,0	1,70	1,39	0,62
Equitability_J	0,71	0,73	0,8	0,80	0,79	0,56
Shannon_H	2,42	2,44	2,51	2,35	2,14	0,78
Dominance_D	0,11	0,11	0,09	0,11	0,14	0,62

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.3.5.2 Zooplancton

La comunidad del zooplancton en la ciénaga del Rincón estuvo representada por siete (7) morfoespecies, distribuidas en tres (3) phyla, cuatro (4) clases, e igual número de órdenes y tres (3) familias cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 251**.

Tabla 251. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de Zooplancton observadas en la ciénaga del Rincón.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Sida</i> sp
	Maxillopoda	Cyclopoida	-	Cyclopoida morfo 1 Larva Nauplio Cyclopoida
Protozoa	Heliozoa	Centrohélida	Acanthocistidae	<i>Vorticella</i> sp
Rotífera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>
				<i>Brachionus urceolaris</i>
				<i>Keratella tropica</i>
3	4	4	3	7

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



La morfoespecie más abundante fue Larva Nauplio Cyclopoida, cuyos máximos de densidad se relacionaron en los puntos de monitoreo P5, P2 y P3 respectivamente. La morfoespecie que registró la menor abundancia fue *Keratella tropica* que obtuvo un total de 5,33 Ind/L (**Tabla 252**). Dentro del grupo de copépodos en general se identificaron individuos pertenecientes al orden Cyclopoida (*Larva Nauplio Cyclopoida*); Según estudios se ha determinado que los copépodos son característicos de aguas eutróficas, en la que predominan los micro-filtradores, las especies son pequeñas y además abundan en estadios de nauplios (Margalef, 1983).

Tabla 252. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga del Rincón

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<i>Brachionus angularis</i>	526,67	545,33	773,33	22,67	54,67	0,00
<i>Brachionus urceolaris</i>	0,00	0,00	33,33	353,33	873,33	41,60
Cyclopoida morfo 1	20,00	113,33	57,33	62,67	144,00	0,00
<i>Keratella tropica</i>	0,00	1,33	0,00	4,00	0,00	0,00
<i>Larva Nauplio Cyclopoida</i>	304,00	580,00	566,67	462,67	718,67	249,60
<i>Sida sp</i>	0,00	1,33	1,33	2,67	4,00	0,00
<i>Vorticella sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,80
Total	850,67	1241,33	1432,00	908,00	1794,67	304,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Tabla 253. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga del Rincón.

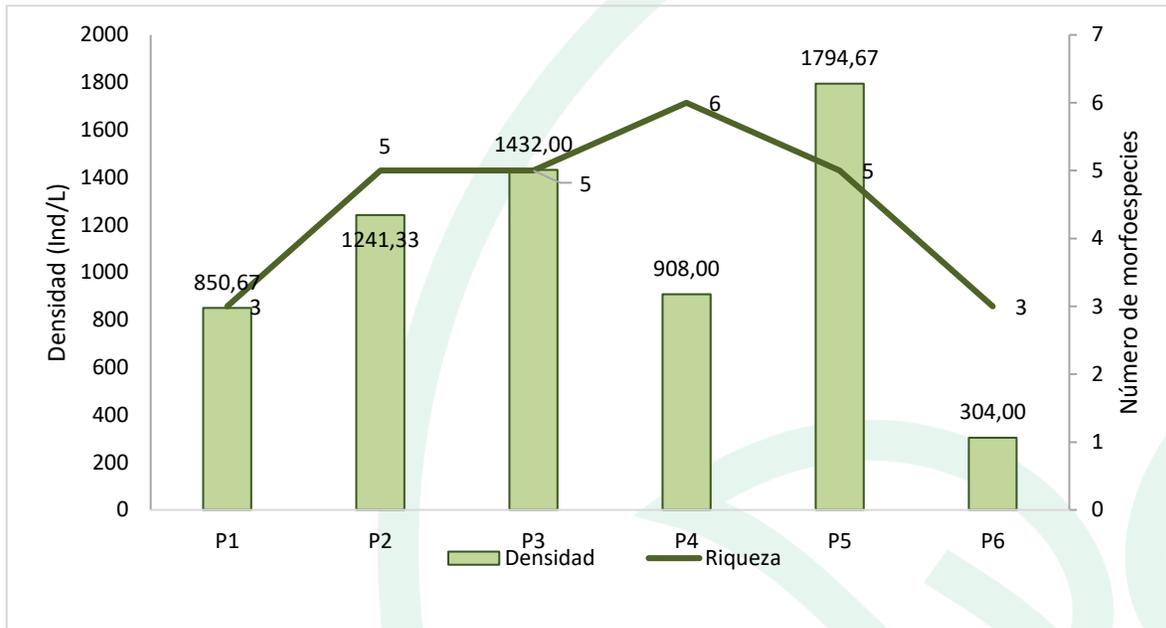
Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<i>Brachionus angularis</i>	61,91	43,93	54,00	2,50	3,05	0,00
<i>Brachionus urceolaris</i>	0,00	0,00	2,33	38,91	48,66	13,68
Cyclopoida morfo 1	2,35	9,13	4,00	6,90	8,02	0,00
<i>Keratella tropica</i>	0,00	0,11	0,00	0,44	0,00	0,00
<i>Larva Nauplio Cyclopoida</i>	35,74	46,72	39,57	50,95	40,04	82,11
<i>Sida sp</i>	0,00	0,11	0,09	0,29	0,22	0,00
<i>Vorticella sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

La densidad del zooplancton en la ciénaga del Rincón presentó un valor total de 6530,66 Ind/L y registró su máximo en los puntos P5 y P3 con 1794,66 Ind/L y 1432,00 Ind/L respectivamente. En cuanto a la riqueza, adoptó valores entre 3-6 morfoespecies, siendo más alta en P4 (**Gráfica 168**). El zooplancton posee una relación directamente proporcional al grado de eutrofización, es por esto que en ambientes más eutrofizados se hallan mayores reportes de esta comunidad hidrobiológica,



ya que ofrecen mayor diversidad de recursos ampliando así la cantidades de nichos ecológicos, esto a su vez, reduce la competencia e incrementa la diversidad Matsumura-Tundisi *et al.* (1990).

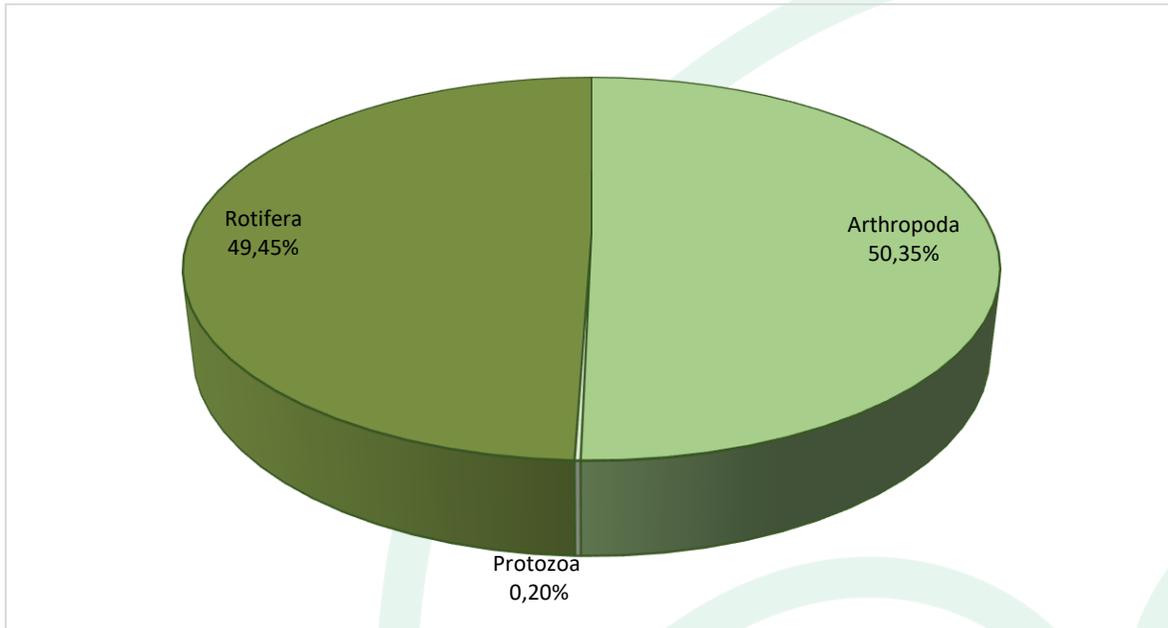


Gráfica 168. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga del Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Arthropoda fue el Phylum de mayor aporte a la densidad total, correspondiéndole el 50,35% de ésta, seguida de Rotífera (49,45%) y Protozoa (0,20%) (**Gráfica 169**). La abundancia de individuos de una determinada población es un indicador importante tanto del carácter físico del ambiente, como de sus relaciones con otras poblaciones. De acuerdo con Margalef (1986), existen cuatro factores principales que afectan la distribución de macroinvertebrados en ambientes de agua dulce: oxígeno que es esencial para el metabolismo de los organismos acuáticos aeróbicos, materia orgánica disuelta y en partículas, de la cual hay mucho más en los sistemas de agua dulce que en los sistemas marinos, y la tensión superficial que disminuye en áreas afectadas por la civilización como resultado de la escorrentía doméstica e industrial.



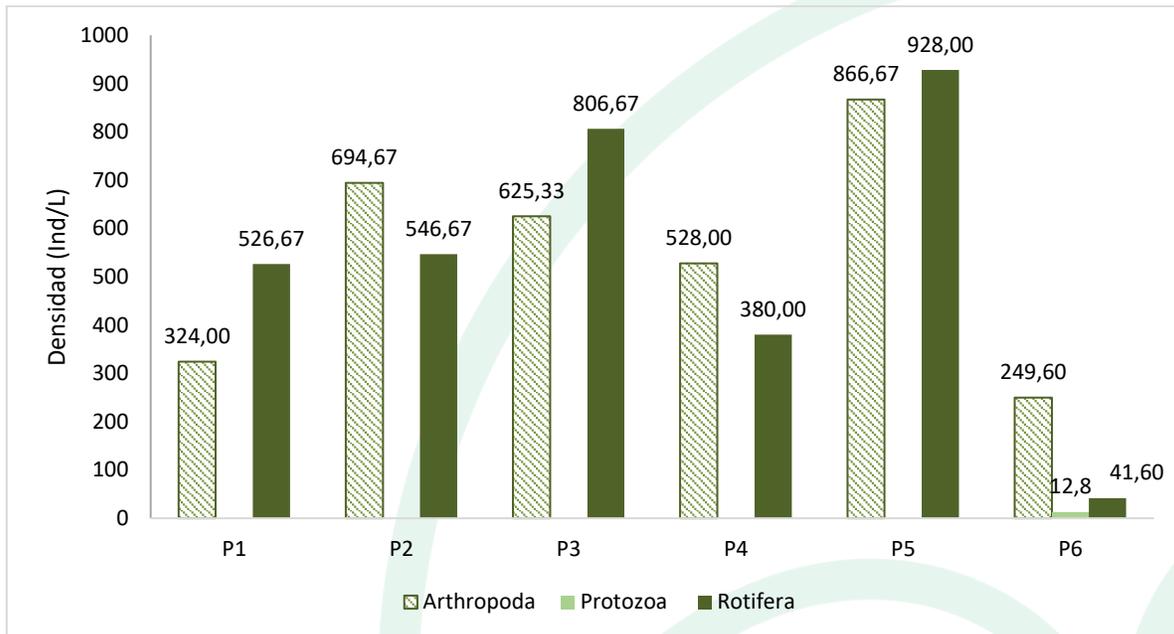


Gráfica 169. Contribución porcentual de las Phyla de Zooplancton a la densidad total en la ciénaga del Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

A nivel espacial, los Phyla Arthropoda y Rotífera presentaron una dominancia equilibrada en los puntos de monitoreo, siendo Arthropoda más representado en los puntos P2, P4 y P6 y rotífera más representativo en P1, P3 y P5 (morfoespecies *Brachiounus angularis*). El punto de monitoreo de mayor aporte de Arthropoda fue P5, con 866,67 Ind/L; a su vez, para Rotífera fue P5 con 928,00 Ind/L. El Phylum Protozoa realizó contribuciones bajas, el primero asociado únicamente a P6 (Gráfica 170).





Gráfica 170. Contribución de las Phyla zooplanctónicas a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga del Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas. Teniendo en cuenta que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos se requieren contar con más de cinco especies (taxón) por comunidad, ya que, de acuerdo con las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una especie (población) (Curtis y Massarini, 2008). Atendiendo a este precepto los índices ecológicos para esta comunidad no fueron calculados en P1 y P6 debido a la baja riqueza registrada ($S < 5$).

Para los demás puntos, el índice de Shannon-Wiener registró valores inferiores a dos (2), los cuales se consideran bajos e indicadores de efectos de contaminación según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual, las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas.



El índice de equitatividad obtuvo un valor moderado en todos los puntos, estos resultados demuestran la uniformidad del ensamblaje zooplanctónico en términos de abundancia para estos puntos. El índice de dominancia de Simpson (Dominance_D) registró un comportamiento consistente con lo reportado por la equitatividad, siendo bajo en todos los puntos. Por su parte, el índice de Margalef registró valores inferiores a dos, con un máximo de 0,73 en P4, lo cual permite inferir una riqueza baja (**Tabla 254**).

Tabla 254. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton.

Índice	P2	P3	P4	P5
Taxa_S	5	5	6	5
Individuals	1241,32	1431,99	908,01	1794,67
Dominance_D	0,42	0,45	0,41	0,40
Shannon_H	0,95	0,92	1,02	1,03
Margalef	0,56	0,55	0,73	0,53
Equitability_J	0,59	0,57	0,57	0,64

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.3.5.3 Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga del Rincón estuvo conformada por 19 morfoespecies, vinculadas a cuatro (4) divisiones e igual número de clase, nueve (9) órdenes y 11 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 255**.

Tabla 255. Clasificación de las morfoespecies de perifiton observadas en la ciénaga El Rincón.

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp2
				<i>Oscillatoria</i> sp4
				<i>Lyngbya</i> sp1
		Synechococcales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena</i> sp
			Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp
				<i>Merismopedia</i> sp
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp1
			<i>Gomphonema</i> sp2	
		Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp	
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp3
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp3
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp6
				<i>Scenedesmus acunae</i>



Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Desmodesmus maximum</i>
				<i>Desmodesmus acuminatus</i>
				<i>Coelastrum sp</i>
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium sp</i>
4	4	9	11	19

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

En la ciénaga el Rincón los puntos de muestreo registraron diferentes morfoespecies con las mayores abundancias, en P1 la mayor abundancia fue para la cianobacteria *Aphanocapsa sp* el cual aportó más del 38,14% de la abundancia relativa, seguida de *Pseudoanabaena* con el 19,21%, en P2 la Chlorophyta *Cosmarium sp* fue la de mayor aporte a la densidad con 818,16 Ind/cm² y una abundancia relativa del 32,42%, en P3 la morfoespecie *Synedra sp3* fue la más abundante con 7742,33 Ind/cm² y en P4 la morfoespecie *Navicula sp3* aportó 32848,82 Ind/cm² equivalente al 50,14% de la abundancia relativa del punto de muestreo (Tabla 256)..



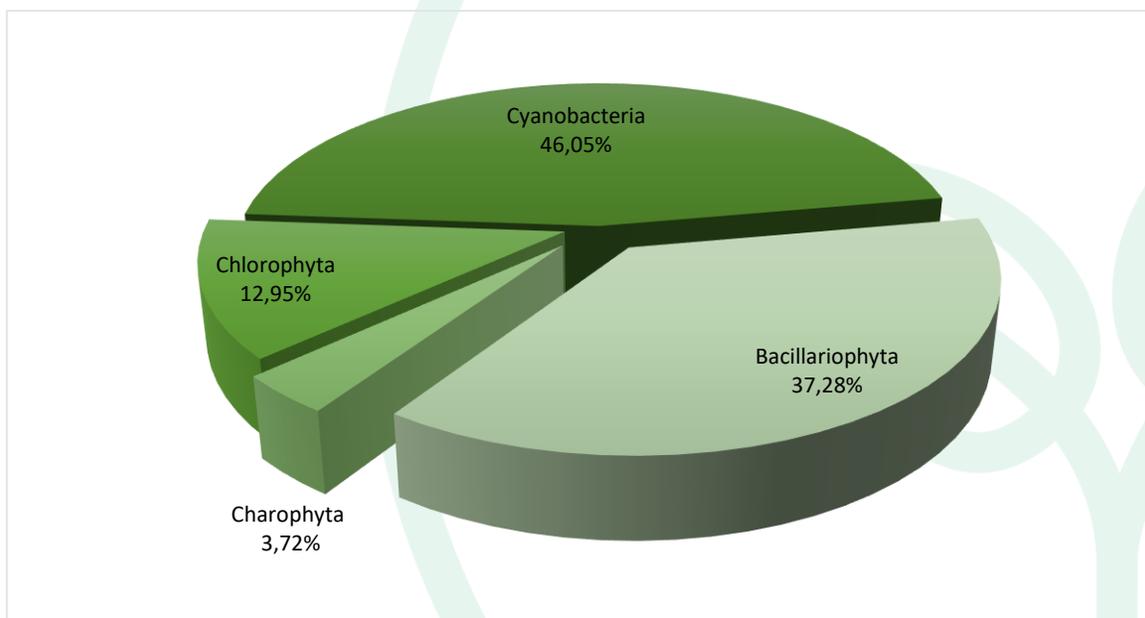
Tabla 256. Densidad (Ind/cm²) y abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la ciénaga El Rincón.

Morfoespecie	Densidad (Ind/cm ²)				Abundancia relativa (%)			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
<i>Oscillatoria sp2</i>	1029,00	0,00	0,00	7281,89	1,54	0,00	0,00	11,12
<i>Oscillatoria sp4</i>	7754,25	0,00	633,10	0,00	11,58	0,00	2,80	0,00
<i>Pseudoanabaena sp</i>	12862,50	0,00	0,00	0,00	19,21	0,00	0,00	0,00
<i>Lyngbya sp1</i>	4373,25	0,00	778,19	2275,59	6,53	0,00	3,44	3,47
<i>Aphanocapsa sp</i>	25541,25	0,00	6146,38	0,00	38,14	0,00	27,14	0,00
<i>Merismopedia sp</i>	2131,50	0,00	0,00	0,00	3,18	0,00	0,00	0,00
<i>Gomphonema sp1</i>	404,25	663,79	0,00	1793,70	0,60	26,30	0,00	2,74
<i>Gomphonema sp2</i>	0,00	378,20	0,00	0,00	0,00	14,98	0,00	0,00
<i>Cymbella sp</i>	0,00	0,00	976,03	7763,78	0,00	0,00	4,31	11,85
<i>Navicula sp3</i>	6284,25	416,80	1292,59	32848,82	9,39	16,51	5,71	50,14
<i>Synedra sp3</i>	0,00	0,00	7742,33	0,00	0,00	0,00	34,19	0,00
<i>Cosmarium sp</i>	2866,50	818,16	2176,29	0,00	4,28	32,42	9,61	0,00
<i>Oedogonium sp</i>	183,75	0,00	435,26	1659,84	0,27	0,00	1,92	2,53
<i>Scenedesmus sp6</i>	294,00	0,00	527,59	2489,76	0,44	0,00	2,33	3,80
<i>Scenedesmus acunae</i>	1396,50	115,78	1068,36	3855,12	2,09	4,59	4,72	5,88
<i>Desmodesmus maximum</i>	330,75	131,21	791,38	5488,19	0,49	5,20	3,49	8,38
<i>Desmodesmus acuminatus</i>	624,75	0,00	79,14	53,54	0,93	0,00	0,35	0,08
<i>Coelastrum sp</i>	183,75	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00
<i>Stigeoclonium sp</i>	698,25	0,00	0,00	0,00	1,04	0,00	0,00	0,00
Total	66958,5	2523,93	22646,64	65510,24	100	100	100	100

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



La división Chlorophyta constituyó el 36,84% de la riqueza hallada en la ciénaga con siete (7) morfoespecies, le siguieron las Cyanobacteria con seis (6) morfoespecies que representaron el 31,58% del total, las Bacillariophyta aportaron el 26,32% con cinco (5) morfoespecies y finalmente con una (1) las Charophyta el 5,26% del total. La densidad total del perifiton en la ciénaga del Balboa fue 157639,30 Ind/cm² de los cuales el 46,05% de los individuos fueron del grupo de las cianobacterias, un 37,28 % diatomeas, clorofitas el 12,95% y solo el 3,72% restantes fue aportado por las algas verdes **Gráfica 171**.

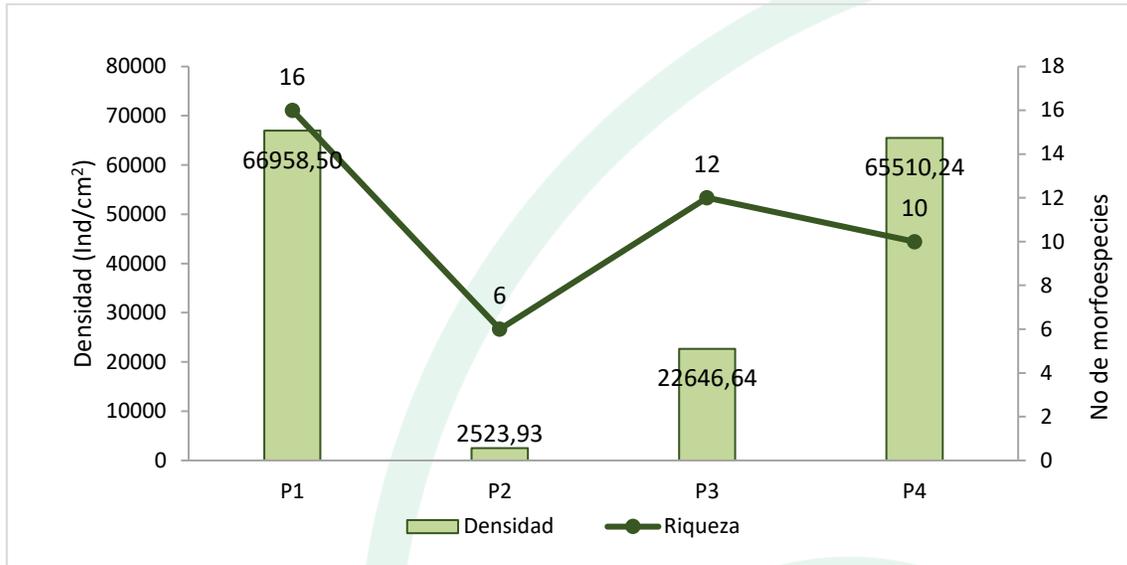


Gráfica 171. Contribución porcentual de las phyla del perifiton a la densidad total en la ciénaga El Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La ciénaga el Rincón obtuvo densidades relativamente altas con un valor mínimo de 2523,93 Ind/cm² reportado en P2 y un máximo en P1 con 66958,50 Ind/cm²; en cuanto a la riqueza fue baja, varió entre 2-4 morfoespecies y el valor mayor se observó en P2 (**Gráfica 172**).

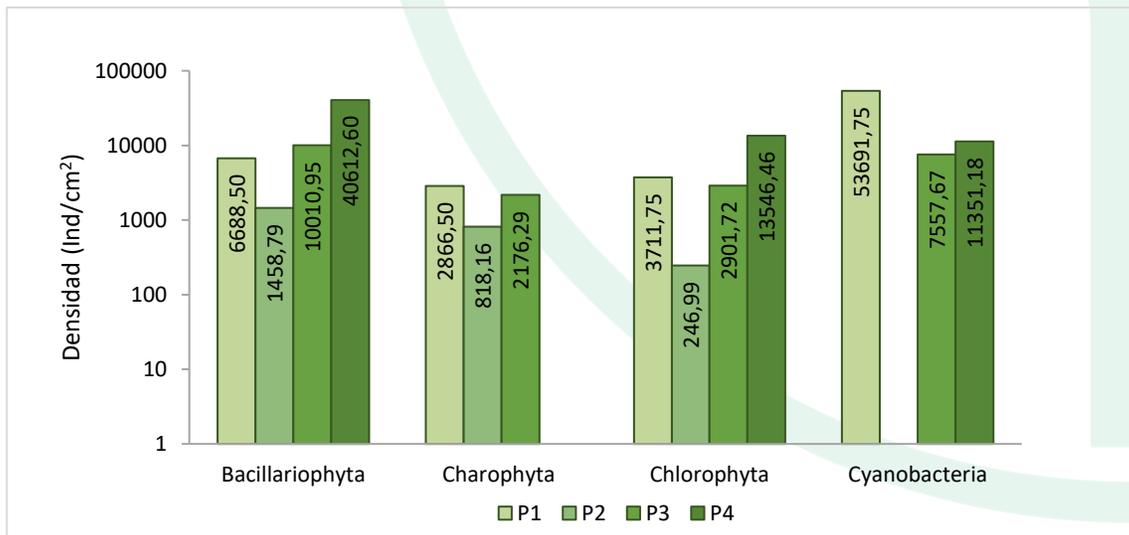




Gráfica 172. Densidad (Ind/cm²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga El Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

A nivel espacial, los puntos de monitoreo en la ciénaga del Rincón se caracterizaron por contribuciones altas de las Bacillariophyta en P2, P3 y P4 con una densidad de 1458,79 Ind/cm², 10010,95 Ind/cm² y 40612,6 Ind/cm² respectivamente, en P1 las Cianobacterias aportaron la mayor densidad con 53691,7 Ind/cm² (Gráfica 173).



Gráfica 173. Contribución de las phyla de la comunidad perifítica a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga El Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



El ensamblaje del perifiton en la ciénaga se caracterizó por registrar valores bajos de diversidad de Shannon el cual oscilaron entre 1,66 (P4) y 1,93 (P1). El índice de equitatividad obtuvo valores medio altos, en P1 fue de J; 0,70 y P4 J; 0,72 atribuido a las densidades de *Aphanocapsa* sp y *Navicula* sp3 de. La dominancia de Simpson fue moderada y consistente con los valores de equitatividad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad medios (>2), **Tabla 257**.

Tabla 257. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de perifiton en la ciénaga El Rincón

Índices	P1	P2	P3	P4
Taxa_S	16,00	6,00	12,00	10,00
Individuals	66958,5	2523,94	22646,64	65510,23
Dominance_D	0,21	0,23	0,21	0,29
Shannon_H	1,93	1,59	1,91	1,66
Margalef	1,35	0,64	1,10	0,81
Eqitability_J	0,70	0,89	0,77	0,72

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

5.3.5.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga del Rincón estuvo conformada por cuatro (4) morfoespecies, vinculadas a una (1) división, una (1) clase, tres (3) órdenes y cuatro (4) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 258**.

Tabla 258. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga El Rincón.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Biomphalaria</i> sp
		Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>
			Hydrobiidae	Hydrobiidae morfo 1
Architaenioglossa	Ampullaridae	<i>Pomacea</i> sp		
1	1	3	4	4

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron *Melanoides tuberculatus* e Hydrobiidae morfo 1 con densidades de 9311,11 Ind/m² y 1488,89 Ind/m² en P2 y P3 respectivamente (**Tabla 259**); cabe resaltar que la primera especie representó más del 90% de las abundancias relativas de todos los puntos de monitoreo, exceptuando P3, donde obtuvo 68,80% (**Tabla 260**). Las condiciones euhalinas



de la ciénaga del rincón, favorecen la presencia de estos taxones; ya que el phylum Mollusca se encuentra mejor representado en condiciones de carga orgánica elevada. Su dominancia, también puede estar explicada por la gran oferta de alimento representada algas y otros organismos que se descomponen en el bentos y hacen parte de los hábitos alimenticios de muchos de estos organismos (Deluque *et al.*, 2006).

Tabla 259. Densidad (Ind/m²) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Rincón.

Morfoespecie	Densidad (Ind/m ²)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<i>Biomphalaria sp</i>	0,00	100,00	133,33	55,56	100,00	44,44
<i>Melanooides tuberculatus</i>	4722,22	9311,11	3577,78	7333,33	3133,33	2900,00
Hydrobiidae morfo 1	200,00	644,44	1488,89	466,67	0,00	0,00
<i>Pomacea sp</i>	0,00	66,67	0,00	0,00	44,44	66,67
Total	4922,22	10122,22	5200,00	7855,56	3277,78	3011,11

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

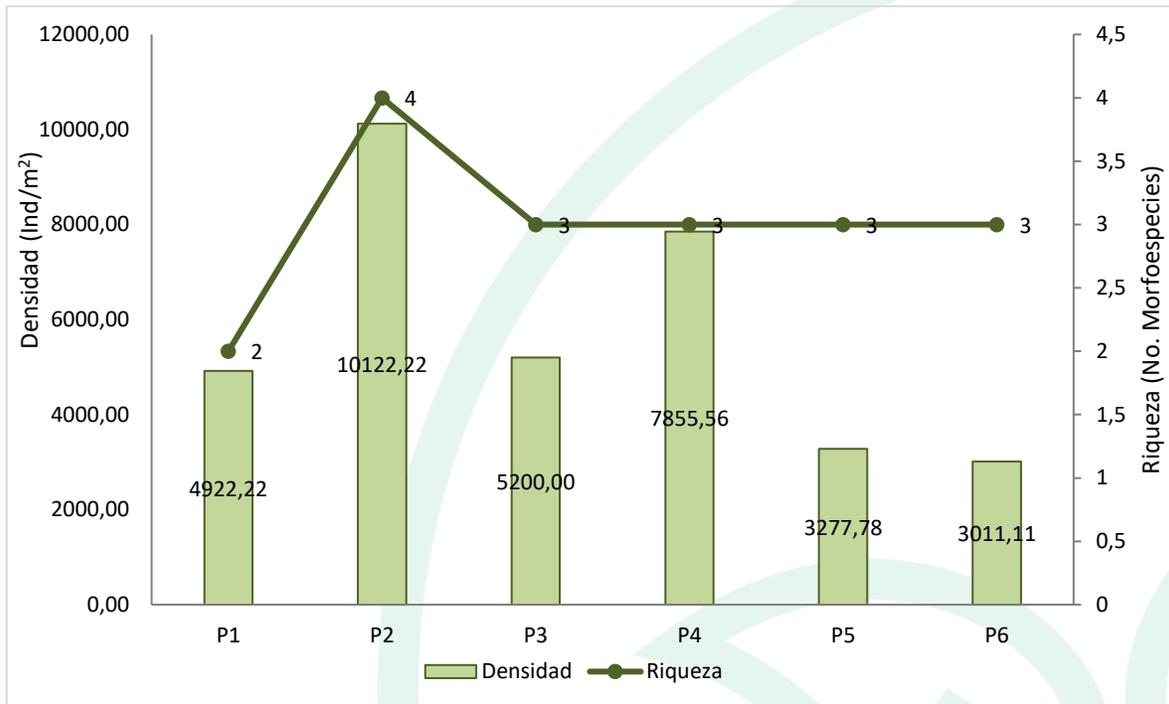
Tabla 260. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Rincón.

Morfoespecie	Abundancia relativa (%)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<i>Biomphalaria sp</i>	0,00	0,99	2,56	0,71	3,05	1,48
<i>Melanooides tuberculatus</i>	95,94	91,99	68,80	93,35	95,59	96,31
Hydrobiidae morfo 1	4,06	6,37	28,63	5,94	0,00	0,00
<i>Pomacea sp</i>	0,00	0,66	0,00	0,00	1,36	2,21
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La ciénaga del Rincón obtuvo densidades bentónicas relativamente altas y el valor más alto fue registrado en P2 con 10122,22 Ind/m²; en cuanto a la riqueza fue baja, varió entre 2-4 morfoespecies y el valor mayor se observó en P2 (**Gráfica 174**). Las variaciones espaciales en la densidad observadas en la ciénaga atienden a los aportes diferenciales de la morfoespecie *M. tuberculatus* y *Pomacea sp*, ésta última ausente en P1, P3 y P4.



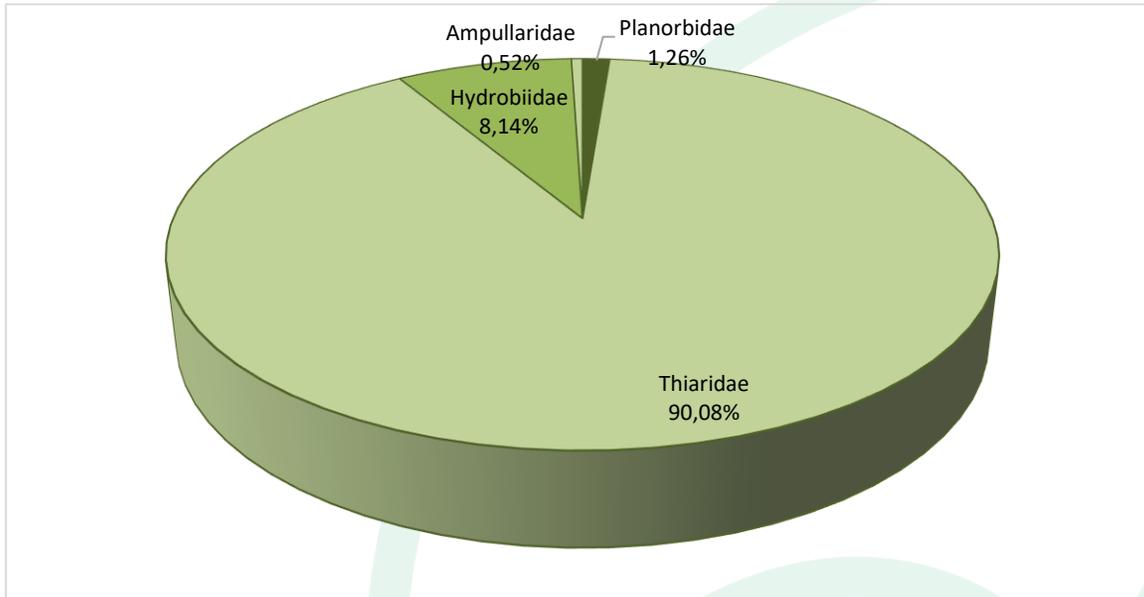


Gráfica 174. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las contribuciones a la densidad bentónica de la ciénaga del Rincón estuvieron dominadas por moluscos de la familia Thiaridae, cuyos aportes representaron el 90,08% de la densidad total, seguidos por Hydrobiidae (8,14%), Planorbidae (1,26%) y Ampullaridae (0,52%) (Gráfica 175). La dominancia de estas familias de Mollusca se encuentra dada por el grado de sensibilidad ambiental de sus taxones que tiende a ser bastante amplio, particularmente, esta phylum estuvo representada por gasterópodos característicos de fondos de sistemas lenticos como la ciénaga del Rincón, donde son predominantes altas concentraciones de materia orgánica, la cual es utilizada por este grupo como fuente de alimento.



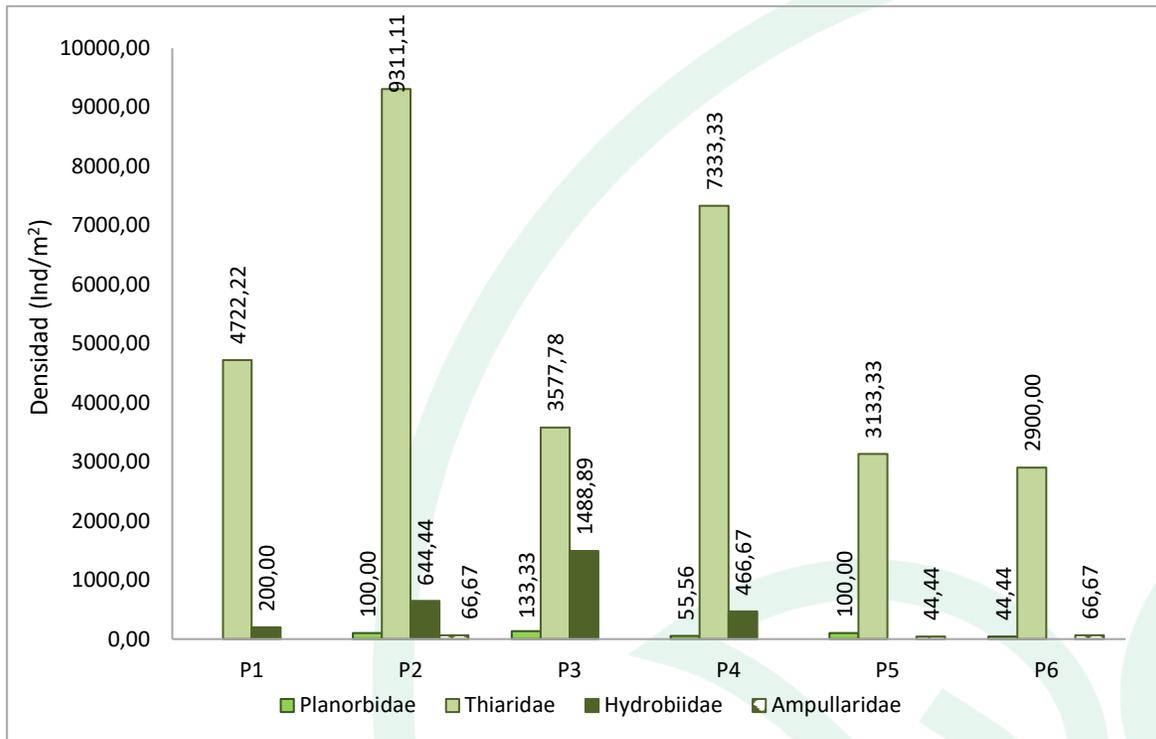


Gráfica 175. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga El Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

A nivel espacial, los puntos de monitoreo en la ciénaga del Rincón se caracterizaron por contribuciones altas de la familia Thiaridae, la cual estuvo mejor representada en P2, donde obtuvo 9311,11 Ind/m²; Hydrobiidae por su parte fue la segunda en dominancia, aunque estuvo ausente en P5 y P6, los puntos de su densidad máxima fueron P3 y P2. Ampullaridae se observó en todos los puntos de muestreo, a excepción de P1. Finalmente, Planorbidae fue la de menor abundancia en la ciénaga y obtuvo su valor máximo de densidad en P3 con 133,33 Ind/m² (**Gráfica 176**).





Gráfica 176. Contribución de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga El Rincón.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

5.3.5.5 Macrófitas

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

5.3.5.6 Peces

Solo dos especies fueron reportadas en la ciénaga el Rincón: *Andinoacara latifrons* y *Poecilia gillii*.

De estas dos, se muestra la clasificación taxonómica completa en la **Tabla 261**.

Tabla 261. Clasificación taxonómica de especies icticas reportadas en la ciénaga el rincón

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chordata	Actinopterygii	Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>
		Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia gillii</i>
1	1	2	2	2



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La especie de mayor abundancia y mayor distribución, ya que se capturaron individuos en todos los puntos de monitoreo fue *Poecilia gillii*, con un total de 155,00Ind, **Tabla 262**.

Tabla 262. Abundancia de las especies de peces reportadas en la ciénaga el Rincón.

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
<i>Andinoacara latifrons</i>	10,00	4,00	-	-	-	7,00	21,00
<i>Poecilia gillii</i>	40,00	15,00	30,00	20,00	20,00	30,00	155,00
Total	50,00	19,00	30,00	20,00	20,00	37,00	176,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Según Jimenes-Prado y colaboradores (2020), las características biológicas que facilitan la colonización de nuevos hábitats por parte de ciertas especies del género *Poecilia*, son la ovoviviparidad, el cuidado parental y la formación de cardúmenes; además, la capacidad de las hembras de almacenar esperma hasta por 10 meses, lo que le permite a una hembra, por si misma, colonizar una nueva localidad, y fundar una población estable.

Por otro lado, estas especies proliferan aguas lentas y sustrato arenoso y fangoso, con niveles bajos de oxígeno y agua altamente contaminados (García Alzate *et al.*, 2009). Lo cual explica el hecho que esta sea dominante en todos los puntos, con abundancias relativas de más del 70% (**Tabla 263**).

Tabla 263. Abundancia relativa (%) de los peces reportados en ciénaga el Rincón.

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<i>Andinoacara latifrons</i>	20,00	21,05	0,00	0,00	0,00	18,92
<i>Poecilia gillii</i>	80,00	78,95	100,00	100,00	100,00	81,08
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

El Cocobolo (*Andinoacara latifrons*) es un pez que se encuentra ampliamente distribuido en Centro y Suramérica (Colombia y Venezuela) y Trinidad y Tobago (Kullander 2003). Habita en aguas turbias, así como en los arroyos de aguas libres y limpias (Kenny 1995, Maldonado-Ocampo *et al.* 2005) y en ambientes lénticos (Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez 2001). Se alimenta de gusanos, crustáceos e insectos (Mills y Vevers 1989), insectos y presas vivas (Galvis *et al.* 1997), material vegetal, restos de peces, detritos, insectos y otros (Díaz y Camargo 2008). Todas estas características explican su alta distribución en todo el departamento y en especial en este sistema que se encuentra en proceso de

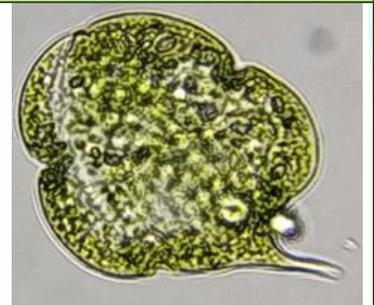


restauración y se encuentra conectado con uno de los arroyos más contaminados del departamento, como lo es arroyo León.

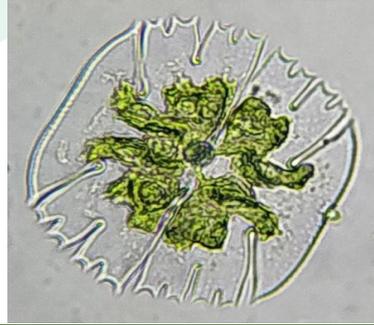
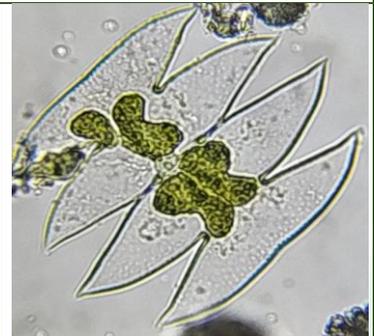
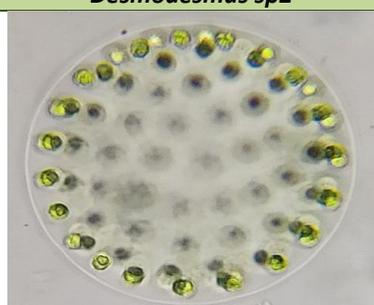
A continuación, se presentan registros fotográficos de las morfoespecies más representativas durante el presente monitoreo hidrobiológico, así como también las fichas técnicas de las especies de peces capturadas:



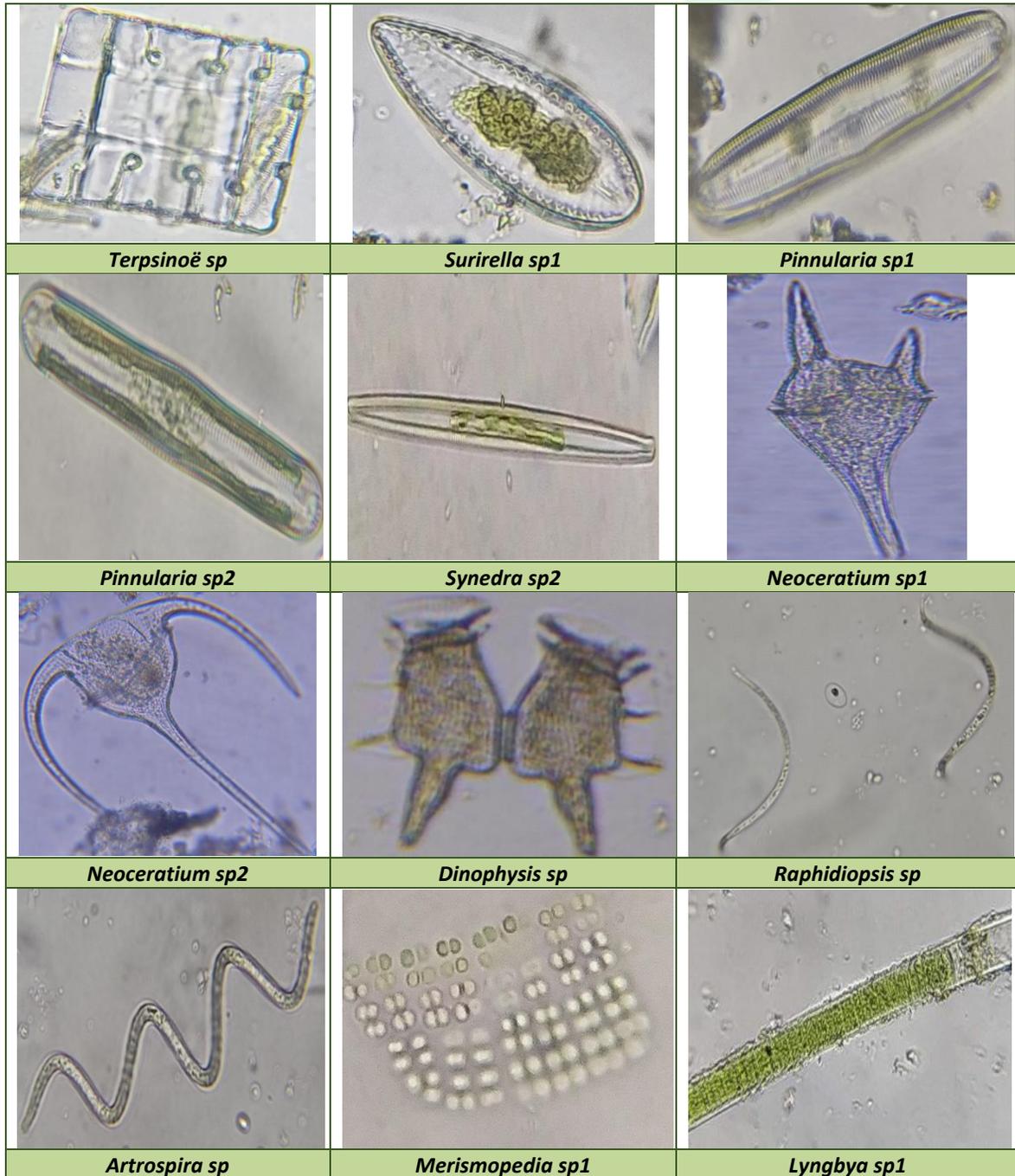
Tabla 264. Registro fotográfico de las morfoespecies de fitoplancton observadas.

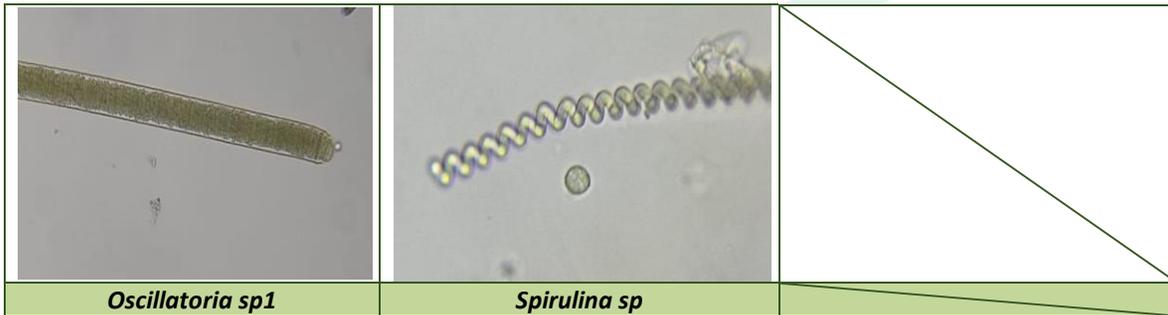
		
<i>Euglena sp2</i>	<i>Euglena sp3</i>	<i>Euglena sp5</i>
		
<i>Phacus sp1</i>	<i>Phacus sp2</i>	<i>Phacus sp3</i>
		
<i>Phacus sp4</i>	<i>Phacus sp5</i>	<i>Lepocinclis sp1</i>
		
<i>Strombomona sp1</i>	<i>Trachelomona armata</i>	<i>Strombomona sp3</i>



		
<i>Closterium sp2</i>	<i>Closterium sp3</i>	<i>Micrasterias truncata</i>
		
<i>Micrasterias laticeps</i>	<i>Cosmarium sp2</i>	<i>Cosmarium sp4</i>
		
<i>Scenedemus sp1</i>	<i>Desmodesmus sp1</i>	<i>Desmodesmus sp2</i>
		
<i>Pandorina morum</i>	<i>Actinastrum sp</i>	<i>Eudorina sp</i>

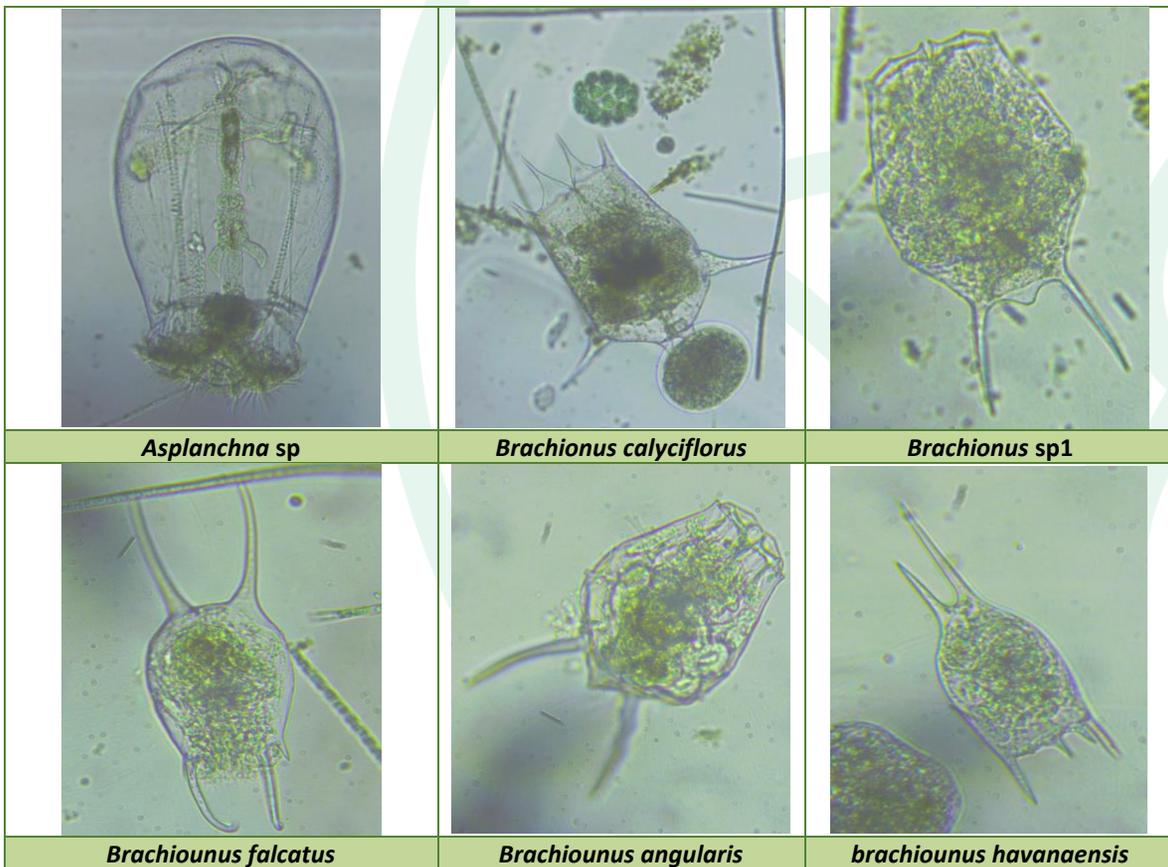


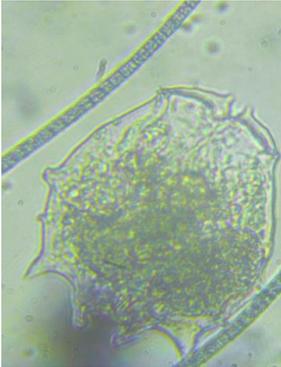
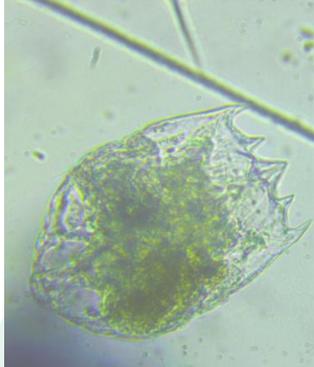
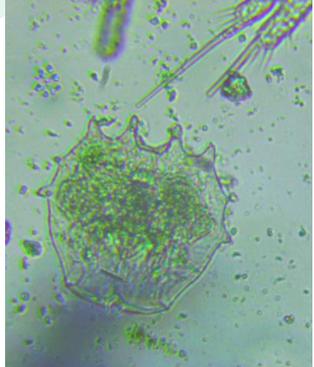
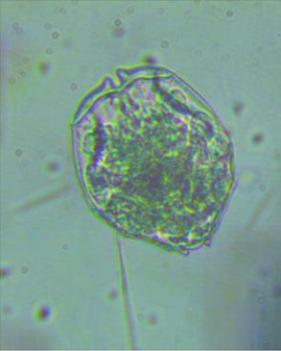
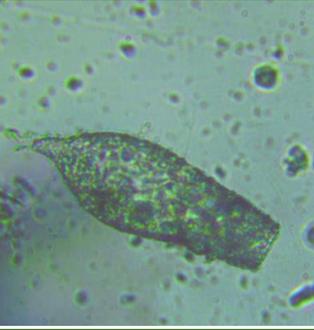




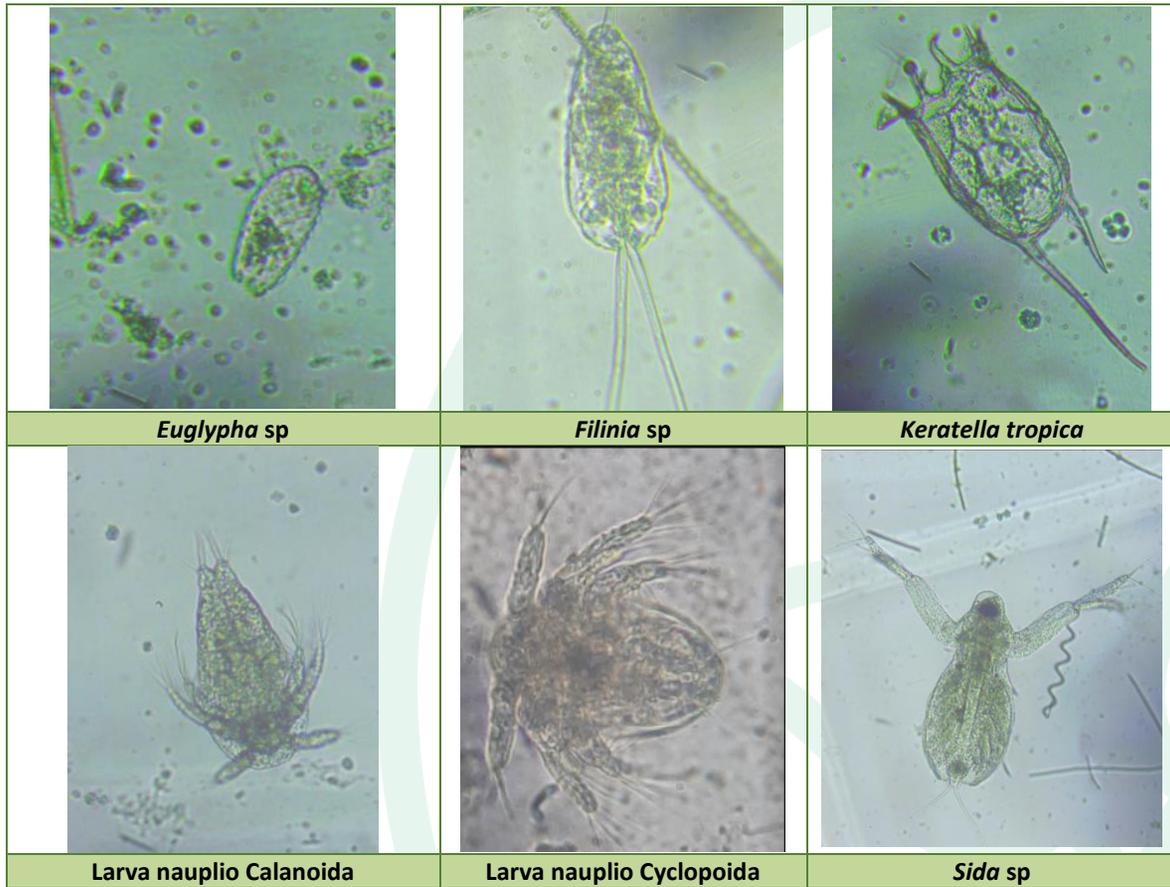
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Tabla 265. Registro fotográfico de las morfoespecies de zooplancton observadas.



		
<i>Brachiouneus sp</i>	<i>brachiouneus sp2</i>	<i>Brachiouneus sp4</i>
		
<i>Brachiouneus sp5</i>	<i>Btachiouneus urceolaris</i>	<i>Calanoida morfo1</i>
		
<i>centropyxis spd</i>	<i>Chidorus sp</i>	<i>Cyclopoida morfo1</i>
		
<i>Cyclopoida morfo2</i>	<i>Diffflugia acuminata</i>	<i>Diffflugia lobostoma</i>

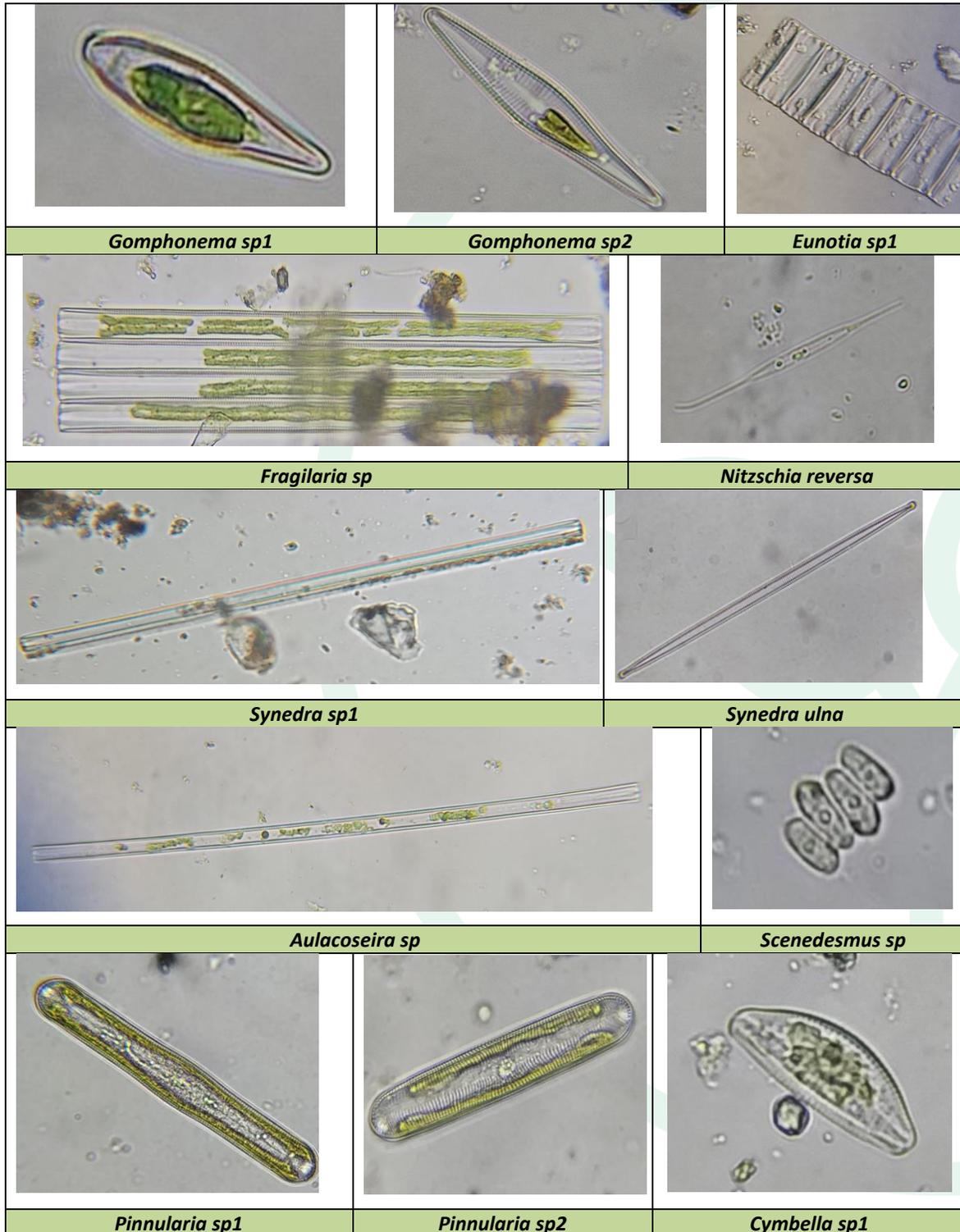




Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Tabla 266. Registro fotográfico de las morfoespecies de perifiton observadas.





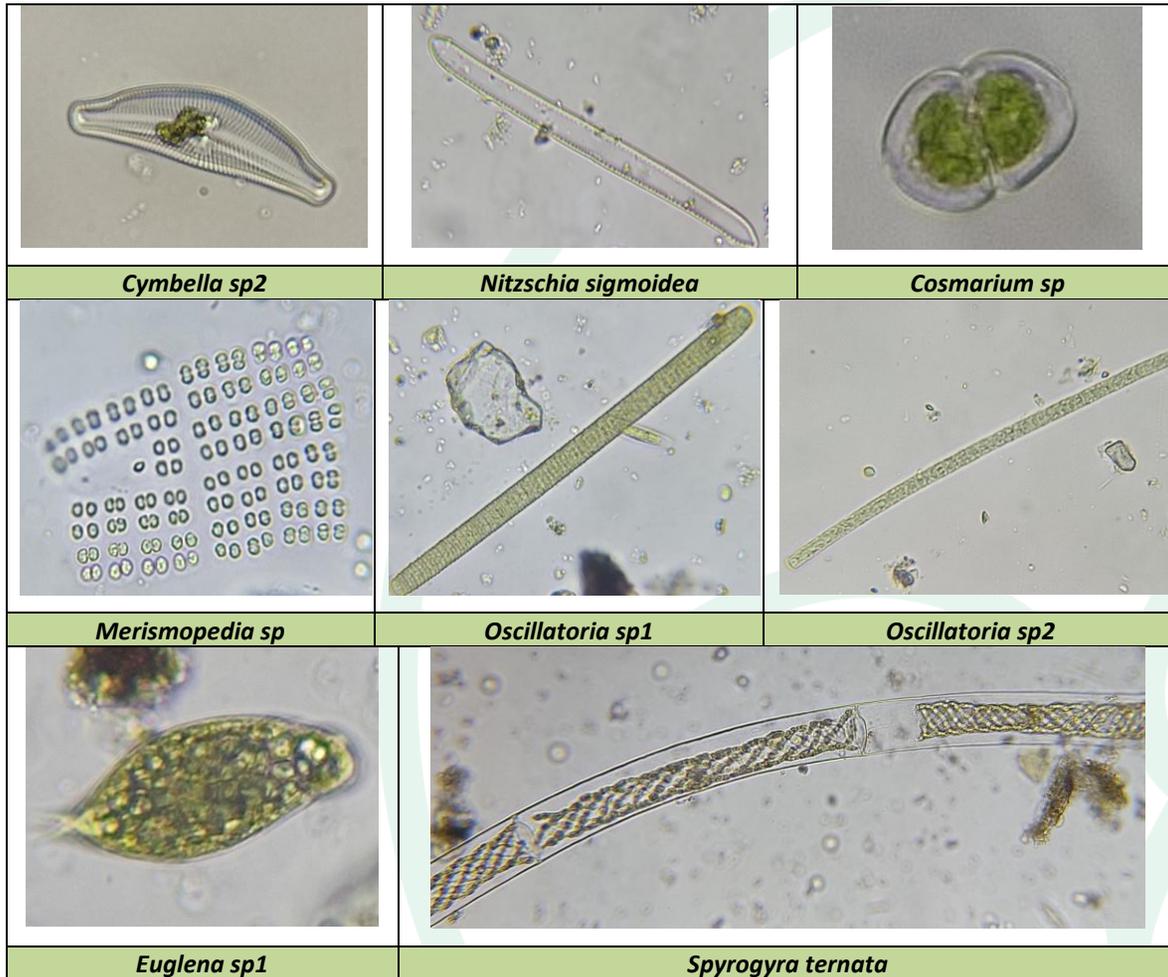


Tabla 267. Registro fotográfico de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas.







Hirudinidae morfo 1



Muscidae morfo 1 (L)



Hydrobiidae morfo 1



Physa sp



Biomphalaria sp



Drepanotrema sp



Neritina sp



Mytilus sp



Corbula caribaea



Melanoides tuberculatus



Polymesoda sp



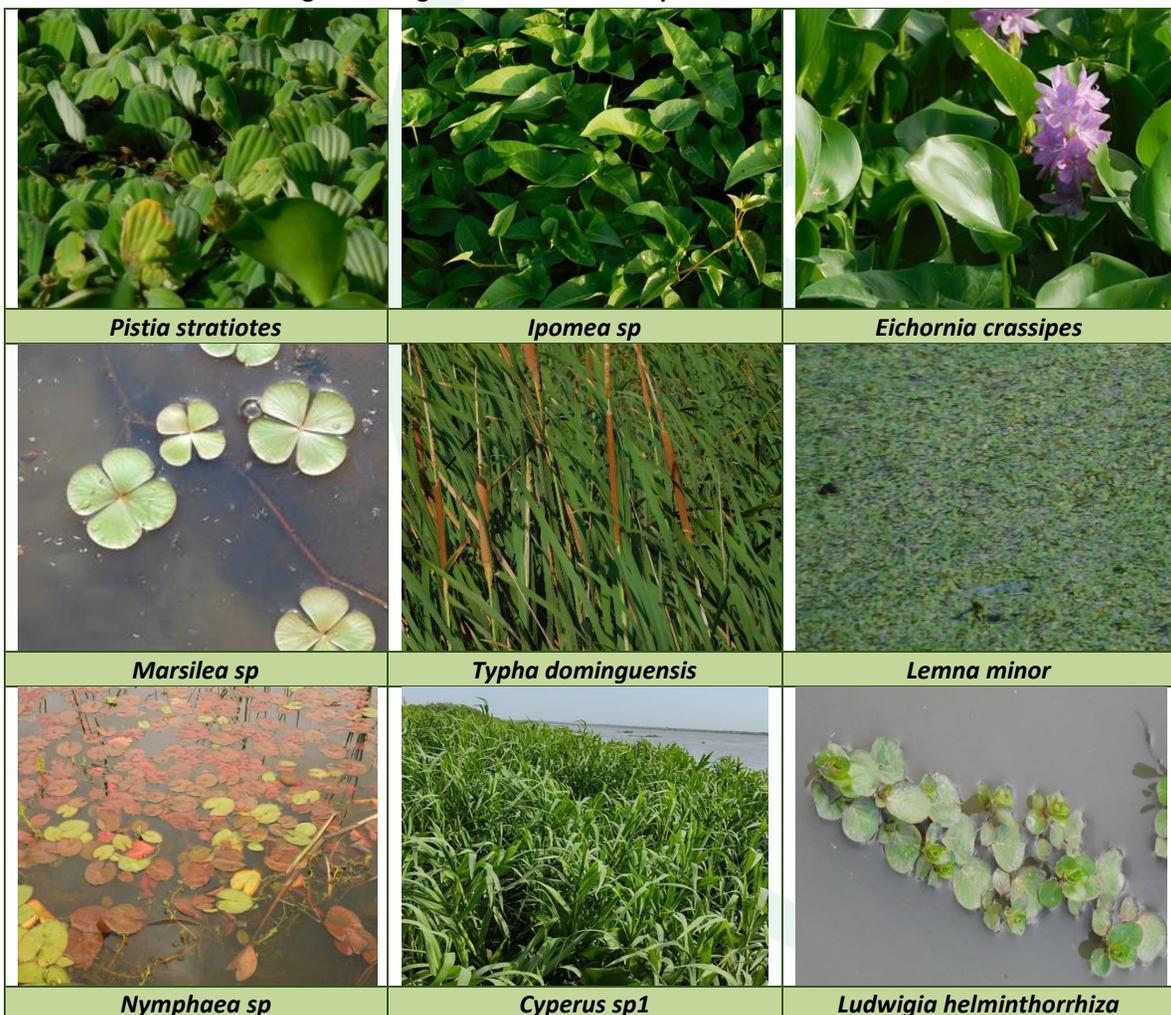
Chione sp





Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.

Tabla 268. Registro fotográfico de las morfoespecies de macrófitas observadas.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2021.



<p><i>Astyanax magdalenae</i> Eigenmann & Henn, 1916 Nombre vernacular: Sardina, Tolomba, Golosa. IUCN: No aplica</p>	 <p style="text-align: right;"><i>Astyanax magdalenae</i></p>
Carácter diagnóstico	
<p>Se caracteriza por presentar una mancha humeral de forma circular u ovalada en sentido vertical y otra mancha en la base de la aleta caudal; línea predorsal escamada y área pre-ventral quillada; las hembras adultas son de mayor altura que los machos (Maldonado Ocampo <i>et al.</i> 2005).</p>	
Distribución	
<p>Esta especie se encuentra en el Alto y Bajo Magdalena, Río Cauca, río San Jorge, Arroyo Pechilín, César y sistema del Catatumbo.</p>	
Aspectos ecológicos	Importancia económica y pesquera
<p>A estos peces a menudo se les encuentra en cardúmenes grandes y densos. Su Dieta es omnívora, constituida por restos de plantas, fitoplancton e invertebrados. Pero tiene fuerte tendencia a la entomofagia (Maldonado-Ocampo <i>et al</i> 2012)</p> <p>Toma parte de la migración anual de aguas bajas llamada también subienda. (Jiménez-Segura <i>et al</i> 2010).</p>	<p>Esta especie, aunque tiene poco o nulo valor pesquero, se encuentra entre las principales especies de peces ornamentales de Colombia, debido a su pequeño tamaño y coloración plateado.</p> <p>Se dice en los acuarios puede vivir en aguas blandas, temperatura entre 24-26 °C, ojalá en un acuario con plantas (Galvis <i>et al.</i> 1997)</p>

Tabla 269. Información general de *Astyanax magdalenae*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 270. Información general de *Astyanax* sp.

<p><i>Astyanax</i> sp. (Cuvier, 1819) Nombre vernacular: Sardina colirroja, cola amarilla, juguetona, golosa. IUCN: No aplica</p>	
<p align="center">Carácter diagnóstico</p>	
<p>Mancha humeral oscura, alargada verticalmente y difusa; una banda oscura que inicia una escama después de la mancha humeral, alcanza el pedúnculo caudal y se prolonga sobre los radios medios de la aleta caudal; lóbulos de la caudal de color rojo; anal rojiza en ejemplares vivos; dorsal, pectorales y ventrales hialinas; labio inferior no pigmentado (Rivas-Lara <i>et al.</i> 2007)</p>	
<p align="center">Distribución</p>	
<p>Se encuentra en países como Belize, Brasil, Colombia, Costa Rica, Guatemala, México, Panamá, Uruguay y Venezuela. Mientras que en Colombia se distribuye en el Amazonas, Caribe, Magdalena, Orinoco y Pacífico (Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> 2008).</p>	
<p align="center">Aspectos ecológicos</p>	<p align="center">Importancia económica y pesquera</p>
<p>Esta especie tiende a habitar aguas claras de sustratos rocoso-arenosos (Vargas-Tisnes 1989) o en arroyos y pantanos (Galvis <i>et al.</i> 1997). En cuanto a la alimentación es omnívora con tendencia a la carnivoría, pero su dieta cambia de acuerdo con la talla de los individuos (Lagarejo 2005). La reproducción está asociada al cambio en el nivel del agua en el río (Lagarejo 2005).</p>	<p>Es una especie de poca importancia para las pesquerías, pero representa un valor económico y un atractivo potencial ornamental por el color rojo llamativo de su cola (Rivas-Lara <i>et al.</i> 2007).</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 271. Información general de *Roebooides dayi*.

<p><i>Roebooides dayi</i> (Steindachner, 1878) Nombre Común: Bentón, Transparente, Boquiancha, Changuito, Juanviejo, Chonchita. IUCN: No aplica</p>	
<p align="center">Carácter diagnóstico</p>	
<p>Cuerpo de color plateado uniforme con una mancha humeral bien marcada y redondeada; pedúnculo caudal con una mancha negra sin forma definida; en la nuca se observa una giba prominente que va hasta la aleta dorsal. Las aletas con tinción amarillenta. Tiene grandes dientes proyectados hacia afuera.</p>	
<p align="center">Distribución</p>	
<p>Se encuentra en America central, en Panama. Y en Suramerica, en Colombia. En este último se encuentra en la Cuenca del Catatumbo, Cuenca del Caribe y Cuenca del Orinoco.</p>	
<p align="center">Aspectos ecológicos</p>	<p align="center">Importancia económica y pesquera</p>
<p>Habita frecuentemente aguas quietas y «claras» donde proliferan la hojarasca y material vegetal. Se considera una especie lepidófaga por el consumo de escamas que arranca de otros peces, aunque también se alimenta de invertebrados (Galvis et al. 1997) en cuanto a la reproducción, el máximo desarrollo gonadal se presenta entre junio y julio.</p>	<p>En general el valor pequero de esta especie es casi nulo, por pequeño tamaño. Pero esta misma característica, le da un gran valor, al momento de ser usado como pez ornamental, por lo que suele conseguirse en los catálogos de venta de grandes distribuidores de peces ornamentales tal como “El acuario; peces ornamentales de Colombia”. Donde además mencionan que en el acuario puede vivir en agua blanda semi ácida, con temperaturas de 24 a 26°C, y pH 6.4 - 6.8.</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 272. Información general de *Cyphocharax magdalenae*.

<p><i>Cyphocharax magdalenae</i> (Steindachner, 1878) Nombre vernacular: Viejita, Ronquito, Chango, Chaschas, Boca de trompa. IUCN: No aplica</p>	
Carácter diagnóstico	
<p>Cuerpo de color plateado uniforme y sin manchas en las aletas y pedúnculo caudal. Escamas de la línea lateral 34-38. Presenta mayor profundidad del cuerpo contenida de 0,36-0,44 veces en la Longitud Estándar; profundidad del pedúnculo caudal contenida en la Longitud Estándar de 0,13-0,15. Longitud del rostro 0,26-0,32; longitud postorbital 0,43-0,49; longitud de la cabeza 0,28-0,33 en Longitud Estándar (Lasso, <i>et al.</i> 2004).</p>	
Distribución	
<p>Se encuentra en Países como Colombia, Costa Rica y Panamá. En las Cuencas en Colombianas Caribe y Magdalena específicamente (Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> 2008). Mientras que las Subcuencas son en el Caribe, se ocurre en Atrato, Sinú, Ranchería; mientras que el Magdalena en Cauca y San Jorge (Vari 1992).</p>	
Aspectos ecológicos	Importancia económica y pesquera
<p>Jiménez <i>et al.</i> (2009) reportan ejemplares dentro de ciénagas cuyas profundidades son menores a 6 m y dentro de condiciones de la masa de agua con pH entre 6-7,35, conductividad entre 24,9-110 ms, oxígeno disuelto entre 0,61-8,1 mg.l-1 y temperaturas entre 26,5-31,2 °C; igualmente, afirman que basados en su alta frecuencia de captura y abundancia media es una especie dominante dentro de la asociación en ciénagas de la cuenca media del río Magdalena.</p> <p>Esta especie consume principalmente detritus (Atencio-García <i>et al.</i> 2005; Bermúdez, 2008).</p>	<p>Los peces más pequeños se utilizan para autoconsumo y los más grandes para el comercio. En la cuenca Caribe se registra principalmente en los municipios de Lorica y Turbo y existen dos registros para el 2007 en la ciudad de Montería. En el periodo comprendido entre marzo 1997 a febrero 2002, su pesquería alcanzó las 769,9 t. Se captura durante todos los meses del año con mayor intensidad en enero, febrero y marzo (Blanco <i>et al.</i> 2005).</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 273. Información general de *Prochilodus magdalenae*.

<p><i>Prochilodus magdalenae</i> Steindachner, 1879 Nombre vernacular: Bocachico, pescado, chico de boca, boquichico. IUCN: Vulnerable VU (A2c, d) (Mojica et al. 2012)</p>	
Carácter diagnóstico	
<p>Presenta una coloración plateada uniforme y aletas amarillentas, con presencia de escamas ásperas en todo el cuerpo. Su característica principal, es su boca pequeña y carnosa con presencia de dientes pequeños. Tiene los ojos grandes, y presenta una espina predorsal punzante.</p>	
Distribución	
<p>Endémica de Colombia en la cuenca del Magdalena (Maldonado-Ocampo et al. 2008). Se distribuye en todas las zonas bajas de los sistemas del Magdalena, Sinú y Atrato, hasta aproximadamente los 1000 m s.n.m. Por el río Cauca alcanza a remontar a la cuenca alta hasta los 1500 m.s.n.m. debido a la pendiente suave (Mojica et al. 2012).</p>	
Aspectos ecológicos	Importancia económica y pesquera
<p>Se ha establecido que la especie alcanza su primera madurez sexual cuando alcanza entre los 23 y 25 cm LE en la cuenca del Magdalena; de 20 cm en la del Sinú. Como estrategia reproductiva, la especie produce una enorme cantidad de huevos por hembra (Valderrama et al. 2011c). El bocachico es un pez de talla mediana a grande que alcanza a crecer más de 50 cm LT. Los machos de bocachico se distinguen de las hembras por ser más delgados y esbeltos.</p>	<p>Como todas las especies del género <i>Prochilodus</i>, esta especie tiene un gran valor pesquero y económico. Tiene desembarco y comercialización en las cuencas del caribe y magdalena (Valderrama et al. 2010). Para el periodo 1978 – 1999, el bocachico presenta una disminución del 84% en sus desembarcos en la cuenca del Magdalena (Mojica et al. 2002). En la cuenca de río Atrato, se destaca un alto porcentaje de venta de bocachico seco-salado. Dentro de los principales destinos de comercialización se encuentra el mercado local en Quibdó, Montería y Apartadó.</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 274. Información general de *Ctenolucius hujeta*.

<p><i>Ctenolucius hujeta</i> (Valenciennes, 1850) Nombre vernacular: Aguja, Agujeta de escamas, Agujeto, Agujón, Barracuda. IUCN: No aplica</p>	
Carácter diagnóstico	
<p>Cuerpo plateado con líneas oscuras a los lados del cuerpo; un punto oscuro en la parte central del pedúnculo caudal; rostro largo y puntiagudo; dientes pequeños cónicos en una sola hilera; el cuerpo subcilíndrico; la aleta anal y dorsal comienzan en el último tercio de la longitud esquelética (Maldonado-O., <i>et al.</i> 2005).</p>	
Distribución	
<p>Su Localidad tipo es el río Magdalena. Ocurre desde su desembocadura hasta Girardot, Bajo Cauca, Alto Sinú, río Manso (Maldonado-O., <i>et al.</i> 2005).</p>	
Aspectos ecológicos	Importancia económica y pesquera
<p>Es un pez predador de pequeños peces, come insectos voladores. Es un pez nocturno. Nada en grupos y le gusta saltar. Puede crecer hasta los 35 cm (Reis, <i>et al.</i> 2003).</p>	<p>Es un pez comestible, se registra comercio local en algunas localidades del Magdalena, pero cuando es pequeño lo venden como ornamental (Reis, <i>et al.</i> 2003).</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Tabla 275. Información general de *Bunocephalus colombianus*.

<p><i>Bunocephalus colombianus</i> Eigenmann, 1912 Nombre vernacular: Negrito IUCN: No aplica</p>	
<p align="center">Carácter diagnóstico</p>	
<p>Cuerpo redondo y deprimido; cola cilíndrica; la aleta dorsal se encuentra en la mitad del cuerpo y hay una cresta predorsal que se divide en forma de «Y» cuyos brazos terminan en los ojos; tiene sierras en ambos bordes de la espina pectoral y en toda su extensión; su color es oscuro con aletas jaspeadas (Maldonado-O., et al. 2005; Maldonado-O., et al. 2012).</p>	
<p align="center">Distribución</p>	
<p>Localidad tipo es Raspadura, Colombia. Ocurre en los ríos Magdalena, Atrato, se encuentra en casi todo el bajo y medio Magdalena; en el Cauca por lo menos hasta Cáceres; en el río San Jorge hasta unos 50 km arriba de la boca del Uré y en el río Sinú por lo menos hasta Esmeraldas; en el río Atrato y en el San Juan. Bajo Magdalena (Barranquilla), Atrato y Patía (Maldonado-O., et al. 2005).</p>	
<p align="center">Aspectos ecológicos</p>	<p align="center">Importancia económica y pesquera</p>
<p>Existe poca información sobre aspectos ecológicos de esta especie. Lo poco que se conoce es que vive en el fondo de los ríos y de las quebradas, donde se alimenta de pequeños gusanos y otros animales blandos (Maldonado-O., et al. 2005).</p>	<p>No se encuentra información sobre importancia económica o pesquera no aparece en los recursos pesqueros de Colombia.</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 276. Información general de *Poecilia gilli*.

<p><i>Poecilia gilli</i> (Steindachner, 1880) Nombre vernacular: Piponcita, Gupy, Pipón, Bobo. IUCN: No aplica</p>	
<p align="center">Carácter diagnóstico</p>	
<p>Son peces pequeños con una cabeza deprimida. Su cuerpo es ancho anteriormente y delgado en la región caudal. Aleta caudal redondeada. Se caracteriza por poseer un punto en la base y franja negra en la margen de su aleta dorsal. Tiene una coloración plateada y forma un enrejado oscuro bajo sus escamas. El macho de esta especie se caracteriza por tener el prepucio del gonopodio blanco además es más pequeño que la hembra.</p>	
<p align="center">Distribución</p>	
<p>Se encuentra distribuido en Centro y el norte de Sur América: Colombia, Panamá y Venezuela (Cal Academy 2015). En Colombia se distribuye en el río Catatumbo, Magdalena, Cesar, Rancheria, Cauca, San Jorge, Sinú y Atrato, así como en la cuenca del Alto Magdalena y la Costa Atlántica (Mojica 1999).</p>	
<p align="center">Aspectos ecológicos</p>	<p align="center">Importancia económica y pesquera</p>
<p>Especie constante en zonas donde proliferan aguas lentas y sustrato arenoso y fangoso, además de niveles bajos de oxígeno y agua altamente contaminadas. Con tendencia a la agregación como otras especies del género y a su vez esta especie presenta una dieta basada en fango y algunas algas filamentosas y diatomeas. Es una especie vivípara y de reproducirse durante todo el año, que le confiere la característica de no exponer ovocitos a la degradación generada por los tensores ambientales y mantener los niveles poblacionales siempre altos durante todo el año (García Alzate <i>et al.</i>, 2009).</p>	<p>Este pez es utilizado frecuentemente como especie ornamental (Maldonado- Ocampo 2012).</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 277. Información general de *Caquetaia kraussii*

<p><i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878) Nombre vernacular: Mojarra amarilla, mojarra anzuelera, anzuelera, mojarra de río. IUCN: No aplica</p>	
Carácter diagnóstico	
<p>Boca muy protráctil; color del cuerpo amarillo o marrón claro, con franjas negras verticales ubicadas a todo lo largo; presenta un punto negro en la región posterior superior del pedúnculo caudal, otro más grande en la parte media del cuerpo, en la hendidura opercular, y en la parte baja del opérculo un punto blanco con los bordes negros gruesos; el primer radio de la aleta pectoral es de color blanco y termina en un filamento del mismo color; todas las aletas tienen tonos amarillos. Escamas relativamente grandes, 29-30 longitudinales, 6-6 y media/11 escamas transversales y 19-20/9-11 en la línea lateral. Aletas escamadas, la dorsal, ventral y anal con filamentos prolongados. Aleta dorsal con 10-15 radios; anal con 5-6 espinas y 8-10 radios (Lasso et al., 2011).</p>	
Distribución	
<p>Se encuentra en Colombia y Venezuela. Cuencas en Colombia: Caribe, Magdalena, Orinoco (introducida) y Pacífico Subcuencas: Caribe (Atrato, Catatumbo, Ranchería, Sinú, Sucio); Magdalena (Cesar, Cauca, Lebrija, San Jorge); Orinoco (Arauca) (introducida) (Lasso et al., 2011).</p>	
Aspectos ecológicos	Importancia económica y pesquera
<p>En el Magdalena se encuentra en las aguas tranquilas de las partes bajas de los ríos, especialmente en las zonas con vegetación sumergida. Consume otros peces más pequeños e Invertebrado bentónicos. Esta especie también es considerada como omnívora con una tendencia a la carnivoría (Lasso et al., 2011).</p>	<p>La especie es utilizada en la pesca artesanal, tanto en cauces principales de los ríos en los que se encuentra distribuido, como en las ciénagas (Lasso et al., 2011).</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 278. Información general de *Andinoacara latifrons*

<p><i>Andinoacara latifrons</i> (Steindachner, 1878) Nombre vernacular: Mojarra azul, Mojarra azuleja, Azulejo, Azuleja, Casasola, Cabecita loca, Mojarrita pintada, Luminosa. IUCN: No aplica</p>	
Carácter Diagnostico	
<p>Hocico con pendiente corta y empinada. Ojo grande, frente amplia, sin escamas. Un punto negro en el centro de los lados del cuerpo (Steindachner, 1878).</p>	
Distribución	
<p>Se encuentra distribuido en los ríos Magdalena, San Juan, Atrato y Sinú en Colombia (Cal Academy 2015)</p>	
Aspectos ecológicos	Importancia económica y pesquera
<p>Está presente en ambientes acuáticos de baja corriente, aunque algunos habitan ríos más corrientosos. Se alimenta de insectos y crustáceos. Adhieren sus posturas a las superficies de las rocas, troncos u hojas sumergidas que son vigiladas por los machos. En caso de</p> <p>Peligro los padres protegen a sus crías en la boca (Galvis, 1997).</p>	<p>No tiene interés para la pesca comercial ni para el consumo local, pero es una especie acompañante de las pesquerías en general (Maldonado-Ocampo <i>et al.</i>, 2012).</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 279. Información general de *Sternopygus aequilabiatus*.

<p><i>Sternopygus aequilabiatus</i> (Humboldt, 1805) Nombre vernacular: Cuchillo transparente, Caloche, Pez ratón, Macana, Cuchilleja, Caballito transparente, Mayupa, Cuchillo verde, Chucho. IUCN: No aplica</p>	
Carácter Diagnostico	
<p>Es de color negro a gris con una forma alargada y comprimido lateralmente, propia del orden y no posee aleta caudal. Presenta la margen del ojo fusionado con la piel de la cabeza, y dientes presentes en el maxilar y la mandíbula, sin filamento dorsal. Alcanza tamaños hasta de 40 cm. (Dahl, 1971).</p>	
Distribucion	
<p>Es de color pálido, muy claro con una forma alargada y comprimido lateralmente, propia del orden y no posee aleta caudal. Presenta la margen del ojo fusionado con la piel de la cabeza, y dientes presentes en el maxilar y la mandíbula, sin filamento dorsal. Alcanza tamaños hasta de 40 cm. (Dahl, 1971).</p>	
Ecología	Importancia económica y pesquera
<p>Pez gregario y nocturno. Resistente a las altas temperaturas, más de 18°C. Desove parcial. Longitud Máxima: machos 45 cm de Longitud Total, Hembras 20 cm Longitud Total. En estados tempranos se alimenta principalmente de crustáceos entomostracos y pequeños insectos; los adultos se alimentan de dípteros, otros insectos y oligoquetos (Ringuelet <i>et al.</i>, 1967).</p>	<p>Se captura principalmente con fines ornamentales en Colombia, Venezuela y Perú, (Galvis <i>et al.</i> 2007).</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 280. Información general de *Oreochromis niloticus*.

<p><i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) Nombre vernacular: mojarra lora, mojarra, tilapia, mojarra nilótica, mojarra plateada. IUCN: No aplica</p>	
Carácter Diagnostico	
<p>Cuerpo con el dorso grisáceo, rosado a los lados, con 7 a 12 barras verticales oscuras en la aleta caudal. Anal (III, 3), Dorsal (XVI-XVIII, 12-13); 9-11 a 32-33 (31) escamas en línea lateral. Presenta dimorfismo sexual, la hembra es más pequeña que el macho (aleta caudal en punta) y en época reproductiva el color de las aletas se torna rojizo. La longitud, peso y edad máxima respectivamente reportadas son 60 cm LE, 4,3 kg y nueve años (Gutiérrez, et al., 2012).</p>	
Distribucion	
<p>Es nativa del oriente y sur de África: bajo Zambezi, bajo Shire y las llanuras costeras, desde el delta del Zambezi hasta Algoa Bay. Distribuida hacia el sur hasta el río Brak en el Cabo Oriental y en el Transvaal en el sistema de Limpopo. La presencia de <i>O. mossambicus</i> a principios de la década de los 60 y 70 estuvo bien referenciada, hasta cuando ingresaron otras especies de la tribu Tilapiini y se impulsó la técnica de generación de híbridos, incluida la <i>Oreochromis</i> híbrido rojo. Así empezó la hibridación natural, sin que se tenga referencia de lo que ha ocurrido en términos genéticos (Gutiérrez, et al., 2012).</p>	
Ecología	Importancia económica y pesquera
<p>La madurez sexual se alcanza entre los dos y cuatro meses de edad. La fertilización es externa, desova cada seis u ocho semanas. Tiene cuidado parental, la hembra mantiene en la boca los huevos y después de su eclosión, mantiene los alevinos. Se reproducen en todo tipo de agua, disminuyendo su capacidad reproductiva en aguas salobres. Es omnívora, aunque en etapa juvenil son casi siempre zooplanctófagas. Sus hábitos alimenticios varían mucho en función del tipo de hábitat y disponibilidad de alimento. Habita aguas lénticas y lólicas de zonas tropicales y subtropicales, principalmente presas, lagunas, etc., también asociada a las orillas de ríos, entre piedras y plantas acuáticas. Se ha adaptado a ríos de corriente rápida y también resiste bajos niveles de oxígeno disuelto (Gutiérrez, et al., 2012).</p>	<p>Se utiliza preferentemente en actividades de piscicultura comercial o como promoción de seguridad alimentaria. Tiene una gran relevancia a nivel económico, debido a que aporta aproximadamente el 4% del total de la producción acuícola de tilapia en todo el mundo, además, de ser muy útil para procesos de hibridación dadas sus especiales condiciones. La liberación intencional de <i>O. mossambicus</i> también ha ocurrido a partir de los intentos de establecer poblaciones para pesca deportiva, cebo para peces o reservas comerciales, mientras que la liberación accidental se ha producido por los criaderos, piscifactorías, acuarios y zoológicos (Gutiérrez, et al., 2012).</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 281. Información general de *Trichopodus pectoralis*

<p><i>Trichopodus pectoralis</i> (Regan 1910) Nombre vernacular: gourami, gurami, gurami piel de culebra, barbona. IUCN: no alica Introducida</p>	
Carácter Diagnostico	
<p>Aletas pélvicas muy largas. Aleta dorsal VII, 10-11 radios largos ramificados. Aleta anal IX-XII, 33-88. Línea lateral simple, con 55 a 63 escamas. Cuerpo de color oliva marrón con numerosas barras oblicuas de color gris, una banda irregular extendida desde el ojo hasta la mitad de la base de la aleta caudal (Gutiérrez, et al., 2012).</p>	
Distribucion	
<p>Área de distribución nativa: Es una especie nativa de las cuencas de Chao Phraya y Mekong en Indochina (Camboya, Laos, Myanmar, Tailandia y Vietnam) (Xuan 1993, Kottelat 2001, Bartley 2006, Low y Lim 2012). Distribución de las introducciones o invasiones en el mundo. Es una especie ampliamente introducida alrededor del mundo (Gutiérrez, et al., 2012).</p>	
Importancia económica y pesquera	Ecología
<p>Unque se señala que esta especie ingresó al país con fines ornamentales, es extraída de los ambientes naturales para autoconsumo. Se conoce de su comercialización a nivel local sin que este mercado represente gran valor, y no hay en las estadísticas oficiales volúmenes de extracción en las cuencas, ni sobre el comercio como pez ornamental (Gutiérrez, et al., 2012).</p>	<p>La madurez sexual se alcanza al año de edad y la hembra en proceso reproductivo deja ver su vientre abultado, ante lo cual el macho adquiere especial colorido, estableciendo territorialidad e incrementando su agresividad, procediendo a la construcción del nido de burbujas. Generalmente se alimenta de plantas, crustáceos e insectos, tanto acuáticos como terrestres y otros invertebrados. Bentopelágico, de aguas dulces, potádromo, aunque se le encuentra en estuarios. Es un pez muy común en zonas inundadas de su región nativa, en bosques inundados, ambientes de poca corriente o aguas estancadas con bastante vegetación, como charcas y lagunas. Las temperaturas ideales para la especie están entre los 23 a 28 °C y a un pH entre 6, 0 y 8,5 (Gutiérrez, et al., 2012).</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 282. Información general de *Mugil liza*.

<p><i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836 Nombre vernacular: Lebranche, Soco, Liza IUCN: Vulnerable VU A2ad</p>	
<p align="center">Carácter Diagnostico</p>	
<p>Cuerpo relativamente alargado. Cabeza más ancha que alta al nivel del final del opérculo. Parte superior de la cabeza aplanada. Tiene dos aletas dorsales cortas bien separadas, el origen de la segunda está separado del origen de la aleta anal por 1/4 a 1/3 del largo de la base de la anal. Aletas pectorales con el primer radio duro. Segunda dorsal y anal con pequeñas escamas, solo en la parte anterior de la base. Sin línea lateral. Caracteres merísticos: aleta anal III, 8 en adultos y II, 9 en juveniles (menor 30 mm LE); pectorales altas en el cuerpo I, 15-17, sin llegar al nivel del origen de la primera dorsal; 29-34 (29-36) escamas en series laterales. Coloración: dorsalmente azul, con los flancos plateados y el abdomen claro; presenta varias franjas longitudinales oscuras poco distinguibles a lo largo de los flancos del cuerpo siguiendo las filas de las escamas; aletas pélvicas pálidas o amarillentas, las demás aletas son oscuras. Tamaño: alcanza 100 cm LT (Chasqui, et al., 2017).</p>	
<p align="center">Distribucion</p>	
<p>Global: distribuida en el Atlántico occidental desde Bermuda hasta Río de Janeiro en Brasil, incluyendo parte del Golfo de México, el Caribe y las Antillas Mayores y Menores. Nacional: desde el golfo de Urabá hasta bahía Portete, incluyendo registros en Cispatá, golfo de Morrosquillo, Coveñas, Barbacoas, Cartagena, Tesca, Galerazamba, Salamanca, Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) y Santa Marta, en la zona costera continental y para el archipiélago de San Andrés y Providencia en la zona insular oceánica (Chasqui, et al., 2017).</p>	
<p align="center">Ecología</p>	<p align="center">Importancia económica y pesquera</p>
<p>Es una especie bentopelágica, eurihalina encontrándose desde aguas dulces hasta ambientes hipersalinos (Santafé 2008). Estudios de la ecología trófica de la especie en la CGSM indican que el alimento más importante en época seca son las diatomeas pennadas y céntricas; y en época lluviosa son las cianófitas, huevos de peces y foraminíferos, además de otros alimentos circunstanciales variables a lo largo del año (Chasqui, et al., 2017).</p>	<p>La lisa es una especie con reconocida importancia comercial a nivel regional, su carne tiene elevado valor económico (Chasqui, et al., 2017).</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 283. Información general de *Triportheus magdalenae*

<p><i>Triportheus magdalenae</i> (Steindachner, 1878) Nombre vernacular: arenca IUCN: NA</p>	
Carácter Diagnostico	
<p>Pez de talla media (adultos de 180 a 221mm LE) cuerpo elongado y comprimido en sentido lateral, aletas pectorales largas y una amplia quilla toraxica debido a la conformacion sensanchada de los huesos coracouides, que se extiende en un plano sagital, contiguos pero no fusionados entre si. Presenta dos hileras de dientes en la mandibula (Rodriguez & Rodriguez, 1976).</p>	
Distribucion	
<p>Esta especie es endémica de la cuenca del río Magdalena-Cauca, en Colombia.</p>	
Ecología	Importancia económica y pesquera
<p>Es un consumidor secundario. La especie mostró hábitos tróficos especialistas zooplanctófago, puesto que los microcrustáceos fueron los más importante en la dieta, principalmente Copépoda (<i>Notodiaptomus</i> sp; <i>Thermocyclops</i> sp.) y Cladóceras (<i>Ceriodaphnia</i> sp.), seguido de Insectos, especialmente alóctonos (Morales y Garcia-Alzate, 2018). Habita principalmente en humedales de agua dulce con bajos valores de dióxido de carbono y acidez moderada (Valdelamar, 2018).</p>	<p>Tiene un alto valor como recurso pesquero en la región caribe, ya que es altamente comercializada a nivel local.</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 284. Información general de *Notarius bonillai*.

<p><i>Notarius bonillai</i> (Miles 1945) Nombre vernacular: chivo, Bagre de río, bagre cazón, bagre blanco IUCN: En Peligro EN (B1, 2cd)</p>	
Carácter Diagnostico	
<p>Cuerpo sin escamas. Dos pares de barbillas maxilares; el ancho de la boca representa el 12-16% de la LE; surco carnoso longitudinal ausente de la depresión medial de la cabeza; proceso supraoccipital alargado, más ancho en la base que distalmente, con lados convergentes distalmente y 1,6 a 2 veces más largo que ancho. Altura del cuerpo representa el 20% de la LE; 13-15 (4-5+9-10) branquispinas en el primer arco branquial; 15-17 (4-5+11-12) branquispinas en el segundo arco branquial. Aleta pectoral I,10; aleta anal 19-21.</p>	
Distribucion	
<p>Endémica de Colombia, en las cuencas del Atrato y Magdalena (Maldonado-Ocampo et al. 2008).</p>	
Ecología	Importancia económica y pesquera
<p>Hábitos dulceacuícolas y estuarinos. Especie bentónica, presente en fondos fangosos de aguas turbias en lagunas costeras, partes bajas de los ríos, estuarios, ciénagas y zonas de manglar (Acero et al. 2002).</p>	<p>Pez de alto interés comercial. Se vende fresco o seco.</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 285. Información general de *Eugerres plumieri*.

<p><i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier, 1830). Nombre vernacular: mojarra blanca IUCN: Preocupación Menor (LC)</p>	
Carácter Diagnostico	
<p>Puede alcanzar 40 cm de longitud, en promedio 30 cm y 1,02 kg de peso. El cuerpo es plateado con matices azul verdosos hacia la parte dorsal y 10 a 12 franjas longitudinales delgadas de color pardo oscuro, que siguen las hileras de escamas; el rostro es gris oscuro; las aletas dorsal y caudal sombreadas; la parte frontal de la segunda espina de la dorsal negra; las aletas anal y pélvicas de color amarillo anaranjado.</p>	
Distribucion	
<p>Atlántico occidental: Carolina del Sur hasta el oeste de Florida, EE. UU. (Smith, 1997) y todo el Golfo de México hasta Brasil; ausente de Bahamas e islas más pequeñas en las Indias Occidentales.</p>	
Ecología	Importancia económica y pesquera
<p>Marina; agua dulce; salobre; demersal Subtropical. Habita aguas costeras poco profundas y es común en aguas salobres, principalmente sobre fondos lodosos en arroyos y lagunas bordeados de manglares; entrando a menudo una distancia considerable en aguas dulces. Se alimenta de insectos acuáticos, crustáceos, microbivalvos y detritos (Randall & Vergara, 1978)</p>	<p>Comercializado fresco; transformado en harina de pescado.</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Tabla 286. Información general de *Colossoma macropomum*.

<p><i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier 1816) Nombre vernacular: cachama IUCN: Preocupación Menor (LC)</p>	
Carácter Diagnostico	
<p>Cuerpo alto y comprimido, altura entre el 45-67% de la LE. Cabeza grande, su longitud está contenida tres veces en la LE. Maxilar desprovisto de dientes, premaxilar con dos series de dientes tricúspides y molariformes. Aleta dorsal con 16 radios, el primero corto; aleta adiposa y caudal radiada en los adultos a diferencia de <i>Piaractus</i> donde es carnosa. Con 66-84 escamas en la línea lateral. La coloración varía con la edad, los juveniles son plateados con una mancha u ocelo negro en la región media lateral y con las aletas oscuras a negras; los adultos tienen la región media ventral del cuerpo oscuro o negro y la parte dorsal clara</p>	
Distribucion	
<p>Área de distribución nativa. Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, en las cuencas del Amazonas y del Orinoco. En Colombia ha sido trasplantada a las cuencas del Magdalena-Cauca, San Jorge, Sinú y Atrato, donde hace parte importante de sus pesquerías (Álvarez-León et al. 2011).</p>	
Ecología	Importancia económica y pesquera
<p>Es una especie migratorio, se dirige a las planicies de inundación para desovar. La reproducción ocurre durante la época de lluvias. Alcanza la madurez sexual a la edad de 3 y 4 años, y a una longitud estándar de alrededor de 55 cm. Presenta alta fecundidad. Es Omnívora, predominantemente frugívora. Durante la fase larvaria es zooplanctófaga, los juveniles muestran una dieta mixta, consumiendo alimentos tanto de origen vegetal como de origen animal (Novoa 2002). Como adulto es fundamentalmente frugívoro y se alimenta de semillas de moriche y frutas de diversos árboles y arbustos que crecen a orillas de caños y lagunas. Tolera cierta salinidad y puede vivir en varios tipos de aguas. Se desarrollan bien en aguas con temperaturas de 23 a 30 °C, resisten bajas concentraciones de oxígeno por cortos periodos.</p>	<p>Es un recurso pesquero para consumo en la región de Amazonas y Orinoco, que son sus áreas de distribución natural (Agudelo et al. 2010a). Ha recibido especial atención con fines de piscicultura en Latinoamérica (Guerra et al. 1992). En la cuenca del río Magdalena-Cauca, están registrados aportes pesqueros significativos: 3.895 kg para 2007, 16.793 kg (2008) y 7.277 kg (2009), lo que supera la producción de especies nativas de la cuenca.</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



6. CONCLUSIONES

Tras la toma de muestras y el análisis de las comunidades hidrobiológicas, se puede concluir lo siguiente:

6.1 Cuenca Río Magdalena

6.1.1 Ciénaga Mesolandia

○ Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica estuvo representada por cincuenta y cinco (55) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en seis phylum, las Euglenozoa presentó la mayor riqueza, la densidad promedio fue de 26360,00 Ind/L. El Phylum Cyanobacteria presentó la mayor densidad con el 53,14% de la densidad total, el punto de muestreo P2 registró la mayor riqueza y densidad, las Cianobacterias *Arthrospira sp* y *Leptolyngbya sp* fueron las más abundantes en el monitoreo.

○ Zooplancton

La comunidad de zooplancton estuvo representada por diecinueve (19) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en cuatro (4) phyla, la morfoespecie más abundante fue *Brachionus sp*. El punto de monitoreo de mayor diversidad fue P2.

○ Perifiton

La comunidad perifítica estuvo representada por catorce 14 morfoespecies, El Phylum Bacillariophyta aportó la mayor riqueza, con nueve morfoespecies, lo que representó el 64,29%, la densidad promedio de la ciénaga fue de 4599,21 Ind/cm² en los puntos de muestreo no se registraron variaciones significativas de la densidad, las morfoespecies de mayor abundancia fueron *Synedra sp1* y *Nitzschia sp1*.

○ Macroinvertebrados bentónicos



La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga Mesolandia estuvo constituida por cuatro (4) morfoespecies, las más representativas fueron *Biomphalaria* sp y *Melanooides tuberculatus*. La dominancia de estos taxones del phylum Mollusca no es sorprendente en ecosistemas como la ciénaga Mesolandia, que cuenta con un ambiente bentónico rico en materia orgánica y propicio para el establecimiento de estos organismos que utilizan el detritus como fuente de alimento.

○ **Macrófitas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga de Mesolandia estuvo conformada por cuatro (4) especies, siendo *Eichhornia crassipes* la que presentó mayor área de cobertura promedio, con un total del 57,2% del área evaluada, seguida por *Ipomea aquatica* (40,6%), Se evidenció mayor riqueza de especies en el Punto 2 (4 morfoespecies), mientras que el Punto 1 *Eichhornia crassipes* presentó la mayor cobertura (68,8%), mientras que en el Punto 2 lo hizo *Ipomea aquatica* (50%), dos especies con alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en la ciénaga.

○ **Peces**

Solo cuatro (4) especies icticas fueron reportadas, de las cuales dominó la mojarra *Oreochromis niloticus*, especie introducida que en la actualidad es una de los principales recursos pesquero del país.

6.1.2 Ciénaga de Malambo

○ **Fitoplancton**

El fitoplancton en la ciénaga de Malambo estuvo representado por 42 morfoespecies, Las divisiones Chlorophyta, Euglenozoa y Cyanobacteria aportaron el mayor número de especies, la densidad promedio fue de 18340,00 Ind/L. El punto de muestreo P1 aportó el mayor número de individuos, mientras que P2 registró la mayor riqueza, las morfoespecies más abundantes fueron *Melosira* sp1 (Bacillariophyta) y *Planktothrix* sp (Cyanobacteria) para cada punto de muestreo.

○ **Zooplancton**



En la ciénaga de Malambo, la comunidad de zooplancton estuvo representada por dieciséis (16) morfoespecies, las cuales se encuentran distribuidas en tres (3) phylum. Las morfoespecies más representativas fueron *Brachionus calyciflorus*, Larva Nauplio de Cyclopoida y *Arcella discoides*. El punto de muestreo de mayor densidad fue P1.

○ Perifiton

En la ciénaga de Malambo se registraron 16 morfoespecies, con mayoría de especies pertenecientes a las Bacillariophytas (diatomeas) al igual que la abundancia, en el punto de muestreo P1 se registró la mayor densidad mientras que en P2 se presentó un leve aumento en la riqueza de especies y la densidad bajo en un 50%, las morfoespecies más abundantes fueron *Nitzschia sp1* y *Melosira sp.*

○ Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga de Malambo estuvo conformada por seis (6) morfoespecies, las más abundantes fueron Chironomidae morfo 1 y *Melanoides tuberculatus*, las cuales muestra una gran adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas, pero su establecimiento exitoso se asocia frecuentemente con ambientes eutróficos

○ Macrófitas

La comunidad de macrófitas en la ciénaga de Malambo estuvo conformada por tres (3) especies, siendo *Eichhornia crassipes* la que presentó mayor área de cobertura promedio, con un total del 67,8% del área evaluada, seguida por *Pistia stratiotes* (17,6%) y *Lemna minor* (14,6%), Se evidenció que *E. crassipes* presentó la mayor cobertura, tanto en el Punto 1 (49,2%) como en el 2 (86,4%); aunque la riqueza fue mayor en el Punto 1 (3 especies), Por otra parte, tanto en el Punto 1 como en el Punto 2, *Eichhornia crassipes* presentó la mayor cobertura (49,2 y 86,4%), Las dos (2) especies con mayor cobertura presentan alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en la ciénaga.

○ Peces

Se reporta la presencia de cuatro (4) especies icticas, que fueron identificadas de la pesca de pescadores locales, quienes usan trasmallo como arte de pesca. El 50% de las especies



reportadas son introducidas, como son *Trichogaster pectoralis* y *Oreochromis niloticus*. Según lo comentado por los pescadores son las especies de mayor interés para ellos.

6.1.3 Ciénaga de Sabanagrande

○ Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga estuvo representada por 44 morfoespecies, Las Chlorophytas aportaron el mayor número de morfoespecies seguida de las Euglenozoa, la densidad fitoplanctónica promedio de la ciénaga fue de 25090,00 Ind/L, con un gran aporte a la densidad de las Cyanobacterias principalmente por la morfoespecie *Planktothrix sp*, en cuanto a los puntos de muestreo P1 registró la mayor riqueza y densidad fitoplanctónica.

○ Zooplancton

En la ciénaga Sabanagrande, la comunidad de zooplancton estuvo representada por 17 morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla. Las morfoespecies más representativas fueron *Brachionus sp1* y *Filinia sp*. El punto de monitoreo de mayor densidad fue P2.

○ Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga estuvo conformado por 10 morfoespecies, de ellas el 70% de las morfoespecies pertenecen a las diatomeas o Bacillariophyta. La densidad del perifiton estuvo representada en más del 89% por las Bacillariophytas. En los puntos de muestreo de la ciénaga la mayor riqueza se presentó en P2 mientras que la densidad registró valores muy similares. La densidad promedio fue de 4284,8 Ind/cm², las morfoespecies con mayor abundancia fueron *Navicula sp1*, *Synedra sp1* y *Eunotia sp3*.

○ Macroinvertebrados bentónicos

De la composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande, destacan los reportes de efemerópteros del género *Campsurus*, considerado un buen indicador de calidad de agua. Su presencia en estas ciénagas sugiere que estos



ecosistemas aún cuentan con la capacidad de carga ecológica que permite la existencia de este tipo de taxones tan sensibles.

○ **Macrófitas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga de Sabanagrande estuvo conformada por seis (6) especies, siendo *Eichhornia azurea* la que presentó mayor área de cobertura promedio, con un total del 88,6% del área evaluada, seguida por *Ipomea carnea* (8,4%), Se evidenció que *E. azurea* presentó la mayor cobertura, tanto en el Punto 1 (95,2%) como en el 2 (82%), Esta especie presenta estudios de su importancia ecológica por la formación de micro hábitat y fuente de alimento para invertebrados asociados.

○ **Peces**

Un total de cinco (5) especies de peces fueron reportadas en los dos (2) puntos de monitoreo. Tres de estas especies son introducidas en la cuenca Magdalena-Cauca (*Trichogaster pectoralis*, *Oreochromis niloticus* y *Colossoma macropomum*), las dos restantes son nativas y de gran importancia debido a que son endémicas de la cuenca (*Cyphocharax magdalenae* y *Pimelodus yuma*), estas dos presentaron la mayor abundancia.

6.1.4 Ciénaga de Santo Tomás

○ **Fitoplancton**

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga, estuvo compuesta por 33 morfoespecies. Las Euglenozoa aportaron la mayor riqueza de morfoespecies seguidas de las Chlorophytas. La densidad promedio del fitoplancton fue de 2983,30 Ind/L y la morfoespecie *Planktothrix sp* fue la más abundante en cada punto de muestreo, el punto de muestreo P1 se registró la mayor riqueza de especies y su densidad fue baja muy contrario a P2 donde la riqueza fue menor pero la densidad fue mayor.

○ **Zooplancton**



En la ciénaga Santo Tomás, la comunidad de zooplancton estuvo representada por 15 morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla, las morfoespecies más representativas fueron *Brachionus falcatus* y *Filinia* sp. El punto de monitoreo de mayor densidad fue P2.

○ **Perifiton**

El perifiton en la ciénaga de Santo Tomás, estuvo compuesta por 16 morfoespecies, de ellas el 68,7% pertenecientes a las Bacillariophytas, las densidades fueron dominadas por esta división. En el punto de muestreo P1 se registró la mayor riqueza y una baja densidad, mientras que en P2 hubo incremento en la densidad y una leve disminución de la riqueza. El promedio de la densidad del perifiton fue de 1159,7 Ind/cm², la morfoespecie *Nitzschia* sp1 fue la de mayor aporte a la densidad en P1 y *Nitzschia* sp2 en P2.

○ **Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga de Santo Tomás estuvo conformada por tres (3) morfoespecies, las cuales obtuvieron densidades de 11,11 Ind/m², todas pertenecientes al phylum Mollusca. La prevalencia de este phylum bentónico en la ciénaga es resultado de sus condiciones de carga orgánica y contenido de carbonatos, los cuales representan factores esenciales en el establecimiento y desarrollo de este grupo taxonómico.

○ **Macrófitas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga de Santo Tomás estuvo conformada por tres (3) especies, siendo *Eichhornia crassipes* la que presentó mayor área de cobertura promedio, con un total del 81,6% del área evaluada, seguida por *Lemna minor* (6%), Se evidenció que *E. crassipes* presentó la mayor cobertura, tanto en el Punto 1 (95,6%) como en el 2 (67,6%); aunque la riqueza fue mayor en el Punto 2 (3 especies), Esta especie presenta alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en la ciénaga

○ **Peces**



De la ictiofauna se reportaron 4 taxones, en los dos puntos de monitoreos establecidos. Las especies dominantes por distribución y mayor abundancia fueron *Astyanax magdalenae* y *Roeboides dayi*. También se destaca la presencia de *Hoplias malabaricus*, de la cual se reportaron dos individuos y fue el único lugar de todo el departamento donde se reportó. Esta especie carnívora, da muestra de un equilibrio ecológico en el sistema.

6.1.5 Ciénaga El Convento

○ Fitoplancton

El fitoplancton en la ciénaga El convento estuvo conformada por 52 morfoespecies, los phyla Chlorophytas, Euglenozoa y cianobacterias aportaron las mayores riquezas. La densidad promedio fue de 28520,00 Ind/cm² con mayor aporte de las diatomeas y la morfoespecie *Aulacoseira sp* fue la más abundante. En el punto P1 se registró la mayor riqueza y baja densidad, mientras que P2 la riqueza fue baja, pero con la mayor densidad fitoplanctónica.

○ Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga El convento estuvo conformada por 15 morfoespecies, vinculadas a tres (3) phyla. Las morfoespecies más abundantes fueron Larva Nauplio de Cyclopoida y *Brachionus sp*. Las densidades zooplanctónicas máximas estuvieron relacionadas con el punto de monitoreo P2.

○ Perifiton

En la ciénaga del Convento el perifiton estuvo compuesto por 16 morfoespecies, de ellas 14 son diatomeas, la densidad total fue aportada en un 93% por diatomeas. En el punto de muestreo P2 se registró un mayor número de morfoespecies, mientras que la densidad no registró una variación significativa en ellos puntos de muestreo. La densidad promedio fue de 950,3 Ind/cm², las morfoespecies *Synedra sp1* y *Aulacoseira sp* fueron las más abundantes en la ciénaga.

○ Macroinvertebrados bentónicos

La riqueza máxima de Macroinvertebrados bentónicos fue reportada en la ciénaga El convento, donde se observaron seis (6) morfoespecies. En general, estos valores de riqueza son



considerados bajos, sin embargo, no resultan sorprendentes en el bentos de los sistemas lenticos ya que estos además de ser tendientes a la eutrofia ofrecen mayor oportunidad de refugio a los macroinvertebrados principalmente en las macrófitas, además pueden esconderse en el interior de conchas, debajo de troncos y otros materiales.

○ **Macrófitas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga El Convento estuvo conformada por tres (3) especies, siendo *Eichhornia crassipes* la que presentó mayor área de cobertura promedio, con un total del 84,4% del área evaluada, seguida por *Typha domingensis* (14,0%) y *Lemna minor* (1,6%), Se evidenció que *E. crassipes* presentó la mayor cobertura, tanto en el Punto 1 (76,8%) como en el 2 (92%); aunque la riqueza fue mayor en el Punto 1 (3 especies, Esta especie presenta alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en la ciénaga

○ **Peces**

Después de un esfuerzo muestral de 10 lances de atarraya en cada punto de monitoreo, no se tuvo éxito, con respecto a la captura de peces.

6.1.6 Ciénaga El Paraíso

○ **Fitoplancton**

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga Paraíso estuvo conformada por 37 morfoespecies, De acuerdo a la riqueza las Euglenozoa aportaron el mayor número de morfoespecies seguida por las Chlorophytas. La densidad fitoplanctónica en la ciénaga fue de 2700,00 Ind/L, con un mayor aporte a la densidad por las Cianobacterias y en particular por la morfoespecie *Planktothrix sp*, solo se tomó un punto de muestreo.

○ **Zooplancton**

La comunidad de zooplancton en la ciénaga El Paraíso estuvo representada por cinco (5) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla. Larva Nauplio de Cyclopoida fue la morfoespecie más representativa en el punto monitoreado.



○ **Perifiton**

La comunidad perifítica en la ciénaga Paraíso estuvo representada por nueve (9) morfoespecies, seis (6) de ellas pertenecientes a la división Bacillariophyta, en cuanto a la densidad el 74,2% fue aportada por esta división. La densidad de la ciénaga fue de 2815,08 Ind/cm² y las morfoespecies *Navicula* sp1 y *Nitzschia* sp1 fueron las más abundantes con el 31,2% y 27,5% de abundancia relativa, la dominancia puede estar asociada al estado eutrófico del sistema.

○ **Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga El Paraíso estuvo dominada por gasterópodos del género *Drepanotrema*, típicos habitantes de ciénagas y otros humedales lénticos temporales, asociados a macrófitas ribereñas. En esta ciénaga también existieron registros de coleópteros de Hydrophilidae y Scirtidae.

○ **Macrófitas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga Paraíso estuvo conformada por ocho (8) especies, siendo *Eichhornia crassipes* la que presentó mayor área de cobertura promedio, con un total del 45,6% del área evaluada, seguida por seguida por *Nymphaea* sp (13,2%), *Nymphaea* sp presentó la mayor cobertura en el Punto 1 (26,4%), mientras que *Eichhornia crassipes* la hizo en el Punto 2 (78,8%), de esta última especie es conocida la alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en la ciénaga.

○ **Peces**

Se reportaron las especies *Trichogaster pectoralis*, *Hoplosternum magdalenae* y *Ctenolucius hujeta*. Es importante resaltar la gran abundancia de la primera especie mencionada, de la cual se reportaron más de 100 individuos. En este cuerpo de agua esta especie exótica se ha convertido en el principal recurso pesquero.

6.1.7 Ciénaga El Uvero

○ **Fitoplancton**



El fitoplancton en la ciénaga estuvo compuesto por 27 morfoespecies la mayoría de ellas pertenecientes a las Euglenozoa y Charophytas, la densidad fitoplanctónica fue de 11450,00 Ind/L, con dominio en la densidad de *Planktothrix sp*, en los puntos de muestreo P1 presentó el menor número de morfoespecies y densidad mientras que P2 registró una mayor riqueza y densidad, la estructura del fitoplancton se caracterizó por tener valores similares en los puntos de muestreo con diversidad media al igual que la equidad y baja dominancia.

○ Zooplancton

En la ciénaga El Uvero, la comunidad de zooplancton estuvo representada por quince (15) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla. Larva Nauplio de Cyclopoida fue la morfoespecie de mayor densidad en la ciénaga. Las densidades máximas estuvieron relacionadas con el punto de monitoreo P1.

○ Perifiton

El perifiton en la ciénaga El Uvero estuvo constituido por seis (6) morfoespecies todas pertenecientes a las Bacillariophyta. la variación numérica de la riqueza y densidad del perifiton presentó la siguiente tendencia; para P1 se registraron cuatro (4) taxa y una densidad de 3410,00 Ind/cm² en tanto, en P2 se identificaron cinco (5) morfoespecies y 4951,85 Ind/cm². la densidad promedio fue de 4180.9 Ind/cm² y las morfoespecies *Navicula sp1*, *Synedra sp1* y *Gomphonema sp1* fueron las más abundantes en los puntos de muestreo, la presencia y densidades de estas morfoespecies pueden estar asociada al estado eutrófico del sistema.

○ Macroinvertebrados bentónicos

En la ciénaga El Uvero, los odonatos revistieron mayor importancia, principalmente los del género *Argia* y Libellulidae que obtuvo aportes más bajos. Estos grupos de insectos caracterizan a aguas oligo-mesotróficas, asociándose a la vegetación. También se observaron aportes bajos de coleópteros de las familias Hydrophilidae, Coenagrionidae y Dytiscidae, las dos últimas en estadios larvales. Estas familias se asocian a sistemas lenticos, pero tienden a protegerse dentro de la comunidad de macrófitas, lo que puede explicar sus bajos aportes.

○ Macrófitas



La comunidad de macrófitas en la ciénaga Uvero estuvo conformada por cuatro (4) especies, siendo *Eichhornia crassipes* la que presentó mayor área de cobertura promedio, con un total del 63,2% del área evaluada, seguida por seguida por *Lemna minor* (13,8%) y *Salvinia auriculata* (10,4%), La distribución espacial demostró que tanto en el Punto 1 como en el Punto 2, *Eichhornia crassipes* presentó la mayor cobertura (47,6 y 78,8%, respectivamente), esta especie presenta una alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en la ciénaga.

○ Peces

Tres (3) especies icticas fueron reportadas, de las cuales ninguna es considerada de interés comercial, ya que son especies de talla pequeña, y aunque en algunos lugares son explotados como ornamentales, en la región no se les da ningún uso.

6.1.8 Ciénaga La Luisa

○ Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga La Luisa estuvo compuesta por 20 morfoespecies ubicado en un punto de muestreo, la riqueza tuvo mayoría con las Euglenozoa seguidas por las Chlorophytas y Cyanobacterias, la densidad fitoplanctónica fue de 3252,00 Ind/L con dominio de la morfoespecie *Planktothrix sp*, la estructura del fitoplancton se caracterizó por tener una baja diversidad de Shannon con valores medios de equidad y alta dominancia.

○ Zooplancton

En la ciénaga La Luisa, la comunidad de zooplancton estuvo representada por diez (10) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla. Las morfoespecies más representativas fueron *Brachionus havanaensis* y *Lecane sp*.

○ Perifiton

El perifiton en la ciénaga estuvo compuesto por ocho (8) morfoespecies, de ellas el 87,5% son Bacillariophyta, en cuanto a la distribución de la densidad este grupo aporta el 85,18% de los



individuos. La densidad total fue de 4582,67 Ind/cm², las morfoespecies *Nitzschia sp1* y *Synedra sp1* fueron las de mayor densidad en la ciénaga.

○ Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga La Luisa estuvo conformada por tres (3) morfoespecies, todas pertenecientes al phylum Mollusca. *Biomphalaria sp* fue la morfoespecie de mayor abundancia, en general estos moluscos frecuentan pozos, charcas, bebederos, lagunas, estanques y canales de irrigación con aguas claras o ligeramente turbias, con abundante vegetación acuática sumergida y/o flotante con sustrato fangoso rico en materia orgánica.

○ Macrófitas

La comunidad de macrófitas en la ciénaga La Luisa estuvo conformada por cuatro (4) especies, siendo *Eichhornia crassipes* la que presentó mayor área de cobertura promedio, 75,2% del total del área evaluada, seguida por *Salvinia auriculata* (8,8%), *Lemna minor* (7,2%) y *Paspalum sp* (1,6%), Esta especie presenta alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en la ciénaga.

○ Peces

En este cuerpo de agua no se capturaron peces.

6.1.9 Río Magdalena

○ Fitoplancton

La comunidad del fitoplancton en el Río Magdalena estuvo conformada por 20 morfoespecies, la mayoría de ellas pertenecientes a las Bacillariophytas seguidas de las Cianobacterias, la densidad promedio fue baja con 786,23 Ind/L con un mayor aporte de las Cianobacterias y las morfoespecies *Leptolyngbya sp* y *Planktothrix sp* fueron las de mayor densidad en el río, en P1 se registró la mayor densidad, en P2 se registró la menor densidad y riqueza.

○ Zooplancton



La comunidad de zooplancton en los puntos de monitoreo localizados en el Río Magdalena estuvo conformada por 10 morfoespecies vinculadas a cuatro (4) phyla. Larva Nauplio de Cyclopoida y *Arcella discoidea* fueron las morfoespecies más representativas. Las densidades zooplanctónicas máximas se relacionaron con el punto de monitoreo P3.

○ **Perifiton**

La comunidad del perifiton en el Río Magdalena estuvo compuesto por 14 morfoespecies, 11 de ellas pertenecientes a las Bacillariophytas. La densidad total del perifiton fue 4493,64 Ind/cm² de los cuales el 89.98% de los individuos fueron diatomeas. Los puntos de muestreo presentaron la siguiente distribución con respecto a la riqueza y densidad; P3 aportó la mayor riqueza y densidad en el río 7 taxa/2479,16 Ind/cm² P1 presentó valores intermedios de riqueza y densidad con 7 taxa/1109.88 Ind/cm² mientras que P2 registró la riqueza y densidad más baja del río con 5 taxa/904.6 Ind/cm².

○ **Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el río Magdalena estuvo conformada por la morfoespecie Muscidae morfo 1, cuya densidad máxima estuvo relacionada con el punto P3.

○ **Macrófitas**

La comunidad de macrófitas en el Río Magdalena estuvo conformada por seis (6) especies, siendo *Eichhornia crassipes* la que presentó mayor área de cobertura, con un total del 69,6% del área evaluada, seguida por *Paspalum* sp (9,6%), *E. crassipes* presenta una alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en la ciénaga.

○ **Peces**

La mayor diversidad íctica fue reportada en el río Magdalena con un total de 14 especies, pero no todas fueron capturadas durante el monitoreo, sino que se reporta su presencia al ser identificada dentro del recurso traído por pescadores locales al puerto (7 taxones). Adicionalmente la mayor riqueza es reportada en el punto P3, mientras que en P1 no se capturó ningún individuo, y se cree que a causa del sustrato rocoso que hay por la construcción del



puede y que quita efectividad a la atarraya; en el punto P2 solo se capturo un individuo de *Anchovia* sp.

6.2 Cuenca Canal del Dique

6.2.1 Ciénaga de Luruaco

○ Fitoplancton

La composición del fitoplancton en la ciénaga de Luruaco estuvo compuesto por un bajo número de morfoespecies con 13, la mayoría de ellas pertenecientes a las Cianobacterias, seguida por las Euglenozoa. La densidad promedio fue de 35370,00 Ind/L, las Cianobacterias de forma dominante aportaron las mayores densidades, destacándose las morfoespecies *Oscillatoria* sp4 y *Raphidiopsis* sp, de manera general la composición y densidades del fitoplancton tuvieron valores muy similares en los puntos de muestreo.

○ Zooplancton

En la ciénaga de Luruaco, la comunidad de zooplancton estuvo representada por doce (12) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla. Las morfoespecies más representativas en la ciénaga fueron Larva Nauplio de Cyclopoida, *Brachionus angularis* y *Brachionus havanaensis*. El punto de muestreo de mayor densidad fue P2.

○ Perifiton

El fitoperifiton en la ciénaga estuvo representados por siete (7), siendo las diatomeas con el mayor aporte de morfoespecies (cinco 5) con un 71,43% del total de la riqueza en la ciénaga, en cuanto a la densidad total esta fue de 51971,52 Ind/cm² de los cuales el 73,14% fueron algas verde-azules (Cianophytas).

En los puntos de muestreo se registraron diferencias significativas es así como en P1 se presentó la menor riqueza (3 taxa) y menor densidad 7825,23 Ind/cm², en P2 se presentó aumento de la riqueza y densidad perifítica con siete morfoespecies y 44146,29 Ind/cm². Las morfoespecies más abundantes fue una filamentosa (Cianobacteria) sin determinar y *Navicula* sp1 para ambos puntos de muestreo.



○ **Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga de Luruaco estuvo conformada por tres (3) morfoespecies, las más abundantes fueron Hydrobiidae morfo 1 y *Melanoides tuberculatus*.

○ **Macrófitas**

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

○ **Peces**

Solo cinco (5) especies icticas fueron reportadas en este cuerpo de agua, de las cuales la mayoría son especies de pequeñas, que han sido reconocidas como bioindicadores de altos grados de hipertrofia (*Andinoacara latifrons*, *Caugetaia kraussii* y *Poecilia gillii*). También se reconoce una reducción de la diversidad íctica debido principalmente por la degradación del sistema.

6.2.2 Ciénaga San Juan de Tocagua

○ **Fitoplancton**

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga estuvo compuesta por 22 morfoespecies, la división Cianobacteria agrupo la mayor riqueza seguido de las Chlorophytas. la densidad promedio fue de 277840,00 Ind/L con un aporte de más del 76% de las Cianobacterias, las morfoespecies más abundantes fueron *Cylindrospermopsis* y *Geitlerinema sp*, el punto de muestreo P1 registró la mayor riqueza y densidades.

○ **Zooplancton**

En la ciénaga de Tocagua la comunidad de zooplancton estuvo representada por cuatro (4) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla. Las morfoespecies más representativas fueron *Brachionus calyciflorus* y Larva Nauplio de Cyclopoida. El punto de monitoreo P2 presentó la mayor densidad zooplanctónica.

○ **Perifiton**

La comunidad perifítica en la ciénaga estuvo compuesta por siete (7) morfoespecies, las Bacillariophyta y Chlorophyta aportaron cada uno (tres) morfoespecies, La densidad total de la



ciénaga fue de 293239,17 Ind/cm² de los cuales el 61,81% de los individuos fueron aportados por las Cianobacterias.

En cuanto a los puntos de muestreo P1 presentó el menor número de morfoespecies (5) y mayor número de organismos 230768,49 Ind/cm², en P2 se presentó un leve aumento a la riqueza (7 taxa) y una considerable disminución en la densidad 62470,68 Ind/cm², las morfoespecies con mayor densidad fueron: filamentosa morfo 2 (Cianobacteria) y *Nitzschia* sp1 para los dos puntos de muestreo.

○ Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga San Juan de Tocagua estuvo representada por cinco (5) morfoespecies, las más representativas fueron *Pomacea* sp y Chironomidae morfo 1. Las máximas densidades bentónicas estuvieron relacionadas con el punto de monitoreo P3.

○ Macrófitas

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

○ Peces

La comunidad de peces en la ciénaga de San Juan de Tocagua, se caracterizó por ser excepcionalmente baja, cuatro especies fueron reportadas y de estas dos (2) fueron sembradas, como una estrategia de mitigación a la falta de recurso pesquero en este sistema. Todas las especies reportadas, son consideradas bioindicadores de contaminación orgánica, ya que son altamente tolerantes a condiciones adversas.

6.3 Cuenca Litoral

6.3.1 Ciénaga del Totumo

○ Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga estuvo compuesta por 17 morfoespecies, la mayoría de ellas pertenecientes a las Cianobacterias seguida con las Euglenozoa, la densidad promedio



del fitoplancton fue de 1239,50 Ind/L con un mayor aporte de organismos pertenecientes a las Cianobacterias, con mayor participación de las morfoespecies *Planktothrix sp* y *Raphidiopsis sp*. En cuanto a los puntos de muestreo P1 registró la mayor densidad, mientras que P2 registró un número mayor de morfoespecies.

○ Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga El Totumo estuvo conformada por nueve (9) morfoespecies distribuidas en dos (2) phyla. Las morfoespecies más representativas fueron *Brachionus havanaensis* y Larva Nauplio de Cyclopoida. La máxima densidad zooplanctónica estuvo relacionada con el punto de monitoreo P1.

○ Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga El Totumo estuvo compuesta por 14 morfoespecies, siendo las Bacillariophytas las dominantes a nivel de morfoespecies con (12) equivalentes al 78,57% del total de morfoespecies. La densidad total reportó 8065,91 Ind/cm² de los cuales el 96,83% fueron diatomeas. El punto de muestreo P1 registró la mayor riqueza de morfoespecies y densidad perifítica 9 taxa /4548,09 Ind/cm², P2 no registró cambios significativos en su composición y densidad con 13 taxa /3517,83 Ind/cm², las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula sp1* y *Nitzschia sp1* en los puntos de muestreo de la ciénaga.

○ Macroinvertebrados bentónicos

La composición de macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga del Totumo estuvo dominada por los gasterópodos *Melanoides tuberculatus* e Hydrobiidae morfo 1. El primero habita en ríos, quebradas, arroyos, caños, canales y otros sistemas lénticos naturales y artificiales, incluidos los embalses. Por su parte Hydrobiidae frecuente fondos blandos con presencia de materia orgánica. En esta ciénaga se resaltan reportes de efemerópteros del género *Campsurus*, indicador de buena calidad de agua.

○ Macrófitas

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.



○ Peces

Los resultados demuestran una reducción de la diversidad íctica, al pasar de 13-15 especies a solo 3 taxones, de los cuales domina *Andinoacara latifrons*.

6.3.2 Ciénaga de Balboa

○ Fitoplancton

La composición fitoplanctónica de la ciénaga Balboa está conformada por 13 morfoespecies, 10 de ellos pertenecientes a las Bacillariophytas, la densidad promedio del fitoplancton fue de 903,11 Ind/L donde las diatomeas realizaron el mayor aporte a la densidad total con el 77,24%. La distribución de la riqueza y densidad del fitoplancton presentó la siguiente tendencia; P1 registró la menor densidad fitoplanctónica 204,00 Ind/L y nueve (9) morfoespecies, P3 aportó la mayor densidad 1813,30 Ind/L y ocho (8) morfoespecies, el punto P2 presentó una densidad intermedia 692,00 Ind/L y la mayor riqueza registrada con 11 morfoespecies, la morfoespecie *Lyrella sp* fue la dominante en densidad en los puntos de muestreo, seguida por la cianobacteria *Lyngbya*

○ Zooplancton

La comunidad de zooplancton en la ciénaga de Balboa estuvo representada por ocho (8) morfoespecies vinculadas a tres (3) phyla. Las morfoespecies más representativas fueron Larva Nauplio de Cyclopoida y Cyclopoida morfo 1. El punto de monitoreo P1 presentó la mayor densidad zooplanctónica.

○ Perifiton

La comunidad perifítica de la ciénaga Balboa estuvo compuesta por nueve morfoespecies (9) Las Bacillariophytas aportaron el 77,7% de la riqueza total, de la misma manera aportaron la mayor densidad con el 96,4% de la densidad total, la distribución de la riqueza de especies y densidad en los puntos de muestreo presentaron diferencias significativas, es así como en P1 se registró la mayor densidad 22937,5 Ind/cm² y seis morfoespecies, mientras que P3 registró la menor densidad 1662,8 Ind/cm² y un número mayor de morfoespecies (7), P2 registraron



valores intermedios de riqueza y densidad. Las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula sp4* para (P1, P2 y P3), seguida de *Nitzschia sp3* y *Navicula sp5*.

○ **Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga de Balboa estuvo representada por cuatro (4) morfoespecies, Muscidae morfo 1 fue la morfoespecie más abundante.

○ **Macrófitas**

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

○ **Peces**

Un total de 12 individuos de *Mugil liza* fueron capturados en el punto P3 de la ciénaga de Balboa, lo cual no es de extrañar, ya que esta es una laguna costera y esta especie usa este tipo de sistemas para alimentarse y migra al mar principalmente para llevar a cabo sus eventos reproductivos.

6.3.3 Ciénaga de Mallorcaín

○ **Fitoplancton**

La comunidad del fitoplancton en la ciénaga de Mallorcaín estuvo compuesta por 44 morfoespecies. De acuerdo a la distribución de la riqueza de los principales Phylum, muestran que las Bacillariophytas aportaron el 71,11% del total de las morfoespecies, seguidas de los Miozoa con el 15,56%. Bacillariophyta fue el phylum de mayor abundancia de organismos, con el 96,42% de la densidad total (9747 Ind/L). La distribución de la riqueza y densidad del fitoplancton presentó la siguiente tendencia; La mayor riqueza y densidad fitoplanctónica se registró en P2 con 21 morfoespecies y una densidad de 8290,00 Ind/L, cabe destacar que la riqueza y densidad estuvo representada en su mayoría por especies marinas (lo mismo pasa con P3), esto por su cercanía a la barra donde entra agua marina a la ciénaga, el resto de puntos de muestreo se caracterizaron por registrar densidades inferiores a 700,00 Ind/L y se presentaron los siguientes contrastes en P5 se registró la menor densidad 27,00 Ind/L y cinco (5)



morfoespecies en P6 la densidad fue de 638,00 Ind/L y dos(2) morfoespecies, en P3 la densidad fue de 112,00 Ind/L y 23 morfoespecies.

○ Zooplancton

La comunidad de zooplancton en la ciénaga de Mallorquín estuvo representada por ocho (8) morfoespecies, distribuidas en cuatro (4) phyla. Las morfoespecies más abundantes fueron *Tintinnopsis* sp y Larva Nauplio de Cyclopoida. El punto de monitoreo P5 presentó la mayor densidad zooplanctónica.

○ Perifiton

La comunidad del perifiton en la ciénaga de Mallorquín estuvo presente en dos puntos de muestreo cuya composición estuvo representada por ocho (8) morfoespecies pertenecientes a las Bacillariophytas. La distribución de la riqueza y densidad en los puntos de muestreo no presentaron diferencias significativas en P5 la riqueza fue de seis morfoespecies y una densidad de 26875,5 Ind/cm² en P7 la riqueza disminuyó a cinco morfoespecies y la densidad aumentó levemente a 29162,1 Ind/cm², las morfoespecies *Navicula sp2*, *Gomphonema sp3* y *Synedra sp3* fueron las más abundantes en los puntos de muestreo.

○ Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos de esta ciénaga se caracterizó por presentar una composición bentónica de especies eurihalinas, como *Biomphalaria sp*, *Corbula caribaea*, *Mytilus sp*, *Chione sp*, *Nereididae morfo 1*, *Nereididae morfo 2* y *Gammaridae morfo 1*, por lo general tolerantes a variaciones en la salinidad.

○ Macrófitas

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

○ Peces

Un total de cinco (5) especies de peces fueron reportadas en este sistema, de las cuales cuatro (4) son de hábitos estuarinos, lo cual es normal considerando que esta es una laguna costera.



6.3.4 Ciénaga de Los Manatíes

○ Fitoplancton

El fitoplancton en la ciénaga, estuvo conformada por siete (7) morfoespecies, el phylum de las Bacillariophytas aportaron el 87,71% del total de las morfoespecies, la densidad fitoplanctónica fue de 22740,00 Ind/L, donde las Bacillariophyta, aportaron el 72,21% de la densidad total el resto lo aportaron los Miozoa, las morfoespecies de mayor aporte en la ciénaga fueron *Navicula* sp6 y *Gymnodinium* sp con 9620,00 Ind/L y 6320,00 Ind/L respectivamente.

○ Zooplancton

En la ciénaga de los manatíes, la comunidad de zooplancton estuvo representada por cuatro (4) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla. La morfoespecie más representativa en la ciénaga fue *Brachionus* sp.

○ Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga los Manatíes estuvo compuesta por un numero bajo de morfoespecies, seis en total, cinco de ellas pertenecientes a las Bacillariophytas, la densidad total del perifiton fue 17580, 00Ind/cm², donde el 96,9% son aportadas por las Bacillariophytas, las morfoespecies con mayor densidad fueron *Navicula* sp6 y *Cymbella* sp3.

○ Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de esta ciénaga estuvo dominada por morfoespecies del phylum Annelida. La dominancia de estas phylum se encuentra relacionada con la disminución de la calidad del agua y sus recursos tróficos, así como con la interferencia de los mecanismos respiratorios y otras características morfofisiológicas propias de cada grupo biológico.

○ Macrófitas

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

○ Peces



En la ciénaga Los Manatíes no se capturaron individuos de este grupo hidrobiológico, lo que tal vez se deba a la poca profundidad que presentó el sistema el día que se efectuó el monitoreo.

6.3.5 Ciénaga del Rincón

○ Fitoplancton

El fitoplancton en la ciénaga del Rincón estuvo compuesto por 34 morfoespecies, con mayoría de Chlorophytas, seguida de las Euglenozoa y Cyanobacterias, la densidad registrada en la ciénaga fue de 50708,00 Ind/L, las mayores densidades fueron aportadas por las morfoespecies *Aphanocapsa* sp1 (Cianobacteria) y *Oocystis* sp1(Chlorophyta), en el punto de arroyo León se registró la riqueza más baja y densidades con una estructura inestable de bajos valores de diversidad y alta dominancia de especies con *Nitzschia* sp5.

○ Zooplancton

La comunidad de zooplancton en la ciénaga del Rincón estuvo representada por siete (7) morfoespecies, distribuidas en tres (3) phyla. La morfoespecie más representativa en la ciénaga fue Larva Nauplio Cyclopoida. Las densidades máximas zooplanctónicas estuvieron relacionadas con el punto de monitoreo P5.

○ Perifiton

La comunidad perifítica en la ciénaga del Rincón está compuesta por 19 morfoespecies, las Chlorophytas aportaron el mayor número de morfoespecies con el 36.8% de la riqueza total. La densidad perifítica en la ciénaga estuvo representada por más del 46% por las Cyanobacterias. La distribución de la riqueza y densidad perifítica presentaron variaciones en las estaciones de muestreo, en P1 se registró la mayor riqueza de morfoespecies y densidad 16 taxa/66958,5 Ind/cm², P4 presenta alta densidad con 65510,2 Ind/cm², P2 registró la menor riqueza y densidad 6 taxa/2523,9 Ind/cm², las morfoespecies con mayor densidad fueron *Aphanocapsa* sp (P1), *Cosmarium* sp (P2), *Aphanocapsa* sp (P3) y *Navicula* sp3 (P4).



○ Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga El Rincón estuvo conformada por cuatro (4) morfoespecies, las más representativas fueron *Melanooides tuberculatus* e Hydrobiidae morfo 1, las cuales se encuentran asociadas a condiciones de carga orgánica elevada que caracterizan el ambiente bentónico de ecosistemas lenticos como la ciénaga El Rincón.

○ Macrófitas

No se reportaron morfoespecies de macrófitas en esta ciénaga.

○ Peces

Se reportan solo dos especies (*Andinoacara latifrons* y *Poecilia gillii*) las cuales presentan características altamente tolerantes a condiciones adversas y/o de contaminación, e incluso son reportadas en ambientes con bajos niveles de oxígeno. Este resultado puede estar mostrando algún grado de contaminación en este sistema acuático, por lo que solo coexisten estas especies, y no otras menos tolerantes.

SERAMBIENTE S.A.S.
Barranquilla, Colombia
28 de abril del 2022

Este documento es emitido por SERAMBIENTE S.A.S, bajo sus condiciones generales de servicio. La responsabilidad de la compañía queda limitada a las cláusulas señaladas en las citadas condiciones generales que resultan de aplicación a la prestación de sus servicios.

Se advierte al poseedor del presente documento que este no podrá ser alterado ni modificado, ni en su contenido ni en su apariencia y es válido exclusivamente para la(s) muestra(s) analizada(s). La reproducción parcial o total del informe debe hacerse con autorización expresa de SERAMBIENTE S.A.S. Cualquier modificación del mismo la compañía se reserva las acciones legales que estime pertinente para la defensa de sus legítimos intereses. Cualquier tipo de observación requerida por el cliente y relacionada con los resultados emitidos, sólo será aceptada dentro de los 15 días siguientes al envío parcial de este informe. Si no se recibe observación en el tiempo establecido, se dará por aceptado el informe y se procederá a su impresión. El cliente se hace responsable por la confidencialidad de los resultados cuando estos sean enviados

"Este documento no puede ser reproducido sin previa autorización de SERAMBIENTE S.A.S"



7. BIBLIOGRAFÍA

- Abbayes H. DES. Et al. (1989). Botánica Vegetales inferiores. Editorial Reverté S.A. Barcelona.712 p
- Aguiaro, T. y Caramaschi, É. P. (1998). Gremios tróficos en conjuntos de peces en tres lagunas costeras del estado de Río de Janeiro (Brasil). *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen* , 26 (5), 2166-2169.
- Aguiaro, T. y Caramaschi, É. P. (1998). Gremios tróficos en conjuntos de peces en tres lagunas costeras del estado de Río de Janeiro (Brasil). *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen* , 26 (5), 2166-2169.
- Alonso, A., & Camargo, J. A. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de La comunidad fitoplanctónica como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*, 14(3).
- Alonso, A., & Camargo, J. A. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de La comunidad perifítica como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*, 14(3).
- Alonso, A., & Camargo, J. A. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*, 14(3).
- Álvarez, A. R. Los protozoos. 2006. Características generales y su rol como agentes patógenos. *Ciencia Veterinaria* Vol. 8, Nº 1, Año 2006 ISSN: 1515-1883
- Alves, R. G., & Lucca, J. V. (2000). Oligochaeta (Annelida: Clitellata) como indicador de poluição orgânica em dois córregos pertencentes à Bacia do Ribeirão do Ouro Araraquara (São Paulo-Brasil). *Brazilian Journal of Ecology*, 4(1-2), 112-117.
- Arcos, M.,; Ávila, S.,; Estupiñán, S, y Gómez, A, (2005), Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua, *Nova*, 3(4), 69-79,
- Arcos, M.,; Ávila, S.,; Estupiñán, S. y Gómez, A. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *Nova*, 3(4), 69-79.



- Atencio-García, V. J., E. Kerguelén-Durango, E. Cura, R. Rosado, A. Vallejo y M. Valderrama. 2005. Régimen alimentario de siete especies ícticas en el embalse de la hidroeléctrica Urrá (Córdoba, Colombia). *Revista MVZ Cordoba* 10 (2): 614-622.
- Axelrod Herbert R. Warren E. Burgess, Neal Pronek, Glen S. Axelrod, David E. 2002. *Enciclopedia de peces de acuario de agua dulce*. Boruchowitz Editorial Hispano Europea S.A. España. 1008 p.
- Baker, F. C. (1945). *The molluscan family Planorbidae*. The University of Illinois Press. Urbana
- Barchi, M., (2012). ¿O Tipo de mesohabitat (corredeira e remanso) e a complexidade do substrato afetam a fauna de macroinvertebrados aquáticos de riacho? Universidade Estadual Paulista, SP 2012, 12-33.
- Barrera Carrera, C. J., & Kohlmann, B. (2013). *Macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua* (No. PG 19 2013).
- Bellinger, C.G. Y Sigee, D.C. (2010). *Freshwater algae: Identification and use as bioindicators*. Wiley-Blackwell. London, UK.
- Bemvenuti, C. E., Rosa-Filho, J. S., & Elliott, M. (2003). Changes in soft-bottom macrobenthic assemblages after a sulphuric acid spill in the Rio Grande Harbor (RS, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 63(2), 183-19
- Bemvenuti, C. E., Rosa-Filho, J. S., & Elliott, M. (2003). Changes in soft-bottom macrobenthic assemblages after a sulphuric acid spill in the Rio Grande Harbor (RS, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 63(2), 183-19
- Bermúdez, A. 2008. Reproducción y hábitos alimenticios de la población de *Cyphocharax magdalenae* (Steindachner 1878) (Pisces: Curimatidae), en la laguna de Cachimbero, Magdalena medio, río Magdalena, Colombia. Trabajo de pregrado, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín. 64 pp.
- Blanco, H., J. Solipá, C. W. Olaya-Nieto, F. F. Segura-Guevara, S. B. Brú-Cordero y G. Tordecilla-Petro. 2005. Crecimiento y mortalidad de la yalua (*Cyphocharax magdalenae* Steindachner, 1878) en el río Sinú, Colombia. *Revista MVZ-Córdoba* 10 (1): 555– 563.



- Boltovskoy, D (ed). 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación Especial del INIDEP. Mar del Plata, Argentina. 936 p.
- Briceño, H., Buonocore, R., Sangronis, C., Romero, R., & Soto, L. (2013). Tintinnidos (Ciliados Planctónicos) de la costa litoral de la Bahía El Tablazo, Sistema de Maracaibo, Venezuela. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas, 47(1).
- Brodersen, K. P. (1995). The effect of wind exposure and filamentous algae on the distribution of surf zone macroinvertebrates in Lake Esrom, Denmark. *Hydrobiologia*, 297(2), 131-148.
- Buse, A. (1972). Behavioural aspects of the relationship of Chaetogaster limnaei (Oligochaeta: Naididae) with its gastropod host. *Anim. Behav.* 20(2):274-279.
- Bussing, W.A., 1987. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica ciudad Universitaria Rodrigo Facio. San Jose.
- CABI. (2018). *Helisoma duryi*. CABI Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/114729>.
- CABI. (2018). *Helisoma duryi*. CABI Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/114729>.
- Caesar R.M. y Wenzel J.W. (2009). A phylogenetic test of classical species groups in Argia (Odonata: Coenagrionidae). *Entomologica Americana*, 115(2):97-10.
- Callisto, M., Gonçalves Jr, J. F., & Moreno, P. (2005). Invertebrados acuáticos como bioindicadores. *Navegando o Rio das velhas das Minas aos Gerais*, 1, 1-12.
- Carlsson, N. O., Brönmark, C., & Hansson, L. A. (2004). Invading herbivory: the golden apple snail alters ecosystem functioning in Asian wetlands. *Ecology*, 85(6), 1575-1580.
- Carvalho, M. L. (1983). Efeitos da flutuação do nível da água sobre a densidade e composição do zooplâncton em um lago de várzea da Amazônia, Brasil. *Acta amazonica*, 13(5-6), 715-724.
- Casatti, L. & R. Castro. 1998. A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, southeastern Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwat.* 9(3): 229-242.



- Cavati B, Fernandes VO. (2008). Algas perifíticas em dois ambientes do baixo rio Doce (lagoa Juparanã e rio Pequeno-Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil): variação espacial e temporal. *Acta Scient Biol Sci.* 30 (4): 439-48.
- Chitsulo, L., Engels, D., Montresor, A., & Savioli, L. (2000). The global status of schistosomiasis and its control. *Acta tropica*, 77(1), 41-51.
- Chitsulo, L., Engels, D., Montresor, A., & Savioli, L. (2000). The global status of schistosomiasis and its control. *Acta tropica*, 77(1), 41-51.
- CONABIO, 2016, Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México, «Ipomoea aquatica FORSSK», 2016, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/viewer,html?pdfurl=http%3A%2F%2Fsvic.off,cnf,gob,mx%2FContenidoPublico%2FMenuPrincipal%2F07Fichas%2520tecnicas_OK%2F02Fichas%2520tecnicas%2FFichas%2520t%25C3%25A9cnicas%2520CONABIO_especies%2520ex%25C3%25B3ticas%2FFichas%2520plantas%2520invasoras%2FF_L%2FIpomoea%2520aquatica.pdf&clen=304095&chunk=true,
- CONABIO, 2016, Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México, «Pistia stratiotes L., 1753», 2016, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/viewer,html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.gob,mx%2Fcms%2Fuploads%2Fattachment%2Ffile%2F222546%2FPistia_stratiotes.pdf&clen=385553&chunk=true
- Conabio, 2022, Camalote, Eichhornia azurea, Disponible en <https://enciclovida.mx/especies/157319-eichhornia-azurea> Consultado 2022-04-15
- CONFEDERACION HIDROGRÁFICA DEL EBRO. 2005. Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para fitobentos (microalgas bentónicas). Ministerio de Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Ebro. Comisaría de Aguas. Zaragoza. 33 pp
- Corbi, J. J., Roque, F. D. O., Trivinho-Strixino, S., & Alves, R. G. (2005). Records of oligochaetes in freshwater sponges, on bryozoans, and on colonial hydrozoans from Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 65(1), 187-188.



- Cordiviola de Yuan, E. and C. Pignalberi de Hassan, 1985. Fish population in the Paraná River: lentic environments of Diamante and San Pedro areas (Argentine Republic). *Hydrobiologia* 127:213-218.
- Cosel, R. (1986). Moluscos de la región de la Ciénaga Grande de Santa Marta (costa del Caribe de Colombia). *Inst. Inv. Mar. Punta Betin*, 15-16.
- Cotrim-Marques, S., M. Pardia, M. Pereira, F. Goncalves, J. Marques, y U. Azeiteiro. 2007. Zooplankton distribution and dynamics in a temperate shallow estuary. *Hydrobiology*. 587: 213-233.
- Cowie R. & Thiengo, Se. (2003). The apple snails of the Ameritas (Mollusca: Gastropoda: Ampullariidae: *Asolene*, *Felipponea*, *Marisa*, *Pomacea*, *Pomella*): a nomenclatural and type catal. *Malacologia* 45: 41-100.
- Curtis, H., Barnes, H. S., & Schnek, A. A., Massarini, A.(2008). *Biología*.
- Curtis, H., Barnes, H. S., & Schnek, A. A., Massarini, A.(2008). *Biología*.
- Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. Ministerio de Agricultura, Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA). Talleres Litografía Arco. Bogotá D.C., Colombia. 391 pp.
- Darrigran, G., & Lagreca, M. (2005). ProBiota | Serie Técnica y Didáctica | Moluscos litorales del estuario del río de la Plata, Argentina. *ProBiota: Serie técnica y didáctica*.
- De la Lanza, E. G., Hernández, P. S. y Carbajal, P. J. L. 2000. Organismos Indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). Plaza y Valdés. México. 633 p
- Derraik, J. G. (2008). The potential significance to human health associated with the establishment of the snail *Melanoides tuberculata* in New Zealand. *The New Zealand Medical Journal (Online)*, 121(1280).
- Díaz, J. M., & Puyana, M. (1994). Moluscos del Caribe colombiano. *Un catálogo ilustrado. COLCIENCIAS, Fundación Natura e INVEMAR, Bogotá, Colombia*.
- Dole-Olivier, M. J., Galassi, D. M. P., Marmonier, P., & Creuzé des Châtelliers, M. (2000). The biology and ecology of lotic microcrustaceans. *Freshwater biology*, 44(1), 63-91.
- Dumont, H.J. 1977. Biotic factors in the population dynamics of rotifers. *Archiv fur Hydrobiologie*. 8:98–122.



- Dumont, H.J. 1977. Biotic factors in the population dynamics of rotifers. *Archiv fur Hydrobiologie*. 8:98–122.
- Edmondson, W.T. 1959. *Freshwater Biology*. 2ª ed. John Wiley. Nueva York. 1248 pp.
- Edmondson, W.T. 1959. *Freshwater Biology*. 2ª ed. John Wiley. Nueva York. 1248 pp.
- Eigenmann, C.N. 1922. The fishes of the North western South America. *Mem. Cam. Mus*, 9(1):1-348.
- Epler, JH (2001). *Manual de identificación de las larvas de Chironomidae (Diptera) de Carolina del Norte y del Sur* (p. 526). Crawford, Carolina del Sur: John H. Epler.
- Erseus, C. y Gustavsson, L. (2002). Una propuesta para considerar a la antigua familia Naididae como una subfamilia dentro de Tubificidae (Annelida, Clitellata). *Hydrobiologia* 485 (1-3): 253-256.
- Farfán, G. M. (2016). Las diatomeas del perifiton de la cuenca del guadaluquivir y sus implicaciones en el diagnóstico de la calidad del agua (Doctoral dissertation, Universidad de Sevilla).
- Fernandes VO. (2005). Perifiton: conceitos e aplicações da limnologia à engenharia. In: Roland F. (ed). São Carlos: Lições de limnologia. pp. 351-70
- Flores, E., Villalobos, N., Piedra, L., & Scholz, C. (2017). Evaluación breve de la presencia de diatomeas y su relación con algunos parámetros físico-químicos en el río Pirro, Heredia, Costa Rica . *Uniciencia*, vol. 31, núm. 2.
- Flowers, R. W., & De la Rosa, C. (2010). Capítulo 4: Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58, 63-93.
- Flowers, R. W., & De la Rosa, C. (2010). Capítulo 4: Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58, 63-93.
- Gabito, L., S. Bonilla & D. Antoniades.(2013). Paleolimnological reconstruction of change in a subtropical lake: a comparison of the subfossil record to limnological data. *Limnética*, 32 (2): 175-188
- Gallo-Sánchez, L. J., Aguirre-Ramírez, N. J., Palacio-Baena, J. A., & Ramírez—Restrepo, J. J. (2009). ZOOPLANCTON (ROTIFERA Y MICROCRUSTACEA) Y SU RELACIÓN CON LOS CAMBIOS DEL NIVEL DEL AGUA EN LA CIÉNAGA DE AYAPEL, CÓRDOBA, COLOMBIA/Zooplankton



- (Rotifera and Microcrustacea) and its relationship with the level water changes in Ayapel floodplain lake (Córdoba) Colombia. *Caldasia*, 339-353.
- Galvis, G., J. Mojica, F. Provenzano, C. Lasso, D. Taphorn, R. Royero, C. Castellanos, A. Gutiérrez, M. Gutierrez, y López, L. M. Mesa, P. Sánchez y C. Cipamocha. 2007. Peces de la Orinoquia Colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Incoder. Universidad Nacional. SINCHI. Bogotá, Colombia. 425 pp.
 - Galvis, G; Mojica, J; Camargo, M. Santafé de Bogotá, D C. Peces del Catatumbo. 1997. Asociación Cravo Norte. D"Vinni Editorial Ltda.
 - García Alzate Roberto J., C. A. García-Alzate & Álvaro Botero-Botero. 2009. Composición, estacionalidad y hábitat de los peces de la quebrada Cristales, afluente del Río la Vieja, Alto Cauca, Colombia. *rev. invest. univ. quindio* (19): 115- 121.
 - Gordillo Guerra, J. G. (2014). Composición y estructura de la comunidad fitoperifítica de la cuenca del río Alvarado, Tolima Colombia.
 - GREEN J (1994) The temperate-tropical gradient of planktonic protozoa and rotifera. *Hydrobiologia* 272: 13-26.
 - Guevara, M, F, y Ramírez, L, 2015, *Eichhornia crassipes*, su invasividad y potencial fitorremediador, *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, Vol, 22(2): 5-11, ISSNp: 1390-3799, ISSNe: 1390-8596,
 - Guiry in Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2013). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 18 de febrero de 2022.
 - Gutiérrez, F. de P., C. A. Lasso, M. P. Baptiste, P. Sánchez-Duarte y A. M. Díaz. (Eds). 2012. VI. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 335 pp.
 - Heidelberg K., Sebens, K. Pursell. J, (2004). Composition and sources of near reef zooplankton on a Jamaican foreereef along with implications for coral feeding. *Coral Reefs* volume 23, pages263–276.



- Humes, A. G. 1994. How many copepods? *Hydrobiologia*, 292/293: 1-7.
- Jaramillo-Villa. 2005. Actividad pesquera de la ciénaga de Tumarado. Tesis de pregrado, para obtener título de biólogo. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.
- Jiménez-Prado P., F. Vásquez, D. Rodríguez-Olarte, D. Taphorn. 2020. Efectos de la especie invasora *Poecilia gillii* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) sobre *Pseudopoecilia fria* en ríos costeros de la región del Chocó, Ecuador. *Rev. biol. trop* vol.68 no.1.
- Jiménez-Segura Luz F., Juan D. Carvajal-Quintero, Néstor Aguirre. 2010. LAS CIÉNAGAS COMO HÁBITAT PARA LOS PECES: ESTUDIO DE CASO EN LA CIÉNAGA DE AYAPEL (CÓRDOBA), COLOMBIA. *Actual Biol* 32 (92): 53-64.
- Jiménez-Segura, L. F., C. Granado-Lorencio, F. Alvarez-Bustamante, y A. Gulfo. 2009a. Uso tradicional de los recursos naturales pesqueros y conservación de la biodiversidad en regiones tropicales en desarrollo: hacia un modelo de ecología de la reconciliación. Informe final, Universidad de Antioquia, Universidad de Sevilla, Agencia Española de Cooperación Internacional. Medellín. 87 pp.
- Jones, Ji, Moss, B., Eaton, Jw & Young, Jo (2000). ¿Las plantas acuáticas sumergidas influyen en la composición de la comunidad de perifiton en beneficio de los mutualistas de invertebrados? *Biol de agua dulce*. 43 (4): 591-604
- Junk, W. J. (1977). The invertebrate fauna of the floating vegetation of Bung Borapet, a reservoir in central Thailand. *Hydrobiologia*, 53(3), 229-238.
- Kilham, P. y R. E. Hecky. 1988. Comparative ecology of marine and freshwater phytoplankton. *Limnology and Oceanography* 33:776-795
- Lagarejo, R. M. 2005. Relación longitud -peso de la sardina robicolorada *Astyanax fasciatus*, en la Subcuenca del río Cabí, Quibdó - Chocó. Pp. 291-294. En: Rivas, T., C. Rincón y H. Mosquera (Eds.). *Memorias VIII Simposio Colombiano de Ictiología*. Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Cordoba", Acictios. Quibdó, Colombia.
- Lasso, C. A. (2011). Caracol malayo, *Thiara tuberculata* (Müller, 1774). Pp. 406. En: Lasso, C. A. y P. Sánchez-Duarte. *Los peces del delta del Orinoco. Diversidad, uso y conservación*. CHEVRON, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas, Venezuela.



- Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma Oviedo, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Editores). 2011. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp.
- Lasso, C. A., Morales-Betancourt, M. A., Vela-Ardila, M. L., & Linares, E. L. (2019). XVII. Moluscos dulceacuícolas de Colombia. *Obra completa: Linares, EL, CA Lasso, ML Vera-Ardila y MA Morales-Betancourt. 2018. XVII. Moluscos dulceacuícolas de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, DC, Colombia. 326 pp.*
- Lasso, C., J. I. Mojica, J. S. Usma, J. Maldonado, C. DoNacimiento, D. Taphorn, F. Provenzano, O. Lasso-Alcalá, G. Galvis, L. Vasquez, M. Lugo, A. Machado-Allison, R. Royero, C. Suarez y A. Ortega-Lara. 2004. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: Lista de especies y distribución por subcuencas. *Biota Colombiana* 5 (2): 95-158.
- Lenihan, H. S., & Micheli, F. (2001). Soft-sediment communities. *Marine community ecology*, 253-287.
- Letelier, S., Ramos, A. M., & Huaquín, L. G. (2007). Moluscos dulceacuícolas exóticos en Chile. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78, 9-13.
- Liukkonen, M., T. Kairesalo & E. Y. Haworth. (1997). Changes in the diatom community, including the appearance of *Actinocyclus normanii* f. subsalsa, during the biomanipulation of Lake Vesijärvi, Finland. *European Journal of Phycology*, 32: 353- 36
- López Armengol, M. F. (1985). *Estudio sistemático y bioecológico del género Potamolithus (Hydrobiidae) utilizando técnicas de taxonomía numérica* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- Magurran, A.E. (1989). **Tabla 73**, 1ª edición. Ediciones Vedral, Barcelona- España.
- Maldonado-O. J. A., et al. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 52 p.



- Maldonado-Ocampo, J. A., J. S. Usma, F. A. Villa-Navarro, A. Ortega- Lara, S Prada-Pedrerros, L. F. Limenez, U. Jaramillo- Villa, A Arango. T. Rivas y G. C. Sánchez. 2012. Peces Dulceacuícolas del Chocó Biogeográfico de Colombia. WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH), Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia.
- Maldonado-Ocampo, J. A., R. P. Vari y J. S. Usma. 2008. Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana* 9 (2): 143-237.
- Mangas, E. & H. García. 1991. Seasonal fluctuations of zooplankton biomass in Lake Xólotlan (Managua). *Hydrobiological Bulletin* 24(2):157-162.
- Mangas, E. & H. García. 1991. Seasonal fluctuations of zooplankton biomass in Lake Xólotlan (Managua). *Hydrobiological Bulletin* 24(2):157-162.
- Margalef, R. (1995). *Ecología*, Omega, Barcelona, España, 951 p,
- Margalef, R. (1983). *Limnología* (Vol. 1009). Barcelona: Omega.
- Margalef, R. (1983). *Limnología* (Vol. 1009). Barcelona: Omega.
- Margalef, R. (1983). *Limnología* (Vol. 1009). Barcelona: Omega.
- Margalef, R. (1983). *Limnología* (Vol. 1009). Barcelona: Omega.
- Margalef, R. (1986). Limnología del lago Enriquillo (República Dominicana). *Oecologia aquatica*, 8(8), 1-10.
- Margalef, R. (1986). Limnología del lago Enriquillo (República Dominicana). *Oecologia aquatica*, 8(8), 1-10.
- Margalef, R. (1986). Limnología del lago Enriquillo (República Dominicana). *Oecologia aquatica*, 8(8), 1-10.
- Margalef, R. (1986). Limnología del lago Enriquillo (República Dominicana). *Oecologia aquatica*, 8(8), 1-10.
- Margalef, R. (1995). *Ecología*. Omega. Barcelona, España. 951 p.
- Margalef, R. (1995). *Ecología*. Omega. Barcelona, España. 951 p.



- Martins-Silva, MJ. y Barros, M., (2001). Presencia y distribución de moluscos de agua dulce en la cuenca del arroyo Riacho Fundo, Brasilia, Brasil. *Revista de Biología Tropical* , vol. 49, pág. 3, pág. 865-870
- Martins-Silva, MJ. y Barros, M., (2001). Presencia y distribución de moluscos de agua dulce en la cuenca del arroyo Riacho Fundo, Brasilia, Brasil. *Revista de Biología Tropical* , vol. 49, pág. 3, pág. 865-870
- Matsumura-Tundisi, T., & Tundisi, J. G. (2005). Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). *Hydrobiologia*, 542(1), 367-378.
- Matsumura-Tundisi, T., Rietzler, A. C., Espindola, E. L., Tundisi, J. G., & Rocha, O. (1990). Predation on Ceriodaphnia cornuta and Brachionus calyciflorus by two Mesocyclops species coexisting in Barra Bonita reservoir (SP, Brazil). In *Intrazooplankton Predation* (pp. 141-151). Springer, Dordrecht.
- McLusky D.S., Elliott M (2005) The estuarine ecosystem: Ecology, threats and management. 3rd Ed. Oxford University Press, Oxford.
- Mojica C., J. I. (1999) Lista preliminar de las especies dulceacuólicas de Colombia *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (Suplemento especial): 547–566.
- Mojica José Iván, Mauricio Valderrama, Carlos Barreto & Ricardo Álvarez-León 2012. *Prochilodus magdalenae*. Pp. 154. En: Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuólicas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.
- Mojica, J. I., C. Castellanos, J. S. Usma y R. Álvarez-León (Eds). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuólicas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.



- Morales J. & Garcia-Alzate. 2018. Ecología trófica y rasgos ecomorfológicos del pez *Triportheus magdalenae* (Characiformes: Triportheidae) en el embalse El Guájaro, río Magdalena, Colombia. *Rev. biol. trop* vol.66 n.3 San José.
- Morales, V.S. y Salazar, S.M. (2012). Diatomeas perifíticas de lagos con diferente estado trófico en el departamento del Cauca (Colombia). *Rev. Luna Azul* 35:10-27.
- Morales, V.S. y Salazar, S.M. (2012). Diatomeas perifíticas de lagos con diferente estado trófico en el departamento del Cauca (Colombia). *Rev. Luna Azul* 35:10-27.
- Moreno, P. (2002). Taxocenosis Anellida-Mollusca-Crustacea asociada a las raíces sumergidas de *Rhizophora mangle* L. *San Andrés Isla, Caribe colombiano. Trabajo de pregrado Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.*
- Moreno, Y. M., & Aguirre, N. (2013). Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 16(3), 91-117.
- Mosquera-Murillo, Zuleyma, (2018), Insectos acuáticos asociados a *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth en ciénagas del río Atrato, Chocó - Colombia, *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 10(1), 15-24, <https://doi.org/10,24188/recia,v10,n1,2018,533>
- Murillo, Z. M., & Mosquera, M. M. M. (2017). Diversidad de la entomofauna acuática y calidad de agua en quebradas del río San Juan, Chocó-Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1), 149-161.
- Ndifon GT, Ukoli FMA (1989). Ecología de caracoles de agua dulce en el suroeste de Nigeria. I: Distribución y preferencias de hábitat. *Hydrobiologia* 171 : 231-253.
- Ndifon, G. T., & Ukoli, F. M. A. (1989). Ecology of freshwater snails in south-western Nigeria. I: Distribution and habitat preferences. *Hydrobiologia*, 171(3), 231-253.
- Ndifon, G. T., & Ukoli, F. M. A. (1989). Ecology of freshwater snails in south-western Nigeria. I: Distribution and habitat preferences. *Hydrobiologia*, 171(3), 231-253.
- OGDEN CG (1991) Gas vacuole and flotation in the testate amoeba *Arcelia discoidea*. *Journal of Protozoology* 38: 269-270.
- Ortega-Lara. 2004. Continuación de las características de la ictiofauna nativa de los ríos faltantes de la cuenca alta del río cauca. Informe corporación autónoma regional del cauca CRC. Popayan. Colombia. 210p.



- Oviedo-Machado, N., & Reinoso-Flórez, G. (2018). Aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae (Diptera) del río Opia (Tolima, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1).
- Oyague-Passuni Eduardo y Maldonado-Fonkén. (2015). «Relationships between aquatic invertebrates, water quality and vegetation in an Andean peatland system». *Mires and Peat* Vol. 15. 1-21.
- PAGGI, J., & S. JOSÉ DE PAGGI. 1990. Zooplankton de ambientes lóticos e lénticos do río Paraná. *Acta Limnol. Brasil*. 3: 685–719.
- Paraense, W. (2003). Planorbidae, Lymnaeidae and Physidae of Peru (Mollusca: Basommatophora). *Memorias Instituto Oswaldo Cruz*
- Patitucci, L. D. (2010). *Muscidae (Insecta: Diptera) de la provincia de Buenos Aires. Composición específica y estacionalidad* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).
- Peinador, Mariano. Las cianobacterias como indicadores de contaminación orgánica. *Rev. biol. trop* [online]. 1999, vol.47, n.3, pp.381-391.
- Pérez, K.E., S.A. Clark & L. Charles. 2004. Freshwater gastropod identification workshop “Showing your shells”. Universidad de Alabama. Tuscaloosa, Alabama, EEUU. (También disponible en línea: www.cofc.edu/~dillonr/FMCSGastropodID.pdf).
- Perkins, J. L. (1983). Bioassay evaluation of diversity and community comparison indexes. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 522-530.
- Perkins, J. L. (1983). Bioassay evaluation of diversity and community comparison indexes. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 522-530.
- Petridis, D. (1993). Distribución de macroinvertebrados a lo largo de un gradiente de contaminación orgánica en el lago Lysimachia (Grecia occidental). *Archiv für Hydrobiologie*, 128 (3), 367-384.
- Pinilla, G. (2000). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia, *Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano*,
- Pinilla, G. (2000). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. *Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano*.



- Pinilla, G. (2000). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. *Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.*
- Pinilla, G. A., 2000. Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 67 P
- Planquette, P., P. Keith and P.-Y. Le Bail, 1996. Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Tome 1. Collection du Patrimoine Naturel Volume 22, MNHN, Paris & INRA, Paris. 429 p.
- Pointier JP, David P. (2004). Biological control of *Biomphalaria glabrata*, the intermediary
- Pointier JP, David P. (2004). Biological control of *Biomphalaria glabrata*, the intermediary host of schistosomes, by *Marisa cornuarietis* in ponds of Guadalupe: long-term impact on the local snail fauna and aquatic flora. *Biological Control*;29:81-9.
- Quirós, J. A., Arias, J. E., & Rodríguez, E. R. (2017). Gastrópodos asociados a *Eichhornia crassipes* en el complejo cenagoso del bajo Sinú (Córdoba, Colombia).
- Quirós, J., P. Dueñas y J. Ballesteros (2010). Macroinvertebrados asociados a las raíces de *Eichhornia crassipes* (Mart). Solms, en dos sectores del complejo cenagoso del Bajo Sinú, departamento de Córdoba, Colombia, ISSN: ISSN 2500-7459, *Revista Asociación Colombiana Ciencias biológicas*, 22, 147-57.
- Ramírez González, A., & Viña Vizcaíno, G. (1998). Limnología Colombiana: Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. *Editorial Panamericana. Bogotá, Colombia.*
- Ramírez González, A., & Viña Vizcaíno, G. (1998). Limnología Colombiana: Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. *Editorial Panamericana. Bogotá, Colombia.*
- Ramírez González, A., & Viña Vizcaíno, G. (1998). Limnología Colombiana: Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. *Editorial Panamericana. Bogotá, Colombia.*
- Ramírez, J. J. (2000). Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Universidad de Antioquia, Colombia. 207 p.
- Ramírez, J. J. (2000). Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Universidad de Antioquia, Colombia. 207 p.
- Reis Roberto E, Sven O. Kullander, Carl J. Ferraris Jr. 2003. Check list of the freshwater fishes of south and Central America. Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 742 p.



- Reverol, Y., Delgado, J., López, C., & Sánchez, L. (2008). Zooplankton community composition in floodplain lakes of Caura river, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 42(1), 53-72.
- Reynolds, C. S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 384 p.
- Riato, L., & Leira, M. (2020). Heterogeneity of epiphytic diatoms in shallow lakes: Implications for lake monitoring. *Ecological Indicators*, 111, 105988.
- Ricklefs, R. 1990. Ecology. Freeman, Nueva York, EEUU.
- Riehl, R. y HA Baensch, 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Alemania. 992 p.
- Ringuelet, R. A.; Arámburu, R. H. y A. Alonso de Arámburu. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, 602 pp.
- Rivas-Lara Tulia S. y Camilo E. Rincón-López. 2011. *Astyanax fasciatus*. Pp. 185. En: Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales- Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Rivas-Lara, T. S., Y. Lozano-Largacha, J. Y. Casas-Agualimpia, D. Mena-Garcia y S. P. Guerrero-Renteria. 2007. Peces. Pp. 47 – 73. En: Jimenez-Ortega, A. M., J. T. Rengifo-Mosquera, J. Asprilla-Perea y C. S. Abella-Sanclemente (Eds.). Guia de las 50 especies de fauna silvestre más comunes en la cabecera municipal de Quibdo y sus alrededores. Universidad Tecnologica del Choco. Quibdo, Colombia.
- Rivier, A., Brownlee, D. C., Sheldon, R. W., Rassoulzadegan, F. (1985). Growth of microzooplankton: a comparative study of bacterivorous zooflagellates and ciliates. *Mar. Microb. Food Webs* 1: 51-60.
- Robins CH (1971). Ecology of the introduced snail, *Marisa cornuarietis* (Ampullariidae) in Dade County, Florida. *Biologist* 53: 136–152.



- Robins CH (1971). Ecology of the introduced snail, *Marisa cornuarietis* (Ampullariidae) in Dade County, Florida. *Biologist* 53: 136–152.
- Rodrigues-Capítulo, A., Tangorra, M., & Ocón, C. (2001). Use of benthic macroinvertebrates to assess the biological status of Pampean streams in Argentina. *Aquatic Ecology*, 35(2), 109-119.
- Rodrigues-Capítulo, A., Tangorra, M., & Ocón, C. (2001). Use of benthic macroinvertebrates to assess the biological status of Pampean streams in Argentina. *Aquatic Ecology*, 35(2), 109-119.
- Rodriguez D. & Rodriguez F. 1976. Contribución al estudio bioecológico de la arena. INDERENA. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/P-IND-0337/Contribucion_Estudio_Bioecologico_Arenca.pdf
- Roldan , 1996.- Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo Fen Colombia/Colciencias/Universidad de Antioquia. p. 234
- Roldan, G y Ramírez, J, (2008) Fundamentos de Limnología Neotropical, Segunda edición, Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.
- Roldan, G y Ramírez, J. (2008) Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín.
- Roldan, G y Ramírez, J. (2008) Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín.
- Roldan, G y Ramírez, J. (2008) Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín.
- Roldán, P. G. y Ramírez, J. J., 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Universidad de Antioquia, Medellín. 2 a Ed. 440 P.
- Roman, M.R. 1991. Pathways of carbon incorporation in marine copepods: effects of development stage and food quality. *Limnol.Oceanog.* 36: 796-807.
- Román-Valencia Cesar & Perdomo Alvaro. 2004. Ecología trófica y reproductiva de *Argopleura magdalenensis* (Pisces: Characidae) en la cuenca alta de los Ríos Cauca y



- Magdalena, Colombia. Rev. Mus. Argentino Cienc. Nut., n.s. 611): 175-182, Buenos Aires, ZSSN 1514-5158.
- Román-Valencia Cesar. 2004. Datos bioecológicos del peje sapo *Pseudopimelodus zungaro* (Pisces: Pimelodidae) de los ríos Atrato y La Vieja, Alto Cauca, Colombia. Uahlio (Rev Asoc. Colomb. Ictiol.) 7: 29-31.
 - Rombouts, I., Beaugrand, G., Ibanez, F., Gasparini, S., Chiba, S., & Legendre, L. (2010). A multivariate approach to large-scale variation in marine planktonic copepod diversity and its environmental correlates. *Limnology and oceanography*, 55(5), 2219-222.
 - Salomón, S., Rivera-Rondón, C. A., & Zapata, Á. M. (2020). Floraciones de cianobacterias en Colombia: estado del conocimiento y necesidades de investigación ante el cambio global. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(171), 376-391.
 - Sartori, L.P., M.G. Nogueira, R. Henry & E.M. Moretto. (2009). Phytoplankton fluctuations in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil): a three-year study. *Brazilian Journal of Biology* 69(1):1-18.
 - Sartori, L.P., M.G. Nogueira, R. Henry & E.M. Moretto. 2009. Phytoplankton fluctuations in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil): a three-year study. *Brazilian Journal of Biology* 69(1):1-18.
 - Seeligmann, C.; Tracanna, B.; Martínez, S. e Isasmendi, S. (2001). Algas fitoplanctónicas en la evaluación de la calidad del agua de sistemas lóticos en el noroeste argentino. *Limnética*, 20(1), 123-133.
 - Segnini, S. 2003. El Uso De Los Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *Ecotropicos* 16: 45-63.
 - Sendacz, S. 1993. Distribuição geográfica de alguns organismos zooplanctônicos na América do Sul. *Acta Limnol. Brasil* 6: 31-41.
 - Sharma, R.C. (1986): Effect of physicochemical factors on benthic fauna of Bhagirathi River, Garhwal Himalayas. *Ind. J. Ecol.* 13: pp 133137



- Sharma, RC y Rawat, JS (2009). Monitoreo de macroinvertebrados acuáticos como bioindicador para evaluar la salud de los humedales: un estudio de caso en el Himalaya central, India. *Indicadores ecológicos*, 9 (1), 118-128. doi: 10.1016 / j.ecolind.2008.02.004
- Sladeczek, V. 1983. Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia* 100: 169-171.
- Sládecek, V. 1983. Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia* 100: 169-201.
- Steindachner, F. 1878 Zur Fischfauna des Magdalenen-Stromes. *Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Wien* v. 15 (no. 12): 88-91. [Most species date to this abstract of Steindachner 1879.
- Suarez-Morales, E. 2000. Copépodos, seres ubicuos y poco conocidos. *CONABIO. Biodiversitas* 29:7-11.
- Suarez-Morales, E. 2000. Copépodos, seres ubicuos y poco conocidos. *CONABIO. Biodiversitas* 29:7-11.
- Svensson, J. M. (1997). Influence of Chironomus plumosus larvae on ammonium flux and denitrification (measured by the acetylene blockage-and the isotope pairing-technique) in eutrophic lake sediment. *Hydrobiologia*, 346(1), 157-168.
- Takamura, N., Ito, T., Ueno, R., Ohtaka, A., Wakana, I., Nakagawa, M., ... & Nakajima, H. (2009). Environmental gradients determining the distribution of benthic macroinvertebrates in Lake Takkobu, Kushiro wetland, northern Japan. *Ecological research*, 24(2), 371-381.
- Thompson, F.G. (2004). Freshwater snails of Florida. A manual for identification. University of Florida, Gainesville, Florida, EEUU (También disponible en línea: www.flmnh.ufl.edu/malacology/fl-snail/snails1.htm).
- Thompson, F.G. 2004. Freshwater snails of Florida. A manual for identification. University of Florida, Gainesville, Florida, EEUU (También disponible en línea: www.flmnh.ufl.edu/malacology/fl-snail/snails1.htm).
- Treviño, I. F. (2008). Estudios taxonômicos en algas verdes cocales del sur de España. 324 p. Tese de Doctorado, Universidad de Granada, España.



- unavarra.es, Herbario de la universidad pública de Navarra, familia Cyperaceae [monocotiledóneas], Disponible en <https://www.unavarra.es/herbario/htm/Cyperaceae,htm>, Consultado 2022-04-14
- Valdelamar Villegas, J. C. (2018). Apuntes sobre la importancia ecológica, ambiental y social de la arenca *Triportheus magdalenae* (Steindachner, 1878). Un ejemplo de endemismo invisibilizado. *Intropica*, 13(2), 152–165.
- Valderrama Barco Mauricio, Luz F. Jiménez-Segura, Silvia López-Casa, Tulia S. Rivas, Camilo E. Rincón, Sandra Nieto-Torres, Ginna González-Cañón, Ivonne Galvis-Galindo, Sandra Hernández Barrero y Fredy Salas Guzmán. 2010. *Prochilodus magdalenae*. Pp. 304. En: Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Valderrama, M., L. F. Jiménez-Segura, S. López-Casas, T. S. Rivas, C. E. Rincón, S. Nieto-Torres, G. González-Cañón, I. Galvis-Galindo, S. Hernández y F. Salas. 2011c. *Prochilodus magdalenae* (Characiformes, Prochilodontidae). Capítulo 7. Pp. 305-311. En: Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma Oviedo, S. E. Muñoz Torres, A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). I. Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp.
- Vargas-Tisnes, I. C. 1989. Inventario preliminar de la ictiofauna de la hoya hidrográfica del Quindío. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Editorial Ignográfica. Armenia, Colombia. 96 pp.
- Vari, R. P. 1992. Systematics of the neotropical Characiform genus *Cyphocharax* Fowler (Pisces: Ostariophysi). *Smithsonian Contributions to Zoology* 529: 1-148.



- Velasco. J. L. 2006. ROTÍFEROS DE LA COMUNIDAD DE MADRID. Depto. de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), José Gutiérrez Abascal, 2; E27006 Madrid.
- Velásquez, L. E., Bedoya, J. C., Areiza, A., & Vélez, I. (2006). Primer registro de *Centrocestus formosanus* (Digenea: Heterophyidae) en Colombia. *Revista mexicana de biodiversidad*, 77(1), 119-121.
- Visita a la página web: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. las fechas 2 y 3 de julio del 2015.
- Visita a la página web: <http://www.elacuario.org/pez/roeboides-dayi>. las fechas 2 y 3 de julio del 2015.
- Wanganeo, A., Kumar, P., Wanganeo, R. y Sonaulah, F. (2011). Variación de la población bentónica en dos cuencas del humedal de Bhoj, Bhopal. *Revista internacional de ciencias ambientales*, 1 (7), 2-004.
- Westfall, M. J. and May, M. L. (1996). *Damselflies of North America*. Scientific Publishers, Gainesville, FL.
- Westfall, M. J. and May, M. L. (1996). *Damselflies of North America*. Scientific Publishers, Gainesville, FL.
- Wetzel RG. (2001). *Limnology: Lake and river ecosystems*. 3a ed. Academic Press. San Diego, E.U. A.
- Wetzel, R. 1983. Periphyton of freshwater ecosystems. Proceedings of the First International Workshop on Periphyton of Freshwater Ecosystems held in Vaxjo, Sweden, 14-17 September 1982. Dr. W. Junk Publishers. The Netherlands. 346 pp.
- Wetzel, R. 1983. Periphyton of freshwater ecosystems. Proceedings of the First International Workshop on Periphyton of Freshwater Ecosystems held in Vaxjo, Sweden, 14-17 September 1982. Dr. W. Junk Publishers. The Netherlands. 346 pp.
- WickSteAd, J. H. 1979. *Zooplankton marino*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, 70 p



- Wiens, J. J. & Graham, C. H. (2005). Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 36, 519-539. doi:10.1146/annurev.ecolsys.36.102803.095431



8. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 287** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 287. Anexos del informe técnico

Anexo	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reporte de laboratorio	Reporte SERAMBIENTE S.A.S	120
Anexo 2. Formatos de campo	Formatos de campo	48
	Cadena de custodia	2
Anexo 3 Acreditación IDEAM	Resolución 0052 del 2021	15

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

(FIN DEL INFORME)

