



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 1 de 446

## **INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS**

# **CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO- C.R.A.**

***Estudio de caracterización de comunidades hidrobiológicas  
realizado los días 24,25, 26,27, 28,31 de julio y 02 de agosto de  
2023.***

**DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO  
(JULIO-AGOSTO 2023)**



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 2 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>                     | <b>24</b> |
| <b>2. OBJETIVOS.....</b>                        | <b>25</b> |
| 2.1 OBJETIVO GENERAL .....                      | 25        |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                 | 25        |
| <b>3. GENERALIDADES.....</b>                    | <b>26</b> |
| 3.1 NORMATIVA APLICABLE .....                   | 26        |
| 3.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA .....             | 26        |
| 3.3 RESPONSABLES DEL INFORME.....               | 26        |
| 3.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO .....       | 27        |
| <b>4. METODOLOGÍA DEL MONITOREO.....</b>        | <b>30</b> |
| 4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MONITOREO .....         | 30        |
| 4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO ..... | 30        |
| 4.2.1 Cuenca Río Magdalena.....                 | 31        |
| 4.2.2 Cuenca Canal del Dique.....               | 42        |
| 4.2.3 Cuenca Litoral .....                      | 45        |
| 4.3 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO .....   | 51        |
| 4.4 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA .....              | 54        |
| 4.4.1 Etapa de campo.....                       | 55        |
| 4.4.2 Etapa de laboratorio .....                | 61        |
| 4.5 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....                | 64        |
| 4.5.1 Incertidumbre del resultado (U±).....     | 68        |
| <b>5. RESULTADOS.....</b>                       | <b>69</b> |
| 5.1 CUENCA RÍO MAGDALENA.....                   | 69        |
| 5.1.1 Ciénaga de Malambo.....                   | 69        |
| 5.1.2 Ciénaga Mesolandia .....                  | 95        |
| 5.1.3 Ciénaga Sabanagrande .....                | 112       |
| 5.1.4 Ciénaga de Santo Tomás.....               | 135       |
| 5.1.5 Ciénaga El Uvero .....                    | 160       |
| 5.1.6 Ciénaga la Luisa.....                     | 174       |
| 5.1.7 Ciénaga La Larga.....                     | 188       |
| 5.1.8 Río Magdalena .....                       | 199       |
| 5.2 CUENCA CANAL DEL DIQUE.....                 | 215       |
| 5.2.1 Embalse El Guájaro .....                  | 215       |
| 5.2.2 Ciénaga San Juan de Tocagua .....         | 246       |
| 5.2.3 Ciénaga Manatí.....                       | 263       |
| 5.2.4 Ciénaga Luruaco.....                      | 276       |
| 5.3 CUENCA LITORAL.....                         | 300       |
| 5.3.1 Ciénaga Paraíso .....                     | 300       |
| 5.3.2 Ciénaga Mallorquín.....                   | 314       |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 3 de 446

|           |                                    |            |
|-----------|------------------------------------|------------|
| 5.3.3     | Ciénaga El Rincón.....             | 335        |
| 5.3.4     | Ciénaga Balboa .....               | 354        |
| 5.3.5     | Ciénaga Los Manatíes .....         | 367        |
| 5.3.6     | Ciénaga del Totumo .....           | 375        |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSIONES.....</b>           | <b>391</b> |
| 6.1       | CUENCA RÍO MAGDALENA.....          | 391        |
| 6.1.1     | Ciénaga de Malambo.....            | 391        |
| 6.1.2     | Ciénaga Mesolandia .....           | 392        |
| 6.1.3     | Ciénaga Sabanagrande .....         | 393        |
| 6.1.4     | Ciénaga de Santo Tomás.....        | 395        |
| 6.1.5     | Ciénaga El Uvero .....             | 396        |
| 6.1.6     | Ciénaga la Luisa .....             | 397        |
| 6.1.7     | Ciénaga La Larga .....             | 398        |
| 6.1.8     | Río Magdalena .....                | 399        |
| 6.2       | CUENCA CANAL DEL DIQUE.....        | 401        |
| 6.2.1     | Embalse El Guájaro .....           | 401        |
| 6.2.2     | Ciénaga San Juan de Tocagua .....  | 402        |
| 6.2.3     | Ciénaga Manatí.....                | 403        |
| 6.2.4     | Ciénaga Luruaco.....               | 404        |
| 6.3       | CUENCA LITORAL.....                | 406        |
| 6.3.1     | Ciénaga Paraíso .....              | 406        |
| 6.3.2     | Ciénaga Mallorquín.....            | 407        |
| 6.3.3     | Ciénaga el Rincón.....             | 408        |
| 6.3.4     | Ciénaga Balboa .....               | 409        |
| 6.3.5     | Ciénaga Los Manatíes .....         | 411        |
| 6.3.6     | Ciénaga del Totumo .....           | 412        |
| <b>7.</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>           | <b>414</b> |
| <b>8.</b> | <b>ANEXOS .....</b>                | <b>445</b> |
| <b>9.</b> | <b>HISTÓRICOS DE CAMBIOS .....</b> | <b>446</b> |



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.....                                                               | 27 |
| Tabla 2. Identificación de la muestra. ....                                                                                   | 28 |
| Tabla 3. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Mesolandia.....                                     | 31 |
| Tabla 4. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Malambo. ....                                       | 32 |
| Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Sabanagrande.....                                   | 33 |
| Tabla 6. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Santo Tomás.....                                    | 34 |
| Tabla 7. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Paraíso.....                                        | 35 |
| Tabla 8. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Uvero. ....                                         | 36 |
| Tabla 9. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga la Larga.....                                          | 37 |
| Tabla 10. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga Manatí.....                                           | 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 el Embalse El Guájaro. ....                                      | 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 de Luruaco.....                                       | 44 |
| Tabla 16. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga del Totumo. ....                                      | 45 |
| Tabla 17. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Balboa.....                                        | 47 |
| Tabla 18. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Mallorquín.....                                    | 48 |
| Tabla 19. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga los Manatíes.....                                     | 49 |
| Tabla 20. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga del Rincón. ....                                      | 50 |
| Tabla 21. Ubicación geográfica del punto de monitoreo. ....                                                                   | 51 |
| Tabla 22. Listado de los métodos empleados para la toma de muestra.....                                                       | 55 |
| Tabla 23. Listado de los métodos empleados para el análisis de las muestras.....                                              | 61 |
| Tabla 24. Índices ecológicos .....                                                                                            | 64 |
| Tabla 25. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col....                                | 66 |
| Tabla 26. Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col. y ASPT, Significado y colores para representaciones cartográficas..... | 66 |
| Tabla 27. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la ciénaga Malambo.....                | 69 |
| Tabla 28. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga Malambo.....                                    | 70 |
| Tabla 29. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga Malambo. ....                            | 71 |
| Tabla 30. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.....                                                    | 74 |





|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 5 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                |

|                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 31. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga de Malmabo. ....                                                                      | 76  |
| Tabla 32. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga de Malmabo. ....                                | 76  |
| Tabla 33. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton de la ciénaga de Malmabo. ....                                                    | 79  |
| Tabla 34. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la ciénaga Malmabo.....                                             | 81  |
| Tabla 35. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) de las morfoespecies perifíticas en la ciénaga Malmabo.....                                                  | 82  |
| Tabla 36. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la ciénaga Malmabo. ....                                                         | 82  |
| Tabla 37. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica. ....                                                                                 | 86  |
| Tabla 38. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga Malmabo.....                         | 87  |
| Tabla 39. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Malmabo. ....   | 88  |
| Tabla 40. Clasificación taxonómica de las especies icticas reportadas en la ciénaga de Malmabo. ....                                                   | 92  |
| Tabla 41. Abundancia y abundancia relativa de especies icticas reportadas en la ciénaga Malmabo.....                                                   | 92  |
| Tabla 42. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Mesolandia.....                                      | 95  |
| Tabla 43. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Mesolandia. ....                                                         | 96  |
| Tabla 44. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Mesolandia. ....                                                  | 96  |
| Tabla 45. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.....                                                                             | 100 |
| Tabla 46. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Mesolandia .....                                                                      | 101 |
| Tabla 47. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Mesolandia .....                                | 101 |
| Tabla 48. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton de la ciénaga Mesolandia .....                                                    | 104 |
| Tabla 49. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga Mesolandia. ....                     | 106 |
| Tabla 50. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mesolandia..... | 106 |
| Tabla 51. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Sabanagrande.....                                    | 112 |
| Tabla 52. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Sabanagrande. ....                                                       | 113 |
| Tabla 53. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Sabanagrande.....                                                 | 114 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 6 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                |

|                                                                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 54. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.....                                                                                   | 118 |
| Tabla 55. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Sabanagrande.....                                                                           | 119 |
| Tabla 56. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Sabanagrande. ....                                    | 120 |
| Tabla 57. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Sabanagrande.....                                                         | 123 |
| Tabla 58. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga Sabanagrande.....                                              | 124 |
| Tabla 59. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga Sabanagrande...                                                     | 125 |
| Tabla 60. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga Sabanagrande. ....                                                          | 126 |
| Tabla 61. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica. ....                                                                                       | 130 |
| Tabla 62. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga de Sabanagrande. ....                                          | 131 |
| Tabla 63. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande. .... | 131 |
| Tabla 64. Clasificación taxonómica de las especies de peces en la ciénaga de Sabanagrande. ....                                                              | 133 |
| Tabla 65. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de especies de peces en la ciénaga de Sabanagrande. ....                                         | 133 |
| Tabla 66. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga de Santo Tomás.....                                        | 135 |
| Tabla 67. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga de Santo Tomás. ....                                                           | 137 |
| Tabla 68. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga de Santo Tomás. ....                                                    | 137 |
| Tabla 69. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.....                                                                                   | 142 |
| Tabla 70. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Santo Tomás.....                                                                            | 143 |
| Tabla 71. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Santo Tomás. ....                                     | 144 |
| Tabla 72. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Santo Tomás. ....                                                         | 147 |
| Tabla 73. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga de Santo Tomás. ....                                           | 148 |
| Tabla 74. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga de Santo Tomás. ....                                                | 149 |
| Tabla 75. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga de Santo Tomás. ....                                                        | 149 |
| Tabla 76. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica. ....                                                                                       | 153 |
| Tabla 77. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga de Santo Tomás. ....                                           | 154 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 7 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                |

|                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 78. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás..... | 154 |
| Tabla 79. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces de la ciénaga de Santo Tomás.....                                                              | 157 |
| Tabla 80. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces de la ciénaga de Santo Tomás.....                                     | 157 |
| Tabla 81. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Santo Tomás .....                                                                   | 158 |
| Tabla 82. Porcentaje de cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Santo Tomás .....                                                          | 159 |
| Tabla 83. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga El Uvero.....                                            | 160 |
| Tabla 84. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga El Uvero.....                                      | 161 |
| Tabla 85. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.....                                                                                 | 163 |
| Tabla 86. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga el Uvero.....                                                                             | 164 |
| Tabla 87. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga el Uvero.....                                       | 164 |
| Tabla 88. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga El Uvero.....                                                           | 166 |
| Tabla 89. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga El Uvero.....                                                | 167 |
| Tabla 90. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga El Uvero.....                           | 168 |
| Tabla 91. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.....                                                                                      | 170 |
| Tabla 92. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga Uvero.....                                                   | 171 |
| Tabla 93. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Uvero.....          | 171 |
| Tabla 94. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Uvero .....                                                        | 172 |
| Tabla 95. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Uvero.....                                                                 | 173 |
| Tabla 96. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga la Luisa.....                                            | 174 |
| Tabla 97. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga la Luisa.....                                      | 175 |
| Tabla 98. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.....                                                                                 | 178 |
| Tabla 99. Clasificación taxonómica del zooplancton en la ciénaga La Luisa .....                                                                            | 179 |
| Tabla 100. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga La Luisa.....                                    | 179 |
| Tabla 101. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga La Luisa .....                                                         | 181 |



|                                                                                   |                                                                                                                            |                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b><br><br><b>OT-8933-2-B-1348</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 8 de 446 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 102. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga la Luisa. ....                                        | 182 |
| Tabla 103. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga la Luisa. ....                   | 183 |
| Tabla 104. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica. ....                                                                              | 185 |
| Tabla 105. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga La Luisa. ....                                        | 186 |
| Tabla 106. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de la morfoespecie de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga La Luisa. .... | 186 |
| Tabla 107. Clasificación taxonómica de las macrófitas reportadas en la ciénaga la Luisa .....                                                        | 187 |
| Tabla 108. Porcentaje de cobertura de macrófitas en la ciénaga la Luisa. ....                                                                        | 187 |
| Tabla 109. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga La Larga. ....                                    | 188 |
| Tabla 110. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga La Larga. ....                              | 189 |
| Tabla 111. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                                                         | 191 |
| Tabla 112. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga La Larga .....                                                                     | 192 |
| Tabla 113. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Los Manatíes. ....                           | 192 |
| Tabla 114. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga La Larga. ....                                        | 194 |
| Tabla 115. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga La Larga. ....                   | 195 |
| Tabla 116. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica. ....                                                                              | 197 |
| Tabla 117. Clasificación taxonómica de las macrófitas reportadas en la ciénaga la Larga. ....                                                        | 198 |
| Tabla 118. Porcentaje de cobertura de macrófitas en la ciénaga la Larga. ....                                                                        | 198 |
| Tabla 119. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en el Río Magdalena. ....                                       | 199 |
| Tabla 120. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en el Río Magdalena. ....                                                           | 200 |
| Tabla 121. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en el Río Magdalena. ....                                                    | 201 |
| Tabla 122. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                                                         | 205 |
| Tabla 123. Clasificación de las morfoespecies de zooplancton observadas en el Río Magdalena. ....                                                    | 206 |
| Tabla 124. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en Río Magdalena. ....                                     | 206 |
| Tabla 125. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en el Río Magdalena. ....                                                      | 210 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 9 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                |

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 126. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces en el Río Magdalena. ....                               | 212 |
| Tabla 127. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces en el Río Magdalena. ....      | 213 |
| Tabla 128. Clasificación taxonómica de las macrófitas reportadas en el Río Magdalena .....                           | 213 |
| Tabla 129. Porcentaje de cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en el Río Magdalena .....                         | 213 |
| Tabla 130. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en el Embalse El Guájaro. ....  | 215 |
| Tabla 131. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en el Embalse El Guájaro...                         | 217 |
| Tabla 132. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en el Embalse El Guájaro. ....               | 218 |
| Tabla 133. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                         | 223 |
| Tabla 134. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton observadas en el embalse del Guájaro. ....   | 224 |
| Tabla 135. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies del zooplancton en el embalse del Guájaro. ....                     | 226 |
| Tabla 136. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del zooplancton en el embalse del Guájaro. ....              | 227 |
| Tabla 137. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en el embalse el Guájaro. ....                 | 231 |
| Tabla 138. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en el Embalse El Guájaro. ....      | 231 |
| Tabla 139. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) de las morfoespecies perifíticas en el Embalse El Guájaro.....            | 233 |
| Tabla 140. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en el Embalse El Guájaro.                        | 234 |
| Tabla 141. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica. ....                                              | 238 |
| Tabla 142. Clasificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos observadas en el embalse El Guájaro. ....       | 239 |
| Tabla 143. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) de macroinvertebrados bentónicos observadas en el Embalse El Guájaro. .... | 239 |
| Tabla 144. Abundancia relativa (%) de macroinvertebrados bentónicos observadas en el Embalse El Guájaro. ....        | 240 |
| Tabla 145. Clasificación taxonómica de las especies de peces en el Embalse el Guájaro.....                           | 242 |
| Tabla 146. Abundancia (Individuos) de especies de peces en el Embalse el Guájaro.....                                | 243 |
| Tabla 147. Abundancia relativa (%) de especies de peces en el Embalse el Guájaro. ....                               | 243 |
| Tabla 148. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macrófitas en el embalse El Guájaro. ....                | 244 |
| Tabla 149. Porcentaje de cobertura (%) de las morfoespecies de macrófitas en el embalse El Guájaro. ....             | 245 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 10 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

|                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 150. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga San Juan de Tocagua.....                              | 246 |
| Tabla 151. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga San Juan de Tocagua.....                                                  | 247 |
| Tabla 152. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga San Juan de Tocagua. ....                                          | 248 |
| Tabla 153. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                                                             | 252 |
| Tabla 154. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Tocagua.....                                                                           | 253 |
| Tabla 155. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Tocagua. ....                                    | 253 |
| Tabla 156. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Tocagua.....                                        | 257 |
| Tabla 157. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua. .... | 257 |
| Tabla 158. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces de la ciénaga de San Juan de Tocagua.....                                                   | 260 |
| Tabla 159. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces de la ciénaga de San Juan de Tocagua.....                          | 261 |
| Tabla 160. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga San Juan de Tocagua. ....                                       | 261 |
| Tabla 161. Porcentaje de cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la ciénaga San Juan de Tocagua.....                                                | 261 |
| Tabla 162. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Manatí.....                                           | 263 |
| Tabla 163. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Manatí.....                                     | 264 |
| Tabla 164. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                                                             | 267 |
| Tabla 165. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Los Manatíes.....                                                                      | 268 |
| Tabla 166. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Los Manatíes.....                                | 268 |
| Tabla 167. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga Manatí. ....                                              | 271 |
| Tabla 168. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga Manatí.....                          | 272 |
| Tabla 169. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica. ....                                                                                  | 274 |
| Tabla 170. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Manatí. ....                                                    | 275 |
| Tabla 171. Porcentaje de cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la ciénaga Manatí.....                                                             | 275 |





|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 11 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

|                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 172. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la ciénaga Luruaco. ....                                         | 276 |
| Tabla 173. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga Luruaco. ....                                                             | 277 |
| Tabla 174. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga Luruaco. ....                                                      | 278 |
| Tabla 175. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                                                             | 281 |
| Tabla 176. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Luruaco. ....                                                                          | 282 |
| Tabla 177. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Luruaco. ....                                    | 283 |
| Tabla 178. Índices ecológicos aplicados a la comunidad zooplanctónica en la ciénaga de Luruaco. ....                                                     | 286 |
| Tabla 179. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la ciénaga Luruaco. ....                                             | 287 |
| Tabla 180. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) de las morfoespecies perifíticas en la ciénaga Luruaco. ....                                                  | 288 |
| Tabla 181. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la ciénaga Luruaco. ....                                                          | 288 |
| Tabla 182. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica. ....                                                                                  | 291 |
| Tabla 183. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Luruaco. ....                                       | 293 |
| Tabla 184. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco. .... | 293 |
| Tabla 185. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces de la ciénaga de Luruaco. ....                                                              | 296 |
| Tabla 186. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces de la ciénaga de Luruaco. ....                                     | 297 |
| Tabla 187. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Paraíso. ....                                         | 300 |
| Tabla 188. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Paraíso. ....                                   | 302 |
| Tabla 189. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                                                             | 304 |
| Tabla 190. Clasificación taxonómica del zooplancton en la ciénaga el Paraíso. ....                                                                       | 305 |
| Tabla 191. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga el Paraíso. ....                               | 305 |
| Tabla 192. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga el Paraíso. ....                                                     | 307 |
| Tabla 193. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga Paraíso. ....                                             | 308 |
| Tabla 194. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga Paraíso. ....                        | 308 |
| Tabla 195. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica. ....                                                                                  | 310 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 12 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

|                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 196. Clasificación taxonómica de las especies icticas reportadas en la ciénaga Paraíso..                                | 312 |
| Tabla 197. Abundancia y abundancia relativa de especies icticas reportadas en la ciénaga Paraíso.<br>.....                    | 312 |
| Tabla 198. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Paraíso.<br>.....                    | 313 |
| Tabla 199. Porcentaje de cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la ciénaga Paraíso. ....                                | 313 |
| Tabla 200. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Mallorquín.....            | 314 |
| Tabla 201. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Mallorquín. .                                  | 317 |
| Tabla 202. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Mallorquín.<br>.....                    | 319 |
| Tabla 203. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                                  | 324 |
| Tabla 204. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Mallorquín. ....                                            | 325 |
| Tabla 205. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Mallorquín..                                    | 326 |
| Tabla 206. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Mallorquín<br>.....                      | 326 |
| Tabla 207. Índices ecológicos aplicados a la comunidad zooplanctónica en el río Magdalena.                                    | 329 |
| Tabla 208. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Mallorquín. ....   | 331 |
| Tabla 209. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mallorquín..... | 331 |
| Tabla 210. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mallorquín.....        | 331 |
| Tabla 211. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga El Rincón.....             | 335 |
| Tabla 212. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga El Rincón. ....                                | 337 |
| Tabla 213. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga El Rincón.<br>.....                     | 338 |
| Tabla 214. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                                  | 343 |
| Tabla 215. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de Zooplancton observadas en la ciénaga del Rincón. ....             | 344 |
| Tabla 216. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga del Rincón. .                                   | 345 |
| Tabla 217. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga del Rincón.<br>.....                     | 345 |
| Tabla 218. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton. ....                                                   | 349 |
| Tabla 219. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga El Rincón.....        | 350 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 13 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

|                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 220. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Rincón. .... | 350 |
| Tabla 246. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Rincón. ....        | 351 |
| Tabla 222. Clasificación taxonómica de especies icticas reportadas en la ciénaga el rincón.....                               | 352 |
| Tabla 223. Abundancia de las especies de peces reportadas en la ciénaga el Rincón.....                                        | 352 |
| Tabla 224. Abundancia relativa (%) de las especies de peces reportadas en la ciénaga el Rincón. ....                          | 352 |
| Tabla 225. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Balboa. ....               | 354 |
| Tabla 226. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Balboa.....                                    | 355 |
| Tabla 227. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Balboa. ....                            | 355 |
| Tabla 228. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                                  | 359 |
| Tabla 229. Clasificación de las morfoespecies de zooplancton observadas en la ciénaga de Balboa.....                          | 361 |
| Tabla 230. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga de Balboa.....        | 361 |
| Tabla 231. Clasificación taxonómica de la especie reportada en la ciénaga de Balboa.....                                      | 366 |
| Tabla 232. Abundancia (Individuos) y Abundancia relativa de la especie reportada en la ciénaga de Balboa .....                | 366 |
| Tabla 233. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Los Manatíes. ....         | 367 |
| Tabla 234. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Los Manatíes. ....   | 368 |
| Tabla 235. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                                  | 370 |
| Tabla 236. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Los Manatíes.....                                           | 371 |
| Tabla 237. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Los Manatíes.....     | 371 |
| Tabla 238. Clasificación taxonómica de la especie reportada en la ciénaga Los Manatíes. ....                                  | 374 |
| Tabla 239. Abundancia (Individuos) y Abundancia relativa de la especie reportada en la ciénaga Los Manatíes.....              | 374 |
| Tabla 240. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la ciénaga del Totumo. ....           | 375 |
| Tabla 241. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga del Totumo..                                   | 376 |
| Tabla 242. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga del Totumo. ....                        | 376 |
| Tabla 243. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica. ....                                                  | 380 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 14 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

|                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 244. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton observadas en ciénaga el Totumo. ....                                           | 381 |
| Tabla 245. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga El Totumo.....                                  | 381 |
| Tabla 246. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga del Totumo. ....                                         | 385 |
| Tabla 247. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga del Totumo.....                     | 386 |
| Tabla 248. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica. ....                                                                                 | 388 |
| Tabla 249. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga el Totumo.....                                           | 388 |
| Tabla 250. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Totumo. .... | 388 |
| Tabla 251. Clasificación taxonómica de la especie reportada en la ciénaga del Totumo.....                                                               | 389 |
| Tabla 252. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la especie íctica en la ciénaga del Totumo. ....                                        | 390 |
| Tabla 253. Anexos del informe técnico. ....                                                                                                             | 445 |
| Tabla 230. Históricos de cambios. ....                                                                                                                  | 446 |





## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fotografía 1. Toma de muestras de fitoplancton en campo.....                   | 56 |
| Fotografía 2. Toma de muestras de zooplancton en campo. ....                   | 58 |
| Fotografía 3. Toma de muestras de Macroinvertebrados bentónicos en campo. .... | 59 |
| Fotografía 4. Toma de muestras de Macroinvertebrados bentónicos en campo. .... | 60 |
| Fotografía 5. Toma de muestras de Macroinvertebrados bentónicos en campo. .... | 61 |





## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Ciénaga de Mesolandia y puntos de muestreo.....           | 31 |
| Figura 2. Ciénaga de Malambo y puntos de muestreo. ....             | 32 |
| Figura 3. Ciénaga de Sabanagrande y puntos de muestreo. ....        | 33 |
| Figura 4. Ciénaga de Santo Tomás y puntos de muestreo. ....         | 34 |
| Figura 5. Ciénaga el Paraíso y puntos de muestreo.....              | 35 |
| Figura 6. Ciénaga el Uvero y puntos de muestreo.....                | 36 |
| Figura 7. Ciénaga Larga y punto de muestreo. ....                   | 37 |
| Figura 8. Ciénaga Manatí y punto de muestreo. ....                  | 38 |
| Figura 9. Ciénaga la Luisa y puntos de muestreo. ....               | 39 |
| Figura 10. Río Magdalena y puntos de muestreo. ....                 | 41 |
| Figura 11. Embalse El Guájaro y puntos de muestreo.....             | 42 |
| Figura 12. Ciénaga de Tocagua y puntos de muestreo. ....            | 43 |
| Figura 13. Ciénaga de Luruaco y puntos de muestreo.....             | 44 |
| Figura 14. Ciénaga del Totumo y puntos de muestreo. ....            | 46 |
| Figura 15. Ciénaga de Balboa y puntos de muestreo. ....             | 47 |
| Figura 16. Ciénaga de Mallorquín y puntos de muestreo.....          | 48 |
| Figura 17. Ciénaga los Manatíes y puntos de muestreo.....           | 49 |
| Figura 18. Ciénaga del Rincón y puntos de muestreo.....             | 50 |
| Figura 19. Localización geográfica de los puntos de monitoreo ..... | 54 |



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfica 1. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga Malambo. ....                                 | 72  |
| Gráfica 2. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la ciénaga Malambo. ....                     | 73  |
| Gráfica 3 Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la ciénaga Malambo por punto de monitoreo. ....          | 73  |
| Gráfica 4. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en la ciénaga de Malambo. ....                               | 77  |
| Gráfica 5. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga de Malambo. ....                                  | 78  |
| Gráfica 6. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en la ciénaga de Malambo. ....                                    | 79  |
| Gráfica 7. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga Malambo. ....                       | 83  |
| Gráfica 8. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la ciénaga Malambo. ....                          | 84  |
| Gráfica 9. Contribución a la densidad total de las divisiones periféricas por punto de muestreo en la ciénaga Malambo. ....                           | 85  |
| Gráfica 10. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Malambo. .... | 89  |
| Gráfica 11. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga Malambo. ....                     | 90  |
| Gráfica 12. Contribución de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga Malambo. ....         | 90  |
| Gráfica 13. Abundancia (No. Individuos) y Riqueza (No. Especies) de la comunidad de peces en la ciénaga de Malambo. ....                              | 93  |
| Gráfica 14. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la Ciénaga Mesolandia. ....                             | 97  |
| Gráfica 15. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga Mesolandia. ....                 | 98  |
| Gráfica 16. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga Mesolandia por punto de monitoreo. ....     | 99  |
| Gráfica 17. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en la ciénaga Mesolandia ....                               | 102 |
| Gráfica 18. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Mesolandia. ....                                 | 103 |
| Gráfica 19. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en la ciénaga Mesolandia. ....                                   | 103 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 18 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

|                                                                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfica 20.. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mesolandia. .... | 107 |
| Gráfica 21. Contribución porcentual de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Mesolandia. ....                     | 108 |
| Gráfica 22. Contribución de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad por punto de monitoreo en la ciénaga de Mesolandia. ....               | 109 |
| Gráfica 23. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la Ciénaga Sabanagrande. ....                                  | 115 |
| Gráfica 24. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga Sabanagrande. ....                      | 116 |
| Gráfica 25. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga Sabanagrande por punto de monitoreo. ....          | 117 |
| Gráfica 26. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Sabanagrande. ....                                | 121 |
| Gráfica 27.. Contribución porcentual de la densidad total de los Phyla zooplanctónicas en la ciénaga Sabanagrande. ....                                      | 122 |
| Gráfica 28. Contribución a la densidad total de los Phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Sabanagrande. ....                                       | 122 |
| Gráfica 29. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la Ciénaga Sabanagrande. ....                        | 127 |
| Gráfica 30.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga Sabanagrande. ....                          | 128 |
| Gráfica 31. Contribución a la densidad total de las divisiones periféricas por punto de muestreo en la Ciénaga Sabanagrande. ....                            | 129 |
| Gráfica 32. Contribución porcentual de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Sabanagrande. ....                   | 132 |
| Gráfica 33. Abundancia (No. Individuos) y Riqueza (No. Especies) de la comunidad de peces en la ciénaga de Sabanagrande. ....                                | 134 |
| Gráfica 34. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la Ciénaga de Santo Tomás. ....                                | 139 |
| Gráfica 35. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga de Santo Tomás. ....                    | 140 |
| Gráfica 36. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga de Santo Tomás por punto de monitoreo. ....        | 141 |
| Gráfica 37.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Santo Tomás. ....                                | 145 |
| Gráfica 38. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Santo Tomás. ....                                       | 146 |
| Gráfica 39.. Contribución a la densidad total de los Phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Santo Tomás. ....                                       | 146 |





|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 19 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

|                                                                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfica 40. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la Ciénaga de Santo Tomás.....                       | 151 |
| Gráfica 41.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga de Santo Tomás.....                         | 152 |
| Gráfica 42. Contribución a la densidad total de las divisiones periféricas por punto de muestreo en la Ciénaga de Santo Tomás. ....                          | 152 |
| Gráfica 43.. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás..... | 155 |
| Gráfica 44. Contribución porcentual de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Santo Tomás. ....                    | 156 |
| Gráfica 45. Contribución de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Santo Tomás. ....        | 156 |
| Gráfica 46. Abundancia (No. Individuos) y Riqueza (No. Especies) de la comunidad de peces en la ciénaga de Santo Tomás.....                                  | 158 |
| Gráfica 47. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga El Uvero. ....                          | 162 |
| Gráfica 48. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla zooplanctónicos en la ciénaga El Uvero.....                                            | 166 |
| Gráfica 49. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga El Uvero. ....                               | 169 |
| Gráfica 50. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Uvero.....                            | 172 |
| Gráfica 51. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga la Luisa.....                           | 177 |
| Gráfica 52. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga La Luisa.....                                           | 180 |
| Gráfica 53. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga la Luisa.....                                | 184 |
| Gráfica 54.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga La Larga. ....                         | 190 |
| Gráfica 55.. Contribución porcentual a la densidad total de las clases zooplanctonicas registrados en la Ciénaga La Larga.....                               | 193 |
| Gráfica 56. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga La Larga. ....                               | 196 |
| Gráfica 57. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en el Río Magdalena.....                                          | 202 |
| Gráfica 58. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en el Río Magdalena. ....                             | 203 |
| Gráfica 59. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctonicas registradas en el Río Magdalena por punto de monitoreo.....                  | 204 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 20 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

|                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfica 60. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en Río Magdalena.....                              | 207 |
| Gráfica 61.. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla zooplanctónicos en el Río Magdalena. ....                                           | 208 |
| Gráfica 62. Contribución a la densidad total de los phyla zooplanctónicos en los puntos de monitoreo en el Río Magdalena .....                             | 209 |
| Gráfica 63. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en el Embalse El Guájaro. ....                                  | 220 |
| Gráfica 64. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en el Embalse El Guájaro. ....                      | 221 |
| Gráfica 65. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en el Embalse El Guájaro por punto de monitoreo. ....          | 222 |
| Gráfica 66. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en el embalse el Guájaro. ....                                   | 228 |
| Gráfica 67. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en el embalse el Guájaro .....                                      | 229 |
| Gráfica 68. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en el embalse el Guájaro. ....                                        | 230 |
| Gráfica 69.. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en el Embalse El Guájaro. ....                       | 235 |
| Gráfica 70.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en el Embalse El Guájaro. ....                          | 236 |
| Gráfica 71.. Contribución a la densidad total de las divisiones periféricas por punto de muestreo en el Embalse El Guájaro.....                            | 237 |
| Gráfica 72. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en El Embalse El Guájaro.....    | 240 |
| Gráfica 73.. Contribución a la densidad total de los phylum de macroinvertebrados bentónicos registrados en el Embalse El Guájaro. ....                    | 241 |
| Gráfica 74.. Contribución de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad por punto de monitoreo en el Embalse El Guájaro. ....                | 242 |
| Gráfica 75.. Abundancia (No. Individuos) y Riqueza (No. Especies) de la comunidad de peces en el Embalse el Guájaro. ....                                  | 244 |
| Gráfica 76.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la Ciénaga San Juan de Tocagua.....                         | 249 |
| Gráfica 77. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga San Juan de Tocagua.....              | 250 |
| Gráfica 78.. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga San Juan de Tocagua por punto de monitoreo..... | 251 |
| Gráfica 79.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Tocagua .....                                  | 254 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 21 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfica 80. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Tocagua .....                                        | 255 |
| Gráfica 81.. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua. .... | 258 |
| Gráfica 82.. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Tocagua.....                      | 259 |
| Gráfica 83.. Contribución de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Tocagua.....          | 260 |
| Gráfica 84.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga Manatí.....                         | 266 |
| Gráfica 85.. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Los Manatíes.....                                   | 269 |
| Gráfica 86. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga Manatí.....                               | 273 |
| Gráfica 87.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga Luruaco.....                                    | 279 |
| Gráfica 88.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la ciénaga Luruaco.....                        | 280 |
| Gráfica 88.. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la ciénaga Luruaco por punto de monitoreo.....            | 280 |
| Gráfica 90.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Luruaco. ....                                 | 284 |
| Gráfica 91.. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Luruaco. ....                                       | 285 |
| Gráfica 92.. Contribución de las phyla de zooplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Luruaco.....                            | 285 |
| Gráfica 93. Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga Luruaco. ....                          | 289 |
| Gráfica 94.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la ciénaga Luruaco .....                            | 290 |
| Gráfica 95.. Contribución a la densidad total de las divisiones periféricas por punto de muestreo en la ciénaga Luruaco. ....                             | 291 |
| Gráfica 96.. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco. .... | 294 |
| Gráfica 97.. Contribución porcentual de los órdenes de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Luruaco.....                    | 295 |
| Gráfica 98.. Contribución de las órdenes de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Luruaco.....        | 296 |
| Gráfica 99. Abundancia (Individuos) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Peces en la ciénaga de Luruaco. ....                                 | 298 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 22 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

|                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfica 100.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga Paraíso.....                         | 303 |
| Gráfica 101. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga el Paraíso.....                                       | 306 |
| Gráfica 102. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga Paraíso.....                               | 310 |
| Gráfica 103.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la Ciénaga Mallorquín.....                                  | 321 |
| Gráfica 104.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga Mallorquín.....                      | 322 |
| Gráfica 105.. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctonicas registradas en la Ciénaga Mallorquín por punto de monitoreo.....          | 323 |
| Gráfica 106. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Mallorquín.....                                    | 327 |
| Gráfica 107. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Mallorquín.....                                       | 328 |
| Gráfica 108. Contribución de las Phyla zooplanctónicas a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga Mallorquín .....                            | 328 |
| Gráfica 109. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mallorquín..... | 332 |
| Gráfica 110. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Mallorquín.....                     | 333 |
| Gráfica 111. Contribución l de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Mallorquín.....       | 334 |
| Gráfica 112.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la Ciénaga El Rincón.....                                   | 340 |
| Gráfica 113. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga El Rincón.....                        | 341 |
| Gráfica 114. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga El Rincón por punto de monitoreo.....            | 342 |
| Gráfica 115. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga del Rincón.....                                    | 346 |
| Gráfica 116.. Contribución porcentual de las Phyla de Zooplancton a la densidad total en la ciénaga del Rincón.....                                         | 347 |
| Gráfica 117. Contribución de las Phyla zooplanctónicas a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga del Rincón.....                             | 348 |
| Gráfica 118. Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) y Riqueza (No.Morfoespecies) de macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga El Rincón.....  | 351 |
| Gráfica 119. Abundancia (No. Individuos) y Riqueza (No. Especies) de la comunidad de peces en la ciénaga de Luruaco.....                                    | 353 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 23 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

|                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfica 120. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la Ciénaga Balboa.....                              | 357 |
| Gráfica 121. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga Balboa.....                  | 358 |
| Gráfica 122. Contribución a la densidad total de las clases fitoplanctonicas registradas en la Ciénaga Balboa por punto de monitoreo.....          | 358 |
| Gráfica 123. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en la ciénaga de Balboa.....                            | 362 |
| Gráfica 124. Contribución porcentual de las phyla zooplanctónicos a la densidad total en la ciénaga de Balboa.....                                 | 363 |
| Gráfica 125. Contribución I de las phyla de zooplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Balboa. ....                   | 364 |
| Gráfica 126. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga Los Manatíes. ....           | 369 |
| Gráfica 127. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Los Manatíes.....                            | 372 |
| Gráfica 128. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la ciénaga del Totumo. ....                         | 377 |
| Gráfica 129. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la ciénaga del Totumo.....              | 378 |
| Gráfica 130. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctonicas registradas en la ciénaga del Totumo por punto de monitoreo. .... | 379 |
| Gráfica 131. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga el Totumo.....                            | 382 |
| Gráfica 132. Contribución porcentual de las phyla zooplanctónicos a la densidad total en la ciénaga el Totumo.....                                 | 383 |
| Gráfica 133.. Contribución de las phyla de zooplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga el Totumo.....                     | 384 |
| Gráfica 134.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga del Totumo. ....                 | 387 |





# 1. INTRODUCCIÓN

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A.**, contrató los servicios de **SERAMBIENTE S.A.S.**, para desarrollar una caracterización de comunidades hidrobiológicas en cincuenta y tres (53) puntos, ubicados en las ciénagas del departamento del Atlántico. 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 24,25, 26,27, 28,31 de julio y 02 de agosto de 2023 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, 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 hidrobiológicas de los cuerpos de agua lénticos del Departamento del Atlántico durante julio y agosto de 2023 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, perifiton, macroinvertebrados bentónicos, peces y macrófitas acuáticas) 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 Normativa aplicable

En 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.

### 3.2 Información de la empresa

**Razón social:** Corporación Autónoma Regional del Atlántico-C.R.A.

**Correo contacto ambiental:** rcotamo@crautonomia.gov.co

**Departamento:** Departamento del Atlántico

**Municipio** Barranquilla

**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.

### 3.3 Responsables del informe

**Elaboró:**

Valentina Tovar Redondo

**Revisó:**



*Maria Oviedo*

María Angélica Oviedo Prasca

**Aprobó:**

*Maria José Silva Mejía*

María José Silva Mejía

### 3.4 Empresa responsable del estudio

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO-C.R.A.**, contrató los servicios de **Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. -SERAMBIENTE S.A.S.**, para desarrollar el estudio de caracterización de comunidades hidrobiológicas en las ciénagas del departamento del Atlántico. SERAMBIENTE S.A.S., es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM, a través de la Resolución 2577 de 2022<sup>1</sup> para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes; ubicada en la carrera 41 # 73B-72 en la ciudad de Barranquilla. El laboratorio responsable de cada uno de los análisis de la muestra y su respectiva resolución de acreditación ante el IDEAM se detalla en la **Tabla 1**.

**Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.**

| Laboratorio        | Parámetro                     | Resolución de acreditación |
|--------------------|-------------------------------|----------------------------|
| SERAMBIENTE S.A.S. | Zooplankton                   | Resolución 2577 de 2022    |
|                    | Fitoplancton                  |                            |
|                    | Macrófitas acuáticas          |                            |
|                    | Macroinvertebrados Bentónicos |                            |
|                    | Perifiton                     |                            |
|                    | Peces                         |                            |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

<sup>1</sup> La presente resolución se encuentra vigente hasta tanto no se emita una nueva resolución de acreditación por parte del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, lo anteriormente indicado se encuentra soportado bajo Radicado No.: 20236010035891 del 26 de mayo de 2023

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 28 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

Asimismo, la **Tabla 2**, contiene el número de identificación asignado por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las muestras.

**Tabla 2. Identificación de la muestra.**

| Sitio de muestreo            |            | Ciénagas del departamento del Atlántico        |                             |                 |
|------------------------------|------------|------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Tipo de estudio              |            | Caracterización de comunidades hidrobiológicas |                             |                 |
| Identificación de la muestra | No.Reporte | Fecha                                          | Ciénaga                     | Nombre de punto |
| 206215                       | 18761      | 27/07/2023                                     | Ciénaga Mesolandia          | P1              |
| 206216                       | 18761      |                                                |                             | P2              |
| 206217                       | 18761      | 24/07/2023                                     | Ciénaga de Malambo          | P1              |
| 206218                       | 18761      |                                                |                             | P2              |
| 206219                       | 18761      | 24/07/2023                                     | Ciénaga Sabanagrande        | P1              |
| 206220                       | 18761      |                                                |                             | P2              |
| 206221                       | 18761      | 25/07/2023                                     | Ciénaga Santo Tomás         | P1              |
| 206222                       | 18761      |                                                |                             | P2              |
| 206223                       | 18761      | 26/07/2023                                     | Ciénaga Paraíso             | P1              |
| 206224                       | 18761      |                                                | Ciénaga La Larga            | P1              |
| 206225                       | 18761      |                                                | Ciénaga La Luisa            | P1              |
| 206226                       | 18761      |                                                | Ciénaga Manatí              | P1              |
| 206227                       | 18761      |                                                | Ciénaga Uvero               | P1              |
| 206228                       | 18761      | 31/07/2023                                     | Ciénaga San Juan de Tocagua | P1              |
| 206229                       | 18761      |                                                |                             | P2              |
| 206230                       | 18761      | 31/07/2023                                     | Ciénaga Luruaco             | P1              |
| 206231                       | 18761      |                                                |                             | P2              |
| 206232                       | 18761      | 27/07/2023                                     | Ciénaga de Mallorquín       | P1              |
| 206233                       | 18761      |                                                |                             | P2              |
| 206234                       | 18761      |                                                |                             | P3              |
| 206235                       | 18761      |                                                |                             | P4              |
| 206236                       | 18761      |                                                |                             | P5              |
| 206237                       | 18761      |                                                |                             | P6              |
| 206238                       | 18761      |                                                |                             | P7              |
| 206239                       | 18761      | 27/07/2023                                     | Ciénaga Rincón              | P1              |
| 206240                       | 18761      |                                                |                             | P2              |
| 206241                       | 18761      |                                                |                             | P3              |
| 206242                       | 18761      |                                                |                             | P4              |
| 206243                       | 18761      |                                                |                             | P5              |
| 206244                       | 18761      |                                                |                             | P6              |
| 206245                       | 18761      | 28/07/2023                                     | Ciénaga Totumo              | P1              |
| 206246                       | 18761      |                                                |                             | P2              |
| 206251                       | 18761      | 1/08/2023                                      | Embalse El Guájaro          | P1              |
| 206252                       | 18761      |                                                |                             | P2              |
| 206253                       | 18761      |                                                |                             | P3              |
| 206254                       | 18761      |                                                |                             | P4              |
| 206255                       | 18761      |                                                |                             | P5              |
| 206256                       | 18761      |                                                |                             | P6              |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 29 de 446

| Sitio de muestreo            |            | Ciénagas del departamento del Atlántico        |                 |                 |
|------------------------------|------------|------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Tipo de estudio              |            | Caracterización de comunidades hidrobiológicas |                 |                 |
| Identificación de la muestra | No.Reporte | Fecha                                          | Ciénaga         | Nombre de punto |
| 206257                       | 18761      |                                                |                 | P7              |
| 206258                       | 18761      |                                                |                 | P8              |
| 206259                       | 18761      |                                                |                 | P9              |
| 206260                       | 18761      | 26/07/2023                                     | Río Magdalena   | P1              |
| 206261                       | 18761      | 2/08/2023                                      |                 | P2              |
| 206262                       | 18761      |                                                |                 | P3              |
| 206247                       | 18761      | 28/07/2023                                     | Ciénaga Balboa  | P1              |
| 206248                       | 18761      |                                                |                 | P2              |
| 206249                       | 18761      |                                                |                 | P3              |
| 206250                       | 18761      | 28/07/2023                                     | Ciénaga Manatés | P1              |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



## 4. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

### 4.1 Características del monitoreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la **CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO-C.R.A.**, los cuales fueron realizar la toma de muestra de los parámetros hidrobiológicos (fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados bentónicos, macrófitas acuáticas y peces) en 53 puntos de muestreo, ubicados en el área de estudio, con el fin de dar cumplimiento de lo establecido en el Plan de Acción Institucional 2020 - 2023. Cabe aclarar que en cuatro (4) puntos de no se pudo efectuar la toma de muestras debido a la alta cobertura vegetal.

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 (aquí se citan los métodos de análisis empleados). La toma de muestras se realizó los días 24,25, 26,27, 28,31 de julio y 02 de agosto de 2023. Así mismo, se efectuó la medición de los parámetros *in situ* pH, oxígeno disuelto, conductividad y temperatura.

El monitoreo se realizó siguiendo lo establecido en los procedimientos internos de SERAMBIENTE S.A.S. para monitoreo de comunidades hidrobiológicas 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 del punto de monitoreo, el cual se encuentra relacionado en el **Anexo 2**, formatos de campo (*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 3. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Mesolandia.**  
**Monitoreo Hidrobiológico**

**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).

Descripción

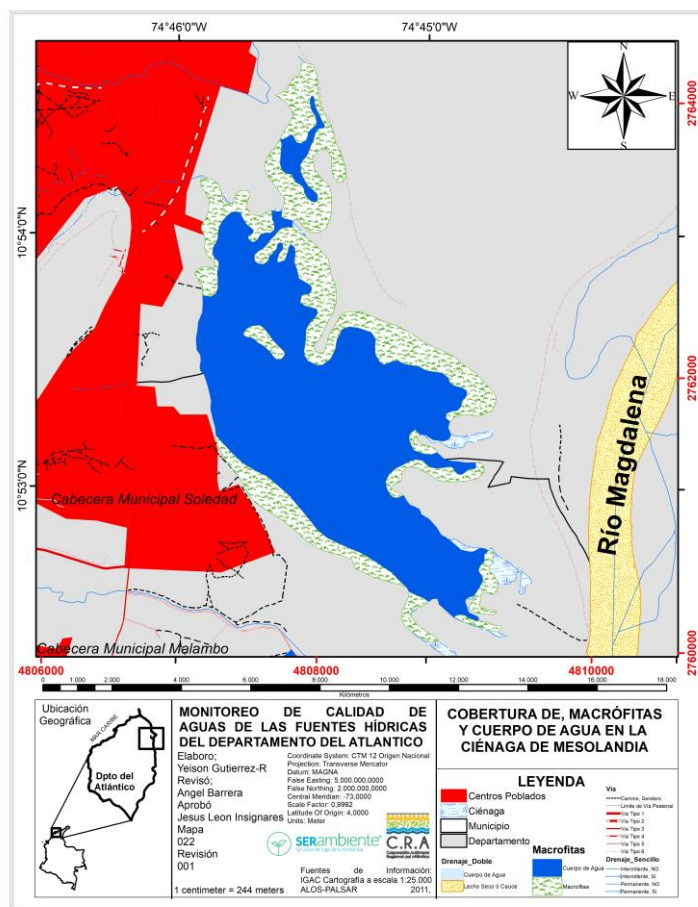


**Figura 1. Ciénaga de Mesolandia y puntos de muestreo.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

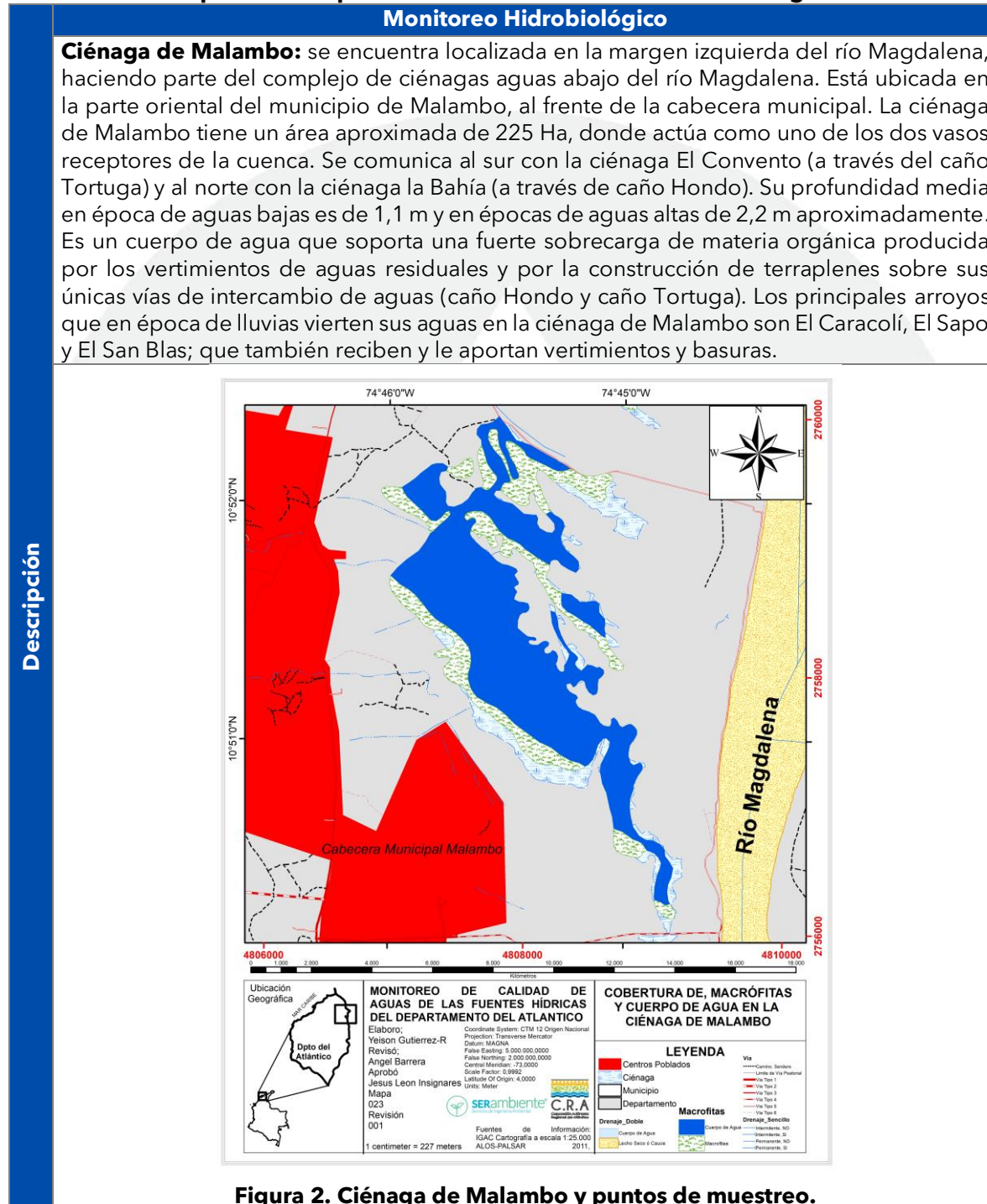
Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 32 de 446

#### 4.2.1.2 Ciénaga de Malambo

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



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



# INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

OT-8933-2-B-1348

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 33 de 446

## 4.2.1.3 Ciénaga de Sabanagrande

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

| Descripción | Monitoreo Hidrobiológico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p><b>Ciénaga de Sabanagrande:</b> 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> |

Figura 3. Ciénaga de Sabanagrande y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



# INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

OT-8933-2-B-1348

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 34 de 446

## 4.2.1.4 Ciénaga de Santo Tomás

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

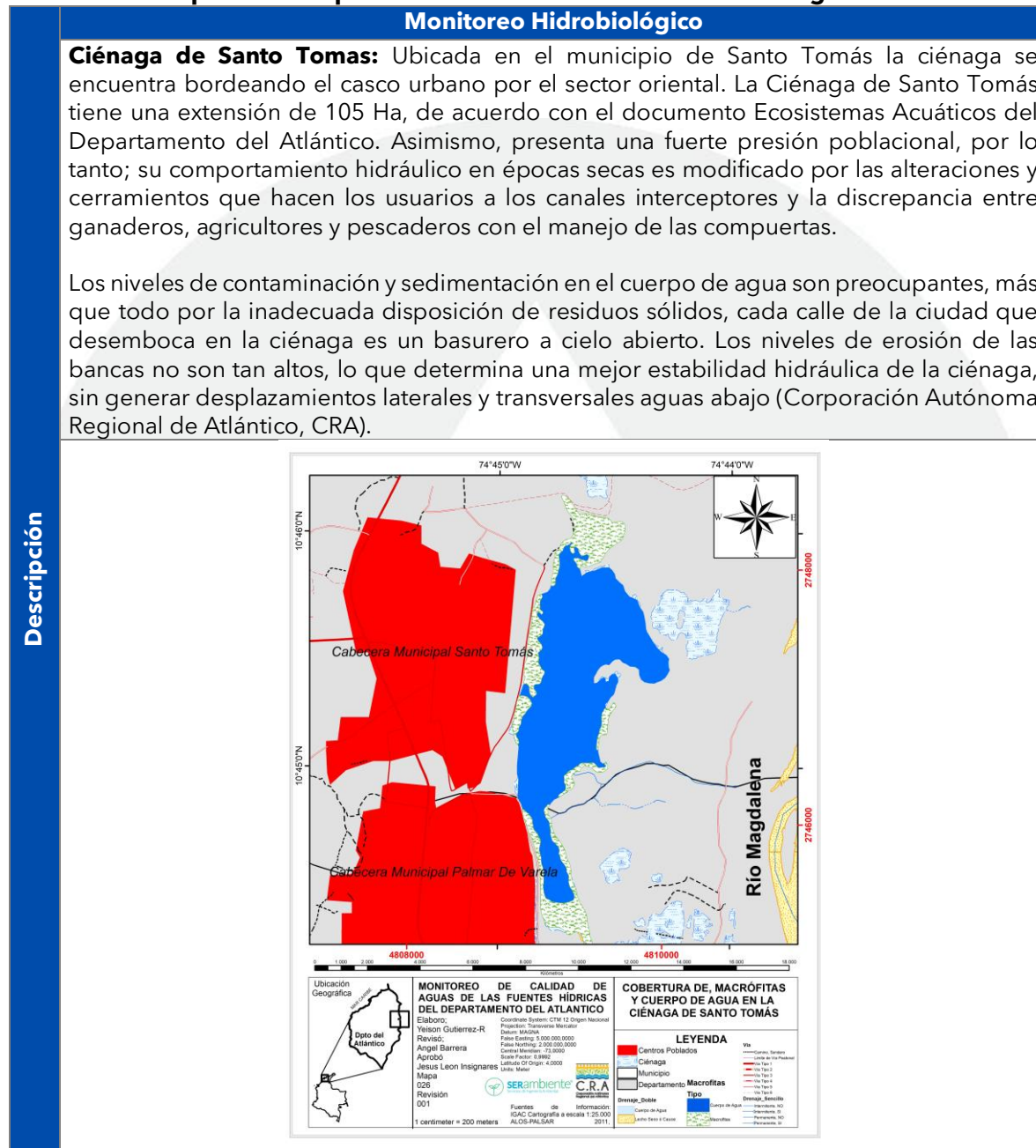


Figura 4. Ciénaga de Santo Tomás y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



SERambiente®  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
ALS Limited





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 35 de 446

## 4.2.1.5 Ciénaga el Paraíso

**Tabla 7. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Paraíso.**

Monitoreo Hidrobiológico

**Ciénaga el Paraíso :** Ubicada al sureste 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).

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).

**Ubicación Geográfica**

**MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO**

**COBERTURA DE MACROFITAS Y CUERPO DE AGUA EN LA CIÉNAGA DE PARAISO, LARGA Y MANATÍ**

**LEYENDA**

**Centros Poblados**

**Macrófitas**

**Tipos**

**Legenda**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tipos**

**Tip**

**Figura 5. Ciénaga el Paraíso y puntos de muestreo.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



# INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

OT-8933-2-B-1348

Código: FO-PO-PSM-74-01

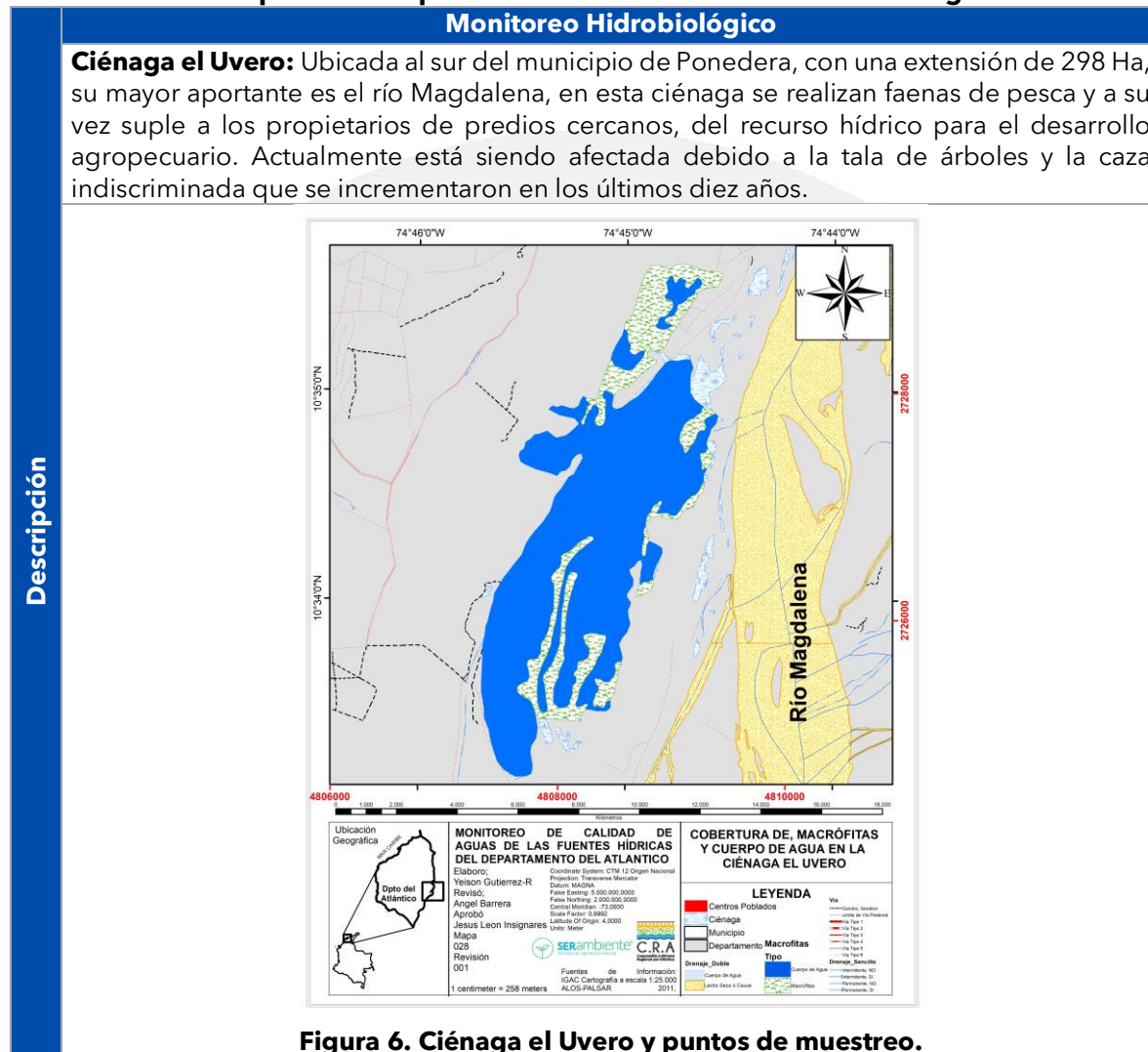
Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 36 de 446

## 4.2.1.6 Ciénaga el Uvero

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



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**





# INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

OT-8933-2-B-1348

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 37 de 446

## 4.2.1.7 Ciénaga La Larga

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

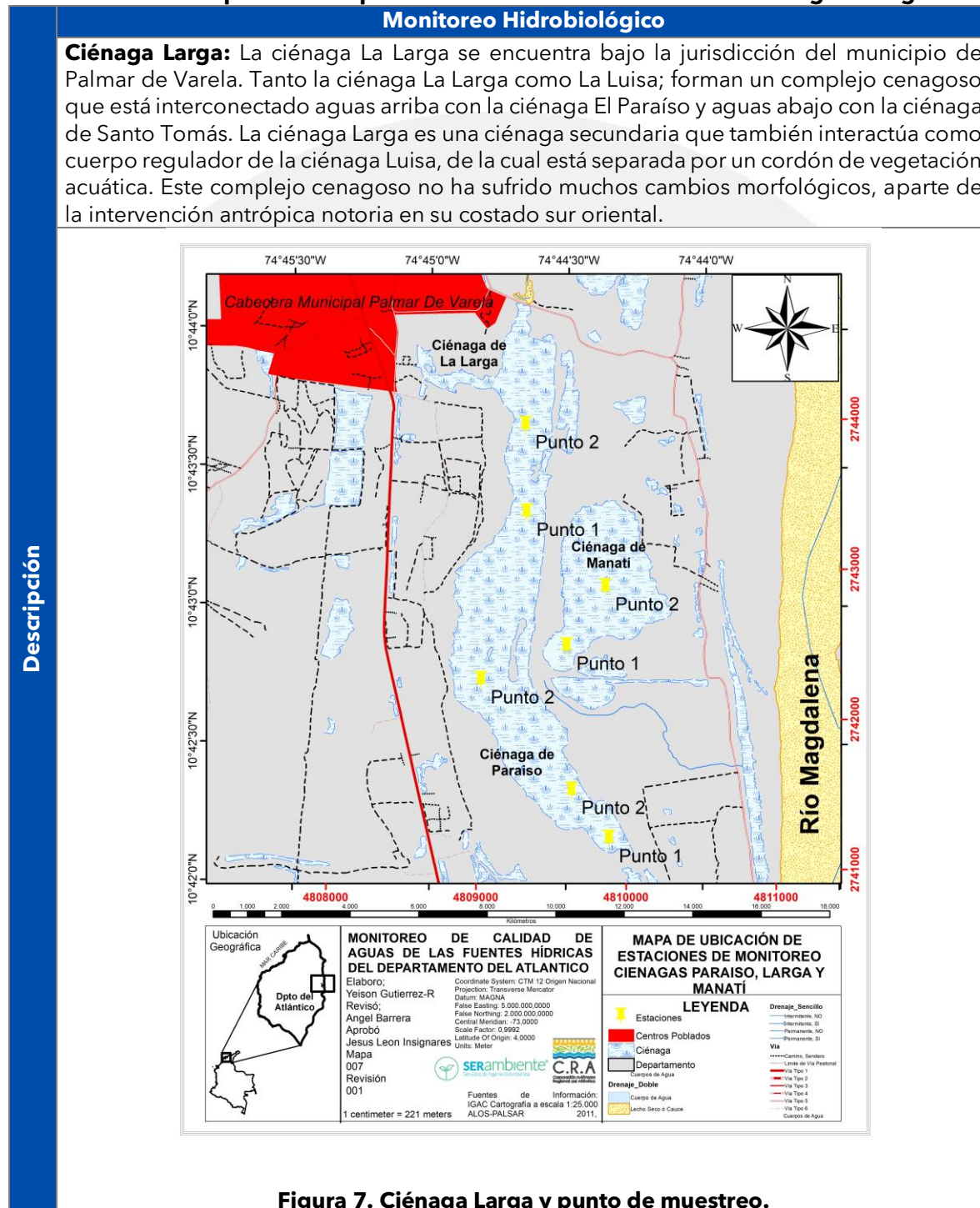


Figura 7. Ciénaga Larga y punto de muestreo.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



# INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

OT-8933-2-B-1348

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 38 de 446

## 4.2.1.8 Ciénaga Manatí

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

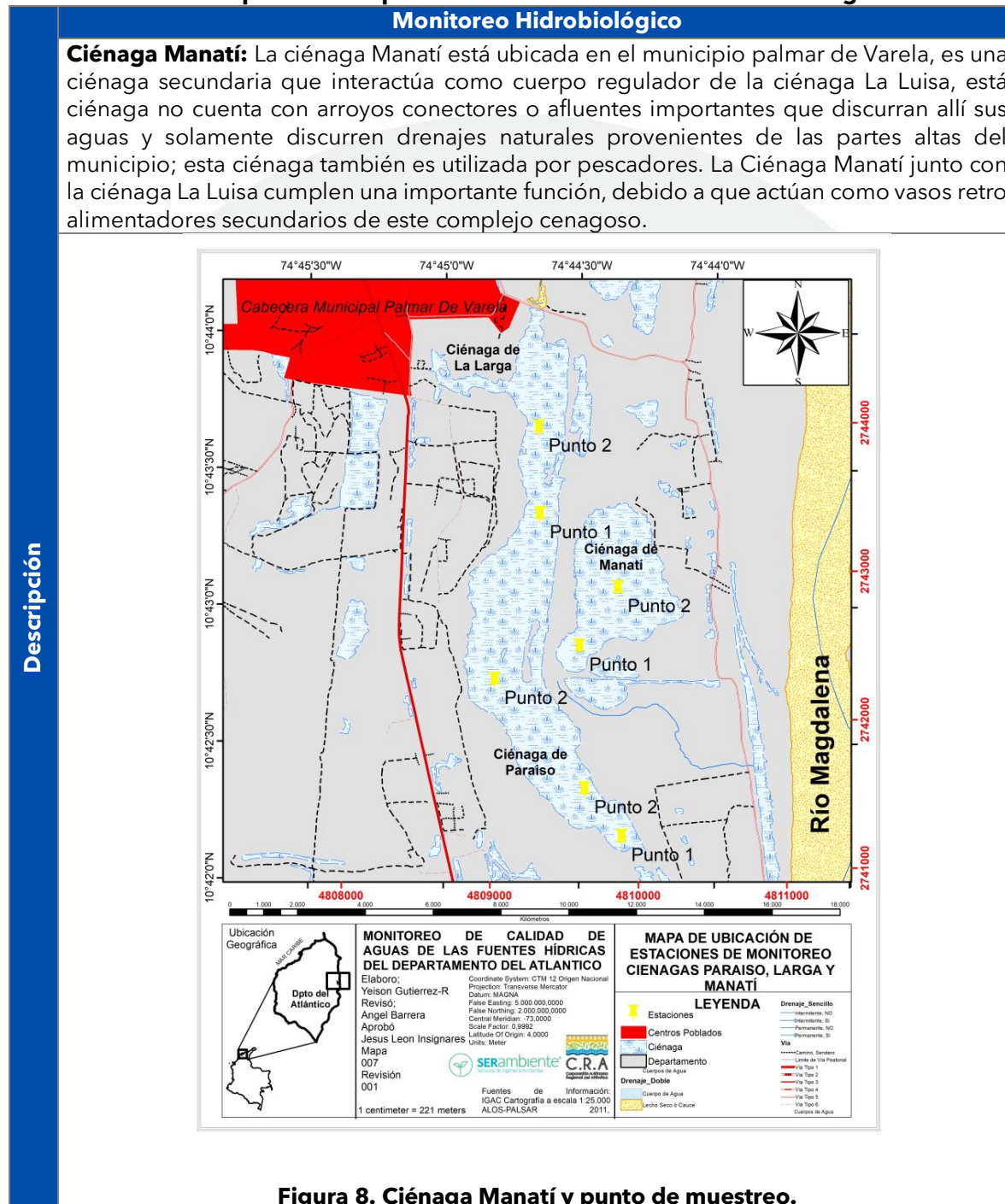


Figura 8. Ciénaga Manatí y punto de muestreo.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



#### 4.2.1.9 Ciénaga la Luisa

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

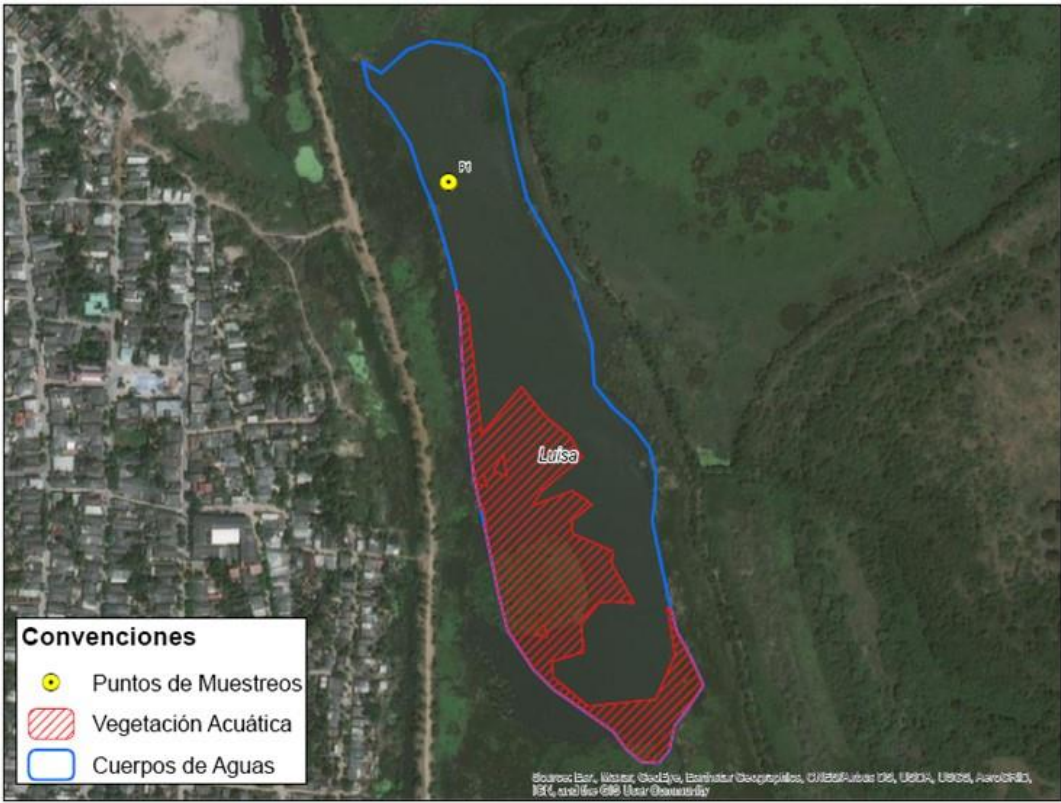
| Descripción | Monitoreo Hidrobiológico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p><b>Ciénaga la Luisa:</b> 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 discurran allí sus aguas, solamente discurren drenajes naturales provenientes de las partes altas del municipio.</p>  <p><b>Convenciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Puntos de Muestreos</li><li>Vegetación Acuática</li><li>Cuerpos de Aguas</li></ul> <p><small>Elaboración: SERambiente S.A.S., 2023. Fuente: SERambiente S.A.S., 2023.</small></p> |

Figura 9. Ciénaga la Luisa y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 40 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

### 1.1.1.2 Río Magdalena

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

| Monitoreo Hidrobiológico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descripción              | <p><b>Río Magdalena:</b> 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>/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 geoformas, 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 km<sup>3</sup>.</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> |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**  
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01  
Versión: 03  
Fecha: 07/09/2023  
Página 41 de 446

Descripción

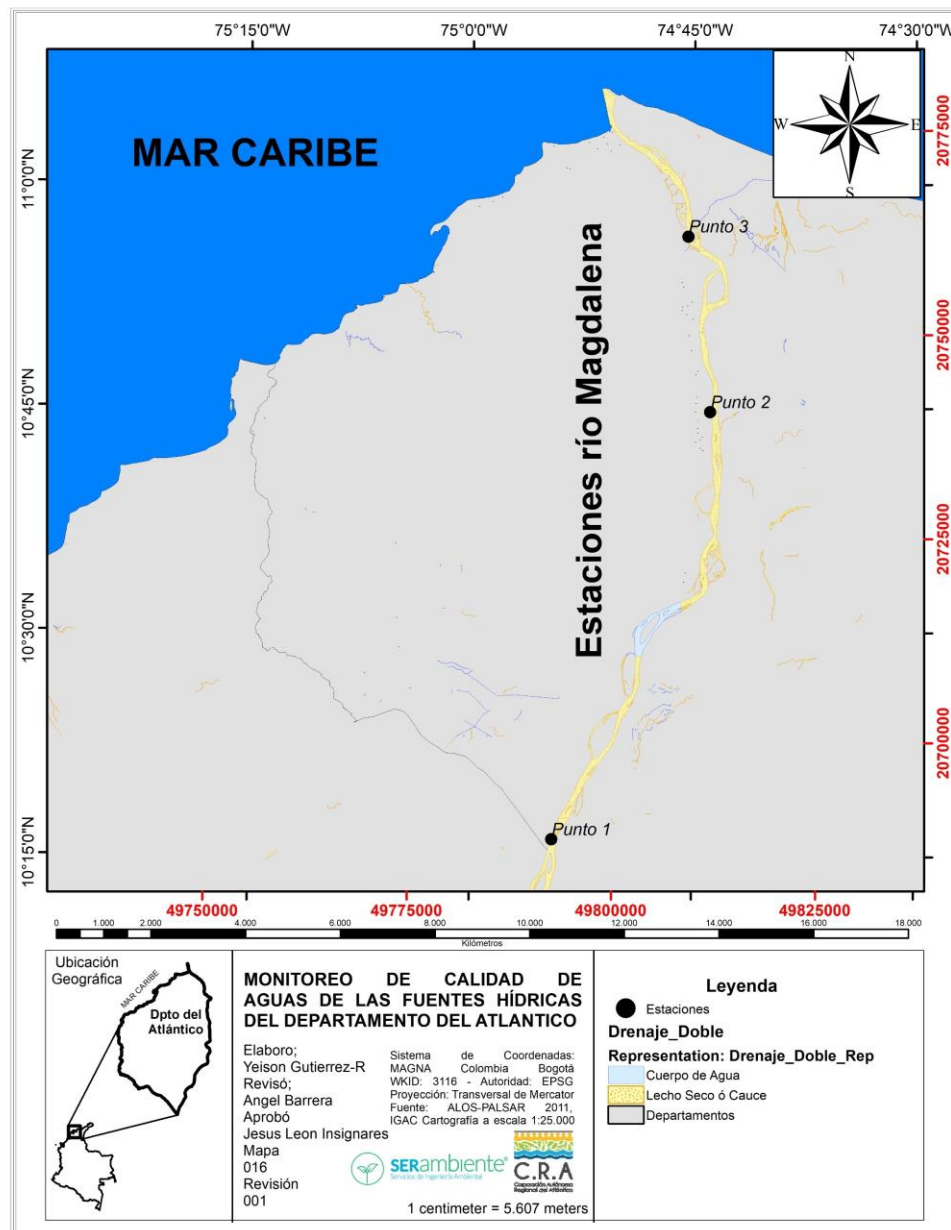


**Figura 10. Río Magdalena y puntos de muestreo.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



# INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

OT-8933-2-B-1348

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 42 de 446

## 4.2.2 Cuenca Canal del Dique

### 4.2.2.1 Embalse El Guájaro

**Tabla 13. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el Embalse El Guájaro.**  
**Monitoreo Hidrobiológico**

**Embalse El Guájaro:** El embalse se encuentra entre los municipios de Repelón, Manatí y Sabanalarga, estas zonas presentan climas tropicales, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es parcialmente nublada y es muy caliente y opresivo durante todo el año

Descripción

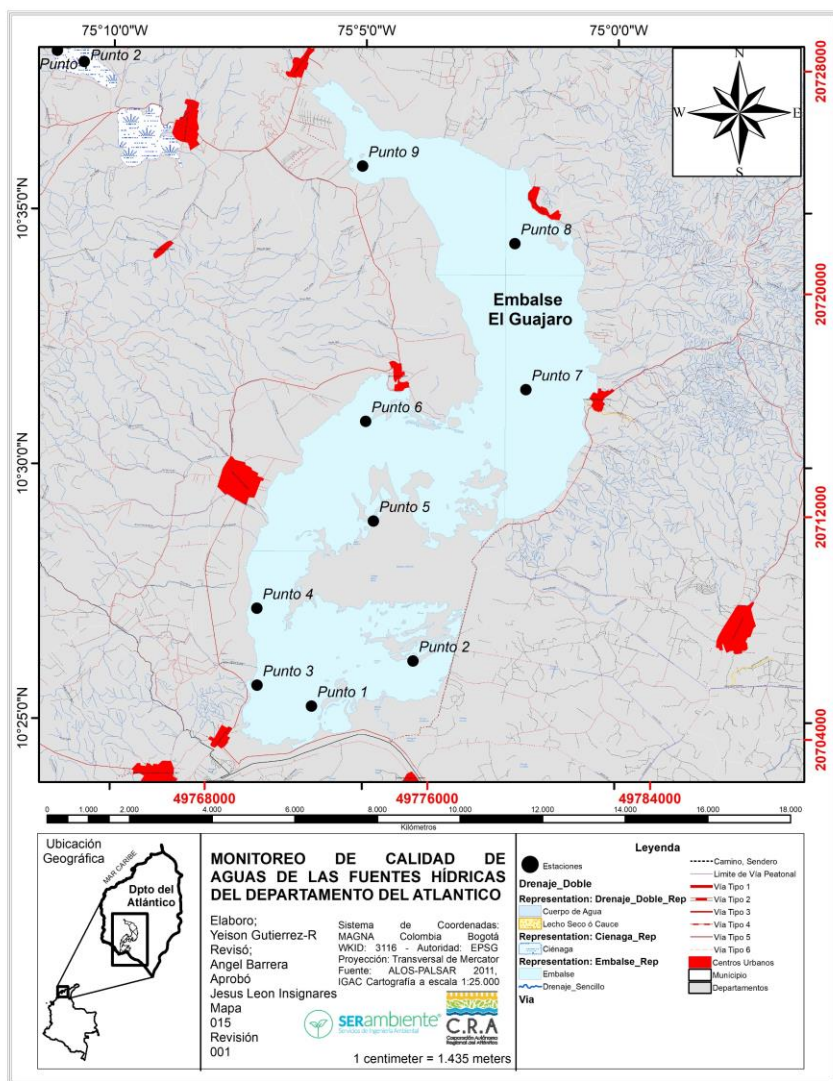


**Figura 11. Embalse El Guájaro y puntos de muestreo.**

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



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**





# INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

OT-8933-2-B-1348

Código: FO-PO-PSM-74-01

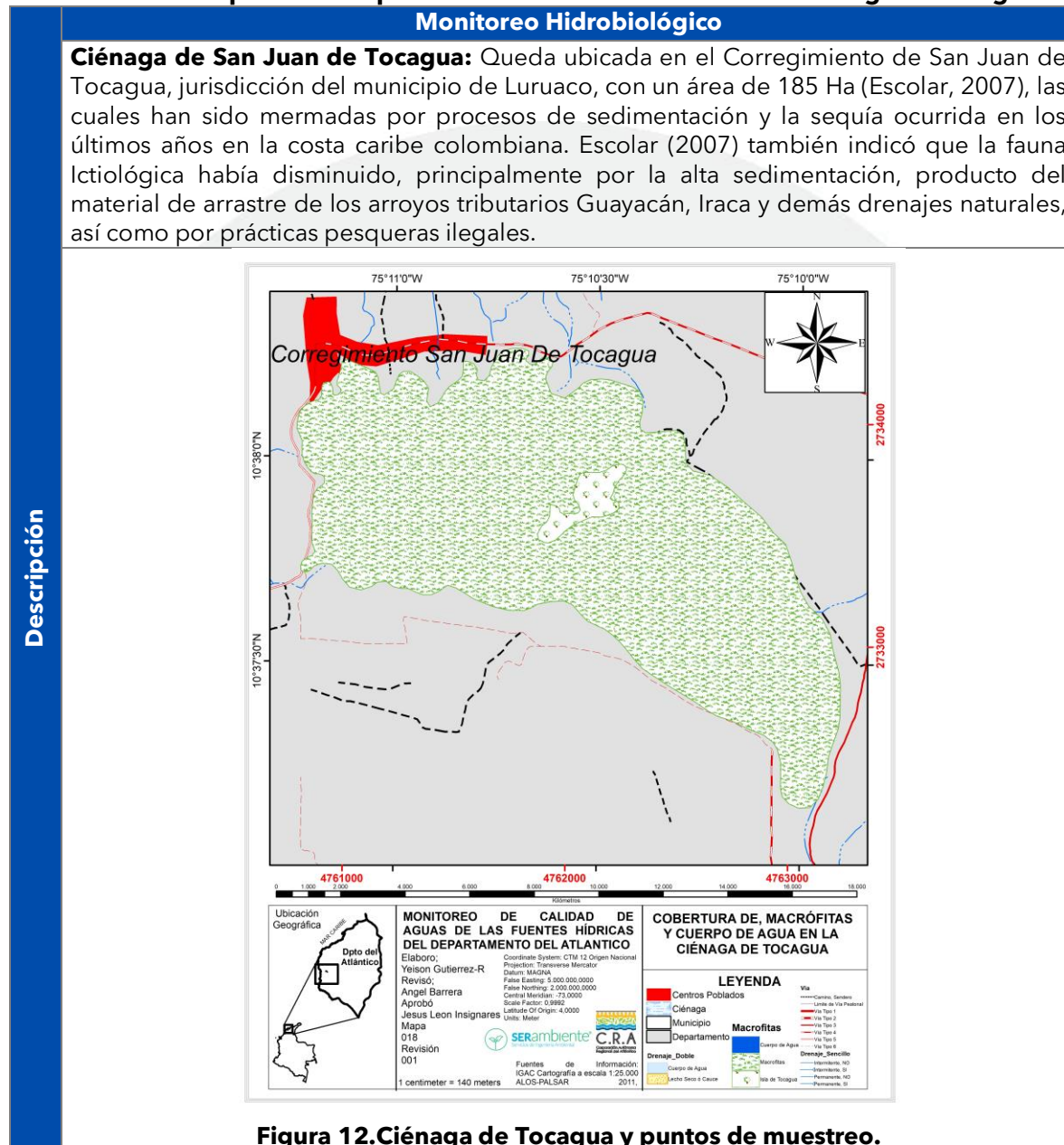
Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 43 de 446

## 4.2.2.2 Ciénaga de San Juan de Tocagua

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



SERambiente®  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
ALS Limited



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 45 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

## 4.2.3 Cuenca Litoral

### 4.2.3.1 Ciénaga del Totumo

**Tabla 16. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga del Totumo.**

| Monitoreo Hidrobiológico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descripción              | <p><b>Ciénaga del Totumo:</b> 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 et. al., 2007).</p> |















# INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

OT-8933-2-B-1348

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 49 de 446

## 4.2.3.4 Ciénaga Los Manatíes

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

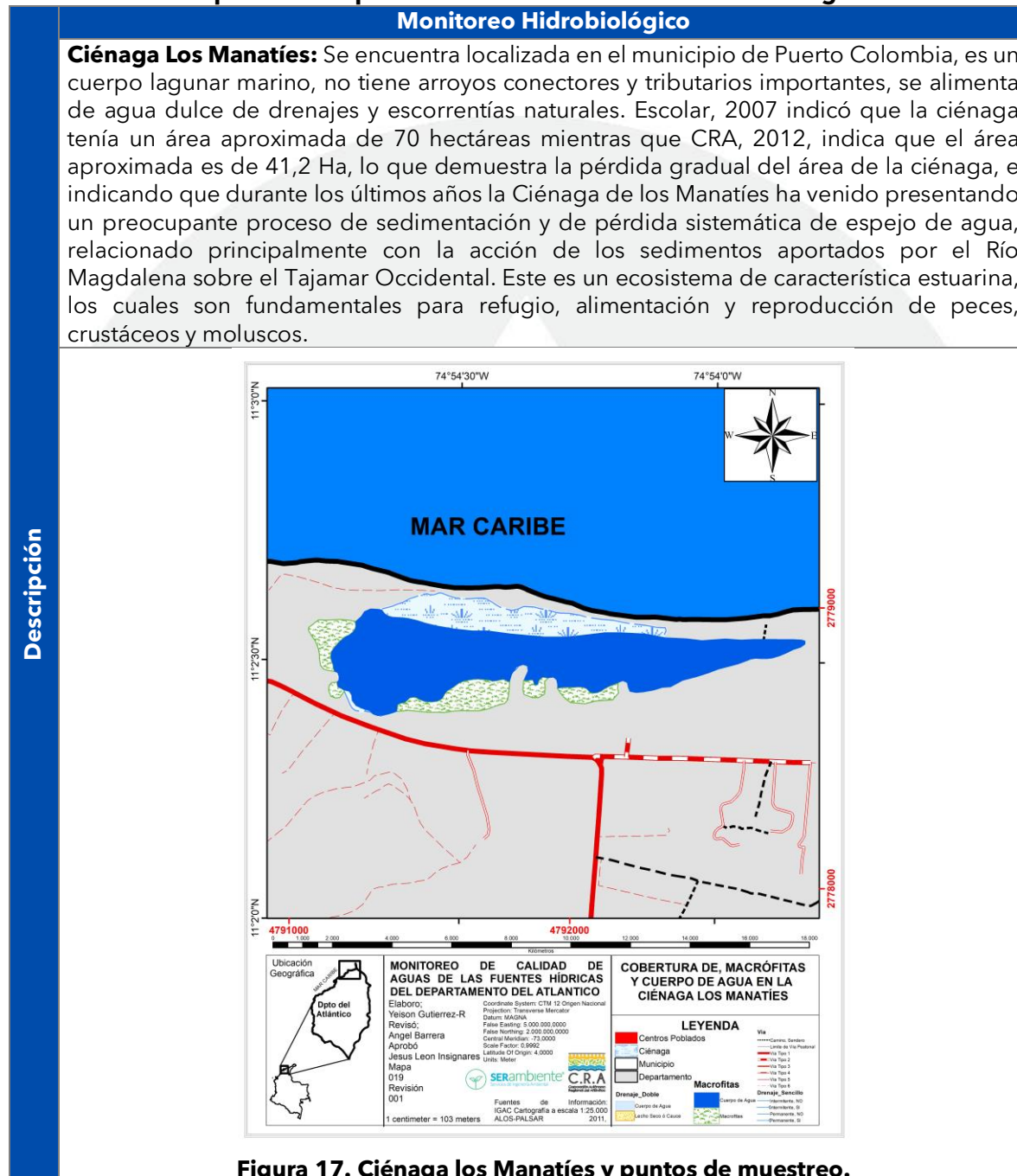


Figura 17. Ciénaga los Manatíes y puntos de muestreo.

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



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



### 1.1.1.3 Ciénaga del Rincón

**Tabla 20. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga del Rincón.**

| Descripción | Monitoreo Hidrobiológico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p><b>Ciénaga del Rincón:</b> 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> |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

**Figura 18. Ciénaga del Rincón y puntos de muestreo.**

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



### 4.3 Ubicación de los puntos de muestreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los puntos de monitoreo, los cuales se encuentran ubicados en las ciénagas el departamento del Atlántico.

Colocar información climática, y aspectos geográficos del área de estudio según lo que se encuentra en la bibliografía actual de la página [www.es.climate-data.org/](http://www.es.climate-data.org/).

El punto de monitoreo se ubicó de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional, las coordenadas se relacionan en la **Tabla 21** y la ubicación geográfica en la **Figura 19**.

**Tabla 21. Ubicación geográfica del punto de monitoreo.**

| Características del monitoreo                               |       |                    |                         |                          |                                  |                      |                                       |                 |
|-------------------------------------------------------------|-------|--------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Tipo de sistema                                             |       |                    |                         | Sistema léntico y lótico |                                  |                      |                                       |                 |
| Fecha: 24,25, 26,27, 28,31 de julio y 02 de agosto de 2023. |       |                    |                         | Georreferenciación       |                                  |                      |                                       |                 |
| ID                                                          | Hora  | Cota<br>(m.s.n.m ) | Ciénaga                 | Pu<br>nto                | Coordenadas<br>geográficas WGS84 |                      | Coordenadas<br>origen nacional<br>(m) |                 |
|                                                             |       |                    |                         |                          | W                                | N                    | X                                     | Y               |
| 206217                                                      | 9:18  | 2                  | Ciénaga de Malambo      | P1                       | 74° 45'<br>44,039" W             | 10° 51'<br>45,079" N | 480744<br>6,915                       | 275890<br>5,693 |
| 206218                                                      | 11:11 | 3                  | Ciénaga de Malambo      | P2                       | 74° 45'<br>27,011" W             | 10° 51'<br>14,080" N | 480795<br>8,394                       | 275795<br>0,548 |
| 206219                                                      | 13:40 | 4                  | Ciénaga de Sabanagrande | P1                       | 74° 44'<br>40,621" W             | 10° 47'<br>28,529" N | 480932<br>7,229                       | 275101<br>4,715 |
| 206220                                                      | 15:50 | 3                  | Ciénaga de Sabanagrande | P2                       | 74° 44'<br>48,390" W             | 10° 47'<br>13,031" N | 480908<br>8,591                       | 275054<br>0,046 |
| 206221                                                      | 8:30  | 5                  | Ciénaga de Santo Tomás  | P1                       | 74° 44'<br>47,159" W             | 10° 45'<br>18,410" N | 480910<br>5,919                       | 274701<br>9,309 |
| 206222                                                      | 11:00 | 4                  | Ciénaga De Santo Tomás  | P2                       | 74° 44'<br>43,148" W             | 10° 45'<br>43,988" N | 480923<br>2,189                       | 274780<br>4,234 |
| 206227                                                      | 9:11  | 3                  | Ciénaga El Uvero        | P1                       | 74° 45'<br>34,042" W             | 10° 33'<br>21,010" N | 480755<br>6,867                       | 272499<br>2,744 |
| 206223                                                      | 7:20  | 5                  | Ciénaga Paraíso         | P1                       | 74° 44'<br>20,321" W             | 10° 42'<br>9,072" N  | 480988<br>8,156                       | 274119<br>9,258 |
| 206225                                                      | 9:40  | 5                  | Ciénaga Luisa           | P1                       | 74° 44'<br>48,869" W             | 10° 44'<br>43,861" N | 480904<br>7,947                       | 274595<br>8,439 |
| 206168                                                      | 11:50 | 5                  | Ciénaga Larga           | P1                       | 74° 44'<br>38,782" W             | 10° 43'<br>19,740" N | 480933<br>9,666                       | 274337<br>2,956 |







**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 52 de 446

| Características del monitoreo                               |       |                    |                       |                         |                                  |                      |                                       |                 |
|-------------------------------------------------------------|-------|--------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Tipo de sistema                                             |       |                    |                       | Sistema lentic y lótico |                                  |                      |                                       |                 |
| Fecha: 24,25, 26,27, 28,31 de julio y 02 de agosto de 2023. |       |                    |                       | Georreferenciación      |                                  |                      |                                       |                 |
| ID                                                          | Hora  | Cota<br>(m.s.n.m.) | Ciénaga               | Punto                   | Coordenadas<br>geográficas WGS84 |                      | Coordenadas<br>origen nacional<br>(m) |                 |
|                                                             |       |                    |                       |                         | W                                | N                    | X                                     | Y               |
| 206224                                                      | 14:05 | 5                  | Ciénaga Manatí        | P1                      | 74° 44'<br>29,872" W             | 10° 42'<br>50,771" N | 480960<br>5,272                       | 274248<br>1,65  |
| 20626                                                       | 10:52 | 3                  | Río Magdalena         | P1                      | 74° 54'<br>25,470" W             | 10° 16'<br>4,220" N  | 479121<br>3,794                       | 269324<br>0,829 |
| 206261                                                      | 14:16 | 4                  | Río Magdalena         | P2                      | 74° 43'<br>50,680" W             | 10° 44'<br>41,880" N | 481081<br>4,926                       | 274588<br>7,585 |
| 206262                                                      | 10:15 | 3                  | Río Magdalena         | P3                      | 74° 45'<br>22,860" W             | 10° 56'<br>26,430" N | 480814<br>0,034                       | 276754<br>3,666 |
| 206232                                                      | 6:30  | 3                  | Ciénaga De Mallorquín | P1                      | 74° 52'<br>5,711" W              | 11° 2'<br>42,911" N  | 479598<br>3,99                        | 277918<br>1,443 |
| 206233                                                      | 7:45  | 0                  | Ciénaga De Mallorquín | P2                      | 74° 51'<br>8,050" W              | 11° 3'<br>5,461" N   | 479773<br>7,934                       | 277986<br>3,232 |
| 206234                                                      | 8:50  | 0                  | Ciénaga De Mallorquín | P3                      | 74° 50'<br>53,621" W             | 11° 2'<br>39,419" N  | 479817<br>0,798                       | 277906<br>0,583 |
| 206235                                                      | 22:00 | 1                  | Ciénaga De Mallorquín | P4                      | 74° 51'<br>33,750" W             | 11° 2'<br>18,798" N  | 479694<br>9,194                       | 277843<br>4,726 |
| 206236                                                      | 11:10 | 2                  | Ciénaga De Mallorquín | P5                      | 74° 50'<br>37,748" W             | 11° 2'<br>8,779" N   | 479864<br>6,621                       | 277811<br>6,464 |
| 206237                                                      | 12:25 | 3                  | Ciénaga De Mallorquín | P6                      | 74° 50'<br>3,149" W              | 11° 2'<br>34,091" N  | 479970<br>1,289                       | 277888<br>7,494 |
| 206238                                                      | 13:30 | 1                  | Ciénaga De Mallorquín | P7                      | 74° 50'<br>33,968" W             | 11° 3'<br>26,150" N  | 479877<br>5,973                       | 278049<br>2,34  |
| 206239                                                      | 8:22  | 8                  | Ciénaga Del Rincón    | P1                      | 74° 53'<br>24,580" W             | 11° 0'<br>57,438" N  | 479357<br>0,341                       | 277595<br>6,638 |
| 206240                                                      | 9:13  | 10                 | Ciénaga Del Rincón    | P2                      | 74° 53'<br>32,172" W             | 11° 0'<br>51,750" N  | 479333<br>8,83                        | 277578<br>3,371 |
| 206241                                                      | 13:07 | 11                 | Ciénaga Del Rincón    | P3                      | 74° 53'<br>45,128" W             | 11° 0'<br>59,551" N  | 479294<br>7,153                       | 277602<br>5,488 |
| 206242                                                      | 11:04 | 8                  | Ciénaga Del Rincón    | P4                      | 74° 53'<br>36,220" W             | 11° 1'<br>9,220" N   | 479321<br>9,374                       | 277632<br>0,78  |
| 206243                                                      | 13:50 | 5                  | Ciénaga Del Rincón    | P5                      | 74° 53'<br>35,801" W             | 11° 1'<br>0,520" N   | 479323<br>0,407                       | 277605<br>3,446 |
| 206244                                                      | 11:50 | 12                 | Ciénaga Del Rincón    | P6                      | 74° 53'<br>5,561" W              | 11° 1'<br>12,990" N  | 479415<br>0,511                       | 277643<br>0,718 |
| 206250                                                      | 13:06 | 4                  | Ciénaga Los Manatíes  | P1                      | 74° 54'<br>30,600" W             | 11° 2'<br>27,200" N  | 479158<br>4,376                       | 277872<br>6,627 |
| 206247                                                      | 9:19  | 4                  | Ciénaga De Balboa     | P1                      | 74° 57'<br>57,971" W             | 10° 59'<br>3,520" N  | 478525<br>0,605                       | 277251<br>0,607 |
| 206248                                                      | 10:21 | 3                  | Ciénaga De Balboa     | P2                      | 74° 58'<br>36,300" W             | 10° 58'<br>44,551" N | 478408<br>3,415                       | 277193<br>5,539 |



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 53 de 446

| Características del monitoreo                               |       |                    |                       |                         |                                  |                   |                                       |              |
|-------------------------------------------------------------|-------|--------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------|
| Tipo de sistema                                             |       |                    |                       | Sistema lentic y lótico |                                  |                   |                                       |              |
| Fecha: 24,25, 26,27, 28,31 de julio y 02 de agosto de 2023. |       |                    |                       | Georreferenciación      |                                  |                   |                                       |              |
| ID                                                          | Hora  | Cota<br>(m.s.n.m ) | Ciénaga               | Pu<br>nto               | Coordenadas<br>geográficas WGS84 |                   | Coordenadas<br>origen nacional<br>(m) |              |
|                                                             |       |                    |                       |                         | W                                | N                 | X                                     | Y            |
| 206249                                                      | 12:46 | 3                  | Ciénaga De Balboa     | P3                      | 74° 59' 32,888" W                | 10° 58' 24,960" N | 478236 1,829                          | 277134 5,052 |
| 206245                                                      | 9:35  | 0                  | Ciénaga Del Totumo    | P1                      | 75° 13' 59,138" W                | 10° 44' 10,090" N | 475587 3,628                          | 274526 5,309 |
| 206246                                                      | 11:55 | 0                  | Ciénaga Del Totumo    | P2                      | 75° 14' 44,401" W                | 10° 43' 13,811" N | 475448 5,842                          | 274354 6,257 |
| 206228                                                      | 8:25  | 21                 | Ciénaga De Tocagua    | P1                      | 75° 11' 8,002" W                 | 10° 38' 6,400" N  | 476099 3,9                            | 273405 4,639 |
| 206229                                                      | 10:55 | 21                 | Ciénaga De Tocagua    | P2                      | 75° 10' 35,800" W                | 10° 37' 53,400" N | 476196 9,741                          | 273364 8,389 |
| 206230                                                      | 10:04 | 24                 | Ciénaga De Luruaco    | P1                      | 75°9'5,60" W                     | 10°36'38,2 0" N   | 476469 4,978                          | 273131 9,036 |
| 206231                                                      | 11:17 | 24                 | Ciénaga De Luruaco    | P2                      | 75° 9' 48,500" W                 | 10° 36' 38,200" N | 476339 1,131                          | 273132 8,081 |
| 206215                                                      | 7:10  | 3                  | Ciénaga De Mesolandia | P1                      | 75° 9' 48,500" W                 | 10° 36' 38,200" N | 476339 1,131                          | 273132 8,081 |
| 206216                                                      | 9:55  | 3                  | Ciénaga De Mesolandia | P2                      | 75° 9' 48,500" W                 | 10° 36' 38,200" N | 476339 1,131                          | 273132 8,081 |
| 206251                                                      | 8:39  | 6                  | Embalse El Guájaro    | P1                      | 75° 4' 53,569" W                 | 10° 25' 33,982" N | 477221 9,299                          | 271086 2,238 |
| 206252                                                      | 9:26  | 5                  | Embalse El Guájaro    | P2                      | 75° 3' 59,940" W                 | 10° 26' 10,241" N | 477385 7,402                          | 271196 5,41  |
| 206253                                                      | 10:13 | 5                  | Embalse El Guájaro    | P3                      | 75° 7' 5,200" W                  | 10° 25' 40,638" N | 476821 7,821                          | 271109 3,284 |
| 206254                                                      | 12:10 | 6                  | Embalse El Guájaro    | P4                      | 75° 7' 6,179" W                  | 10° 27' 11,099" N | 476820 6,672                          | 271387 2,474 |
| 206255                                                      | 13:09 | 4                  | Embalse El Guájaro    | P5                      | 75° 4' 48,079" W                 | 10° 28' 54,750" N | 477242 6,891                          | 271702 8,683 |
| 206256                                                      | 6:20  | 6                  | Embalse El Guájaro    | P6                      | 75° 4' 58,080" W                 | 10° 30' 52,009" N | 477214 6,696                          | 272063 2,874 |
| 206257                                                      | 8:25  | 4                  | Embalse El Guájaro    | P7                      | 75° 1' 47,759" W                 | 10° 31' 30,630" N | 477794 0,201                          | 272178 1,352 |
| 206258                                                      | 10:55 | 4                  | Embalse El Guájaro    | P8                      | 75° 2' 1,910" W                  | 10° 34' 22,328" N | 477754 4,3                            | 272705 8,545 |
| 206259                                                      | 13:10 | 4                  | Embalse El Guájaro    | P9                      | 75° 5' 3,690" W                  | 10° 35' 52,620" N | 477203 7,722                          | 272986 8,752 |
| 206226                                                      | 9:36  | 7                  | Ciénaga Manatí        | P1                      | 74°44'29,8 7"W                   | 10°42'50,7 7" N   | 480960 5,320                          | 274248 1,625 |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., Año.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

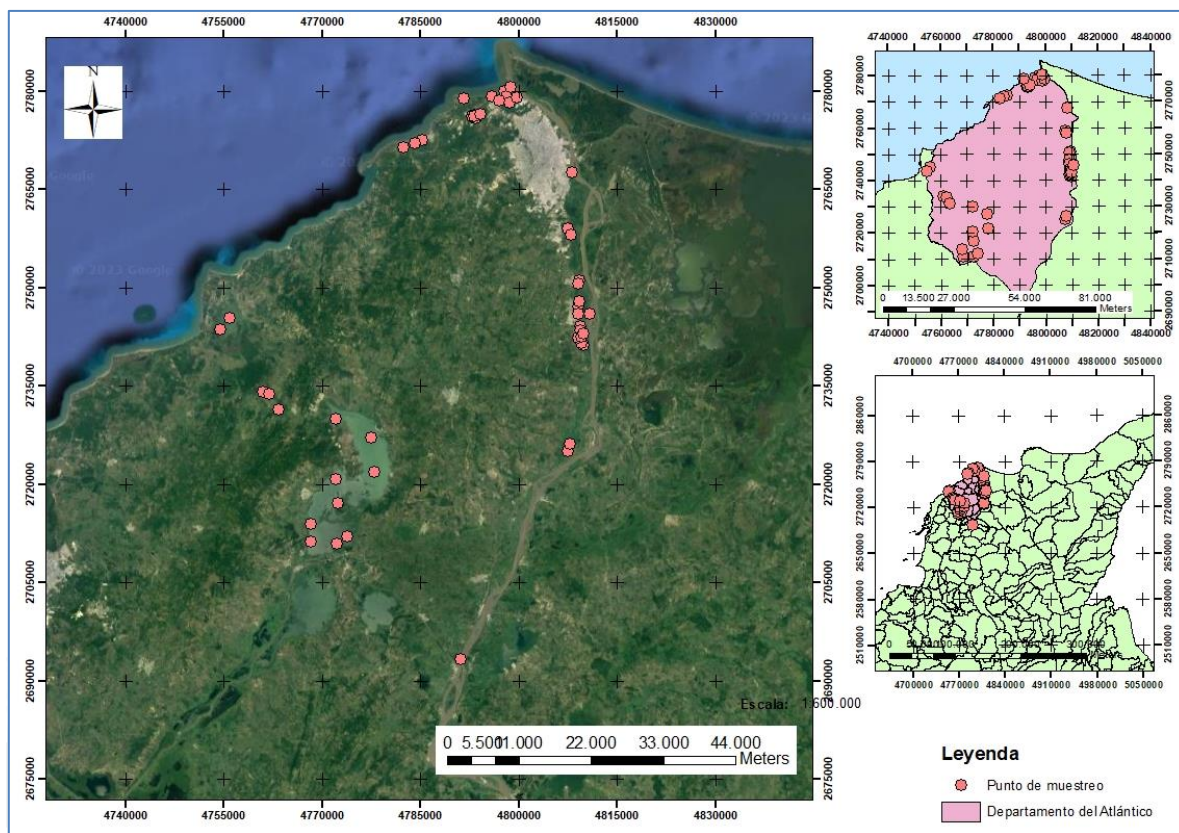


**Figura 19. Localización geográfica de los puntos de monitoreo**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

## 4.4 Descripción metodológica

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, 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).



#### 4.4.1 Etapa de campo

La recolección y preservación de las muestras de las comunidades hidrobiológicas monitoreadas se realizó de acuerdo con las metodologías consignadas en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2017). En la **Tabla 22** se enlistan los métodos seguidos para la toma de cada uno de los parámetros estudiados.

**Tabla 22. Listado de los métodos empleados para la toma de muestra**

| Parámetro                     | Método Muestreo        |
|-------------------------------|------------------------|
| Fitoplancton                  | SM. 10200 B            |
| Zooplancton                   | SM. 10200 B.           |
| Macroinvertebrados bentónicos | SM.10500 B.            |
| Macrófitas                    | SM. 10400 A y B        |
| Perifiton                     | SM. 10300 B            |
| Peces                         | SM. 10600 A, B, C, D.. |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., Año.*

La fase de campo inició con la preparación del plan de monitoreo (FO-PO-PSM-33-02) (**Anexo 1**), 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 a evaluar.

La toma de muestras en campo se hizo conforme a lo establecido en los siguientes procedimientos internos de SERAMBIENTE S.A.S., avalados por el IDEAM. (se relacionan como en el ejemplo presentado a continuación)

- 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 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 10-100L, 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  $\mu$ m 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., 2023.



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 57 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

#### 4.4.1.2 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 10-100L 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.

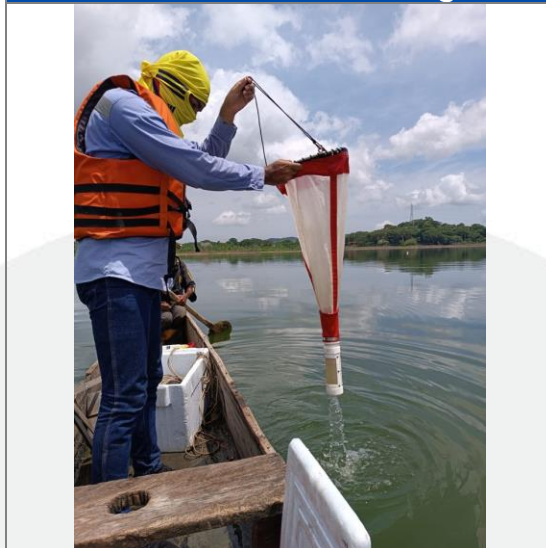
Antes de la preservación de las muestras tomadas, estas fueron narcotizadas con 5 mL de cloruro de magnesio por cada 100 mL de muestra, durante 10 minutos, con el fin de evitar el estrés en los organismos, evitar la contracción de sus cuerpos y que su muerte sea poco traumática. Pasado este tiempo las 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.







**Toma de muestra Hidrobiológica**



**Fotografía 2. Toma de muestras de zooplancton en campo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

#### **4.4.1.3 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 cm<sup>2</sup>) 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).

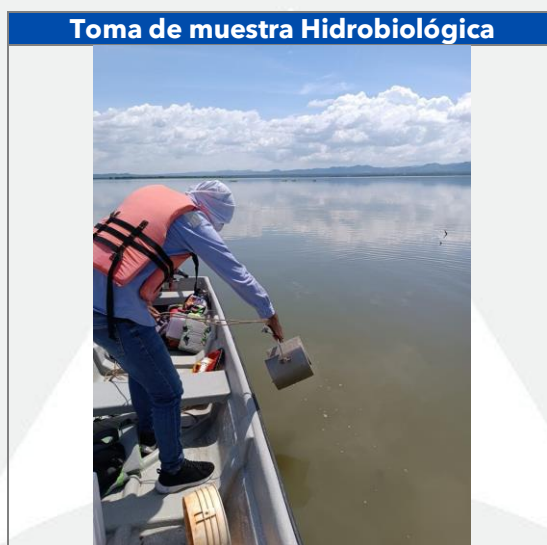
La muestra fue preservada con lugol (0,3mL de lugol por 100mL de la muestra) y formalina tamponada (2,5mL por cada 100mL de muestra). Adicionalmente esta es conservada en un lugar fresco y oscuro, para evitar su exposición al ambiente donde podrían contaminarse o deteriorar.





#### **4.4.1.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La toma de muestra para este componente hidrobiológico se realizó haciendo uso de una draga. El tamaño de la muestra fue de  $0,9\text{m}^2$ . 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 3. Toma de muestras de Macroinvertebrados bentónicos en campo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

#### **4.4.1.5 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  $1\text{m}^2$  (subdividido en cuadrados de  $0,04\text{m}^2$ ), 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*.





**Toma de muestra Hidrobiológica**



**Fotografía 4. Toma de muestras de Macroinvertebrados bentónicos en campo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

#### **4.4.1.6 Peces**

Para la recolecta de peces se realizaron capturas de individuos mediante uso de atarraya con un esfuerzo de esca de 20 lances de atarraya por punto de monitoreo. 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 5. Toma de muestras de Macroinvertebrados bentónicos en campo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

#### 4.4.2 Etapa de laboratorio

Los métodos empleados para el análisis se describen en la **Tabla 23**.

**Tabla 23. Listado de los métodos empleados para el análisis de las muestras**

| Parámetro                     | Método Muestreo       |
|-------------------------------|-----------------------|
| Fitoplancton                  | SM.10200 F.           |
| Zooplancton                   | SM.10200 G            |
| Macroinvertebrados bentónicos | SM. 10500 D.          |
| Macrófitas acuáticas          | SM. 10400 D.          |
| Peces                         | SM. 10600 A, B, C, D. |
| Perifiton                     | SM. 10300 C.          |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., AÑO.*

El análisis en laboratorio se realizó teniendo en cuenta los siguientes procedimientos internos de SERAMBIENTE S.A.S, se relacionan como en el ejemplo:

- PO-PSM-33 Procedimientos de control de calidad para variables hidrobiológicas.
- PO-PSM-40 Procedimiento para determinación taxonómica y cuantificación de muestras de plancton.



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 62 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

- 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.

#### **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:

##### **4.4.2.1.1 Fitoplancton**

Bourrelly (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.

##### **4.4.2.1.2 Zooplancton**

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





|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 63 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

#### 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 estéreo-microscopio 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 24**.

**Tabla 24. 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<br>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                                                                                                                          | $D_s = \frac{\sum N(n-1)}{N(N-1)}$ | D: Índice de Simpson.                                 | 0-1   |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 65 de 446

| Índices                               | Concepto                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Formula                                          | Variables                                                                                                                                              | Rango                                                                                    |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | especie, está influenciado por las especies más dominantes (Moreno,2001). Los valores más cercanos a uno indican la dominancia de una o dos especies.                                                                                                                                      |                                                  | n: Número de individuos de la especie i.<br>N: Número total de individuos.                                                                             |                                                                                          |
| 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; $1,5 < X < 3$ , Aguas ligeramente contaminadas. $3 < X$ , Aguas muy limpias (Moreno,2001). | $H' = - \sum p_i \ln(p_i)$ $p_i = \frac{N_i}{N}$ | H': Índice de Shannon-Wiener.<br>Pi: Abundancia relativa de la especie i.<br>Ni: Número de individuos de la especie i.<br>N: Número total de especies. | 0 - 5<br>Con algunas excepciones supera el valor máximo                                  |
| 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<br>N = número total de individuos                                                                                               | $D\alpha < 2$ = zonas de baja biodiversidad<br>$D\alpha > 5$ = Zonas alta biodiversidad. |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., Año.

Para los Macroinvertebrados se aplicarán los índices BMWP/Col y ASTP, cuyo cálculo se indica a continuación:

BMWP: El método sólo requiere llegar hasta nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia o ausencia). El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. Las familias más sensibles como Perlidae y Oligoneuriidae reciben un puntaje de 10; en cambio, las más tolerantes a la contaminación, por ejemplo, Naididae, reciben una puntuación de 1 (Armitage et al.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 66 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

1983). La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP. En la **Tabla 25** se detalla el puntaje BMWP para Colombia propuesto por Roldán (2003). La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje ASPT: Se calculó dividiendo el BMWP por el número de familias. Los valores se encuentran en un rango entre 0 y 10 y expresan el promedio de indicación de calidad del agua que tienen las familias de macroinvertebrados encontradas (**Tabla 26**).

**Tabla 25. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col.**

| Parámetros                                                                                                                                                                                                            | Método |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae. | 10     |
| Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae.                                 | 9      |
| Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae, Trichodactylidae.                                                 | 8      |
| Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coroxidae, Dixidae, Dryopidae, Glossossomatidae, Hyalellidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.                       | 7      |
| Neritidae, Aeshnidae, Ancyridae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.                                                                            | 6      |
| Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.                                                                                                                 | 5      |
| Chrysomelidae, Coenagrionidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymneidae, Hydrometridae, Noteridae.                                                                                 | 4      |
| Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae, Planorbidae.                                                                                                                    | 3      |
| Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae.                                                                                                                                                            | 2      |
| Naididae                                                                                                                                                                                                              | 1      |

Fuente: G. Roldán, "Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col." Ed. Universidad de Antioquia. Colección de Ciencia y tecnología. Medellín, 2003.

**Tabla 26. Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col. y ASPT, Significado y colores para representaciones cartográficas.**

| Clase | Calidad   | BMWP/Col | ASPT     | Significado                    | Color |
|-------|-----------|----------|----------|--------------------------------|-------|
| I     | Buena     | >150     | > 9 - 10 | Aguas muy limpias              |       |
|       |           | 102-120  | > 8      | Aguas no contaminadas          |       |
| II    | Aceptable | 61-100   | > 6      | Aguas ligeramente contaminadas |       |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 67 de 446

| Clase | Calidad     | BMWP/Col | ASPT  | Significado                      | Color  |
|-------|-------------|----------|-------|----------------------------------|--------|
| III   | Dudosa      | 36-60    | > 4   | Aguas moderadamente contaminadas | Yellow |
| IV    | Critica     | 16-35    | > 3   | Aguas muy contaminadas           | Orange |
| V     | Muy critica | <15      | 1-mar | Aguas fuertemente contaminadas   | Red    |

Fuente: G. Roldán, "Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col." Ed. Universidad de Antioquia. Colección de Ciencia y tecnología. Medellín, 2003.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 68 de 446

#### **4.5.1 Incertidumbre del resultado ( $U_{\pm}$ )**

En el **Anexo 6** se presentan las incertidumbres de los resultados asociados a cada parámetro y punto evaluado, del mismo modo se relaciona el cálculo de la probabilidad de aceptación falsa, probabilidad de aceptación verdadera y el nivel de riesgo asociado a la regla de decisión empleada.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



## 5. RESULTADOS

### 5.1 Cuenca Río Magdalena

#### 5.1.1 Ciénaga de Malambo

##### 5.1.1.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga Malambo estuvo conformada por diez (10) morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, cinco (5) clases, siete (7) órdenes y ocho (8) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 27**.

**Tabla 27. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la ciénaga Malambo.**

| División    | Clase         | Orden          | Familia         | Morfoespecie             |
|-------------|---------------|----------------|-----------------|--------------------------|
| Chlorophyta | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Hydrodictyaceae | <i>Pediastrum duplex</i> |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 70 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

| División         | Clase             | Orden             | Familia            | Morfoespecie           |
|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------|
| Cyanobacteriota  | Trebouxiophyceae  | Chlorellales      | Sphaeropleaceae    | <i>Ankyra</i> sp       |
|                  |                   |                   | Chlorellaceae      | <i>Actinastrum</i> sp1 |
|                  | Cyanophyceae      | Oscillatoriales   | Microcoleaceae     | <i>Planktothrix</i> sp |
|                  |                   | Synechococcales   | Merismopediaceae   | <i>Arthrospira</i> sp  |
|                  |                   |                   |                    | <i>Aphanocapsa</i> sp1 |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Naviculales       | Naviculaceae       | <i>Aphanocapsa</i> sp2 |
|                  | Mediophyceae      | Stephanodiscaceae | Stephanodiscaceae  | <i>Navicula</i> sp     |
|                  | Xanthophyceae     | Mischococcales    | Pleurochloridaceae | <i>Cyclotella</i> sp   |
| <b>3</b>         | <b>5</b>          | <b>7</b>          | <b>8</b>           | <b>10</b>              |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia fue *Arthrospira* sp con 147380000,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Isthmochloron* sp, con 40000,00 Ind/L (**Tabla 28**).

El género *Arthrospira* sp, se caracteriza por que estos microorganismos proliferan en aguas muy mineralizadas (Whitton, 1992).

**Tabla 28. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga Malambo.**

| Morfoespecie             | Densidad (Ind/L)    |                    |                     |
|--------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                          | P1                  | P2                 | Total               |
| <i>Pediastrum duplex</i> | 0,00                | 60000,00           | 60000,00            |
| <i>Ankyra</i> sp         | 0,00                | 60000,00           | 60000,00            |
| <i>Actinastrum</i> sp1   | 120000,00           | 180000,00          | 300000,00           |
| <i>Planktothrix</i> sp   | 30520000,00         | 12820000,00        | 43340000,00         |
| <i>Arthrospira</i> sp    | 91040000,00         | 56340000,00        | 147380000,00        |
| <i>Aphanocapsa</i> sp1   | 3860000,00          | 0,00               | 3860000,00          |
| <i>Aphanocapsa</i> sp2   | 10260000,00         | 7640000,00         | 17900000,00         |
| <i>Navicula</i> sp       | 3560000,00          | 2080000,00         | 5640000,00          |
| <i>Cyclotella</i> sp     | 6500000,00          | 2860000,00         | 9360000,00          |
| <i>Isthmochloron</i> sp  | 20000,00            | 20000,00           | 40000,00            |
| <b>Total</b>             | <b>145880000,00</b> | <b>82060000,00</b> | <b>227940000,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 71 de 446

**Tabla 29. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga  
Malambo.**

| Morfoespecie             | Abundancia relativa (%) |               |
|--------------------------|-------------------------|---------------|
|                          | P1                      | P2            |
| <i>Pediastrum duplex</i> | 0,00                    | 0,07          |
| <i>Ankyra</i> sp         | 0,00                    | 0,07          |
| <i>Actinastrum</i> sp1   | 0,08                    | 0,22          |
| <i>Planktothrix</i> sp   | 20,92                   | 15,62         |
| <i>Arthrospira</i> sp    | 62,41                   | 68,66         |
| <i>Aphanocapsa</i> sp1   | 2,65                    | 0,00          |
| <i>Aphanocapsa</i> sp2   | 7,03                    | 9,31          |
| <i>Navicula</i> sp       | 2,44                    | 2,53          |
| <i>Cyclotella</i> sp     | 4,46                    | 3,49          |
| <i>Isthmochloron</i> sp  | 0,01                    | 0,02          |
| <b>Total</b>             | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton obtuvo una densidad total de 227940000,00 Ind/L y esta fue mayor en el punto "P1" donde reportó 145880000,00 Ind/L. En cuanto a la riqueza, varió entre 8-9 morfoespecies, siendo mayor en el punto "P2" (**Gráfica 1**).

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah *et al.*, (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

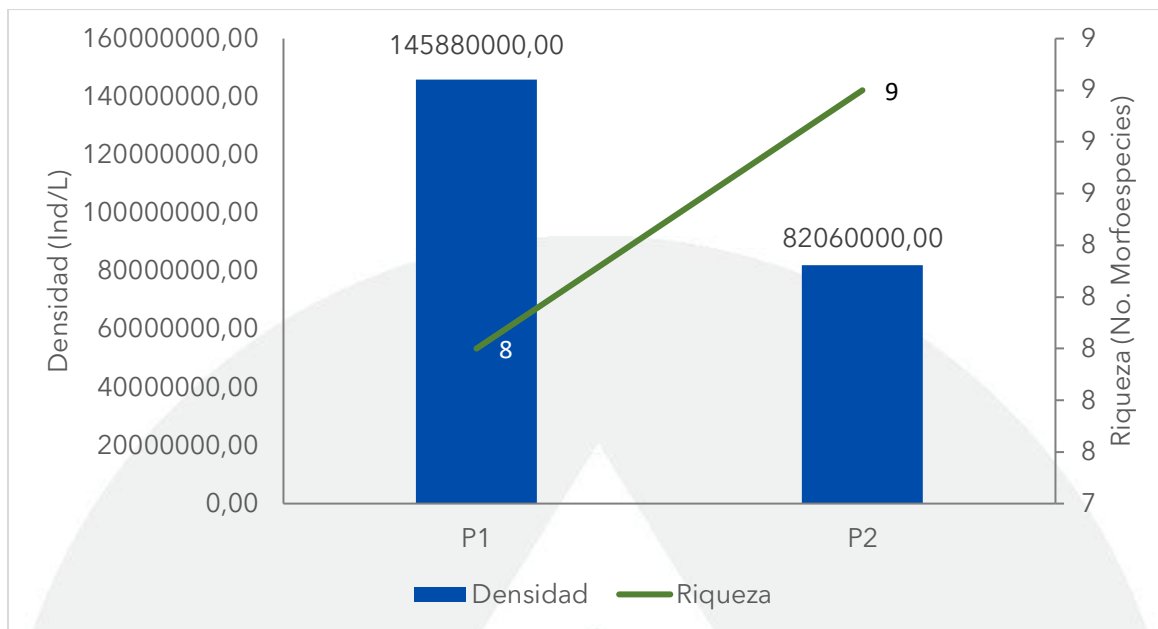
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 72 de 446



**Gráfica 1. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga Malambo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Cyanobacteriota obtuvo el 93,22% de proporción, seguido de Heterokontophyta (6,60%) y Chlorophyta (0,18%) (**Gráfica 2**).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).

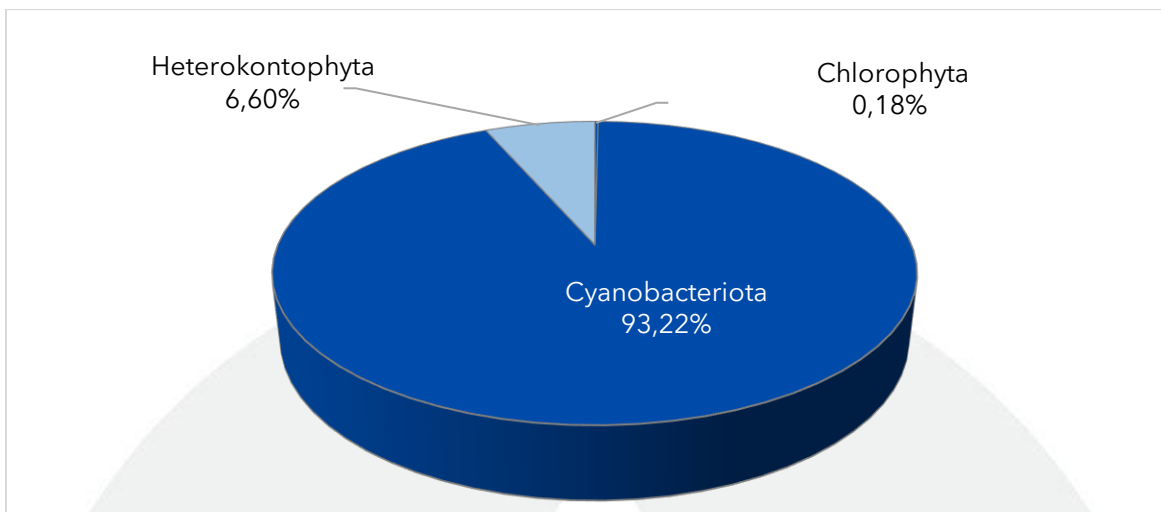


**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

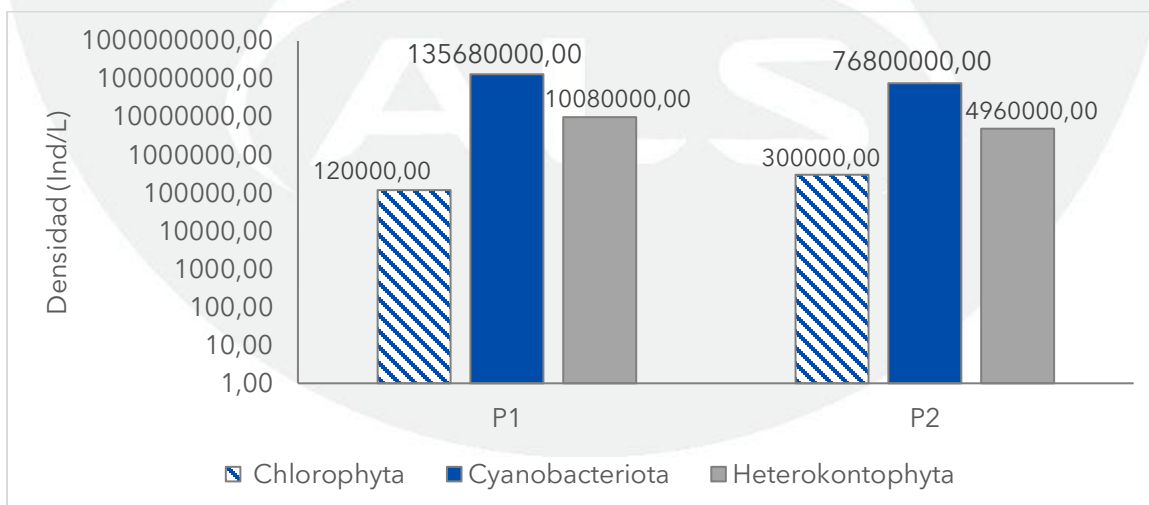




**Gráfica 2. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la ciénaga Malambo.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

A nivel espacial, las morfoespecies de la división Cyanobacteriota dominaron las densidades en los dos (2) puntos muestreados; siendo mayor en el punto "P1" con 135680000,00 Ind/L, así mismo, Heterokontophyta registró su máximo en este mismo punto con 10080000,00 Ind/L. Finalmente, Chlorophyta realizó su mayor aporte en el punto "P2" con 300000,00 Ind/L (**Gráfica 3**).



**Gráfica 3 Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la ciénaga Malambo por punto de monitoreo.**

\*: Los datos presentados en la gráfica se encuentran en escala logarítmica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 1,01 y 1,14, siendo máximo en el punto "P1"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo valores medios de 0,46 a 0,55, siendo máximo en el punto "P1" lo cual responde a una uniformidad en la distribución de las abundancias de las morfoespecies en el ensamblaje. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores consistentes con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 30**).

**Tabla 30. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| <b>Índices</b> | <b>P1</b>    | <b>P2</b>   |
|----------------|--------------|-------------|
| Taxa_S         | 8            | 9           |
| Individuals    | 145880000,00 | 82060000,00 |
| Dominance_D    | 0,44         | 0,51        |
| Shannon_H      | 1,14         | 1,01        |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 75 de 446

| Índices        | P1   | P2   |
|----------------|------|------|
| Margalef       | 0,37 | 0,44 |
| Equitability_J | 0,55 | 0,46 |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

### 5.1.1.2 Zooplancton

En la ciénaga Malambo, la comunidad de zooplancton estuvo representada por ocho (8) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla, cinco (5) clases, cinco (5) órdenes con uno no determinado y cuatro (4) familias con dos no determinadas, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada **Tabla 31**.

**Tabla 31. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga de Malmabo.**

| Phylum     | Clase        | Orden           | Familia       | Morfoespecie                  |
|------------|--------------|-----------------|---------------|-------------------------------|
| Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca     | Sididae       | <i>Diaphanosoma</i> sp        |
|            | Maxillopoda  | Harpacticoida   | -             | Larva nauplio morfo 1         |
|            | Ostracoda    | -               | -             | Ostracoda morfo 1             |
| Protozoa   | Lobosa       | Arcellinida     | Centropyxidae | <i>Centropyxis</i> sp         |
| Rotifera   | Eurotatoria  | Flosculariaceae | Filiniidae    | <i>Filinia longiseta</i>      |
|            |              | Ploima          | Brachionidae  | <i>Brachionus havanaensis</i> |
|            |              |                 |               | <i>Brachionus</i> sp5         |
|            |              |                 |               | <i>Keratella</i> sp2          |
| <b>3</b>   | <b>5</b>     | <b>5</b>        | <b>4</b>      | <b>8</b>                      |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie con mayor densidad en los dos puntos de monitoreo, ubicados en la ciénaga de Malambo fue *Brachionus havanaensis* con 23800,00 Ind/L en Malambo p1 y 19975,00 Ind/L en Malambo p2, representando el 40,58% y 48,45% respectivamente (**Tabla 32**). 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 32. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga de Malambo.**

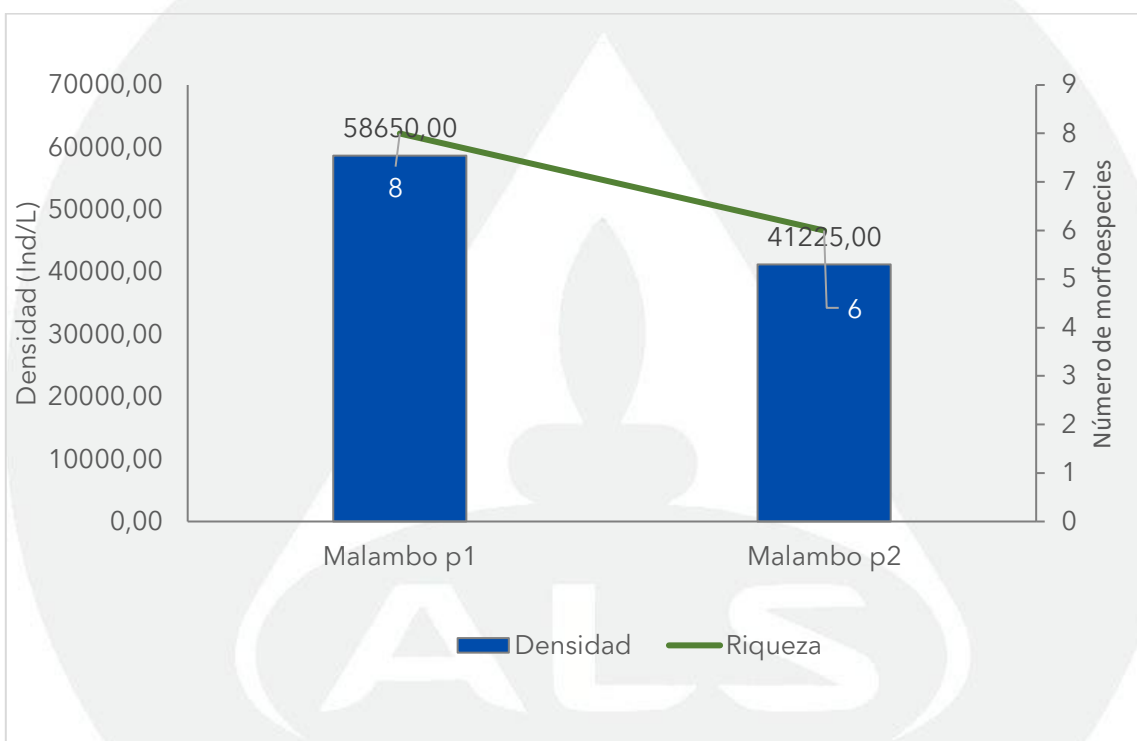
| Morfoespecie                  | Densidad (Ind/L) |          |          | Abundancia relativa (%) |       |
|-------------------------------|------------------|----------|----------|-------------------------|-------|
|                               | P1               | P2       | Total    | P1                      | P2    |
| <i>Brachionus havanaensis</i> | 23800,00         | 19975,00 | 43775,00 | 40,58                   | 48,45 |
| <i>Brachionus</i> sp5         | 11475,00         | 7225,00  | 18700,00 | 19,57                   | 17,53 |
| <i>Centropyxis</i> sp         | 425,00           | 0,00     | 425,00   | 0,72                    | 0,00  |
| <i>Diaphanosoma</i> sp        | 8500,00          | 2550,00  | 11050,00 | 14,49                   | 6,19  |
| <i>Filinia longiseta</i>      | 6800,00          | 2975,00  | 9775,00  | 11,59                   | 7,22  |
| <i>Keratella</i> sp2          | 850,00           | 425,00   | 1275,00  | 1,45                    | 1,03  |
| Larva nauplio morfo 1         | 6375,00          | 8075,00  | 14450,00 | 10,87                   | 19,59 |
| Ostracoda morfo 1             | 425,00           | 0,00     | 425,00   | 0,72                    | 0,00  |



| Morfoespecie | Densidad (Ind/L) |                 |                 | Abundancia relativa (%) |               |
|--------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|---------------|
|              | P1               | P2              | Total           | P1                      | P2            |
| <b>Total</b> | <b>58650,00</b>  | <b>41225,00</b> | <b>99875,00</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

El zooplancton en la ciénaga de Malambo obtuvo una densidad total de 99875,00 Ind/L y ésta fue mayor en el punto de monitoreo Malambo p1 con 58650,00 Ind/L; en cuanto a la riqueza presentó un rango de 6-8 morfoespecie y su máximo valor estuvo asociado al punto Malambo p1 (**Gráfica 4**).



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

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

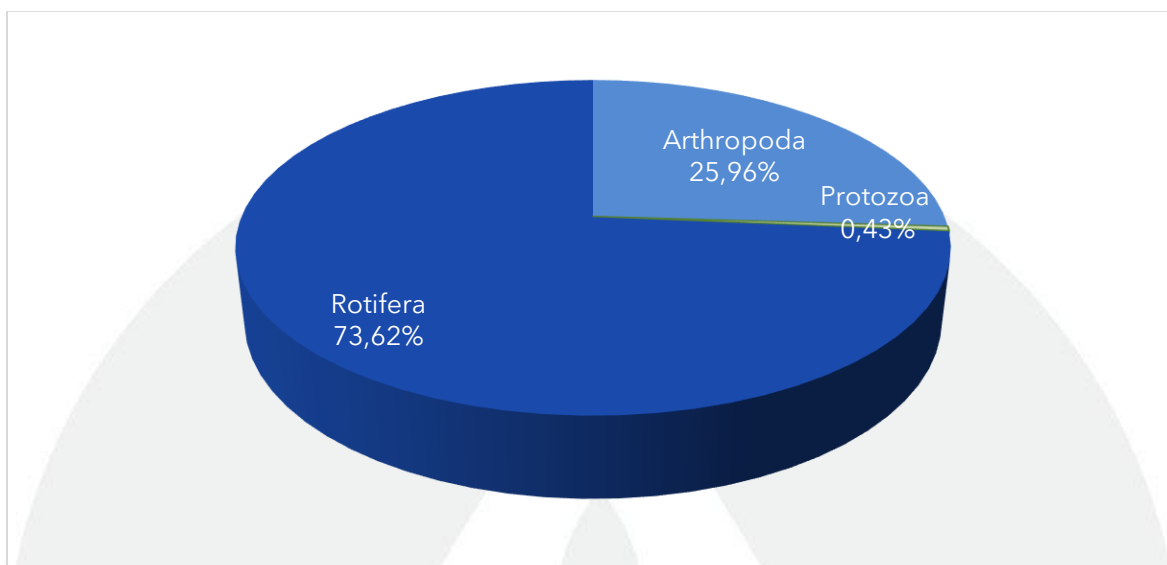
En cuanto a la contribución de la densidad por phylum se reportó a Rotífera como el más representativo con 73,62% del total de las densidades seguido de Artrópoda con 25,96% y la menos representativa fue Protozoa con 0,43% (**Gráfica 5**).

Los rotíferos residen en ecosistemas marinos de agua dulce y salobre en todo el mundo, excepto en las regiones polares, pero pocas especies, también se han encontrado en suelos húmedos y musgos alrededor de los árboles. Sus cuerpos muy blandos les ayudan





a retraerse para moverse en el agua e inclinar más rápidamente la cabeza mientras se alimentan (Shapiro and Kleber, 2015).



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

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la distribución de los phyla en los puntos de monitoreo; Rotífera continuó con el patrón de dominancia en ambos puntos de monitoreo, siendo mayor para Malambo p1 con 42925,00 Ind/L. Asimismo, Artrópoda obtuvo la mayor contribución en ese mismo punto con 15300,00 Ind/L, y Protozoa solo estuvo presente en ese mismo punto con 425,00 Ind/L (**Gráfica 6**).

El phylum Arthropoda se caracteriza por ser el más abundante y diverso del reino animal, esto se debe a que han logrado desarrollar estrategias para adaptarse a diversos tipos de ambientes, estas estrategias incluyen: pequeño tamaño, alta tasa reproductiva, exoesqueleto endurecido, entre otras (Lagos et al., 2014).





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

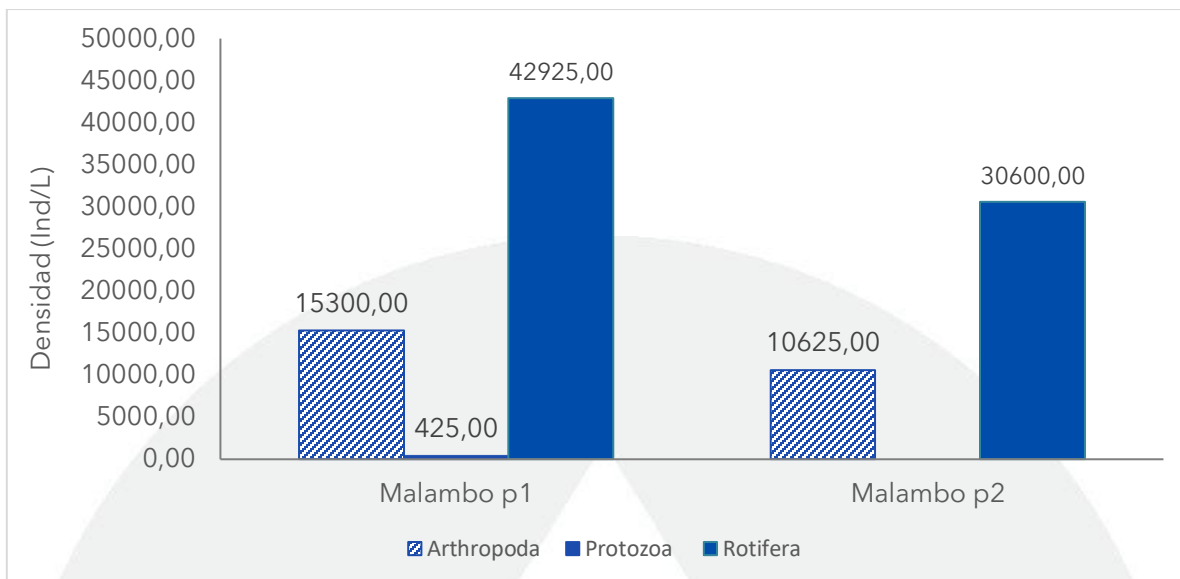
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 79 de 446



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

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

Los valores de Shannon-Wiener fueron bajos e inferiores a dos (2) en los puntos Malambo p1 y Malambo 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), indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos.

Por otro lado, la equidad fue ligeramente 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 bajos, 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 33**).

**Tabla 33. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton de la ciénaga de Malambo.**

| Indice      | P1       | P2       |
|-------------|----------|----------|
| Taxa_S      | 8,00     | 6        |
| Individuals | 58650,00 | 41225,00 |
| Dominance_D | 0,25     | 0,31     |



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 80 de 446

| Indice         | P1   | P2   |
|----------------|------|------|
| Shannon_H      | 1,59 | 1,39 |
| Margalef       | 0,64 | 0,47 |
| Equitability_J | 0,76 | 0,77 |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.*



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

### 5.1.1.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. “Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas” (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

La comunidad perifítica en el área de estudio estuvo representada por 11 morfoespecies vinculadas a cuatro (4) divisiones, igual número de clases, nueve (9) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 34**.

**Tabla 34. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la ciénaga Malambo**

| División         | Clase             | Orden           | Familia          | Morfoespecie            |
|------------------|-------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| Chlorophyta      | Chlorophyceae     | Oedogoniales    | Oedogoniaceae    | <i>Oedogonium</i> sp    |
|                  |                   | Sphaeropleales  | Scenedesmaceae   | <i>Scenedesmus</i> sp1  |
|                  |                   |                 |                  | <i>Scenedesmus</i> sp2  |
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae      | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria</i> sp1 |
|                  |                   |                 |                  | <i>Oscillatoria</i> sp3 |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenales      | Phacaceae        | <i>Phacus</i> sp1       |
|                  |                   | Euglenida       | Euglenidae       | <i>Euglena</i> sp1      |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales   | Bacillariaceae   | <i>Nitzschia</i> sp1    |
|                  |                   | Cymbellales     | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema</i> sp1   |
|                  |                   | Naviculales     | Naviculaceae     | <i>Navicula</i> sp1     |
|                  |                   | Eunotiales      | Eunotiaceae      | <i>Eunotia</i> sp1      |
| <b>4</b>         | <b>4</b>          | <b>9</b>        | <b>9</b>         | <b>11</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 82 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

Las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula* sp1 y *Oscillatoria* sp3 con 6473,20 Ind/cm<sup>2</sup> y 3459,87 Ind/cm<sup>2</sup>, respectivamente; mientras que, las morfoespecies menos representativas fueron *Euglena* sp1 y *Eunotia* sp1 cada una con 21,73 Ind/cm<sup>2</sup> (**Tabla 35**).

Con respecto al género *Navicula*, Cox (1994) destaca que, son organismos que pueden funcionar como bioindicadores del medio, es decir, la presencia del género *Navicula* podría facilitar la identificación de diferentes biotopos, teniendo en cuenta factores ambientales que pueden ejercer algún tipo de presión sobre las comunidades de diatomeas.

El género *Oscillatoria*, frecuenta ambientes con alta polución orgánica y con grandes cantidades de nutrientes en particular de nitratos, ya que estos últimos son claves en los procesos de fijación (Peralta & Fuentes, 2005).

**Tabla 35. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) de las morfoespecies perifíticas en la ciénaga Malambo.**

| Morfoespecie            | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) |                |                 |
|-------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------|
|                         | P1                              | P2             | Total           |
| <i>Oedogonium</i> sp    | 266,93                          | 0,00           | 266,93          |
| <i>Scenedesmus</i> sp1  | 0,00                            | 54,33          | 54,33           |
| <i>Scenedesmus</i> sp2  | 0,00                            | 32,60          | 32,60           |
| <i>Oscillatoria</i> sp1 | 0,00                            | 163,00         | 163,00          |
| <i>Oscillatoria</i> sp3 | 3459,87                         | 0,00           | 3459,87         |
| <i>Phacus</i> sp1       | 30,80                           | 0,00           | 30,80           |
| <i>Euglena</i> sp1      | 0,00                            | 21,73          | 21,73           |
| <i>Nitzschia</i> sp1    | 616,00                          | 108,67         | 724,67          |
| <i>Gomphonema</i> sp1   | 533,87                          | 0,00           | 533,87          |
| <i>Navicula</i> sp1     | 2474,27                         | 3998,93        | 6473,20         |
| <i>Eunotia</i> sp1      | 0,00                            | 21,73          | 21,73           |
| <b>Total</b>            | <b>7381,73</b>                  | <b>4401,00</b> | <b>11782,73</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

**Tabla 36. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la ciénaga Malambo.**

| Morfoespecie            | Abundancia relativa (%) |      |
|-------------------------|-------------------------|------|
|                         | P1                      | P2   |
| <i>Oedogonium</i> sp    | 3,62                    | 0,00 |
| <i>Scenedesmus</i> sp1  | 0,00                    | 1,23 |
| <i>Scenedesmus</i> sp2  | 0,00                    | 0,74 |
| <i>Oscillatoria</i> sp1 | 0,00                    | 3,70 |
| <i>Oscillatoria</i> sp3 | 46,87                   | 0,00 |
| <i>Phacus</i> sp1       | 0,42                    | 0,00 |
| <i>Euglena</i> sp1      | 0,00                    | 0,49 |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

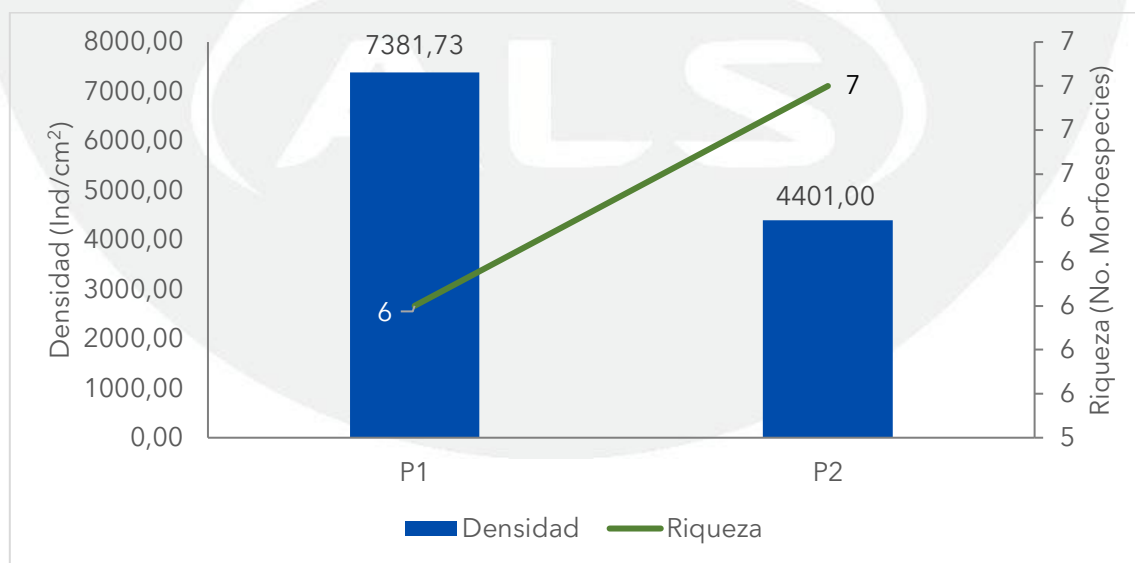
Página 83 de 446

| Morfoespecie          | Abundancia relativa (%) |               |
|-----------------------|-------------------------|---------------|
|                       | P1                      | P2            |
| <i>Nitzschia</i> sp1  | 8,34                    | 2,47          |
| <i>Gomphonema</i> sp1 | 7,23                    | 0,00          |
| <i>Navicula</i> sp1   | 33,52                   | 90,86         |
| <i>Eunotia</i> sp1    | 0,00                    | 0,49          |
| <b>Total</b>          | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La densidad total de perifiton reportada en la ciénaga Malambo registró un valor de 11782,73 Ind/cm<sup>2</sup>, obteniendo su valor más alto en el punto "P1", con un valor de 7381,73 Ind/cm<sup>2</sup>; por su parte, la riqueza obtuvo un rango de 6-7 morfoespecies y su máximo valor se registró en el punto "P2" (**Gráfica 7**).

La distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson *et al.*, 1996); así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova y Donald, 2002). Teniendo en cuenta lo mencionado, resulta probable que el área de estudio ofrezca gradientes ambientales que generan diferentes microhábitats en los puntos de muestreo, que permiten una mayor colonización y desarrollo de células en determinados puntos.



**Gráfica 7. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga Malambo.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

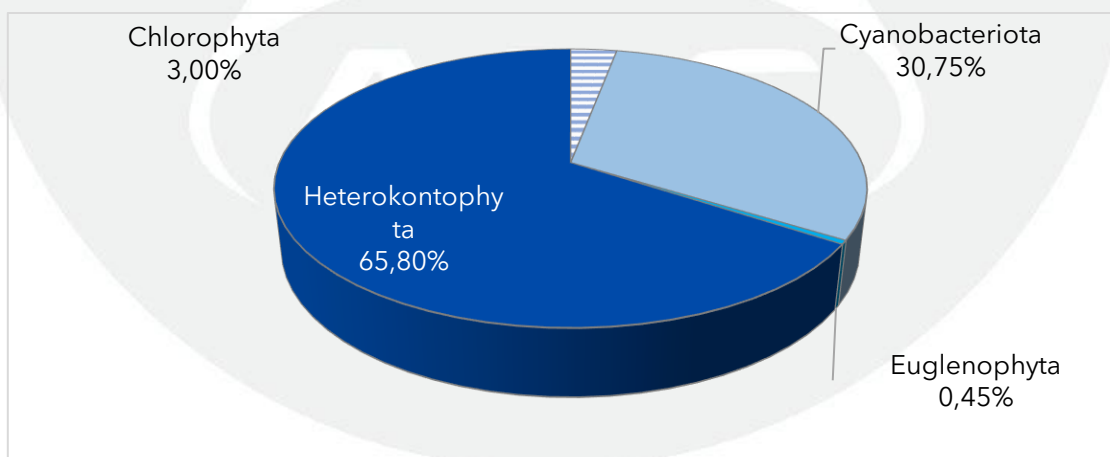
part of  
**ALS Limited**



En cuanto a la contribución de cada división a la densidad total, se observó que Heterokontophyta obtuvo el mayor aporte, representado en un 65,80%, seguida de Cyanobacteriota 30,75%; mientras que, las menores representaciones estuvieron asociadas a Chlorophyta (3,00%) y Euglenophyta (0,45%) (**Gráfica 8**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).



**Gráfica 8. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registradas en la ciénaga Malambo.**

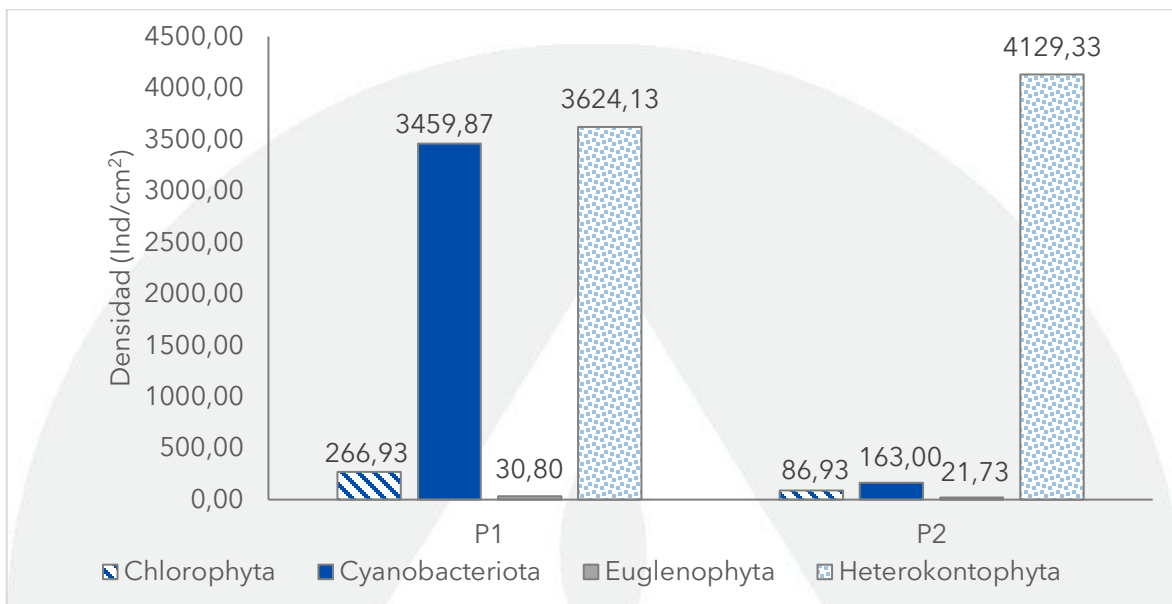
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

La división Heterokontophyta dominó en los puntos muestreados, presentando su mayor densidad en el punto P2, con un valor de 4129,33 Ind/cm<sup>2</sup>; por su parte, Cyanobacteriota,





Chlorophyta y Euglenophyta presentaron su mayor contribución en el punto P1 con densidades de 3459,87 Ind/cm<sup>2</sup>, 266,93 Ind/cm<sup>2</sup> y 30,80 Ind/cm<sup>2</sup>, respectivamente (**Gráfica 9**).



**Gráfica 9. Contribución a la densidad total de las divisiones periféricas por punto de muestreo en la ciénaga Malambo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023*

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0,44 y 1,26, siendo máximo en el punto "P1"; los valores inferiores a dos (2) de este índice 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 (Roldán y Ramírez, 2008); valores superiores a dos (2) 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 obtuvo valores entre 0,23 y 0,70, siendo el valor del punto "P2" de alta equitatividad. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valor bajo en el punto "P1", siendo esto consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 86 de 446

El índice de Margalef registró valores bajos inferiores a dos, según Margalef (1983) es consistente con sistemas de baja riqueza (**Tabla 37**).

**Tabla 37. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.**

| Indices        | P1      | P2      |
|----------------|---------|---------|
| Taxa_S         | 6       | 7       |
| Individuals    | 7381,73 | 4401,00 |
| Dominance_D    | 0,35    | 0,83    |
| Shannon_H      | 1,26    | 0,44    |
| Margalef       | 0,56    | 0,72    |
| Equitability_J | 0,70    | 0,23    |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023*



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

#### 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 de Malambo, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos estuvo representada por cuatro (4) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla, dos (2) clases, cuatro (4) órdenes y cuatro (4) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 38**.

**Tabla 38. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga Malambo.**

| Phylum     | Clase      | Orden        | Familia       | Morfoespecie                   |
|------------|------------|--------------|---------------|--------------------------------|
| Arthropoda | Insecta    | Diptera      | Chironomidae  | Chironomidae morfo 1           |
| Mollusca   | Gastropoda | Ampullariida | Ampullariidae | <i>Marisa cornuarietis</i>     |
|            |            | Cerithiida   | Thiaridae     | <i>Melanoides tuberculatus</i> |
|            |            | Lymnaeida    | Planorbidae   | <i>Drepanotrema sp</i>         |
| <b>2</b>   | <b>2</b>   | <b>4</b>     | <b>4</b>      | <b>4</b>                       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

*Melanoides cornuarietis* fue la morfoespecie de mayor abundancia en la ciénaga Malambo, con una densidad de 6,67 Ind/m<sup>2</sup> en P1, constituyendo más del 87,51% de la abundancia relativa en el punto de muestreo (**Tabla 39**). *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 39. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Malambo.**

| Morfoespecie                   | Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) |             |              | Abundancia relativa (%) |               |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------|--------------|-------------------------|---------------|
|                                | P1                             | P2          | Total        | P1                      | P2            |
| Chironomidae morfo 1           | 0,00                           | 2,22        | 2,22         | 0,00                    | 50,00         |
| <i>Drepanotrema sp</i>         | 0,00                           | 2,22        | 2,22         | 0,00                    | 50,00         |
| <i>Marisa cornuarietis</i>     | 6,67                           | 0,00        | 6,67         | 85,71                   | 0,00          |
| <i>Melanoides tuberculatus</i> | 1,11                           | 0,00        | 1,11         | 14,29                   | 0,00          |
| <b>Total</b>                   | <b>7,78</b>                    | <b>4,44</b> | <b>12,22</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

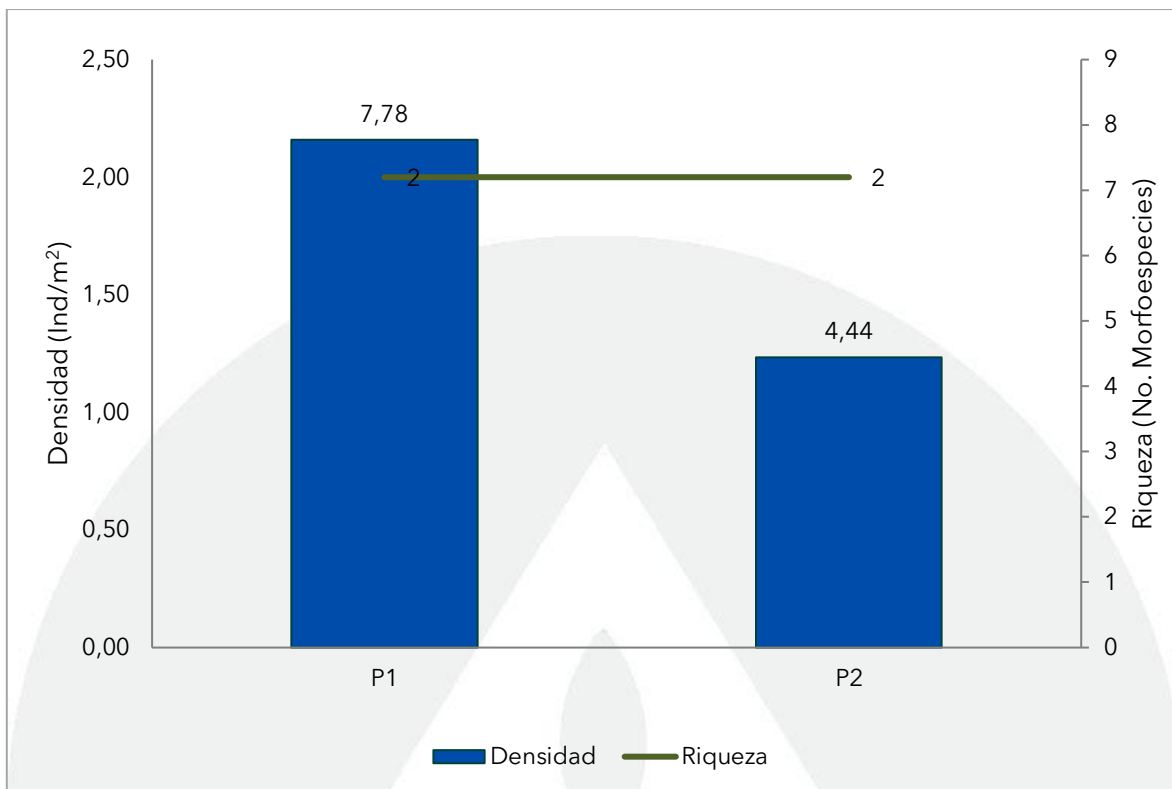
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La densidad de Macroinvertebrados bentónicos fue relativamente baja en la ciénaga, y su valor máximo fue registrado en P1 con 7,78 Ind/m<sup>2</sup>. La riqueza permaneció constante, registrando un valor de dos morfoespecies en los dos puntos muestreados (**Gráfica 10**).

En general, las diferencias observadas en la densidad bentónica entre los puntos muestreados fueron bajas y éstas se encuentran explicadas por los aportes de *Marisa cornuarietis* en P1, ausente en P2.

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.



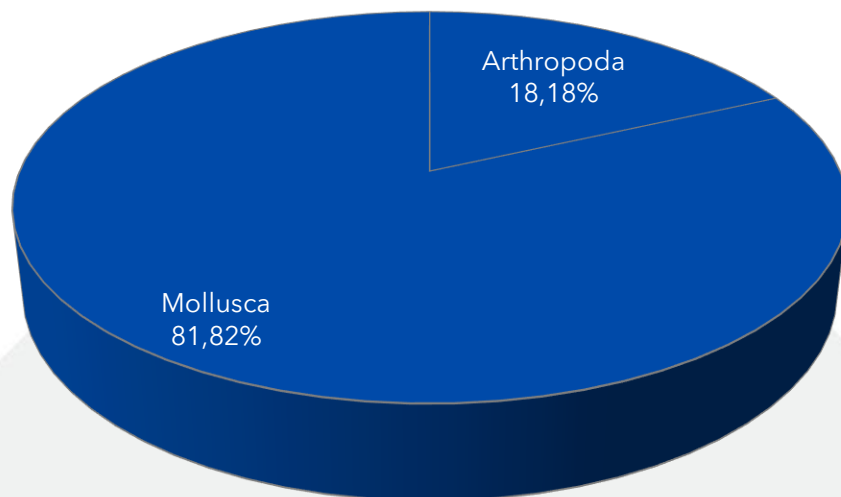


**Gráfica 10. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Malambo.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron caracterizadas por aportes del phylum Mollusca representados en un 81,82% del valor total, seguida de Artrópoda con el 18,09% (**Gráfica 11**). La dominancia de estos taxones del phylum Mollusca no es sorprendente en ecosistemas como la ciénaga Malambo, 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).

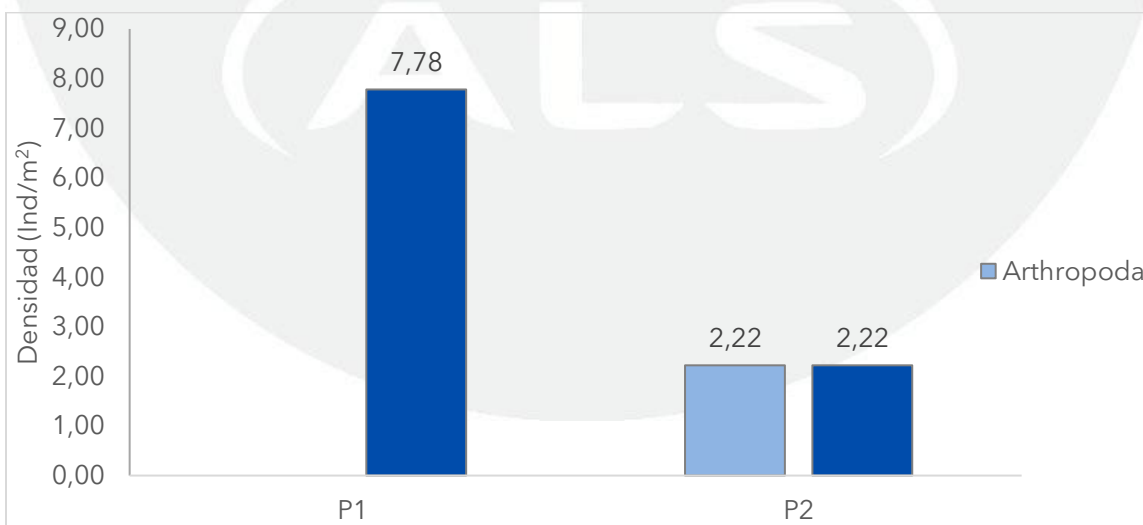




**Gráfica 11. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga Malambo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial la clase Mollusca continuó con su patrón de dominancia en ambos puntos de muestreo, y estuvo mejor representada en P2, donde registró 2244,44 Ind/m<sup>2</sup>; Bivalvia obtuvo contribuciones bajas y estuvo asociada únicamente a P2 con aportes de 3,70 Ind/m<sup>2</sup> (**Gráfica 12**).



**Gráfica 12. Contribución de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga Malambo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 91 de 446

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en la ciénaga Malambo 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.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

### 5.1.1.5 Peces

La comunidad íctica en la ciénaga de Malambo, durante el monitoreo estuvo conformada por dos (2) especies, las cuales estuvieron distribuidas taxonómicamente en un (1) phylum, e igual número de clases, un (1) orden y una (1) familia, cuya clasificación taxonómica se encuentra en detalle en la **Tabla 40**.

**Tabla 40. Clasificación taxonómica de las especies ícticas reportadas en la ciénaga de Malambo.**

| Phylum   | Clase     | Orden        | Familia   | Morfoespecie                 |
|----------|-----------|--------------|-----------|------------------------------|
| Chordata | Teleostei | Cichliformes | Cichlidae | <i>Caquetaia kraussi</i>     |
|          |           |              |           | <i>Oreochromis niloticus</i> |
| <b>1</b> | <b>1</b>  | <b>1</b>     | <b>1</b>  | <b>2</b>                     |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La especie de mayor abundancia fue *Caquetaia kraussi*, ya que reportó 15,00 individuos representados en 60,00% de la abundancia relativa del punto de monitoreo P1. En cuanto a *Oreochromis niloticus*, registró 7,00 individuos y fue más representativa en P2 donde realizó el 100,00% de los aportes (**Tabla 41**).

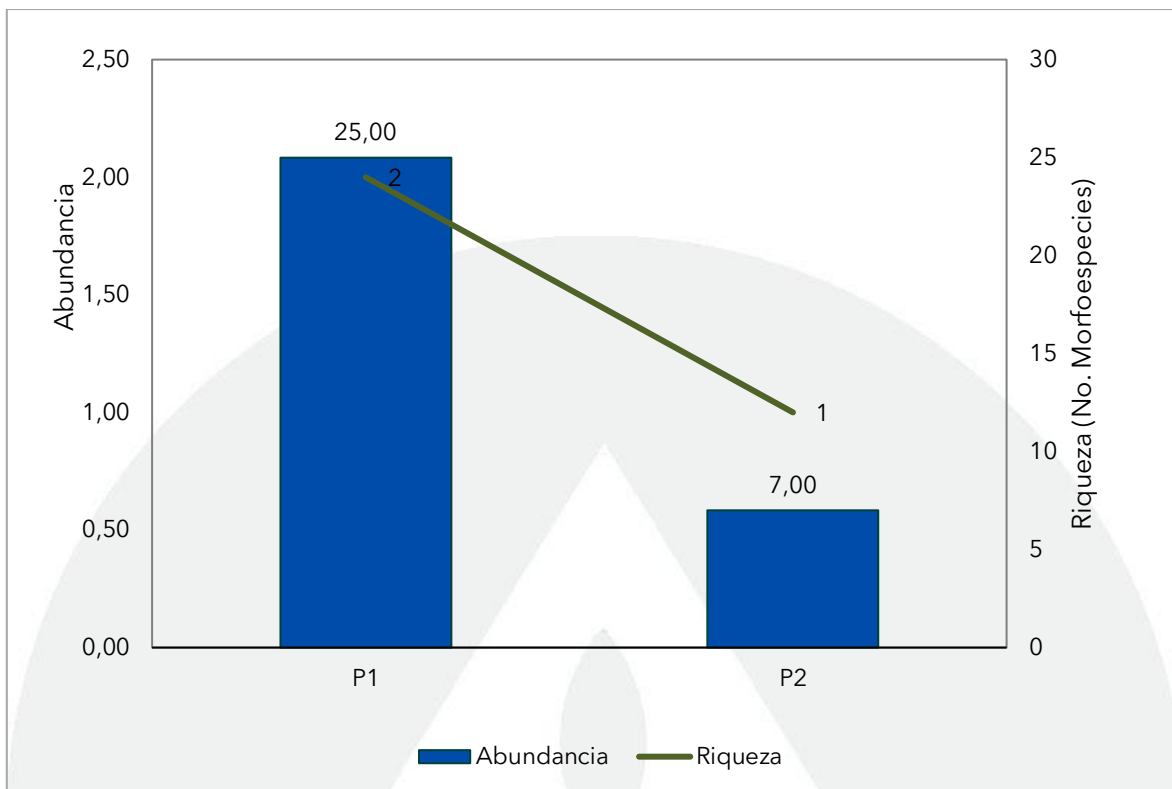
*C.kraussi* es una especie nativa de Colombia y Venezuela, distribuida en la cuenca media y baja de los ríos Atrato, Sinú, San Jorge, Cesar, Arauca, Cauca y Magdalena. Habita en aguas tranquilas de las tierras bajas (ciénagas) y quebradas de suave corriente de aguas dulces o salinidad muy baja (Dahl, 1971).

**Tabla 41. Abundancia y abundancia relativa de especies ícticas reportadas en la ciénaga Malambo.**

| Morfoespecie                 | No. Individuos |             |              | Abundancia relativa (%) |               |
|------------------------------|----------------|-------------|--------------|-------------------------|---------------|
|                              | P1             | P2          | Total        | P1                      | P2            |
| <i>Caquetaia kraussi</i>     | 15,00          | 0,00        | 15,00        | 60,00                   | 00,00         |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | 10,00          | 7,00        | 17,00        | 40,00                   | 100,00        |
| <b>Total</b>                 | <b>25,00</b>   | <b>7,00</b> | <b>32,00</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La abundancia total en la ciénaga fue de 32,00 individuos, el punto de monitoreo con mayor captura fue P1, el cual obtuvo 25,00 individuos; la riqueza obtuvo entre uno y dos morfoespecies, siendo P1 el de mayor valor (**Gráfica 13**).



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

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

Debido a la baja riqueza reportada en el área de estudio los índices de diversidad no fueron calculados, ya que el número de morfoespecies por punto fue menor a 5.







### **5.1.1.6 Macrófitas acuáticas**

En la Ciénaga de Malambo no se reportaron morfoespecies de macrófitas durante el período de monitoreo.

La distribución de las macrófitas depende de varios factores, principalmente la velocidad del agua, sus características fisicoquímicas y las del sedimento, o la sombra de la vegetación ribereña (Arocena y Mazzeo, 1994). Arocena *et al.* (1992) indican que el material en suspensión, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, fósforo total (Pt) y nitrógeno total inorgánico, variables relacionadas con la contaminación orgánica, tienen gran influencia sobre la distribución de macrófitas.



## 5.1.2 Ciénaga Mesolandia

### 5.1.2.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga Mesolandia estuvo conformada por nueve (9) morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, cinco (5) clases, siete (7) órdenes y ocho (8) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 42**.

**Tabla 42. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Mesolandia.**

| División        | Clase            | Orden           | Familia          | Morfoespecie                  |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------------------|
| Chlorophyta     | Chlorophyceae    | Sphaeropleales  | Hydrodictyaceae  | <i>Pediastrum duplex</i>      |
|                 |                  |                 | Scenedesmaceae   | <i>Tetrastrum triangulare</i> |
|                 |                  |                 |                  | <i>Coelastrum sp1</i>         |
|                 | Trebouxiophyceae | Chlorellales    | Chlorellaceae    | <i>Actinastrum sp1</i>        |
| Cyanobacteriota | Cyanophyceae     | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria sp2</i>       |
|                 |                  | Synechococcales | Merismopediaceae | <i>Merismopedia sp</i>        |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 96 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                 |

| División         | Clase               | Orden            | Familia           | Morfoespecie           |
|------------------|---------------------|------------------|-------------------|------------------------|
|                  |                     | Chroococcales    | Microcystaceae    | <i>Microcystis</i> sp1 |
| Heterokontophyta | Coscinodiscophyceae | Aulacoseirales   | Aulacoseiraceae   | <i>Aulacoseira</i> sp1 |
|                  | Mediophyceae        | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella</i> sp   |
| <b>3</b>         | <b>5</b>            | <b>7</b>         | <b>8</b>          | <b>9</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia fue *Microcystis* sp1 con 4956000,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Tetrastrum triangulare*, con 4000,00 Ind/L (**Tabla 43**).

El género *Microcystis* sp1, está muy extendida, presente y a menudo dominante en las floraciones cianobacterianas de agua dulce (Sommer 1985).

**Tabla 43. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Mesolandia.**

| Morfoespecie                  | Densidad (Ind/L)  |                   |                   |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                               | P1                | P2                | Total             |
| <i>Pediastrum duplex</i>      | 0,00              | 28000,00          | 28000,00          |
| <i>Tetrastrum triangulare</i> | 0,00              | 4000,00           | 4000,00           |
| <i>Coelastrum</i> sp1         | 8000,00           | 4000,00           | 12000,00          |
| <i>Actinastrum</i> sp1        | 0,00              | 8000,00           | 8000,00           |
| <i>Oscillatoria</i> sp2       | 32000,00          | 20000,00          | 52000,00          |
| <i>Merismopedia</i> sp        | 4000,00           | 8000,00           | 12000,00          |
| <i>Microcystis</i> sp1        | 2108000,00        | 2848000,00        | 4956000,00        |
| <i>Aulacoseira</i> sp1        | 464000,00         | 356000,00         | 820000,00         |
| <i>Cyclotella</i> sp          | 112000,00         | 48000,00          | 160000,00         |
| <b>Total</b>                  | <b>2728000,00</b> | <b>3324000,00</b> | <b>6052000,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

**Tabla 44. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Mesolandia.**

| Morfoespecie                  | Abundancia relativa (%) |       |
|-------------------------------|-------------------------|-------|
|                               | P1                      | P2    |
| <i>Pediastrum duplex</i>      | 0,00                    | 0,84  |
| <i>Tetrastrum triangulare</i> | 0,00                    | 0,12  |
| <i>Coelastrum</i> sp1         | 0,29                    | 0,12  |
| <i>Actinastrum</i> sp1        | 0,00                    | 0,24  |
| <i>Oscillatoria</i> sp2       | 1,17                    | 0,60  |
| <i>Merismopedia</i> sp        | 0,15                    | 0,24  |
| <i>Microcystis</i> sp1        | 77,27                   | 85,68 |
| <i>Aulacoseira</i> sp1        | 17,01                   | 10,71 |
| <i>Cyclotella</i> sp          | 4,11                    | 1,44  |



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

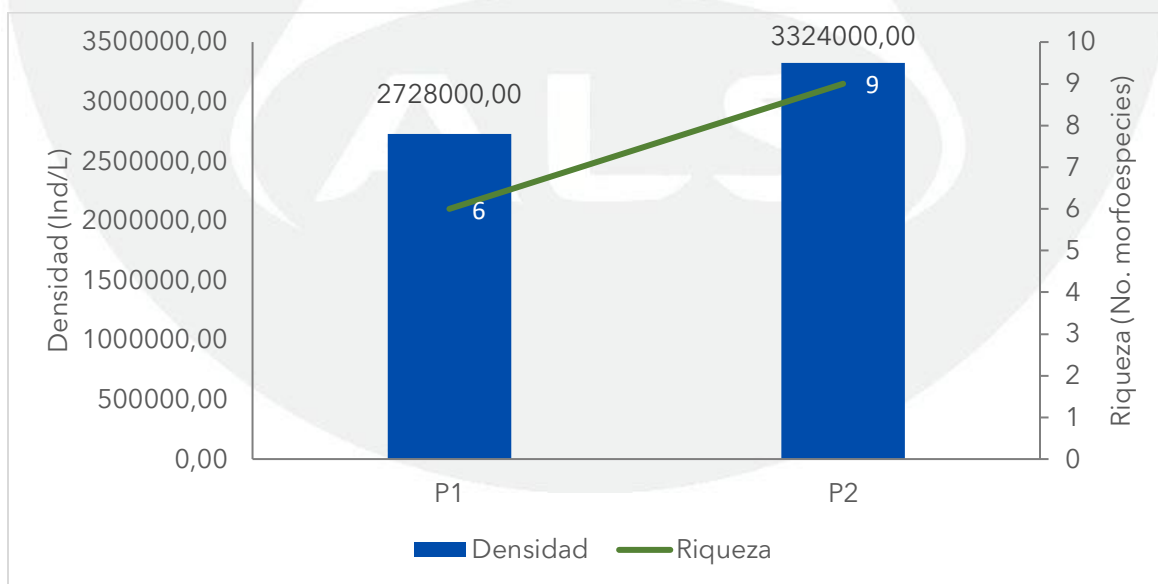
part of  
**ALS Limited**

| Morfoespecie | Abundancia relativa (%) |        |
|--------------|-------------------------|--------|
|              | P1                      | P2     |
| Total        | 100,00                  | 100,00 |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton obtuvo una densidad total de 6052000,00 Ind/L y esta fue mayor en el punto "P2" donde reportó 3324000,00 Ind/L. En cuanto a la riqueza, varió entre 6-9 morfoespecies y su valor máximo fue consistente con el de la densidad (**Gráfica 14**).

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah *et al.*, (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P2", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.



**Gráfica 14. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la Ciénaga Mesolandia.**

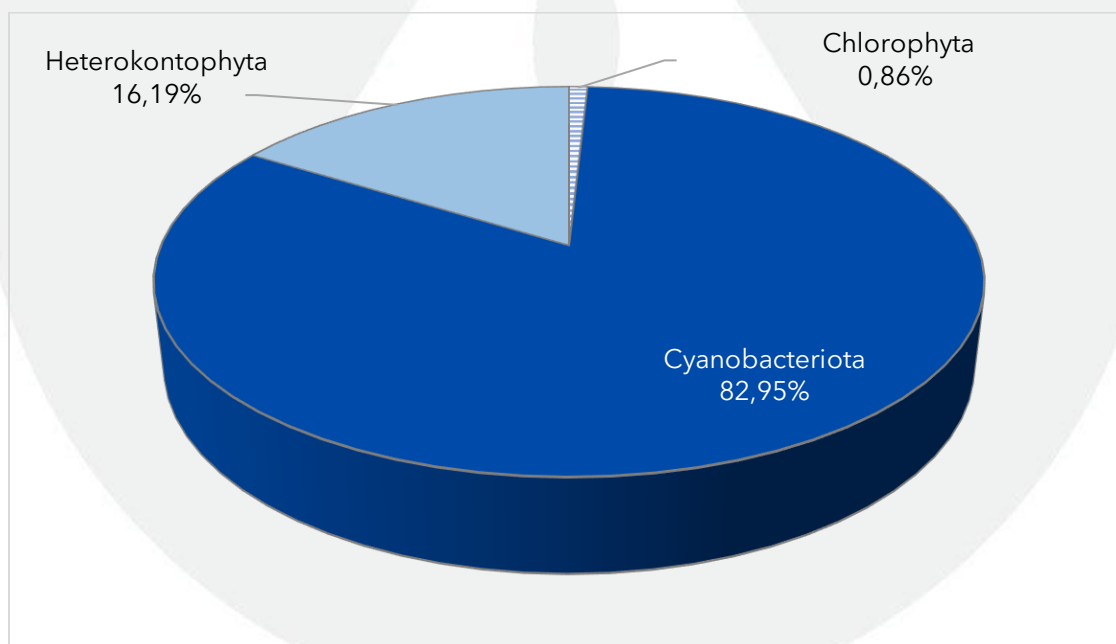
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Cyanobacteriota obtuvo el 82,95% de proporción, seguido de Heterokontophyta (16,19%) y Chlorophyta (0,86%) (**Gráfica 15**).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).



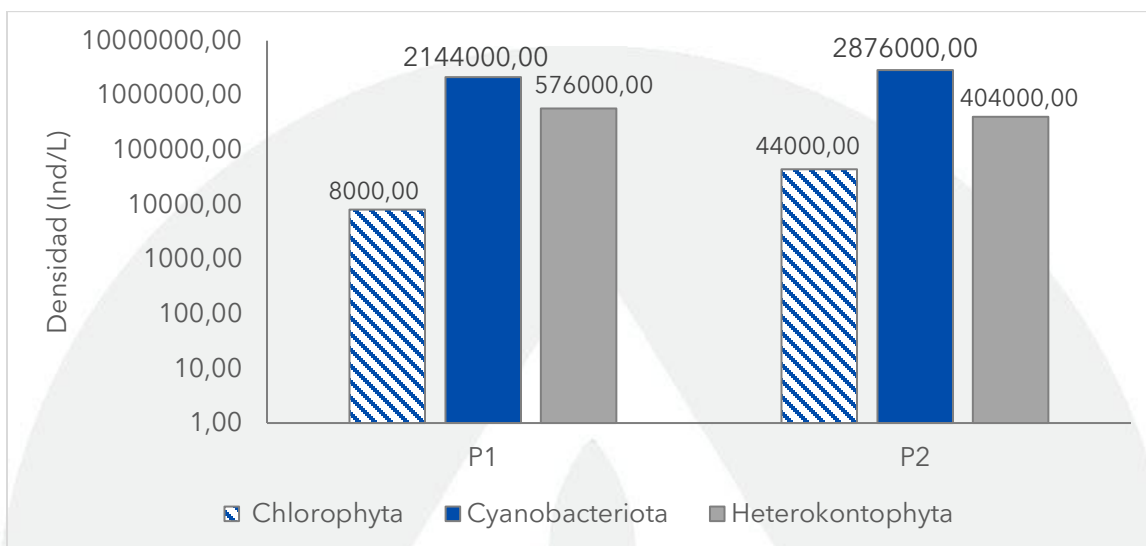
**Gráfica 15. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga Mesolandia.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las morfoespecies de la división Cyanobacteriota dominaron las densidades en los dos (2) puntos muestreados; siendo mayor en el punto "P2" con



2876000,00 Ind/L, así mismo, Chlorophyta registró su máximo en este mismo punto con 44000,00 Ind/L. Finalmente, Heterokontophyta realizó su mayor aporte en el punto "P1" con 576000,00 Ind/L (**Gráfica 16**).



**Gráfica 16. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga Mesolandia por punto de monitoreo.**

*\*: Los datos presentados en la gráfica se encuentran en escala logarítmica*

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0,55 y 0,71, siendo máximo en el punto "P1"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) indican sistemas con una mayor riqueza que





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 100 de 446

permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos.

La equitatividad obtuvo valores bajos de 0,25 a 0,40, siendo máximo en el punto "P1" que se relacionan con las abundancias de las morfoespecies *Microcystis* sp1, *Aulacoseira* sp1 y *Cyclotella* sp, las cuales fueron significativamente superiores al resto de las morfoespecies en el ensamblaje fitoplanctónico. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores medios, lo anterior se encuentra explicado por las densidades de las morfoespecies antes mencionadas, demostrando así la conceptualidad inversa de este índice con el de equitatividad.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (Tabla 45).

**Tabla 45. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| Índices        | P1         | P2         |
|----------------|------------|------------|
| Taxa_S         | 6          | 9          |
| Individuals    | 2728000,00 | 3324000,00 |
| Dominance_D    | 0,63       | 0,75       |
| Shannon_H      | 0,71       | 0,55       |
| Margalef       | 0,34       | 0,53       |
| Equitability_J | 0,40       | 0,25       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

### 5.1.2.2 Zooplancton

En la ciénaga Mesolandia, la comunidad de zooplancton estuvo representada por cinco (5) morfoespecies con un total de 403,75 Ind/L, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla, tres (3) clases, dos (2) órdenes con uno no determinado y tres (3) familias con dos no determinadas, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada **Tabla 46**.

**Tabla 46. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Mesolandia**

| Phylum    | Clase        | Orden       | Familia    | Morfoespecie           |
|-----------|--------------|-------------|------------|------------------------|
| Artrópoda | Branchiopoda | Diplostraca | Daphniidae | <i>Ceriodaphnia</i> sp |
|           |              |             | Sididae    | <i>Diaphanosoma</i> sp |
|           | Ostracoda    | -           | -          | Ostracoda morfo 2      |
|           |              |             |            | Ostracoda morfo 3      |
| Rotífera  | Eurotatoria  | Ploima      | Lecanidae  | <i>Lecane</i> sp 1     |
| <b>2</b>  | <b>3</b>     | <b>2</b>    | <b>3</b>   | <b>5</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

La morfoespecie con mayor densidad en los dos puntos de monitoreo, ubicados en la ciénaga Mesolandia fue Ostrácoda morfo 2 con 38,25 Ind/L en el P1 y 97,75 Ind/L en el P2, representando el 27,27 y 37,10% respectivamente (**Tabla 47**). Se pueden colectar ostrácodos en la mayoría de los hábitats acuáticos, incluidos manantiales, arroyos, lagos, humedales, ríos incluso en suelos hidratados, hojarasca de selva tropical, bromelias y embalses de agua construidos por el hombre de todos tamaños. Por lo que su presencia en la ciénaga Mesolandia es normal (Smith et al. 2015).

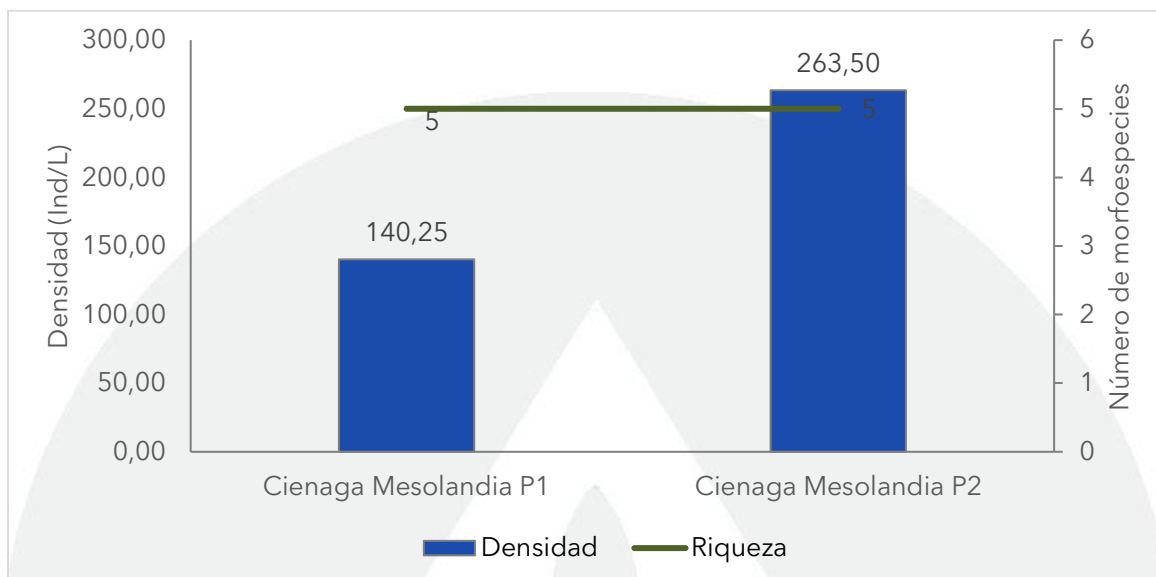
**Tabla 47. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Mesolandia**

| Morfoespecie           | Densidad (Ind/L) |               |               | Abundancia relativa (%) |               |
|------------------------|------------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|
|                        | P1               | P2            | Total         | P1                      | P2            |
| <i>Ceriodaphnia</i> sp | 25,50            | 17,00         | 42,50         | 18,18                   | 6,45          |
| <i>Diaphanosoma</i> sp | 38,25            | 63,75         | 102,00        | 27,27                   | 24,19         |
| <i>Lecane</i> sp 1     | 4,25             | 12,75         | 17,00         | 3,03                    | 4,84          |
| Ostrácoda morfo 2      | 38,25            | 97,75         | 136,00        | 27,27                   | 37,10         |
| Ostrácoda morfo 3      | 34,00            | 72,25         | 106,25        | 24,24                   | 27,42         |
| <b>Total</b>           | <b>140,25</b>    | <b>263,50</b> | <b>403,75</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

El zooplancton en la ciénaga Mesolandia obtuvo una densidad total de 403,75 Ind/L y ésta fue mayor en el punto de monitoreo P2 con 263,50 Ind/L; en cuanto a la riqueza

presentó un comportamiento similar en los dos puntos de monitoreo con 5 morfoespecies (**Gráfica 17**).



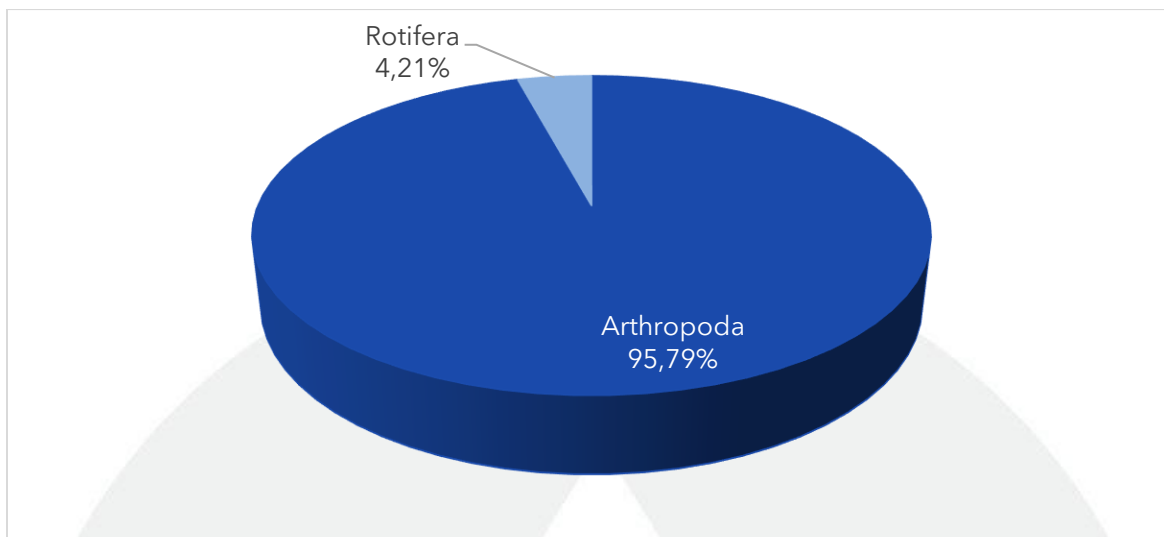
**Gráfica 17. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en la ciénaga Mesolandia**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

En cuanto a la contribución de la densidad por phylum se reportó a Artrópoda como el más representativo con 95,79% del total de las densidades seguido de Rotífera con 4,21% y los menos representativos fueron Protozoa con 1,42% (**Gráfica 18**).

El phylum Arthropoda se caracteriza por ser el más abundante y diverso del reino animal, esto se debe a que han logrado desarrollar estrategias para adaptarse a diversos tipos de ambientes, estas estrategias incluyen: pequeño tamaño, alta tasa reproductiva, exoesqueleto endurecido, entre otras (Lagos et al., 2014).

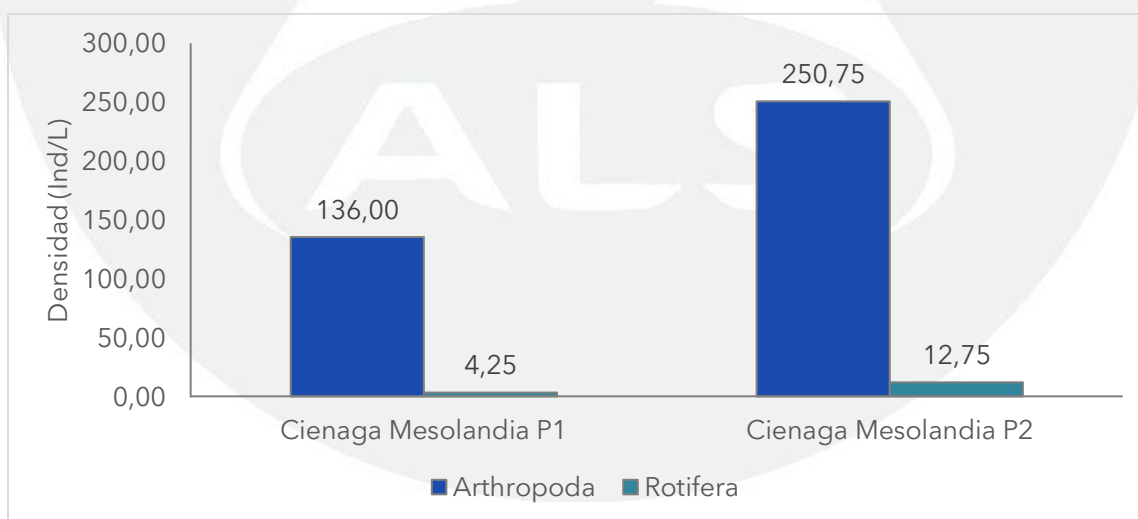




**Gráfica 18. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Mesolandia.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la distribución de los phyla en los puntos de monitoreo; Artrópoda y Rotífera se presentaron en los dos puntos de monitoreo, siendo el primero el más representativo en cada punto con 136,00 Ind/L y 250,75 Ind/L respectivamente, por su parte Rotífera tuvo mayor representatividad en el punto P2 con 12,75 Ind/L (**Gráfica 19**).



**Gráfica 19. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en la ciénaga Mesolandia**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 104 de 446

Los valores de Shannon-Wiener fueron bajos e inferiores a dos (2) en el P1 y 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), 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 ligeramente 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 bajos, 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 48**).

**Tabla 48. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton de la ciénaga Mesolandia**

| Índice         | P1   | P2   |
|----------------|------|------|
| Taxa_S         | 5,00 | 5,00 |
| Individuals    | 33   | 62   |
| Dominance_D    | 0,24 | 0,28 |
| Shannon_H      | 1,47 | 1,39 |
| Margalef       | 0,81 | 0,72 |
| Equitability_J | 0,91 | 0,86 |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



#### **5.1.2.4 Perifiton**

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginoso producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

A pesar del esfuerzo de muestreo no se reportaron morfoespecies de perifiton en la Ciénaga Mesolandia, el desarrollo de las algas del perifiton depende de factores abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros. La luz y la temperatura son factores importantes para el desarrollo de la comunidad perifítica. En la naturaleza ambos factores varían en forma concomitante, aunque la influencia de la luz se manifiesta en la longitud del período de fotosíntesis y la temperatura influye como factor acumulativo o de pérdida gradual, debido a la elevada inercia térmica que posee el cuerpo de agua. La disponibilidad de espacio para colonizar es esencial para el perifiton y afecta la productividad de la comunidad. Las comunidades adheridas a superficies con área de colonización fija (rocas, granos de arena) pueden estar limitadas por espacio, si el resto de los factores se hallan en condiciones óptimas (Wetzel, 2001).





### 5.1.2.5 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mesolandia estuvo representada por dos (2) morfoespecies, vinculadas a un (1) phylum, igual número de clases, órdenes y 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 Mesolandia.**

| Phylum   | Clase    | Orden    | Familia   | Morfoespecie                    |
|----------|----------|----------|-----------|---------------------------------|
| Mollusca | Bivalvia | Venerida | Cyrenidae | <i>Corbicula sp</i>             |
|          |          |          |           | <i>Melanooides tuberculatus</i> |
| <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b>  | <b>2</b>                        |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie más abundante fue *Melanooides tuberculatus* con 347,58 Ind/m<sup>2</sup>; mientras que la menos representativa fue *Corbicula sp* con 5,56 Ind/m<sup>2</sup> **Tabla 50**. *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/m<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mesolandia.**

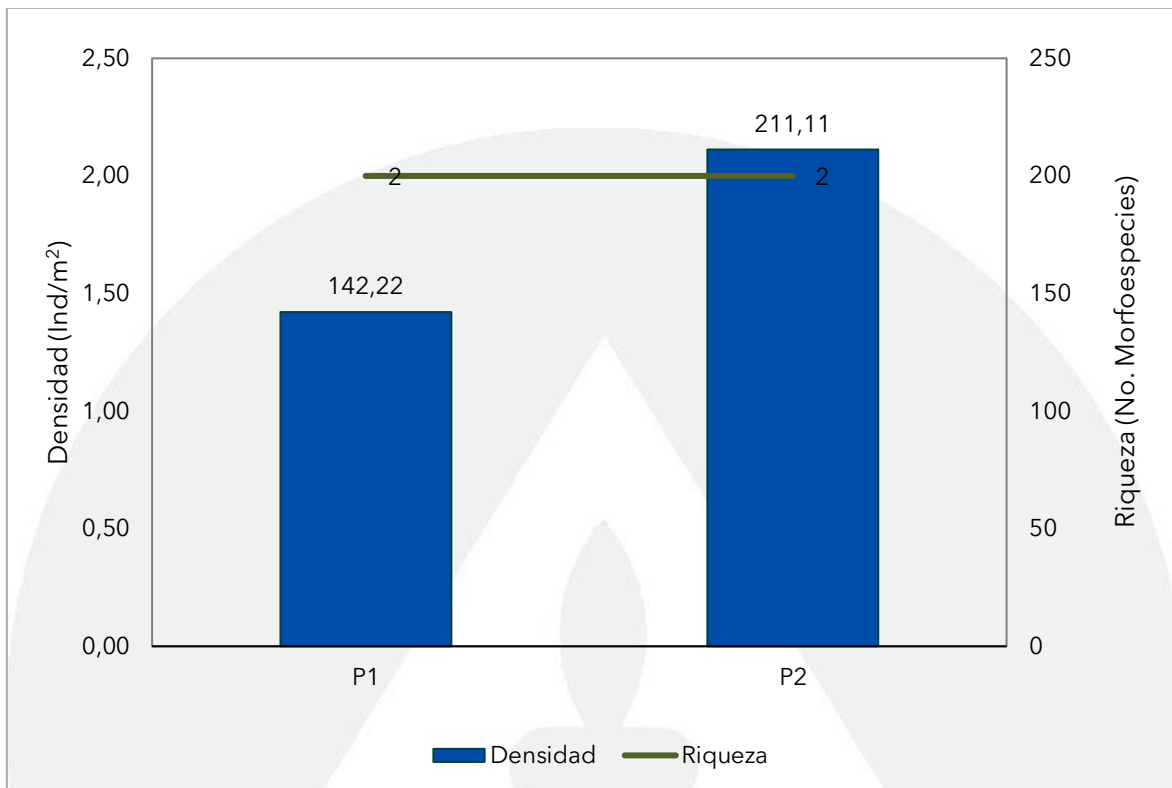
| Morfoespecie                    | Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) |               |               | Abundancia relativa (%) |               |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|
|                                 | P1                             | P2            | Total         | P1                      | P2            |
| <i>Corbicula sp</i>             | 1,11                           | 4,44          | 5,56          | 60,00                   | 0,00          |
| <i>Melanooides tuberculatus</i> | 141,11                         | 206,67        | 347,78        | 40,00                   | 100,00        |
| <b>Total</b>                    | <b>142,22</b>                  | <b>211,11</b> | <b>353,33</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La densidad de Macroinvertebrados en la ciénaga de Mesolandia varió entre 142,22 Ind/m<sup>2</sup> a 211,11 Ind/m<sup>2</sup> y el punto de monitoreo P2 registró el valor más alto; en cuanto a la riqueza, fue baja y obtuvo un valor de dos morfoespecies para los dos puntos muestreados (**Gráfica 20**). 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 en el punto P2.

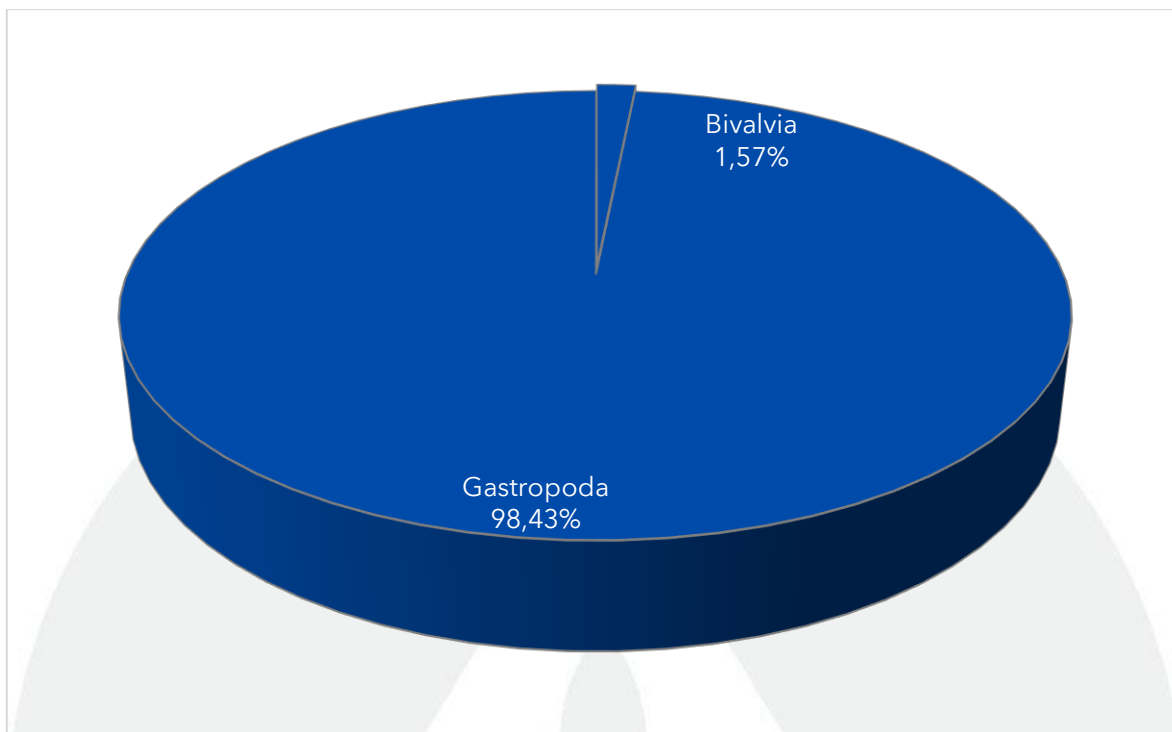


**Gráfica 20.. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mesolandia.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

Las contribuciones de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total estuvieron dominadas en un 98,43% por morfoespecies de Gastropoda y en 1,57% de Bivalvia (**Gráfica 21**). 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 lentos como la ciénaga de Mesolandia, donde son predominantes altas concentraciones de materia orgánica, la cual es utilizada por este grupo como fuente de alimento.





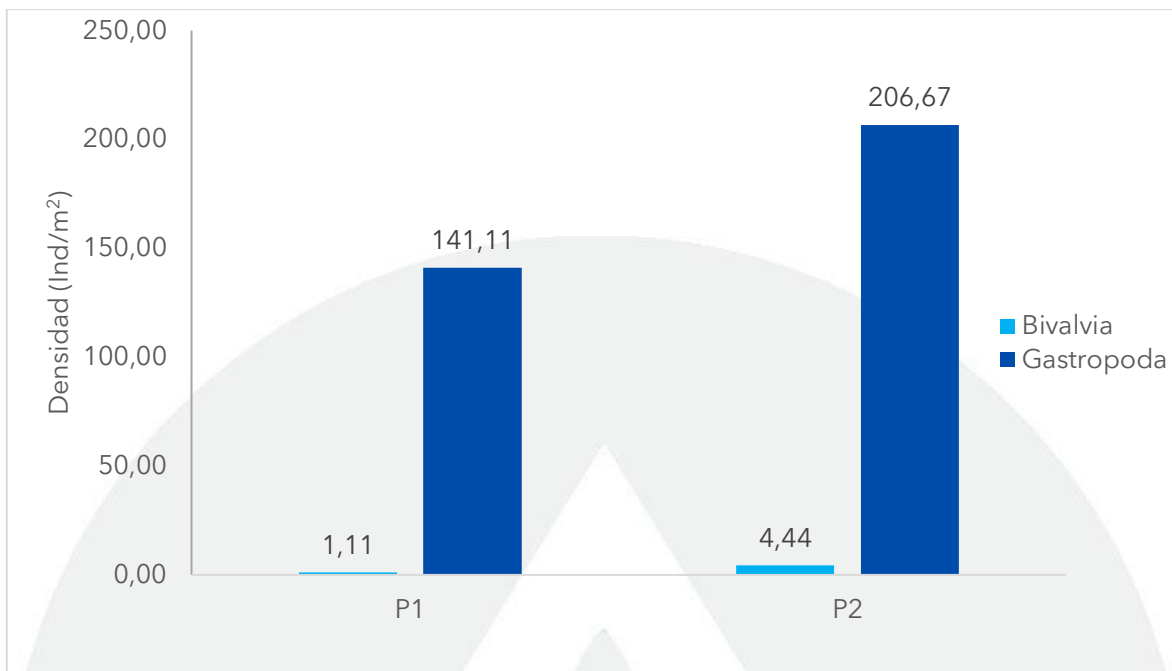
**Gráfica 21. Contribución porcentual de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Mesolandia.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las contribuciones estuvieron dominadas por la clase Gastropoda, la cual estuvo mejor representado en el punto P2, donde se observaron 206,67 Ind/m<sup>2</sup>; Bivalvia obtuvo aportes bajos con 1,11 Ind/m<sup>2</sup> y 4,44 Ind/m<sup>2</sup> en P1 y P2 respectivamente (**Gráfica 22**).

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 22. Contribución de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad por punto de monitoreo en la ciénaga de Mesolandia.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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 ( $S > 5$ ), 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 Barnes, 2008). Atendiendo a este precepto los índices ecológicos para esta comunidad no fueron calculados debido al reducido número de taxones observados.



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 110 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

### 5.1.2.6 Peces

La región Neotropical comprende una de las áreas biogeográficas más diversas del mundo en cuanto a fauna íctica, dentro de esta diversa región se encuentra Colombia que tiene el segundo lugar en número de especies de peces dulceacuícolas después de Brasil, en sus grandes cuencas hidrográficas habitan cerca de 1494 especies de peces (Do Nascimento *et al.*, 2017) y muchas de éstas representan un importante recurso a nivel económico ya que son el sustento de poblaciones con bajos recursos del país. Por lo anterior, resulta preciso contemplar a la comunidad íctica dentro de las estrategias ambientales de conservación de sectores vulnerables a cualquier tipo de impacto ambiental.

Pese al esfuerzo de pesca no se encontraron individuos, que constituye 20 lances. Este resultado no es un indicador determinante de que la ciénaga no sustente comunidades de peces, ya que representan un solo momento del ciclo anual de variación de este tipo de comunidades. Además de ello, existen factores como las condiciones biológicas que pueden influenciar también la presencia de la comunidad íctica, el comportamiento y la reproducción juegan un papel importante porque determinan el desplazamiento de los mismos; su capacidad de movimiento propio les permite trasladarse en busca de condiciones ventajosas para su supervivencia. Por otro lado, Ramírez y Viña, (1998) indican que factores de origen antrópicos pueden modelar también la presencia de estos organismos ya que, modifican o varían de una u otra forma las condiciones de los ecosistemas en general.



### **5.1.2.7 Macrófitas acuáticas**

En la Ciénaga de Mesolandia no se reportaron morfoespecies de macrófitas.

La distribución de las macrófitas depende de varios factores, principalmente la velocidad del agua, sus características fisicoquímicas y las del sedimento, o la sombra de la vegetación ribereña (Arocena y Mazzeo, 1994). Arocena *et al.* (1992) indican que el material en suspensión, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, fósforo total (Pt) y nitrógeno total inorgánico, variables relacionadas con la contaminación orgánica, tienen gran influencia sobre la distribución de macrófitas.





### 5.1.3 Ciénaga Sabanagrande

#### 5.1.3.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga Sabanagrande estuvo conformada por 21 morfoespecies, vinculadas a cinco (5) divisiones, siete (7) clases, nueve (9) órdenes y 13 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 51**.

**Tabla 51. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Sabanagrande.**

| División    | Clase         | Orden          | Familia         | Morfoespecie                  |
|-------------|---------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| Chlorophyta | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae  | <i>Scenedesmus</i> sp         |
|             |               |                |                 | <i>Scenedesmus acuminatus</i> |
|             |               |                |                 | <i>Tetrastrum</i> sp          |
|             |               |                |                 | <i>Coelastrum cf indicum</i>  |
|             |               |                | Hydrodictyaceae | <i>Pediastrum duplex</i>      |
|             |               |                |                 | <i>Tetraedron</i> sp1         |



| División         | Clase             | Orden            | Familia           | Morfoespecie                                       |
|------------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------------------------------------------|
|                  |                   |                  | Sphaeropleaceae   | <i>Ankyra</i> sp                                   |
| Charophyta       | Conjugatophyceae  | Desmidiales      | Closteriaceae     | <i>Closterium</i> sp2                              |
| Cyanobacteria    | Cyanophyceae      | Oscillatoriales  | Oscillatoriaceae  | <i>Oscillatoria</i> sp2<br><i>Oscillatoria</i> sp3 |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenales       | Euglenaceae       | <i>Euglena</i> sp1<br><i>Strombomonas</i> sp2      |
|                  |                   |                  | Phacaceae         | <i>Lepocinclis acus</i><br><i>Lepocinclis</i> sp1  |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Naviculales      | Naviculaceae      | <i>Navicula</i> sp                                 |
|                  |                   |                  | Pinnulariaceae    | <i>Pinnularia</i> sp1                              |
|                  | Mediophyceae      | Anaulales        | Anaulaceae        | <i>Terpsinoë</i> sp                                |
|                  |                   | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella</i> sp                               |
|                  | Bacillariophyceae | Eunotiales       | Eunotiaceae       | <i>Eunotia</i> sp                                  |
|                  |                   | Surirellales     | Surirellaceae     | <i>Surirella</i> sp1<br><i>Surirella</i> sp2       |
|                  |                   |                  |                   |                                                    |
| <b>5</b>         | <b>7</b>          | <b>9</b>         | <b>13</b>         | <b>21</b>                                          |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia fue *Navicula* sp con 1610000,00 Ind/L; mientras que, las morfoespecies menos representativas fueron *Scenedesmus* sp y *Scenedesmus acuminatus*, con 10000,00 Ind/L cada una (**Tabla 52**).

*Navicula* sp es considerada una diatomea heterotrófica facultativa, lo cual permite su reproducción y desarrollo en diferentes tipos de ecosistemas (Díaz-Quiroz & Rivera-Rendón, 2004).

**Tabla 52. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Sabanagrande.**

| Morfoespecie                  | Densidad (Ind/L) |           |           |
|-------------------------------|------------------|-----------|-----------|
|                               | P1               | P2        | Total     |
| <i>Scenedesmus</i> sp         | 10000,00         | 0,00      | 10000,00  |
| <i>Scenedesmus acuminatus</i> | 10000,00         | 0,00      | 10000,00  |
| <i>Tetrastrum</i> sp          | 0,00             | 120000,00 | 120000,00 |
| <i>Coelastrum cf indicum</i>  | 0,00             | 50000,00  | 50000,00  |
| <i>Pediastrum duplex</i>      | 0,00             | 70000,00  | 70000,00  |
| <i>Tetraedron</i> sp1         | 0,00             | 70000,00  | 70000,00  |
| <i>Ankyra</i> sp              | 0,00             | 30000,00  | 30000,00  |
| <i>Closterium</i> sp2         | 40000,00         | 0,00      | 40000,00  |
| <i>Oscillatoria</i> sp2       | 50000,00         | 0,00      | 50000,00  |
| <i>Oscillatoria</i> sp3       | 60000,00         | 0,00      | 60000,00  |
| <i>Euglena</i> sp1            | 20000,00         | 0,00      | 20000,00  |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 114 de 446

| Morfoespecie            | Densidad (Ind/L)  |                   |                   |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                         | P1                | P2                | Total             |
| <i>Strombomonas</i> sp2 | 20000,00          | 0,00              | 20000,00          |
| <i>Lepocinclis acus</i> | 20000,00          | 0,00              | 20000,00          |
| <i>Lepocinclis</i> sp1  | 50000,00          | 470000,00         | 520000,00         |
| <i>Navicula</i> sp      | 1610000,00        | 0,00              | 1610000,00        |
| <i>Pinnularia</i> sp1   | 50000,00          | 130000,00         | 180000,00         |
| <i>Terpsinoë</i> sp     | 30000,00          | 0,00              | 30000,00          |
| <i>Cyclotella</i> sp    | 340000,00         | 660000,00         | 1000000,00        |
| <i>Eunotia</i> sp       | 70000,00          | 20000,00          | 90000,00          |
| <i>Surirella</i> sp1    | 40000,00          | 0,00              | 40000,00          |
| <i>Surirella</i> sp2    | 20000,00          | 0,00              | 20000,00          |
| <b>Total</b>            | <b>2440000,00</b> | <b>1620000,00</b> | <b>4060000,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

**Tabla 53. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Sabanagrande.**

| Morfoespecie                  | Abundancia relativa (%) |               |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|
|                               | P1                      | P2            |
| <i>Scenedesmus</i> sp         | 0,41                    | 0,00          |
| <i>Scenedesmus acuminatus</i> | 0,41                    | 0,00          |
| <i>Tetrastrum</i> sp          | 0,00                    | 7,41          |
| <i>Coelastrum cf indicum</i>  | 0,00                    | 3,09          |
| <i>Pediastrum duplex</i>      | 0,00                    | 4,32          |
| <i>Tetraedron</i> sp1         | 0,00                    | 4,32          |
| <i>Ankyra</i> sp              | 0,00                    | 1,85          |
| <i>Closterium</i> sp2         | 1,64                    | 0,00          |
| <i>Oscillatoria</i> sp2       | 2,05                    | 0,00          |
| <i>Oscillatoria</i> sp3       | 2,46                    | 0,00          |
| <i>Euglena</i> sp1            | 0,82                    | 0,00          |
| <i>Strombomonas</i> sp2       | 0,82                    | 0,00          |
| <i>Lepocinclis acus</i>       | 0,82                    | 0,00          |
| <i>Lepocinclis</i> sp1        | 2,05                    | 29,01         |
| <i>Navicula</i> sp            | 65,98                   | 0,00          |
| <i>Pinnularia</i> sp1         | 2,05                    | 8,02          |
| <i>Terpsinoë</i> sp           | 1,23                    | 0,00          |
| <i>Cyclotella</i> sp          | 13,93                   | 40,74         |
| <i>Eunotia</i> sp             | 2,87                    | 1,23          |
| <i>Surirella</i> sp1          | 1,64                    | 0,00          |
| <i>Surirella</i> sp2          | 0,82                    | 0,00          |
| <b>Total</b>                  | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton obtuvo una densidad total de 4060000,00 Ind/L y esta fue mayor en el punto "P1" donde reportó 2440000,00 Ind/L. En cuanto a la riqueza, varió entre 9-16 morfoespecies y su valor máximo fue consistente con el de la densidad (**Gráfica 23**).

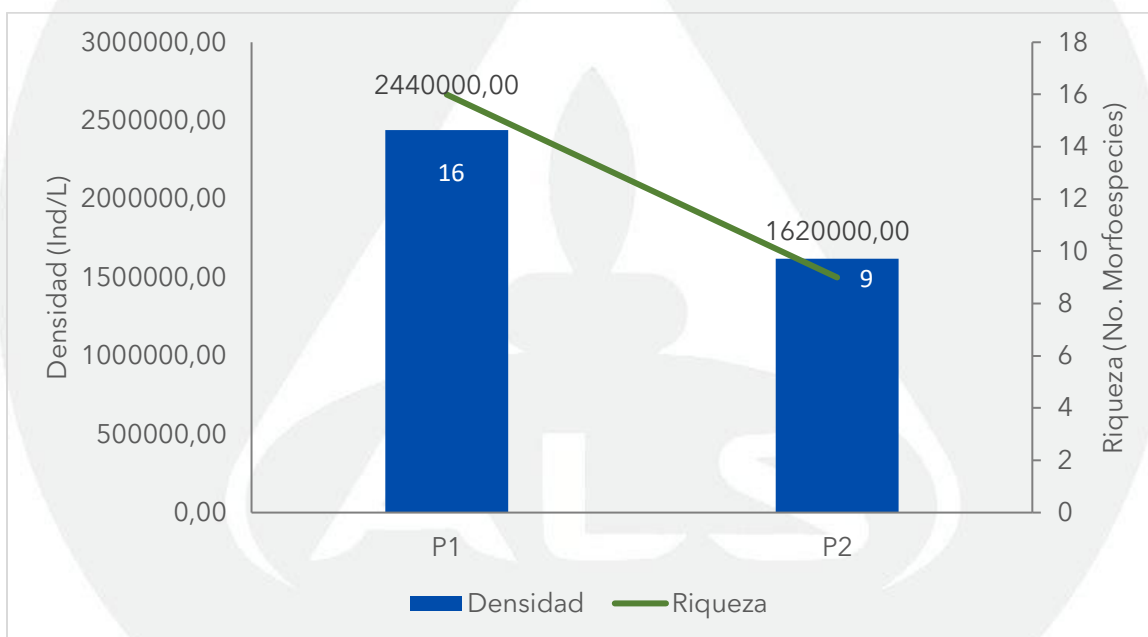


**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah *et al.*, (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.



**Gráfica 23. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la Ciénaga Sabanagrande.**

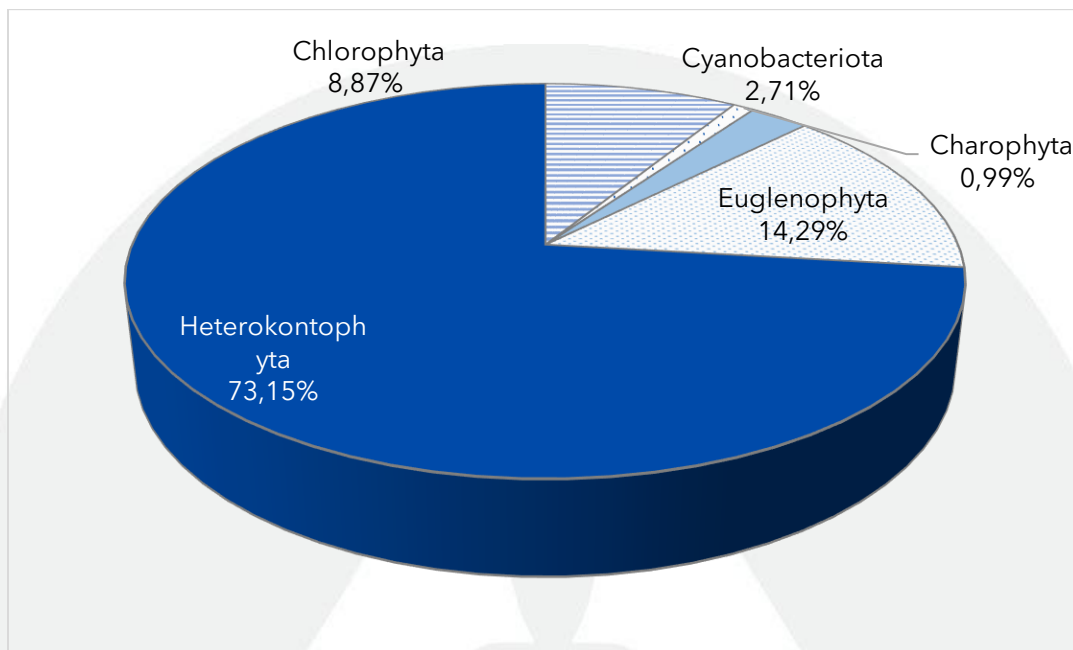
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Heterokontophyta obtuvo el 73,15% de proporción, seguido de Euglenophyta (14,29%), Chlorophyta (8,87%), Cyanobacteriota (2,71%) y Charophyta (0,99%) (**Gráfica 24**).





Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).



**Gráfica 24. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga Sabanagrande.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las morfoespecies de la división Heterokontophyta presentó sus mayores contribuciones en el punto "P1" con 2160000,00Ind/L, por su parte, Chlorophyta y Euglenophyta reportaron sus mayores contribuciones en el punto "P2" con 340000,00 Ind/L y 470000,00 Ind/L, respectivamente. Por su parte las divisiones Charophyta y Cyanobacteriota estuvieron relacionadas únicamente en el punto "P1" con densidades de 40000,00 Ind/L y 110000,00 Ind/L, respectivamente (**Gráfica 25**).





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

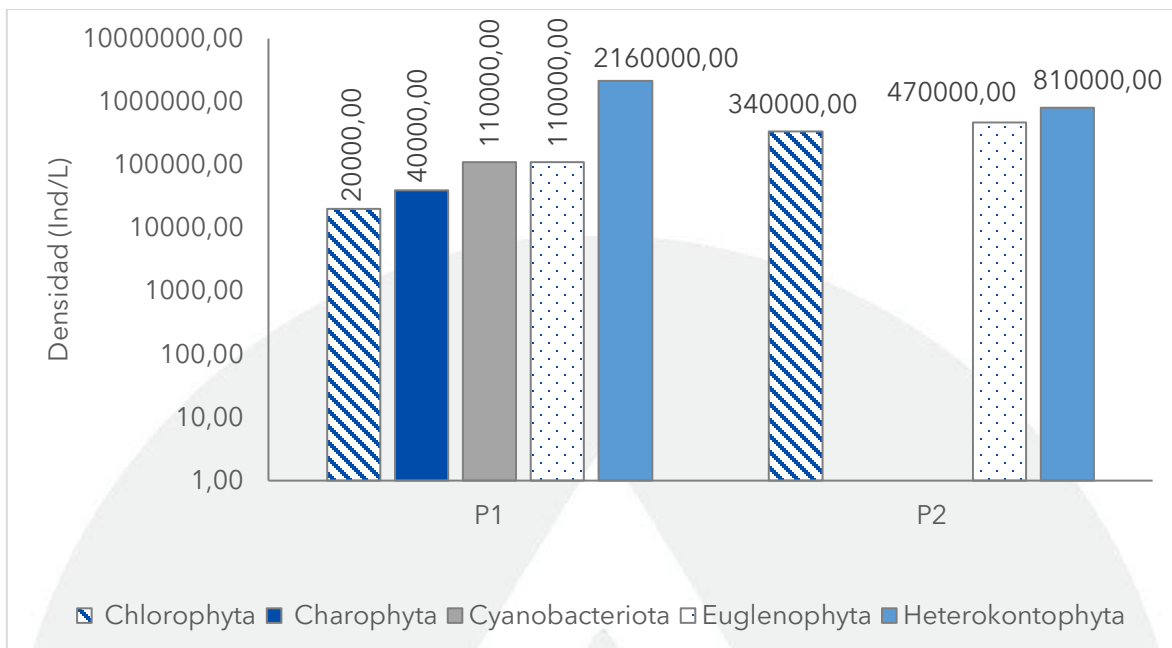
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 117 de 446



**Gráfica 25. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga Sabanagrande por punto de monitoreo.**

*\*: Los datos presentados en la gráfica se encuentran en escala logarítmica*

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 1,37 y 1,63, siendo máximo en el punto "P2"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 118 de 446

La equitatividad obtuvo valores de medios a altos (0,50 a 0,74), siendo máximo en el punto "P2" lo cual responde a una uniformidad relativa en la distribución de las abundancias de las morfoespecies en el ensamblaje. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores de medios a bajos, siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 54**).

**Tabla 54. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| Indices        | P1         | P2         |
|----------------|------------|------------|
| Taxa_S         | 16         | 9          |
| Individuals    | 2440000,00 | 1620000,00 |
| Dominance_D    | 0,46       | 0,27       |
| Shannon_H      | 1,37       | 1,63       |
| Margalef       | 1,02       | 0,56       |
| Equitability_J | 0,50       | 0,74       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

### 5.1.3.2 Zooplancton

En la ciénaga Sabanagrande, la comunidad de zooplancton estuvo representada por 13 morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla, cuatro (4) clases, seis (6) ordenes con uno no determinado y cinco (5) familias con tres no determinada, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 55**.

**Tabla 55. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Sabanagrande**

| Phylum    | Clase        | Orden           | Familia       | Morfoespecie               |
|-----------|--------------|-----------------|---------------|----------------------------|
| Artrópoda | Branchiopoda | Diplostraca     | Sididae       | <i>Diaphanosoma</i> sp     |
|           | Maxillopoda  | Calanoida       | -             | Calanoida morfo 1          |
|           |              | Cyclopoida      | -             | Cyclopoida morfo 1         |
|           |              | -               | -             | Larva nauplio morfo 1      |
| Protozoa  | Lobosa       | Arcellinida     | Centropxyidae | <i>Centropxyis</i> sp      |
| Rotífera  | Eurotatoria  | Flosculariaceae | Filiniidae    | <i>Filinia longiseta</i>   |
|           |              |                 | Hexarthridae  | <i>Hexarthra</i> sp        |
|           |              |                 |               | <i>Brachionus caudatus</i> |
|           |              | Ploima          | Brachionidae  | <i>Brachionus</i> sp1      |
|           |              |                 |               | <i>Brachionus</i> sp2      |
|           |              |                 |               | <i>Keratella</i> sp        |
|           |              |                 |               | <i>Keratella</i> sp1       |
|           |              |                 |               | <i>Keratella</i> sp2       |
|           |              |                 |               |                            |
|           |              |                 |               |                            |
| <b>3</b>  | <b>4</b>     | <b>6</b>        | <b>5</b>      | <b>13</b>                  |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie más abundante fue Larva nauplio morfo 1 con 314,50 Ind/L representando el 22,51%, seguido de *Diaphanosoma* sp con un total de 227,80 Ind/L representando el 16,31%. La morfoespecie menos densa fue *Centropixys* sp con 6,80 Ind/L encontrándose en los dos puntos ubicados en la ciénaga (**Tabla 56**).

La fase larvaria de nauplio es un componente tan común de desarrollo de crustáceos, y se ve en muchos grupos. En términos numéricos las larvas nauplio pueden ser de los organismos más numerosos en el planeta debido a esto tienen un roll ecológico importante. 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.

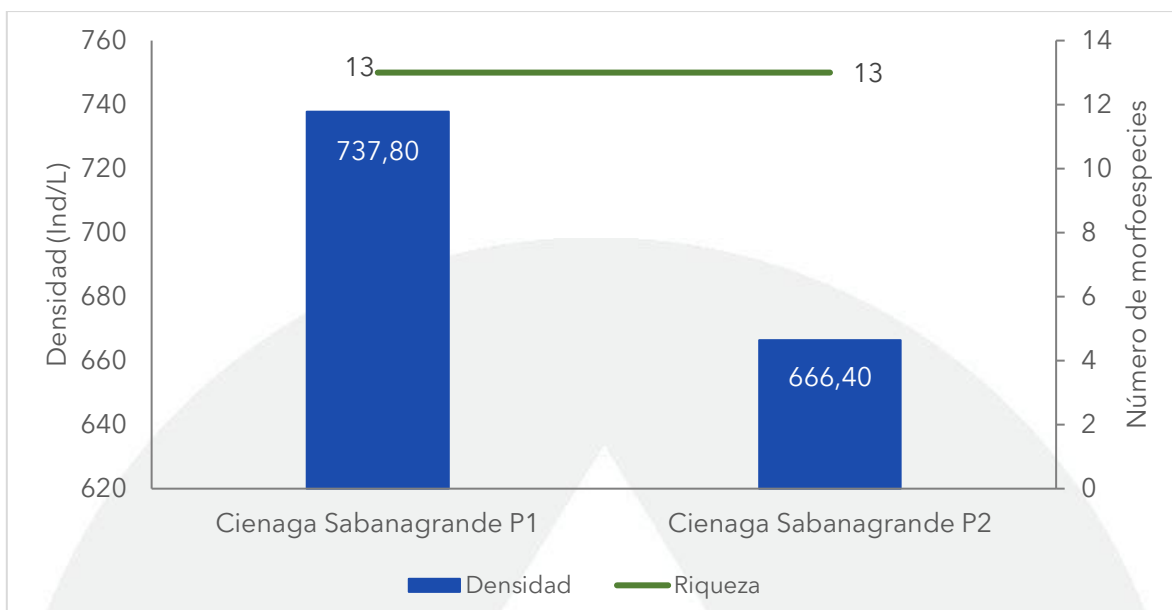
**Tabla 56. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Sabanagrande.**

| Morfoespecie               | Densidad (Ind/L) |               |                | Abundancia relativa (%) |               |
|----------------------------|------------------|---------------|----------------|-------------------------|---------------|
|                            | P1               | P2            | Total          | P1                      | P2            |
| <i>Brachionus caudatus</i> | 15,30            | 20,40         | 35,70          | 2,07                    | 3,06          |
| <i>Brachionus</i> sp1      | 88,40            | 74,80         | 163,20         | 11,98                   | 11,22         |
| <i>Brachionus</i> sp2      | 85,00            | 66,30         | 151,30         | 11,52                   | 9,95          |
| Calanoida morfo 1          | 51,00            | 27,20         | 78,20          | 6,91                    | 4,08          |
| <i>Centropyxis</i> sp      | 5,10             | 1,70          | 6,80           | 0,69                    | 0,26          |
| Cyclopoida morfo 1         | 61,20            | 69,70         | 130,90         | 8,29                    | 10,46         |
| <i>Diaphanosoma</i> sp     | 107,10           | 120,70        | 227,80         | 14,52                   | 18,11         |
| <i>Filinia longiseta</i>   | 25,50            | 15,30         | 40,80          | 3,46                    | 2,30          |
| <i>Hexarthra</i> sp        | 37,40            | 23,80         | 61,20          | 5,07                    | 3,57          |
| <i>Keratella</i> sp        | 44,20            | 11,90         | 56,10          | 5,99                    | 1,79          |
| <i>Keratella</i> sp1       | 22,10            | 34,00         | 56,10          | 3,00                    | 5,10          |
| <i>Keratella</i> sp2       | 45,90            | 35,70         | 81,60          | 6,22                    | 5,36          |
| Larva nauplio morfo 1      | 149,60           | 164,90        | 314,50         | 20,28                   | 24,74         |
| <b>Total</b>               | <b>737,80</b>    | <b>666,40</b> | <b>1404,20</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

En cuanto a la distribución de la densidad se obtuvo un total de 1404,20 Ind/L en el área de estudio, el punto con mayor densidad fue P1 con 737,80 Ind/L para P2 la densidad fue de 666,40 Ind/L. En cuanto a la riqueza se presentaron igual número de morfoespecies con 13 (**Gráfica 26**).





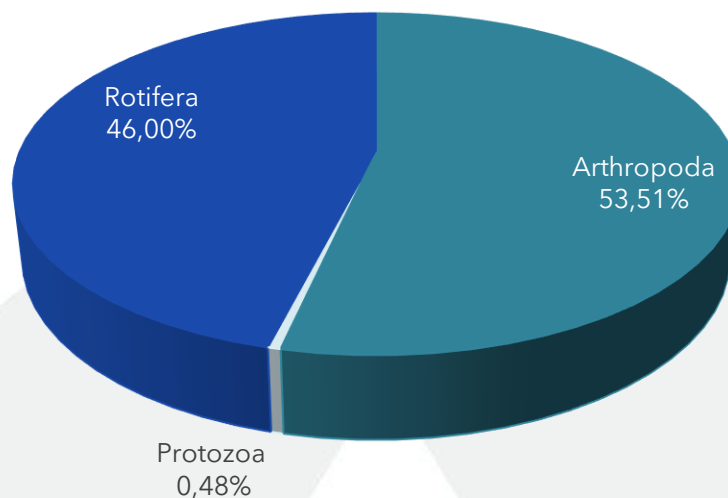
**Gráfica 26. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Sabanagrande**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la distribución porcentual de los phylum en el área de estudio Artrópoda representó el 53,51% seguido de Rotífera con 46,00% y por último Protozoa con 0,48% (**Gráfica 27**).

El phylum Arthropoda se caracteriza por ser el más abundante y diverso del reino animal, esto se debe a que han logrado desarrollar estrategias para adaptarse a diversos tipos de ambientes, estas estrategias incluyen: pequeño tamaño, alta tasa reproductiva, exoesqueleto endurecido, entre otras (Lagos et al., 2014).

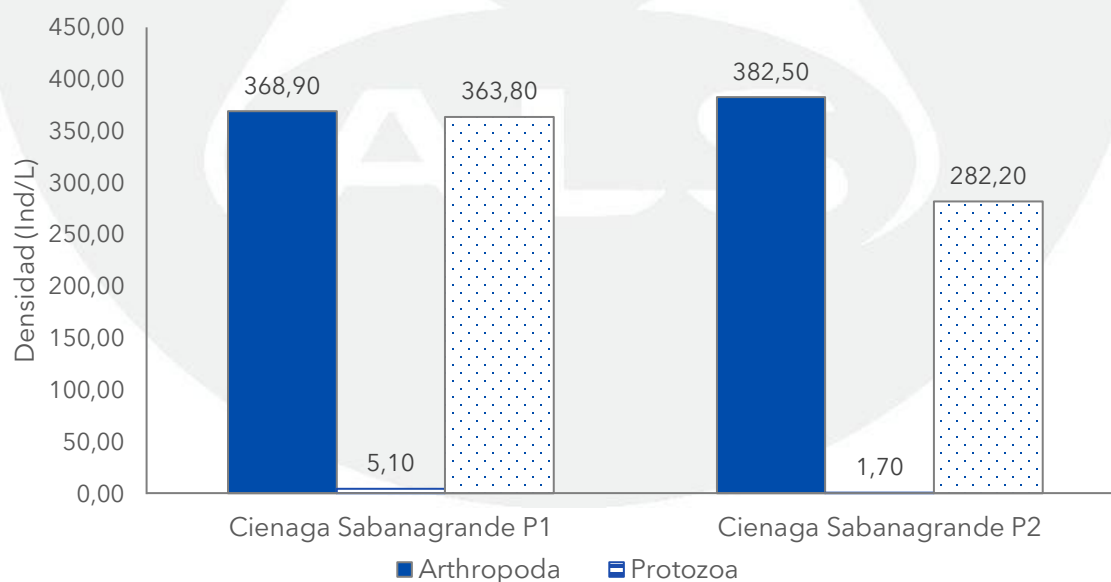




**Gráfica 27.. Contribución porcentual de la densidad total de los Phyla zooplanctónicas en la ciénaga Sabanagrande.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.*

El Phylum Artrópoda fue el más denso para los dos puntos con 382,50 Ind/L para P2 y 368,90 Ind/L en P1, seguido de Rotífera con 363,80 Ind/L para P1 y 282,20 Ind/L en P2. Por último, tenemos a Protozoa con 5,10 Ind/L para P1 y 1,70 Ind/L (**Gráfica 28**).



**Gráfica 28. Contribución a la densidad total de los Phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Sabanagrande.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.*





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 123 de 446

El índice de Shannon-Wiener reportó un valor sobre 2 para el punto P1 y P2, 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 el punto 1 y moderado para el punto 2. 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 bajos de diversidad en el punto 1 y punto 2 ( $<2$ ) (**Tabla 57**).

**Tabla 57. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Sabanagrande**

| Índice         | P1     | P2     |
|----------------|--------|--------|
| Taxa_S         | 13     | 13     |
| Individuals    | 434,00 | 392,00 |
| Dominance_D    | 0,11   | 0,14   |
| Shannon_H      | 2,33   | 2,21   |
| Margalef       | 1,82   | 1,85   |
| Equitability_J | 0,91   | 0,86   |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 124 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

### 5.1.3.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. “Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas” (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

La comunidad perifítica en el área de estudio estuvo representada por 12 morfoespecies vinculadas a tres (3) divisiones, igual número de clases, ocho (8) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 58**.

**Tabla 58. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga Sabanagrande.**

| División         | Clase             | Orden           | Familia            | Morfoespecie             |
|------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales   | Bacillariaceae     | <i>Nitzschia</i> sp1     |
|                  |                   | Cymbellales     | Cymbellaceae       | <i>Cymbella</i> sp       |
|                  |                   | Eunotiales      | Eunotiaceae        | <i>Eunotia</i> sp1       |
|                  |                   |                 |                    | <i>Eunotia</i> sp2       |
|                  |                   | Fragilariales   | Fragilariaceae     | <i>Synedra</i> sp1       |
|                  |                   |                 |                    | <i>Fragilaria</i> sp     |
|                  |                   | Naviculales     | Naviculaceae       | <i>Navicula</i> sp1      |
|                  |                   |                 |                    | <i>Gyrosigma</i> sp      |
| Chlorophyta      | Chlorophyceae     | Oedogoniales    | Oedogoniaceae      | <i>Oedogonium</i> sp     |
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae      | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae   | <i>Oscillatoria</i> sp4  |
|                  |                   | Synechococcales | Pseudoanabaenaceae | <i>Lyngbya</i> sp1       |
|                  |                   |                 |                    | <i>Pseudoanabaena</i> sp |
| <b>3</b>         | <b>3</b>          | <b>8</b>        | <b>8</b>           | <b>12</b>                |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 125 de 446

Las morfoespecies más abundantes fueron *Nitzschia* sp1, *Navicula* sp1 y *Fragilaria* sp con 2524,73 Ind/cm<sup>2</sup>, 888,93 Ind/cm<sup>2</sup> y 601,60 Ind/cm<sup>2</sup>, respectivamente; mientras que las morfoespecies menos representativas fueron *Eunotia* sp2 y *Gyrosigma* sp cada una con 29,67 Ind/cm<sup>2</sup> (**Tabla 59**).

El género *Nitzschia*, es cosmopolita y se distribuye en gran variedad de ambientes, incluidos los eutróficos, de acuerdo con Pinilla (2000) el género indica turbulencia, sedimentos y conductividad altos.

Con respecto al género *Navicula*, Cox (1994) destaca que, son organismos que pueden funcionar como bioindicadores del medio, es decir, la presencia del género *Navicula* podría facilitar la identificación de diferentes biotopos, teniendo en cuenta factores ambientales que pueden ejercer algún tipo de presión sobre las comunidades de diatomeas.

Algunas morfoespecies del género *Fragilaria*, es muy frecuente encontrarla en aguas corrientes o estancadas asociada a las piedras o la vegetación. Prefiere aguas mesotróficas o eutróficas, aunque las diferentes variedades difieren en su óptimo trófico (Romero, 2010).

**Tabla 59. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga Sabanagrande.**

| Morfoespecie             | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) |                |                |
|--------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|
|                          | P1                              | P2             | Total          |
| <i>Nitzschia</i> sp1     | 1771,20                         | 753,53         | 2524,73        |
| <i>Cymbella</i> sp       | 0,00                            | 83,07          | 83,07          |
| <i>Eunotia</i> sp1       | 54,00                           | 0,00           | 54,00          |
| <i>Eunotia</i> sp2       | 0,00                            | 29,67          | 29,67          |
| <i>Synedra</i> sp1       | 97,20                           | 11,87          | 109,07         |
| <i>Fragilaria</i> sp     | 156,60                          | 445,00         | 601,60         |
| <i>Navicula</i> sp1      | 491,40                          | 397,53         | 888,93         |
| <i>Gyrosigma</i> sp      | 0,00                            | 29,67          | 29,67          |
| <i>Oedogonium</i> sp     | 162,00                          | 23,73          | 185,73         |
| <i>Oscillatoria</i> sp4  | 183,60                          | 65,27          | 248,87         |
| <i>Lyngbya</i> sp1       | 32,40                           | 0,00           | 32,40          |
| <i>Pseudoanabaena</i> sp | 0,00                            | 486,53         | 486,53         |
| <b>Total</b>             | <b>2948,40</b>                  | <b>2325,87</b> | <b>5274,27</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 126 de 446

**Tabla 60. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga Sabanagrande.**

| Morfoespecie             | Abundancia relativa (%) |               |
|--------------------------|-------------------------|---------------|
|                          | P1                      | P2            |
| <i>Nitzschia</i> sp1     | 60,07                   | 32,40         |
| <i>Cymbella</i> sp       | 0,00                    | 3,57          |
| <i>Eunotia</i> sp1       | 1,83                    | 0,00          |
| <i>Eunotia</i> sp2       | 0,00                    | 1,28          |
| <i>Synedra</i> sp1       | 3,30                    | 0,51          |
| <i>Fragilaria</i> sp     | 5,31                    | 19,13         |
| <i>Navicula</i> sp1      | 16,67                   | 17,09         |
| <i>Gyrosigma</i> sp      | 0,00                    | 1,28          |
| <i>Oedogonium</i> sp     | 5,49                    | 1,02          |
| <i>Oscillatoria</i> sp4  | 6,23                    | 2,81          |
| <i>Lyngbya</i> sp1       | 1,10                    | 0,00          |
| <i>Pseudoanabaena</i> sp | 0,00                    | 20,92         |
| <b>Total</b>             | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

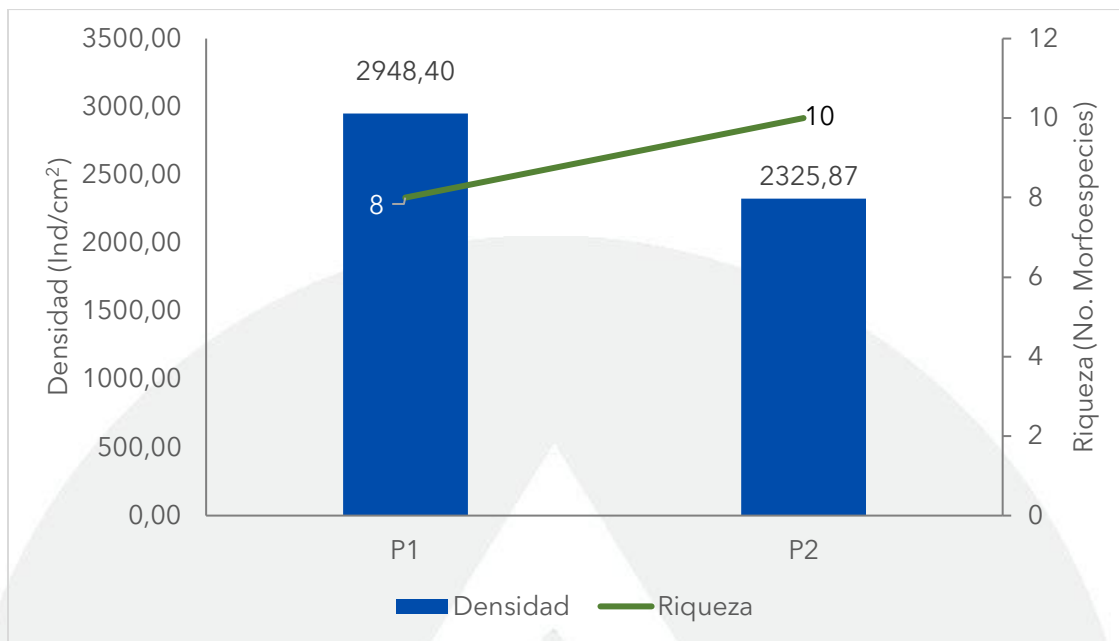
La densidad total de perifiton reportada en la Ciénaga Sabanagrande registró un valor de 5274,27 Ind/cm<sup>2</sup>, obteniendo su valor más alto en el punto "P1", con un valor de 2948,40 Ind/cm<sup>2</sup>; por su parte, la riqueza obtuvo un rango de 8-10 morfoespecies y su máximo valor se registró en el punto "P2" (**Gráfica 29**).

La distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson *et al.*, 1996); así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova y Donald, 2002). Teniendo en cuenta lo mencionado, resulta probable que el área de estudio ofrezca gradientes ambientales que generan diferentes microhábitats en los puntos de muestreo, que permiten una mayor colonización y desarrollo de células en determinados puntos.



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**Gráfica 29. Densidad (Ind/cm²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la Ciénaga Sabanagrande.**

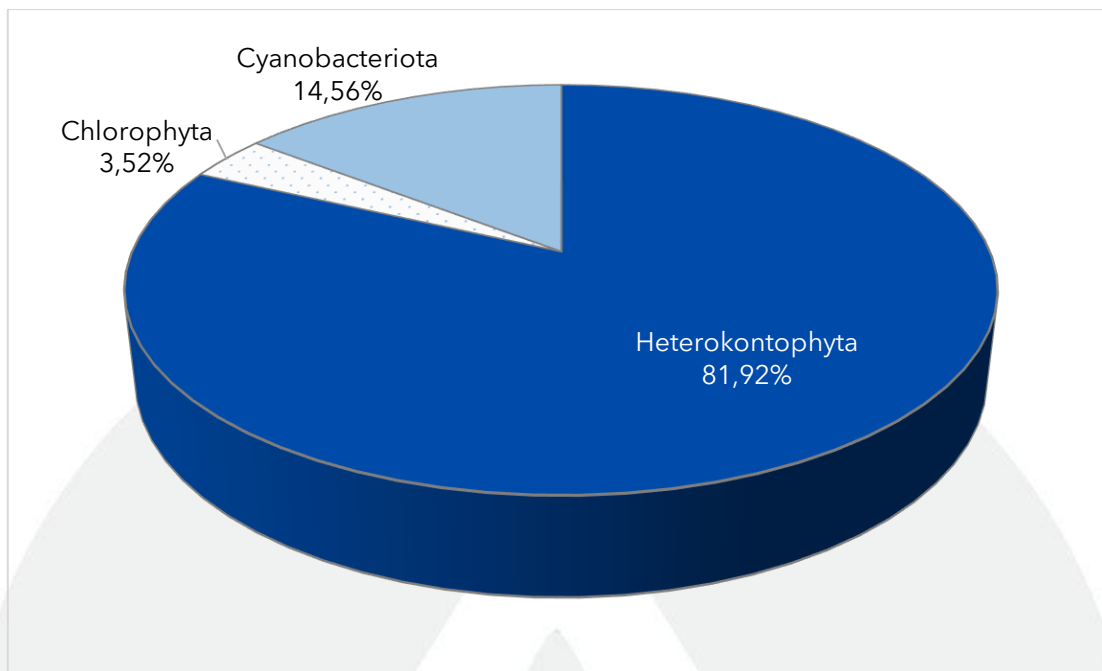
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la contribución de cada división a la densidad total, se observó que Heterokontophyta obtuvo el mayor aporte, representado en un 81,92%, seguida de Cyanobacteriota 14,56% y por último Chlorophyta (3,52%) (**Gráfica 30**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).



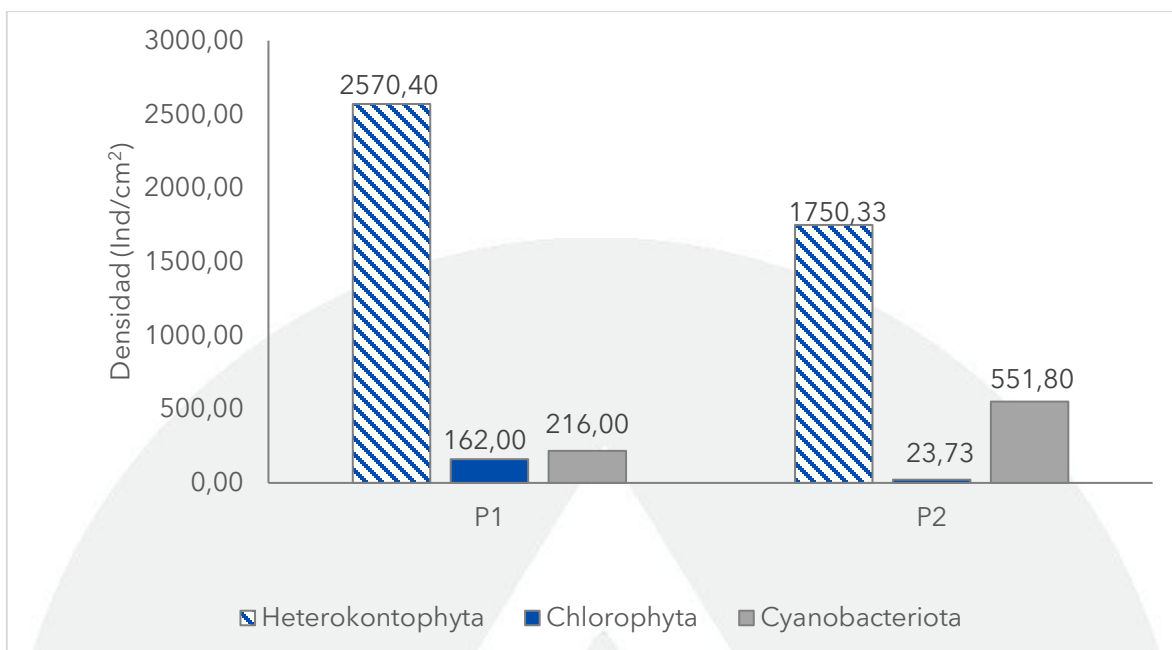


**Gráfica 30.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga Sabanagrande.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

La división Heterokontophyta dominó en los puntos muestreados, presentando su mayor densidad en el punto "P1", con un valor de 2570,40 Ind/cm<sup>2</sup>; así mismo Chlorophyta realizó su mayor aporte en el punto antes mencionado con 162,00 Ind/cm<sup>2</sup>; por su parte, Cyanobacteriota, presentó su mayor contribución en el punto "P2" con una densidad de 551,80 Ind/cm<sup>2</sup> (**Gráfica 31**).





**Gráfica 31. Contribución a la densidad total de las divisiones periféricas por punto de muestreo en la Ciénaga Sabanagrande.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023*

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 1,33 y 1,72, siendo máximo en el punto "P2"; los valores inferiores a dos (2) de este índice 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 (Roldán y Ramírez, 2008); valores superiores a dos (2) 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 obtuvo valores entre 0,64 y 0,74, siendo el valor del punto "P2" de alta equitatividad. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor bajo en el punto "P2", siendo esto consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró valores bajos inferiores a dos, según Margalef (1983) es consistente con sistemas de baja riqueza (**Tabla 61**).







**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 130 de 446

**Tabla 61. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.**

| Indices        | P1      | P2      |
|----------------|---------|---------|
| Taxa_S         | 8       | 10      |
| Individuals    | 2948,40 | 2325,87 |
| Dominance_D    | 0,40    | 0,22    |
| Shannon_H      | 1,33    | 1,72    |
| Margalef       | 0,88    | 1,16    |
| Equitability_J | 0,64    | 0,74    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

### 5.1.3.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande, estuvo conformada por dos (2) morfoespecies, distribuidas en un (1) phylum, dos (2) clases, dos (2) órdenes e igual cantidad de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 62**.

**Tabla 62. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observados en ciénaga de Sabanagrande.**

| Phylum   | Clase      | Orden      | Familia  | Morfoespecie                   |
|----------|------------|------------|----------|--------------------------------|
| Annelida | Clitellata | Tubificida | Naididae | Naididae morfo 1               |
|          |            |            |          | <i>Melanoides tuberculatus</i> |
| <b>1</b> | <b>1</b>   | <b>1</b>   | <b>1</b> | <b>2</b>                       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Se observaron dos (2) morfoespecies en la ciénaga, siendo *Melanoides tuberculatus*, la de mayor densidad con 31,11 Ind/m<sup>2</sup> en P2. En P1 no se observaron morfoespecies. (**Tabla 63**). 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).

**Tabla 63. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande.**

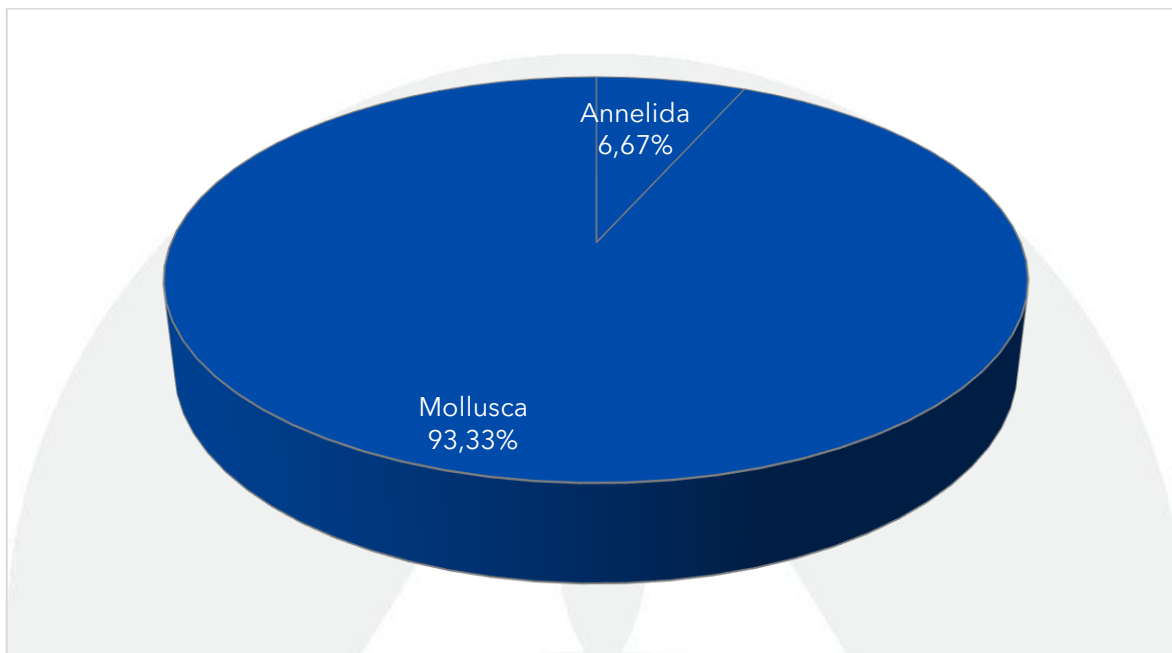
| Morfoespecie                   | Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) |              |              | Abundancia relativa (%) |                |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------------------|----------------|
|                                | P1                             | P2           | Total        | P1                      | P2             |
| <i>Melanoides tuberculatus</i> | 0,00                           | 31,11        | 31,11        | 0,00                    | 93,33%         |
| Naididae morfo 1               | 0,00                           | 2,22         | 2,22         | 0,00                    | 6,67%          |
| <b>Total</b>                   | <b>0,00</b>                    | <b>33,33</b> | <b>33,33</b> | <b>0,00</b>             | <b>100,00%</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El phylum Mollusca realizó los aportes más altos a la densidad total representando el 93,33% del valor total; mientras que Annelida obtuvo 6,67% (**Gráfica 32**). 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 Sabanagrande 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 32. Contribución porcentual de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Sabanagrande.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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 Peces

La comunidad de peces en la ciénaga Sabanagrande estuvo representada por cuatro (4) especies vinculadas a un (1) phylum, igual número de clase, tres (3) órdenes y cuatro (4) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra en detalle en la **Tabla 64**.

**Tabla 64. Clasificación taxonómica de las especies de peces en la ciénaga de Sabanagrande.**

| Phylum   | Clase     | Orden         | Familia          | Morfoespecie                  |
|----------|-----------|---------------|------------------|-------------------------------|
| Chordata | Teleostei | Characiformes | Anostomidae      | <i>Leporinus muyscorum</i>    |
|          |           |               | Prochilodontidae | <i>Prochilodus magdalenae</i> |
|          |           | Mugiliformes  | Mugilidae        | <i>Mugil cephalus</i>         |
|          |           | Siluriformes  | Erythrinidae     | <i>Hoplias malabaricus</i>    |
| <b>1</b> | <b>1</b>  | <b>3</b>      | <b>4</b>         | <b>4</b>                      |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La abundancia total fue de 1,00 individuos (**Tabla 65**), la especie de mayor abundancia fue *Prochilodus magdalenae* con cuatro (4) individuos, seguido de *Leporinus muyscorum* con tres (3) individuos. *P. magdalenae* conocido como el bocachico, posee un ciclo de vida muy asociado a los patrones hidrológicos de inundación y estiaje; durante altas lluvias permanece en las ciénagas alimentándose del detritus y materia orgánica aportada principalmente por la vegetación acuática, mientras que durante el periodo de aguas bajas, remonta los ríos en una migración masiva donde permanece durante el período seco alimentándose del perifiton (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005).

*P. magdalenae* se encuentra actualmente catalogada como una especie amenazada, en la categoría vulnerable (A2,cd) de acuerdo con el libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia que se distribuye en toda las zonas bajas de los sistemas del Magdalena, Sinú y Atrato, hasta aproximadamente los 1000 m s.n.m (Mojica *et al.*, 2012).

**Tabla 65. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de especies de peces en la ciénaga de Sabanagrande.**

| Especie                    | Abundancia |      |       | Abundancia relativa (%) |       |
|----------------------------|------------|------|-------|-------------------------|-------|
|                            | P1         | P2   | Total | P1                      | P2    |
| <i>Hoplias malabaricus</i> | 0,00       | 1,00 | 1,00  | 0,00                    | 20,00 |
| <i>Leporinus muyscorum</i> | 2,00       | 1,00 | 3,00  | 40,00                   | 20,00 |
| <i>Mugil cephalus</i>      | 1,00       | 1,00 | 2,00  | 20,00                   | 20,00 |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

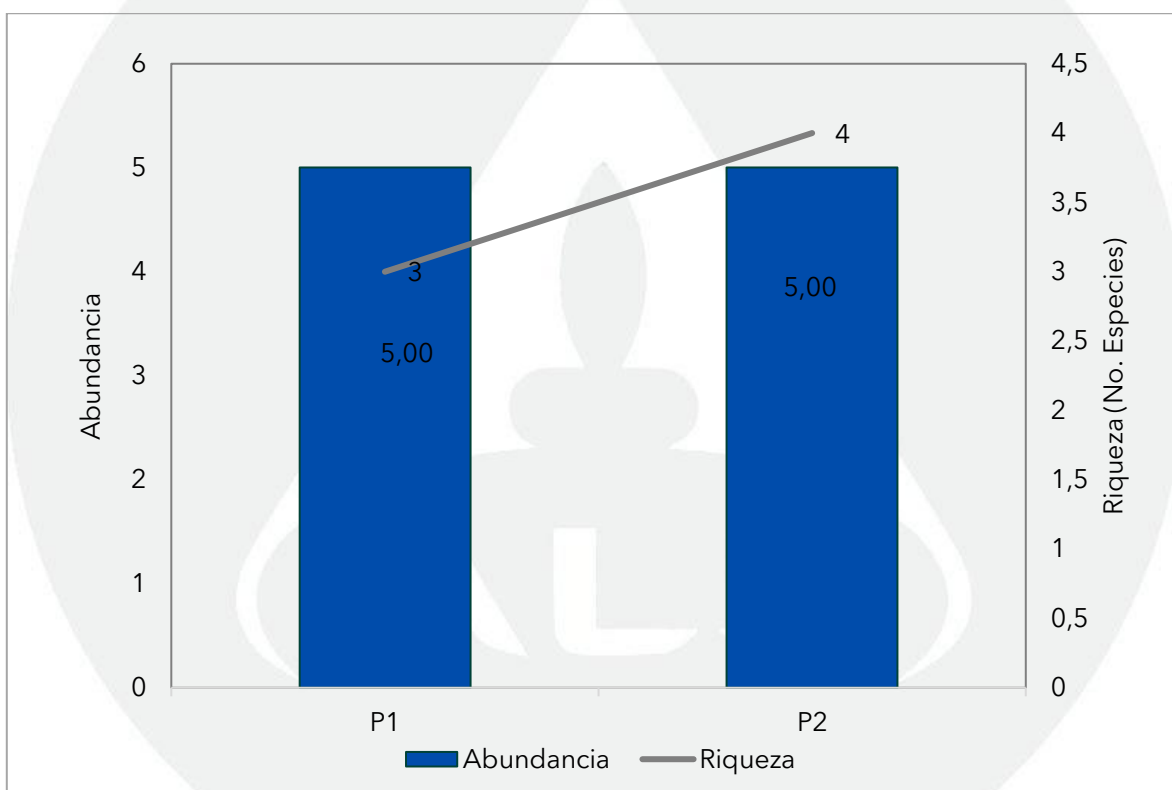
Fecha: 07/09/2023

Página 134 de 446

| Especie                       | Abundancia  |             |              | Abundancia relativa (%) |               |
|-------------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------------------|---------------|
|                               | P1          | P2          | Total        | P1                      | P2            |
| <i>Prochilodus magdalenae</i> | 2,00        | 2,00        | 4,00         | 40,00                   | 40,00         |
| <b>Total</b>                  | <b>5,00</b> | <b>5,00</b> | <b>10,00</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La abundancia de la comunidad de peces registrada en la ciénaga Sabanagrande fue baja, reportando cinco (5) individuos capturados en cada punto; en cuanto a la riqueza de especies se obtuvo un rango de variación de 3-4 especies, siendo más alta en P2 (**Gráfica 33**).



**Gráfica 33. Abundancia (No. Individuos) y Riqueza (No. Especies) de la comunidad de peces en la ciénaga de Sabanagrande.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Debido a la baja riqueza reportada en el área de estudio los índices de diversidad no fueron calculados, ya que el número de morfoespecies por punto fue menor a 5.

#### **5.1.3.6 Macrófitas acuáticas**

En la Ciénaga de Sabanagrande no se reportaron morfoespecies de macrófitas acuáticas.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

## 5.1.4 Ciénaga de Santo Tomás

### 5.1.4.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga Santo Tomás estuvo conformada por 27 morfoespecies, vinculadas a cinco (5) divisiones, ocho (8) clases, 14 órdenes y 18 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 66**.

**Tabla 66. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga de Santo Tomás.**

| División    | Clase         | Orden          | Familia         | Morfoespecie             |
|-------------|---------------|----------------|-----------------|--------------------------|
| Chlorophyta | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae  | <i>Desmodesmus</i> sp1   |
|             |               |                |                 | <i>Coelastrum</i> sp1    |
|             |               |                | Hydrodictyaceae | <i>Tetraedron</i> sp1    |
|             |               |                |                 | <i>Pediastrum duplex</i> |
|             |               |                | Volvocaceae     | <i>Eudorina</i> sp       |





|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 136 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División         | Clase             | Orden             | Familia            | Morfoespecie         |
|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
|                  |                   | Chlamydomonadales |                    | Pandorina morum      |
|                  | Trebouxiophyceae  | Chlorellales      | Oocystaceae        | Oocystis sp1         |
| Charophyta       | Conjugatophyceae  | Desmidiaceae      | Closteriaceae      | Closterium sp1       |
|                  |                   |                   |                    | Closterium sp2       |
|                  |                   |                   | Desmidiaceae       | Micrasteria truncata |
|                  |                   |                   |                    | Cosmarium sp1        |
| Cyanobacteria    | Cyanophyceae      | Nostocales        | Aphanizomenonaceae | Anabaena sp          |
|                  |                   | Oscillatoriales   | Oscillatoriaceae   | Oscillatoria sp2     |
|                  |                   |                   | Microcoleaceae     | Planktothrix sp      |
|                  |                   |                   |                    | Arthrospira sp       |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenales        | Euglenaceae        | Trachelomonas sp1    |
|                  |                   |                   | Phacaceae          | Lepocinclis sp1      |
| Heterokontophyta | Mediophyceae      | Stephanodiscales  | Stephanodiscaceae  | Cyclotella sp        |
|                  | Fragilariophyceae | Fragilariales     | Fragilariaceae     | Fragilaria sp1       |
|                  |                   |                   |                    | Synedra ulna         |
|                  |                   | Naviculales       | Naviculaceae       | Navicula sp1         |
|                  | Bacillariophyceae | Bacillariales     | Bacillariaceae     | Gyrosigma sp.1       |
|                  |                   |                   |                    | Nitzschia sigmaidea  |
|                  |                   | Surirellales      | Surirellaceae      | Nitzschia sp1        |
|                  |                   |                   |                    | Surirella sp         |
|                  |                   |                   |                    | Eunotia sp           |
|                  |                   | Cymbellales       | Cymbellaceae       | Cymbella sp          |
| <b>5</b>         | <b>8</b>          | <b>14</b>         | <b>18</b>          | <b>27</b>            |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia fue *Anabaena* sp con 1700000,00 Ind/L; mientras que, las morfoespecies menos representativas fueron *Desmodesmus* sp1, *Tetraedron* sp1, *Closterium* sp2, *Micrasteria truncata*, *Cosmarium* sp1, *Trachelomonas* sp1, *Cyclotella* sp y *Surirella* sp, con 20000,00 Ind/L cada una (**Tabla 67**).

*Anabaena* sp, algunas especies de este género forman floraciones en lagos y presas, además pueden ocasionar desequilibrios ecológicos y de salud pública debido a las toxinas que producen (Chorus y Bartram, 1999).



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 137 de 446

**Tabla 67. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga de Santo Tomás.**

| Morfoespecie                | Densidad (Ind/L)  |                   |                   |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                             | P1                | P2                | Total             |
| <i>Desmodesmus</i> sp1      | 20000,00          | 0,00              | 20000,00          |
| <i>Coelastrum</i> sp1       | 10000,00          | 20000,00          | 30000,00          |
| <i>Tetraedron</i> sp1       | 20000,00          | 0,00              | 20000,00          |
| <i>Pediastrum duplex</i>    | 0,00              | 30000,00          | 30000,00          |
| <i>Eudorina</i> sp          | 20000,00          | 50000,00          | 70000,00          |
| <i>Pandorina morum</i>      | 30000,00          | 0,00              | 30000,00          |
| <i>Oocystis</i> sp1         | 10000,00          | 60000,00          | 70000,00          |
| <i>Closterium</i> sp1       | 40000,00          | 50000,00          | 90000,00          |
| <i>Closterium</i> sp2       | 0,00              | 20000,00          | 20000,00          |
| <i>Micrasteria truncata</i> | 20000,00          | 0,00              | 20000,00          |
| <i>Cosmarium</i> sp1        | 0,00              | 20000,00          | 20000,00          |
| <i>Anabaena</i> sp          | 480000,00         | 1220000,00        | 1700000,00        |
| <i>Oscillatoria</i> sp2     | 170000,00         | 0,00              | 170000,00         |
| <i>Planktothrix</i> sp      | 0,00              | 40000,00          | 40000,00          |
| <i>Arthrospira</i> sp       | 0,00              | 30000,00          | 30000,00          |
| <i>Trachelomonas</i> sp1    | 0,00              | 20000,00          | 20000,00          |
| <i>Lepocinclis</i> sp1      | 0,00              | 70000,00          | 70000,00          |
| <i>Cyclotella</i> sp        | 0,00              | 20000,00          | 20000,00          |
| <i>Fragilaria</i> sp1       | 500000,00         | 280000,00         | 780000,00         |
| <i>Synedra ulna</i>         | 160000,00         | 300000,00         | 460000,00         |
| <i>Navicula</i> sp1         | 60000,00          | 20000,00          | 80000,00          |
| <i>Gyrosigma</i> sp.1       | 50000,00          | 20000,00          | 70000,00          |
| <i>Nitzschia sigmaidea</i>  | 0,00              | 30000,00          | 30000,00          |
| <i>Nitzschia</i> sp1        | 250000,00         | 0,00              | 250000,00         |
| <i>Surirella</i> sp         | 10000,00          | 10000,00          | 20000,00          |
| <i>Eunotia</i> sp           | 0,00              | 50000,00          | 50000,00          |
| <i>Cymbella</i> sp          | 0,00              | 40000,00          | 40000,00          |
| <b>Total</b>                | <b>1850000,00</b> | <b>2400000,00</b> | <b>4250000,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

**Tabla 68. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga de Santo Tomás.**

| Morfoespecie                | Abundancia relativa (%) |      |
|-----------------------------|-------------------------|------|
|                             | P1                      | P2   |
| <i>Desmodesmus</i> sp1      | 1,08                    | 0,00 |
| <i>Coelastrum</i> sp1       | 0,54                    | 0,83 |
| <i>Tetraedron</i> sp1       | 1,08                    | 0,00 |
| <i>Pediastrum duplex</i>    | 0,00                    | 1,25 |
| <i>Eudorina</i> sp          | 1,08                    | 2,08 |
| <i>Pandorina morum</i>      | 1,62                    | 0,00 |
| <i>Oocystis</i> sp1         | 0,54                    | 2,50 |
| <i>Closterium</i> sp1       | 2,16                    | 2,08 |
| <i>Closterium</i> sp2       | 0,00                    | 0,83 |
| <i>Micrasteria truncata</i> | 1,08                    | 0,00 |



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 138 de 446

| Morfoespecie               | Abundancia relativa (%) |               |
|----------------------------|-------------------------|---------------|
|                            | P1                      | P2            |
| <i>Cosmarium</i> sp1       | 0,00                    | 0,83          |
| <i>Anabaena</i> sp         | 25,95                   | 50,83         |
| <i>Oscillatoria</i> sp2    | 9,19                    | 0,00          |
| <i>Planktothrix</i> sp     | 0,00                    | 1,67          |
| <i>Arthrospira</i> sp      | 0,00                    | 1,25          |
| <i>Trachelomonas</i> sp1   | 0,00                    | 0,83          |
| <i>Lepocinclis</i> sp1     | 0,00                    | 2,92          |
| <i>Cyclotella</i> sp       | 0,00                    | 0,83          |
| <i>Fragilaria</i> sp1      | 27,03                   | 11,67         |
| <i>Synedra ulna</i>        | 8,65                    | 12,50         |
| <i>Navicula</i> sp1        | 3,24                    | 0,83          |
| <i>Gyrosigma</i> sp.1      | 2,70                    | 0,83          |
| <i>Nitzschia sigmaidea</i> | 0,00                    | 1,25          |
| <i>Nitzschia</i> sp1       | 13,51                   | 0,00          |
| <i>Surirella</i> sp        | 0,54                    | 0,42          |
| <i>Eunotia</i> sp          | 0,00                    | 2,08          |
| <i>Cymbella</i> sp         | 0,00                    | 1,67          |
| <b>Total</b>               | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

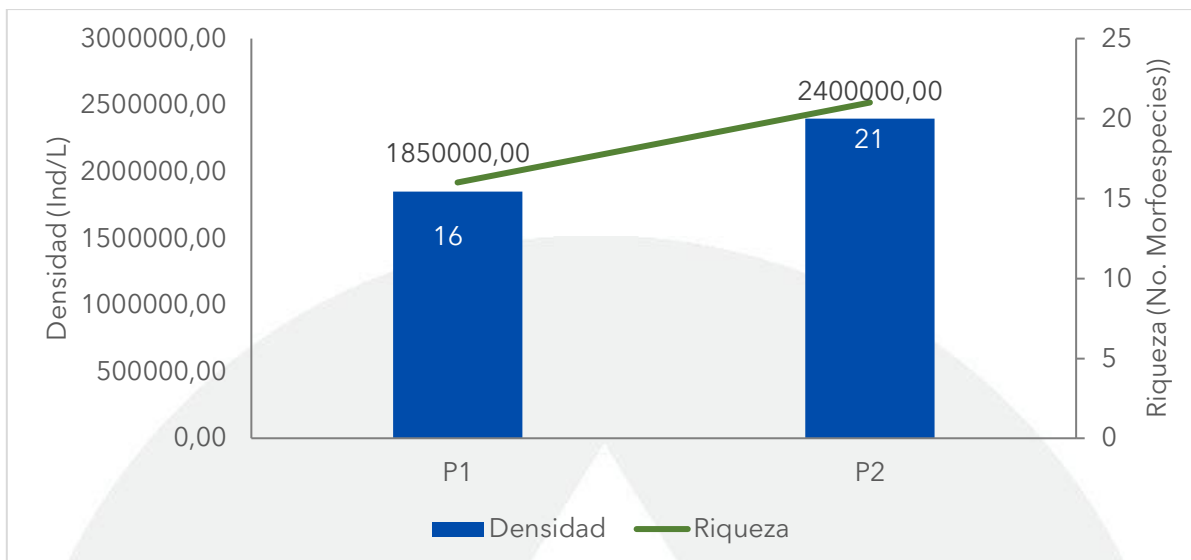
El fitoplancton obtuvo una densidad total de 4250000,00 Ind/L y esta fue mayor en el punto "P2" donde reportó 2440000,00 Ind/L. En cuanto a la riqueza, varió entre 16-21 morfoespecies y su valor máximo fue consistente con el de la densidad (**Gráfica 34**).

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah *et al.*, (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P2", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**Gráfica 34. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la Ciénaga de Santo Tomás.**

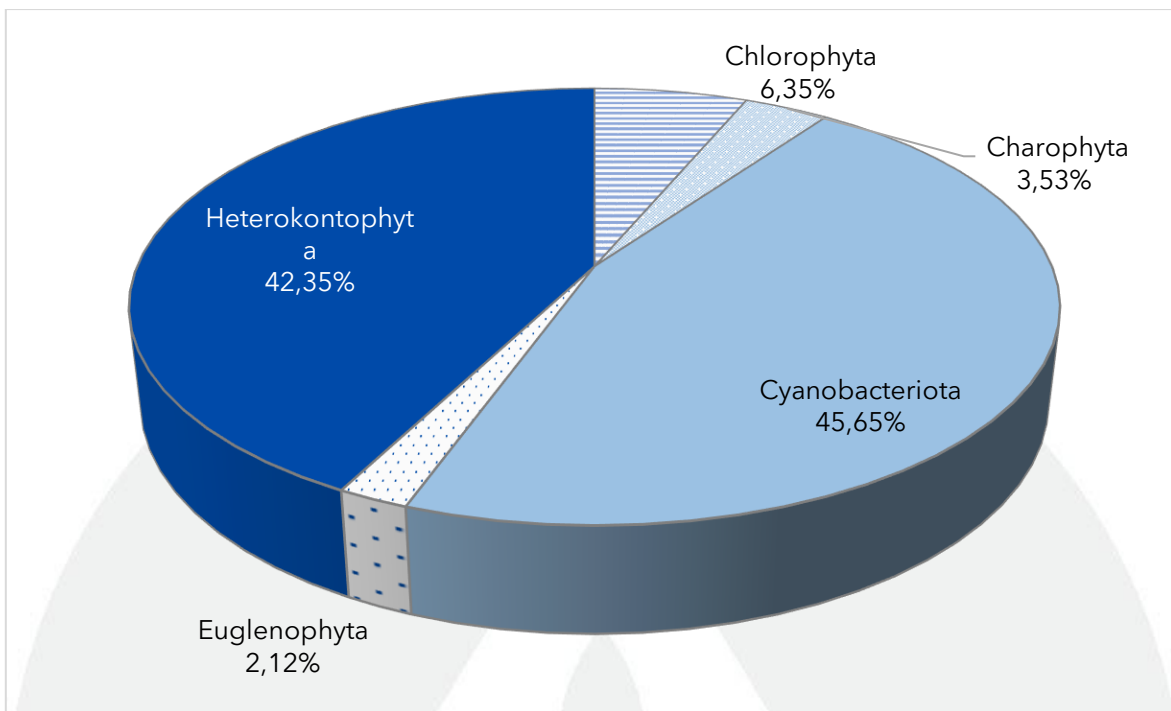
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Cyanobacteriota obtuvo el 45,65% de proporción, seguido de Heterokontophyta (42,35%), Chlorophyta (6,35%), Charophyta (3,53%) y Euglenophyta (2,12%) (**Gráfica 35**).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fósforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera tóxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).



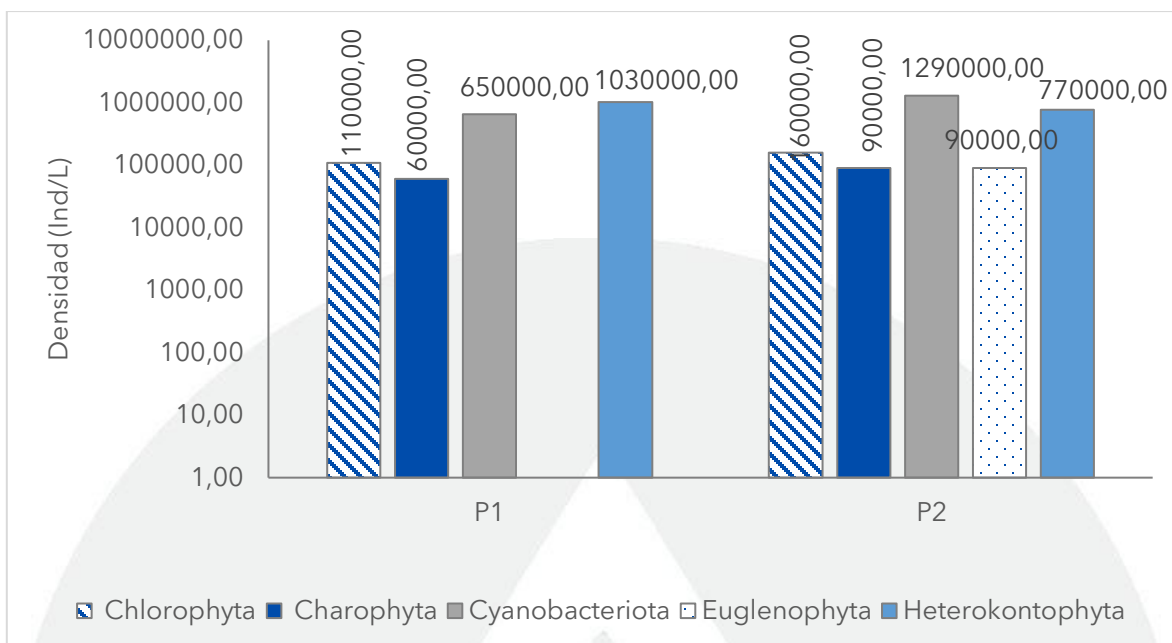


**Gráfica 35. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga de Santo Tomás.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las morfoespecies de la división Heterokontophyta presentó sus mayores contribuciones en el punto "P1" con 1030000,00 Ind/L, por su parte, Chlorophyta, Charophyta y Cyanobacteriota, registraron sus únicos aportes en el punto "P2" con densidades de 160000,00 Ind/L, 90000,00 Ind/L y 1290000,00 Ind/L, respectivamente. Por su parte Euglenophyta registró solo contribuciones en el punto "P2" con una densidad de 90000,00 Ind/L (**Gráfica 36**).





**Gráfica 36. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga de Santo Tomás por punto de monitoreo.**

\*: Los datos presentados en la gráfica se encuentran en escala logarítmica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 1,90 y 2,04, siendo máximo en el punto "P1"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos.







**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 142 de 446

La equitatividad obtuvo valores de medios a altos (0,62 a 0,74), siendo máximo en el punto "P1" lo cual responde a una uniformidad relativa en la distribución de las abundancias de las morfoespecies en el ensamblaje. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores bajos, siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 69**).

**Tabla 69. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| Indices        | P1         | P2         |
|----------------|------------|------------|
| Taxa_S         | 16         | 21         |
| Individuals    | 1850000,00 | 2400000,00 |
| Dominance_D    | 0,18       | 0,29       |
| Shannon_H      | 2,04       | 1,90       |
| Margalef       | 1,04       | 1,36       |
| Equitability_J | 0,74       | 0,62       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

#### 5.1.4.2 Zooplancton

En la ciénaga Santo Tomás, la comunidad de zooplancton estuvo representada por 12 morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en cuatro (4) phyla, seis (6) clases, cinco (5) órdenes con dos (2) no determinados y seis (6) familias y cuatro no determinadas, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 70**.

**Tabla 70. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Santo Tomás**

| Phylum    | Clase        | Orden         | Familia       | Taxa                       |
|-----------|--------------|---------------|---------------|----------------------------|
| Artrópoda | Branchiopoda | Diplostraca   | Chydoridae    | <i>Chydorus</i> sp         |
|           |              |               | Sididae       | <i>Diaphanosoma</i> sp     |
|           | Maxillopoda  | Cyclopoida    | -             | Cyclopoida morfo 1         |
|           |              | Harpacticoida | -             | Larva nauplio morfo 1      |
|           | Ostracoda    | -             | -             | Ostracoda morfo 1          |
| Mollusca  | Bivalva      | -             | -             | Larva veliger Bivalva      |
| Protozoa  | Lobosa       | Arcellinida   | Centropyxidae | <i>Centropyxis</i> sp      |
| Rotífera  | Eurotatoria  | Ploima        | Brachionidae  | <i>Brachionus caudatus</i> |
|           |              |               |               | <i>Brachionus</i> sp1      |
|           |              |               |               | <i>Keratella</i> sp1       |
|           |              |               | Lecanidae     | <i>Lecane</i> sp           |
|           |              |               | Synchaetidae  | <i>Polyarthra</i> sp       |
| <b>4</b>  | <b>6</b>     | <b>5</b>      | <b>6</b>      | <b>12</b>                  |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie más abundante fue Larva nauplio morfo 1 con un total de 215,90 Ind/L y siendo su mayor aporte en el punto Santo Tomás p1 con una densidad de 110,50 Ind/L respectivamente, seguida de Cyclopoida morfo 1 con una densidad total de 190,40 Ind/L. En cuanto a las morfoespecies menos densas, estas fueron Ostrácoda morfo 1 con 1,70 Ind/L para el punto Santo Tomás p1 y *Brachionus* sp1, *Centropyxis* sp, *Lecane* sp y *Polyarthra* sp cada una con 1,70 Ind/L para el punto Santo Tomás p2 (**Tabla 71**).

La larva nauplio o larva nauplius, es una fase de desarrollo típica de muchos grupos de crustáceos (Crustacea: Arthropoda), considerada el tipo de larva primitiva más difundida en estos artrópodos. La ausencia de esta fase larvaria solo ocurre en crustáceos muy evolucionados, con desarrollo directo, como es el caso de los cangrejos de río. Esta larva es característica de la mayoría de los taxones de crustáceos superiores, como Branchiopoda, Copépoda, Cirripedia, Cephalocarida, Mystacocarida, Ostracoda y Malacostraca (Hickman et al, 2008). El desarrollo de una larva nauplio puede ocurrir en



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 144 de 446

vida libre o dentro del huevo, dependiendo del grupo de crustáceos. Su desarrollo posterior dentro o fuera del huevo, implica un cambio gradual para obtener la forma corporal del adulto, a través del proceso de ecdisis o muda. Los estados sucesivos son conocidos como metanauplius o adquieren una terminología característica de cada grupo de crustáceos (Hickman et al, 2008).

Por otro lado, los ciclopoides son microcrustáceos de la clase Maxillopoda, Subclase Copépoda y dentro de ésta del superorden Podoplea. Viven en todos los ambientes acuáticos del mundo presentando formas planctónicas, bentónicas y toda clase de asociaciones con otros organismos, desde comensales a parásitos. Son de pequeño tamaño, de 0,5 a 3 mm de longitud en general (Miracle, 2015).

**Tabla 71. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplankton en la ciénaga Santo Tomás.**

| Morfoespecie               | Densidad (Ind/L) |               |               | Abundancia relativa (%) |               |
|----------------------------|------------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|
|                            | P1               | P2            | Total         | P1                      | P2            |
| <i>Brachionus caudatus</i> | 11,90            | 13,60         | 25,50         | 5,19                    | 5,03          |
| <i>Brachionus</i> sp1      | 0,00             | 1,70          | 1,70          | 0,00                    | 0,63          |
| <i>Centropyxis</i> sp      | 0,00             | 1,70          | 1,70          | 0,00                    | 0,63          |
| <i>Chydorus</i> sp         | 0,00             | 3,40          | 3,40          | 0,00                    | 1,26          |
| Cyclopoida morfo 1         | 79,90            | 110,50        | 190,40        | 34,81                   | 40,88         |
| <i>Diaphanosoma</i> sp     | 11,90            | 10,20         | 22,10         | 5,19                    | 3,77          |
| <i>Keratella</i> sp1       | 5,10             | 13,60         | 18,70         | 2,22                    | 5,03          |
| Larva nauplio morfo 1      | 110,50           | 105,40        | 215,90        | 48,15                   | 38,99         |
| Larva veliger Bivalva      | 8,50             | 3,40          | 11,90         | 3,70                    | 1,26          |
| <i>Lecane</i> sp           | 0,00             | 1,70          | 1,70          | 0,00                    | 0,63          |
| Ostracoda morfo 1          | 1,70             | 3,40          | 5,10          | 0,74                    | 1,26          |
| <i>Polyarthra</i> sp       | 0,00             | 1,70          | 1,70          | 0,00                    | 0,63          |
| <b>Total</b>               | <b>229,50</b>    | <b>270,30</b> | <b>499,80</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

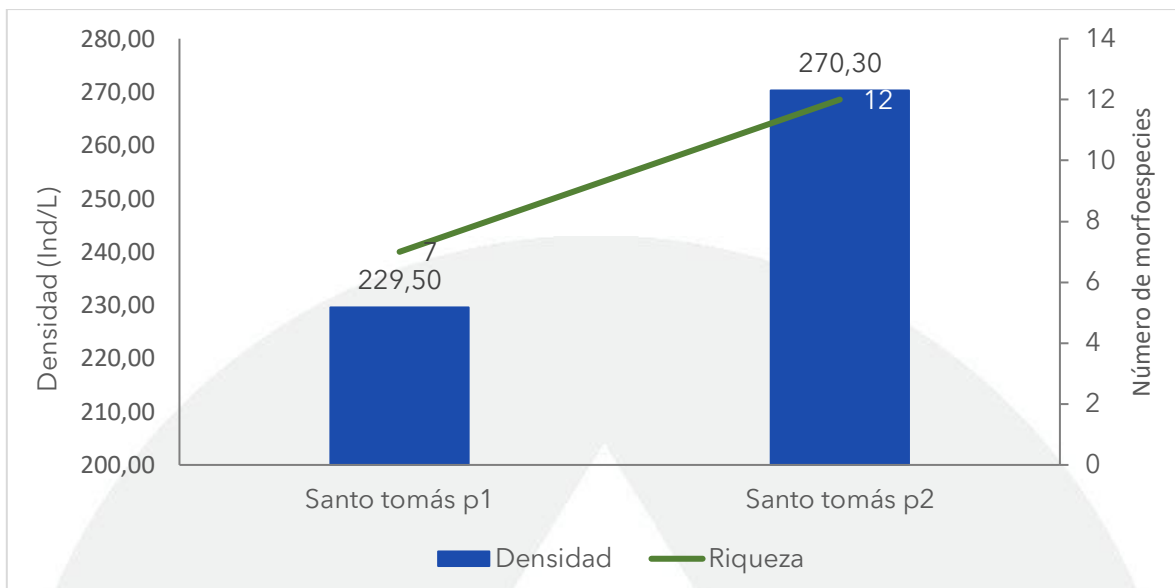
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

En la ciénaga de Santo Tomás se presentó una densidad total de 499,80 Ind/L, siendo el punto Santo Tomás p2 el de mayor densidad con 270,30 Ind/L, por su parte la riqueza obtuvo un rango de 7 a 12 morfoespecies y su máximo valor coincidió con el de la densidad (**Gráfica 37**).



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**Gráfica 37.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Santo Tomás**

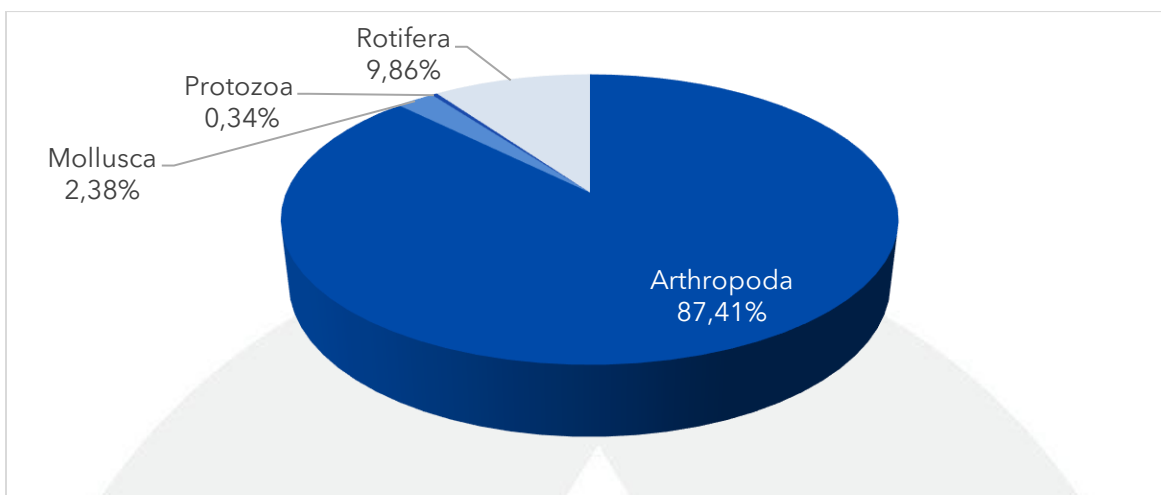
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la distribución porcentual de los phylum en el área de estudio, Artrópoda presentó el mayor aporte con 87,41%, seguido de Rotífera con 9,86%, mientras que los menores aportes estuvieron relacionados con Mollusca (2,38%) y Protozoa (0,34%) (**Gráfica 38**).

Los artrópodos abarcan muchos ámbitos, dentro de los que se destaca su gran habilidad para adaptarse a ambientes acuáticos, por lo que algunos de sus organismos pueden vivir en el agua durante toda su vida o parte de su ciclo de vida ya que en cierta medida sus estados maduros se desarrollan en el agua (Pascal, 2018).

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).

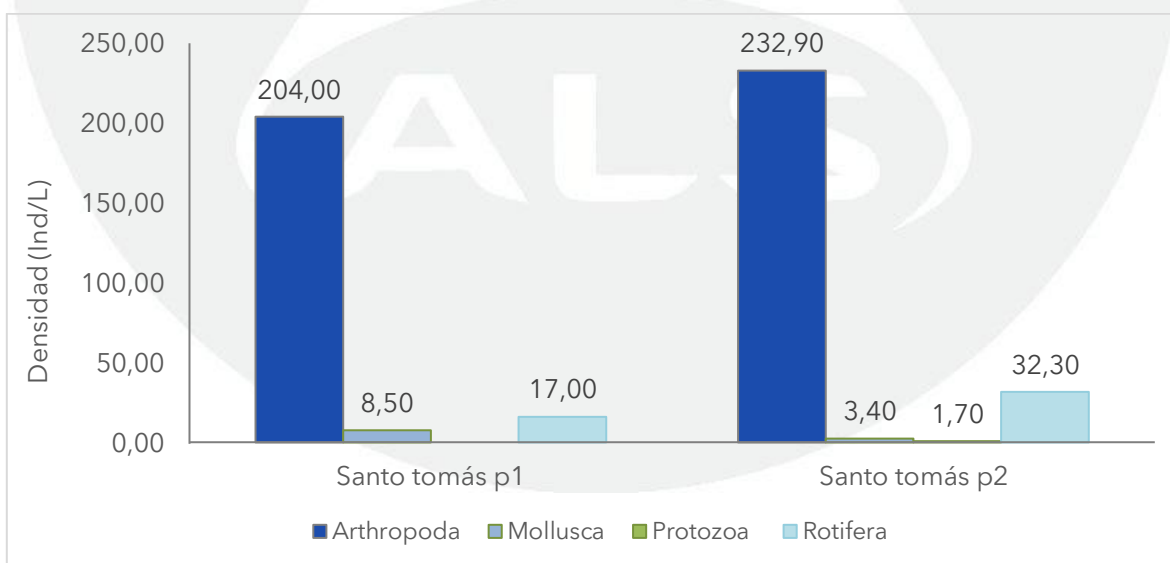




**Gráfica 38. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Santo Tomás.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

El phylum Artrópoda dominó en ambos puntos de monitoreo de la ciénaga de Santo Tomás, siendo mayor en el punto Santo Tomás p2 con 232,90 Ind/L, asimismo Rotífera presento su mayor valor en ese mismo punto con 32,30 Ind/L. Por otro lado, Mollusca obtuvo la mayor densidad en el punto Santo Tomás p1 con 8,50 Ind/L. Finalmente, Protozoa solo estuvo presente en el punto Santo Tomás p2 con 1,70 Ind/L (**Gráfica 39**).



**Gráfica 39.. Contribución a la densidad total de los Phylum en los puntos de monitoreo en la ciénaga Santo Tomás.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 147 de 446

El índice de Shannon-Wiener reportó valores inferiores a 2 para los dos puntos monitoreados, 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 valores ligeramente altos para ambos puntos, lo que indica que no hubo dominancia de algunas morfoespecies 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 baja riqueza para ambos puntos de la ciénaga de Santo Tomás (**Tabla 72**).

**Tabla 72. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Santo Tomás**

| Indice         | P1     | P2     |
|----------------|--------|--------|
| Taxa_S         | 7,00   | 12,00  |
| Individuals    | 229,50 | 270,30 |
| Dominance_D    | 0,36   | 0,33   |
| Shannon_H      | 1,27   | 1,45   |
| Margalef       | 1,11   | 1,97   |
| Equitability_J | 0,65   | 0,58   |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 148 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

### 5.1.4.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. “Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas” (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

La comunidad perifítica en el área de estudio estuvo representada por 12 morfoespecies vinculadas a tres (3) divisiones, igual número de clases, diez (10) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 73**.

**Tabla 73. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga de Santo Tomás.**

| División         | Clase             | Orden           | Familia            | Morfoespecie             |
|------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae      | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae   | <i>Oscillatoria</i> sp3  |
|                  |                   | Spirulinales    | Spirulinaceae      | <i>Spirulina</i> sp1     |
|                  |                   | Synechococcales | Pseudoanabaenaceae | <i>Pseudoanabaena</i> sp |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales   | Bacillariaceae     | <i>Nitzschia</i> sp1     |
|                  |                   |                 |                    | <i>Nitzschia</i> sp2     |
|                  |                   | Cymbellales     | Gomphonemataceae   | <i>Gomphonema</i> sp1    |
|                  |                   |                 |                    | <i>Gomphonema</i> sp2    |
|                  |                   | Naviculales     | Naviculaceae       | <i>Navicula</i> sp1      |
|                  |                   | Fragilariales   | Fragilariaceae     | <i>Synedra</i> sp1       |
| Chlorophyta      | Chlorophyceae     | Eunotiales      | Eunotiaceae        | <i>Eunotia</i> sp1       |
|                  |                   | Oedogoniales    | Oedogoniaceae      | <i>Oedogonium</i> sp     |
|                  |                   | Sphaeropleales  | Scenedesmaceae     | <i>Scenedesmus</i> sp    |
| <b>3</b>         | <b>3</b>          | <b>10</b>       | <b>10</b>          | <b>12</b>                |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 149 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

Las morfoespecies más abundantes fueron *Nitzschia* sp2 y *Navicula* sp1 con 1715,00 Ind/cm<sup>2</sup> y 1078,00 Ind/cm<sup>2</sup>, respectivamente; mientras que las morfoespecies menos representativas fueron *Eunotia* sp2 y *Gyrosigma* sp cada una con 29,67 Ind/cm<sup>2</sup> (**Tabla 74**).

El género *Nitzschia*, es cosmopolitas y se distribuye en gran variedad de ambientes, incluidos los eutróficos, de acuerdo con Pinilla (2000) el género indica turbulencia, sedimentos y conductividad altos.

Con respecto al género *Navicula*, Cox (1994) destaca que, son organismos que pueden funcionar como bioindicadores del medio, es decir, la presencia del género *Navicula* podría facilitar la identificación de diferentes biotopos, teniendo en cuenta factores ambientales que pueden ejercer algún tipo de presión sobre las comunidades de diatomeas.

**Tabla 74. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga de Santo Tomás.**

| Morfoespecie             | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) |                |                |
|--------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|
|                          | P1                              | P2             | Total          |
| <i>Oscillatoria</i> sp3  | 74,40                           | 0,00           | 74,40          |
| <i>Spirulina</i> sp1     | 0,00                            | 17,90          | 17,90          |
| <i>Pseudoanabaena</i> sp | 0,00                            | 939,75         | 939,75         |
| <i>Nitzschia</i> sp1     | 359,60                          | 0,00           | 359,60         |
| <i>Nitzschia</i> sp2     | 68,20                           | 1646,80        | 1715,00        |
| <i>Gomphonema</i> sp1    | 384,40                          | 340,10         | 724,50         |
| <i>Gomphonema</i> sp2    | 80,60                           | 0,00           | 80,60          |
| <i>Navicula</i> sp1      | 899,00                          | 179,00         | 1078,00        |
| <i>Synedra</i> sp1       | 0,00                            | 62,65          | 62,65          |
| <i>Eunotia</i> sp1       | 18,60                           | 0,00           | 18,60          |
| <i>Oedogonium</i> sp     | 31,00                           | 161,10         | 192,10         |
| <i>Scenedesmus</i> sp    | 0,00                            | 80,55          | 80,55          |
| <b>Total</b>             | <b>1915,80</b>                  | <b>3427,85</b> | <b>5343,65</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

**Tabla 75. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga de Santo Tomás.**

| Morfoespecie             | Abundancia relativa (%) |       |
|--------------------------|-------------------------|-------|
|                          | P1                      | P2    |
| <i>Oscillatoria</i> sp3  | 3,88                    | 0,00  |
| <i>Spirulina</i> sp1     | 0,00                    | 0,52  |
| <i>Pseudoanabaena</i> sp | 0,00                    | 27,42 |



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 150 de 446

| Morfoespecie          | Abundancia relativa (%) |               |
|-----------------------|-------------------------|---------------|
|                       | P1                      | P2            |
| <i>Nitzschia</i> sp1  | 18,77                   | 0,00          |
| <i>Nitzschia</i> sp2  | 3,56                    | 48,04         |
| <i>Gomphonema</i> sp1 | 20,06                   | 9,92          |
| <i>Gomphonema</i> sp2 | 4,21                    | 0,00          |
| <i>Navicula</i> sp1   | 46,93                   | 5,22          |
| <i>Synedra</i> sp1    | 0,00                    | 1,83          |
| <i>Eunotia</i> sp1    | 0,97                    | 0,00          |
| <i>Oedogonium</i> sp  | 1,62                    | 4,70          |
| <i>Scenedesmus</i> sp | 0,00                    | 2,35          |
| <b>Total</b>          | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

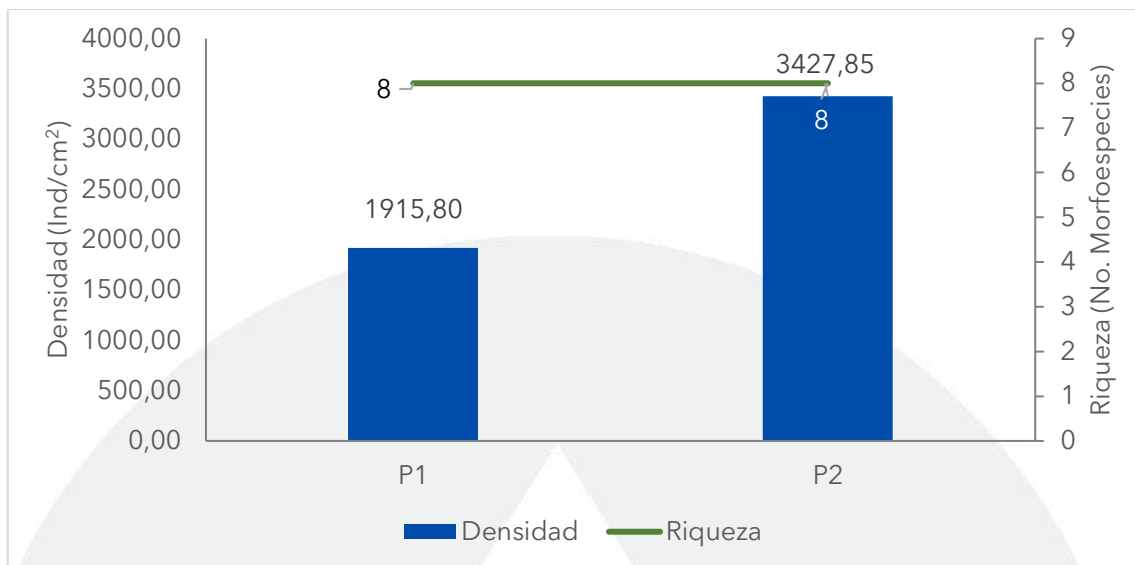
La densidad total de perifiton reportada en la Ciénaga de Santo Tomás registró un valor de 5343,65 Ind/cm<sup>2</sup>, obteniendo su valor más alto en el punto "P2", con un valor de 3427,85 Ind/cm<sup>2</sup>; por su parte la riqueza presento un valor de 8 morfoespecies en cada punto (**Gráfica 40**).

La distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson *et al.*, 1996); así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova y Donald, 2002). Teniendo en cuenta lo mencionado, resulta probable que el área de estudio ofrezca gradientes ambientales que generan diferentes microhábitats en los puntos de muestreo, que permiten una mayor colonización y desarrollo de células en determinados puntos.



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**Gráfica 40. Densidad (Ind/cm²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la Ciénaga de Santo Tomás.**

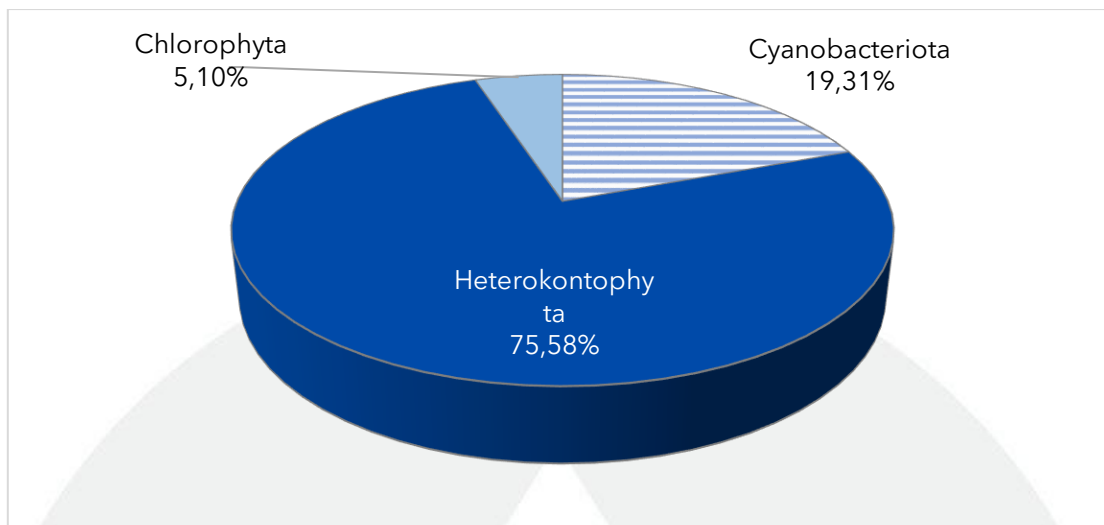
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la contribución de cada división a la densidad total, se observó que Heterokontophyta obtuvo el mayor aporte, representado en un 75,58%, seguida de Cyanobacteriota 19,31% y por último Chlorophyta (5,10%) (**Gráfica 41**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del N<sub>2</sub>, sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).

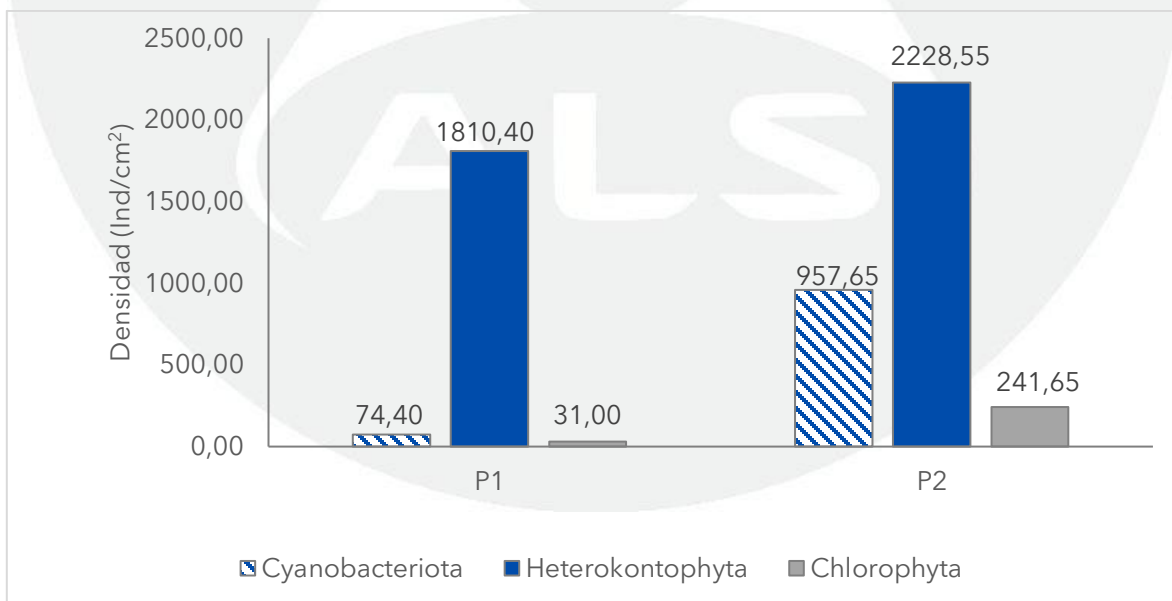




**Gráfica 41.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registradas en la Ciénaga de Santo Tomás.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

La división Heterokontophyta dominó en los puntos muestreados, presentando su mayor densidad en el punto "P2", con un valor de 2228,55 Ind/cm<sup>2</sup>; así mismo Chlorophyta y Cyanobacteriota realizaron su mayor aporte en el punto antes mencionado con 241,65 Ind/cm<sup>2</sup> y 957,65 Ind/cm<sup>2</sup> respectivamente (**Gráfica 42**).



**Gráfica 42. Contribución a la densidad total de las divisiones periféricas por punto de muestreo en la Ciénaga de Santo Tomás.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023*





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 153 de 446

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 1,42 y 1,48, siendo máximo en el punto "P1"; los valores inferiores a dos (2) de este índice 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 (Roldán y Ramírez, 2008); valores superiores a dos (2) 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 obtuvo valores entre 0,68 y 0,71, siendo el valor del punto "P2" de alta equitatividad. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor bajo en el punto "P1", siendo esto consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró valores bajos inferiores a dos, según Margalef (1983) es consistente con sistemas de baja riqueza (**Tabla 76**).

**Tabla 76. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.**

| <b>Índices</b> | <b>P1</b> | <b>P2</b> |
|----------------|-----------|-----------|
| Taxa_S         | 8         | 8         |
| Individuals    | 1915,80   | 3427,85   |
| Dominance_D    | 0,30      | 0,32      |
| Shannon_H      | 1,48      | 1,42      |
| Margalef       | 0,93      | 0,86      |
| Equitability_J | 0,71      | 0,68      |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023*



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**





#### 5.1.4.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás, estuvo conformada por dos (2) morfoespecies, distribuidas en un (1) phylum, dos (2) clases, dos (2) órdenes e igual cantidad de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 77**.

**Tabla 77. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observados en ciénaga de Santo Tomás.**

| Phylum   | Clase      | Orden      | Familia   | Morfoespecie                   |
|----------|------------|------------|-----------|--------------------------------|
| Mollusca | Bivalvia   | Venerida   | Cyrenidae | <i>Corbicula sp</i>            |
|          | Gastropoda | Cerithiida | Thiaridae | <i>Melanoides tuberculatus</i> |
| <b>1</b> | <b>2</b>   | <b>2</b>   | <b>2</b>  | <b>2</b>                       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Se observaron dos (2) morfoespecies en la ciénaga, siendo *Melanoides tuberculatus*, la de mayor densidad con 135,56 Ind/m<sup>2</sup> en P2 representando el 85,71% de la densidad total de este punto de monitoreo (**Tabla 78**). *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).

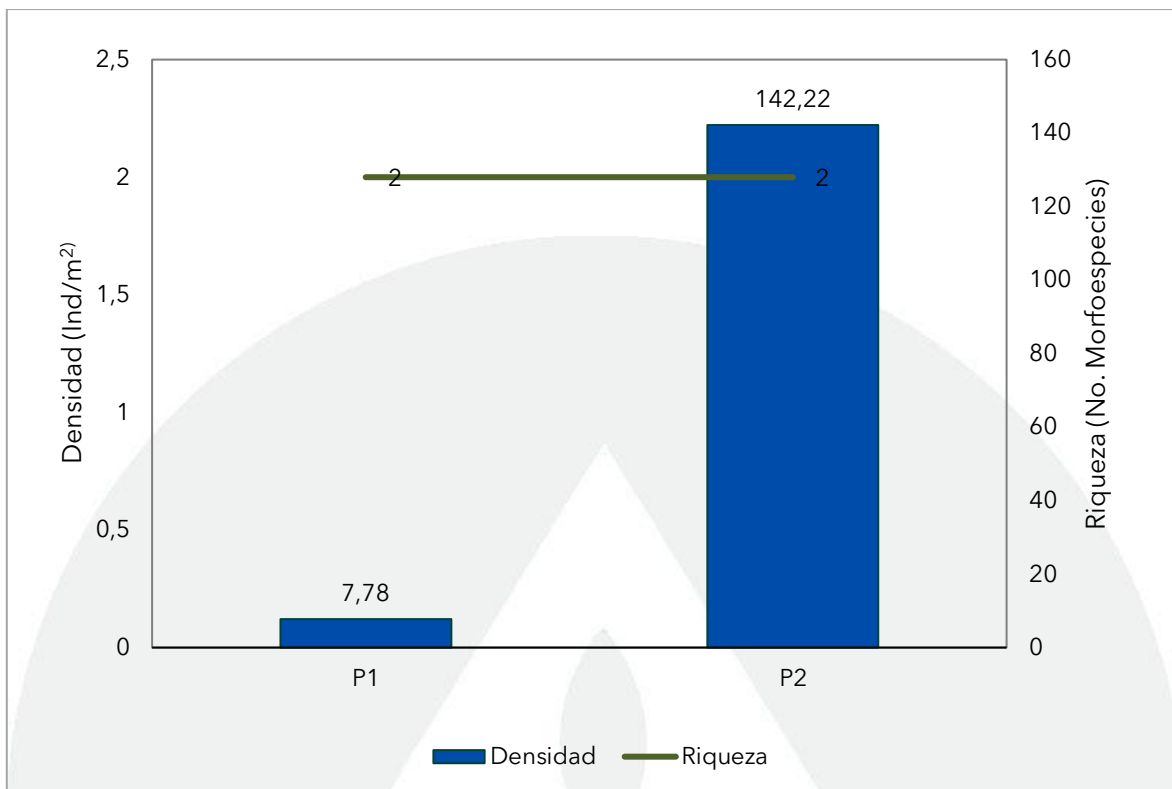
**Tabla 78. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás.**

| Morfoespecie                   | Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) |               |               | Abundancia relativa (%) |               |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|
|                                | P1                             | P2            | Total         | P1                      | P2            |
| <i>Corbicula sp</i>            | 1,11                           | 6,67          | 7,78          | 14,29                   | 4,69          |
| <i>Melanoides tuberculatus</i> | 6,67                           | 135,56        | 142,22        | 85,71                   | 95,31         |
| <b>Total</b>                   | <b>7,78</b>                    | <b>142,22</b> | <b>150,00</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La densidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás fue relativamente baja, reportándose resultados entre 7,78 Ind/m<sup>2</sup> a 142,22 Ind/m<sup>2</sup>; el valor más alto estuvo relacionado con P2. En cuanto a la riqueza, no presentó mayor variación espacial ya que se observaron dos morfoespecies en los dos puntos (**Gráfica 43**).



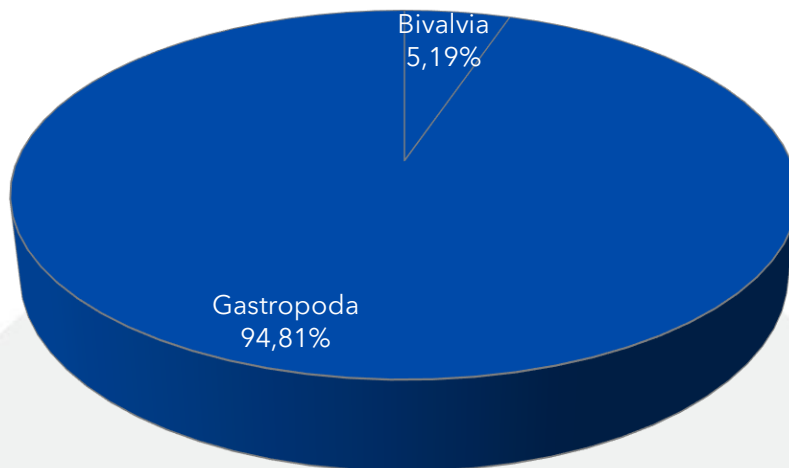


**Gráfica 43.. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

La clase Gastropoda realizó los aportes más altos a la densidad total representando el 94,81% del valor total; mientras que Bivalvia obtuvo 5,19% (**Gráfica 44**). 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.

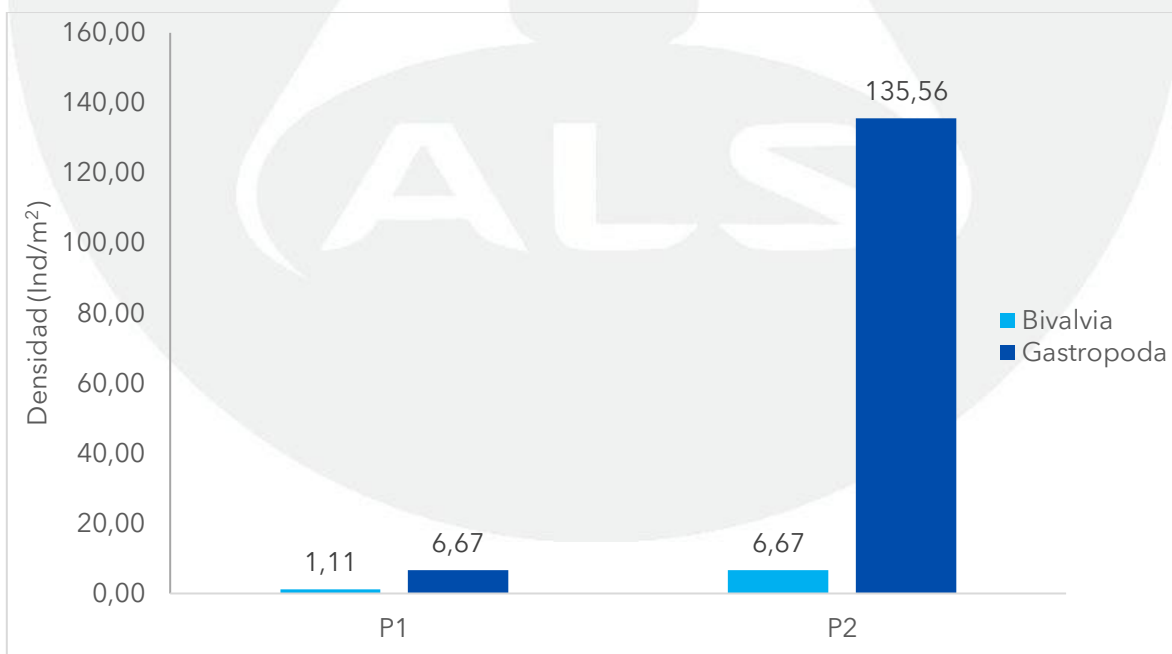




**Gráfica 44. Contribución porcentual de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Santo Tomás.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las morfoespecies de Gastropoda dominaron la densidad del punto P2 con 135,56 Ind/m<sup>2</sup>; por su parte Bivalvia registró aportes bajos y estuvo relacionada mayormente con P2, donde reportó 6,67 Ind/m<sup>2</sup> (**Gráfica 45**).



**Gráfica 45. Contribución de las clases de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Santo Tomás.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*



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 Peces

La clasificación taxonómica de las tres (3) morfoespecies icticas reportadas en la ciénaga de Santo Tomás se muestra en la **Tabla 79**, donde se puede observar que éstas pertenecen a un (1) phylum e igual número de clase, dos (2) órdenes y tres (3) familias.

**Tabla 79. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces de la ciénaga de Santo Tomás.**

| Phylum   | Clase     | Orden         | Familia          | Morfoespecie                  |
|----------|-----------|---------------|------------------|-------------------------------|
| Chordata | Teleostei | Characiformes | Anostomidae      | <i>Leporinus muyscorum</i>    |
|          |           |               | Prochilodontidae | <i>Prochilodus magdalenae</i> |
|          |           | Mugiliformes  | Mugilidae        | <i>Mugil cephalus</i>         |
| <b>1</b> | <b>1</b>  | <b>2</b>      | <b>3</b>         | <b>3</b>                      |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Las morfoespecies reportadas en este sistema acuático durante este monitoreo presentaron distribución en todos los puntos de monitoreos establecidos, *Prochilodus magdalenae* reportó la mayor abundancia en la ciénaga, representando el 66,67% de las abundancias en P1 con 8,00 Individuos, seguida de *Mugil cephalus* con 6,00 individuos y el 25,00% de los aportes. En cuanto a P2, las abundancias estuvieron dominadas por aportes de *M.cephalus* con tres individuos que representaron el 60,00% de las capturas en este punto (**Tabla 80**).

**Tabla 80. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces de la ciénaga de Santo Tomás.**

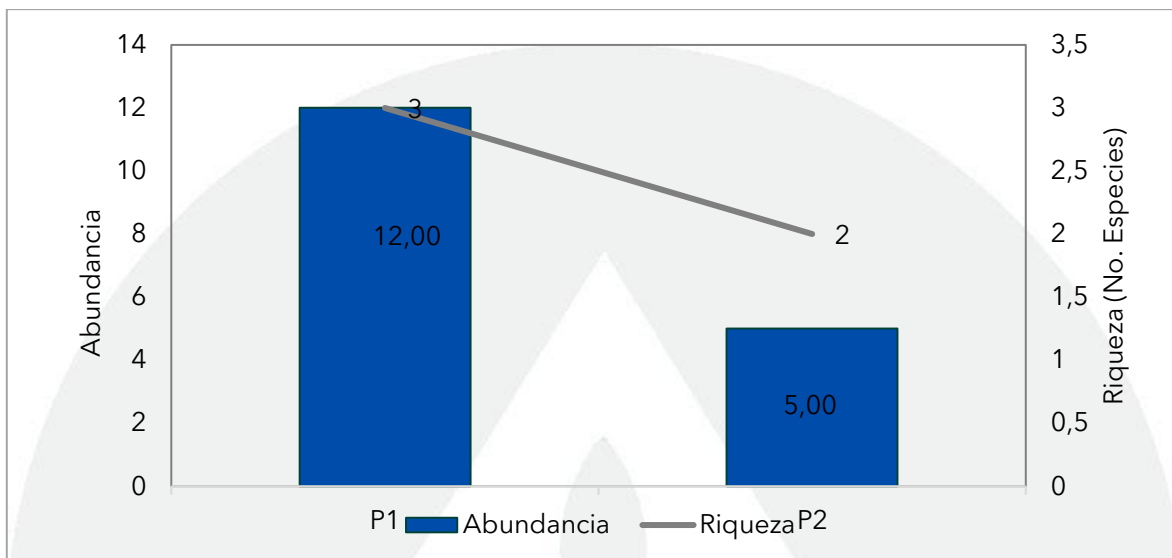
| Morfoespecie                  | Abundancia   |             |              | Abundancia relativa (%) |               |
|-------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------------------|---------------|
|                               | P1           | P2          | Total        | P1                      | P2            |
| <i>Leporinus muyscorum</i>    | 1,00         | 0,00        | 1,00         | 8,33                    | 0,00          |
| <i>Mugil cephalus</i>         | 3,00         | 3,00        | 6,00         | 25,00                   | 60,00         |
| <i>Prochilodus magdalenae</i> | 8,00         | 2,00        | 10,00        | 66,67                   | 40,00         |
| <b>Total</b>                  | <b>12,00</b> | <b>5,00</b> | <b>17,00</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





La abundancia total de la comunidad de peces en la ciénaga Santo Tomás fue baja, ya que reportó valores entre 5 y 12 individuos; en cuanto a la riqueza total, adoptó un rango de variación de 2-3 especies y el valor más alto se relacionó con el punto P1 (**Gráfica 46**).



**Gráfica 46. Abundancia (No. Individuos) y Riqueza (No. Especies) de la comunidad de peces en la ciénaga de Santo Tomás.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Dado que la riqueza de peces (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de dicha ciénaga 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.

#### 5.1.4.6 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga de Santo Tomás solo se reportó una especie de macrófitas, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 81**

**Tabla 81. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Santo Tomás**

| División     | Clase         | Orden        | Familia        | Morfoespecie                |
|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------------------------|
| Tracheophyta | Magnoliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> |
| <b>Total</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>1</b>       | <b>1</b>                    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 159 de 446

La **Tabla 82** presenta el porcentaje de cobertura de la especie en la ciénaga Santo Tomás, la cual reportó el 100,00% en los dos puntos muestreados.

*Eichhornia crassipes* es una especie de alta capacidad reproductiva y adaptativa (Guevara y Ramírez, 2015), 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 82. Porcentaje de cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Santo Tomás**

| Morfoespecie                | P1            | P2            |
|-----------------------------|---------------|---------------|
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 100,00        | 100,00        |
| <b>Total</b>                | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

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.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 160 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

## 5.1.5 Ciénaga El Uvero

### 5.1.5.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga El Uvero estuvo conformada por siete (7) morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, tres (3) clases, cuatro (4) órdenes y cinco (5) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 83**.

**Tabla 83. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga El Uvero.**

| División        | Clase         | Orden           | Familia          | Morfoespecie            |
|-----------------|---------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| Chlorophyta     | Chlorophyceae | Sphaeropleales  | Scenedesmaceae   | <i>Desmodesmus</i> sp1  |
|                 |               |                 |                  | <i>Desmodesmus</i> sp2  |
|                 |               |                 |                  | <i>Coelastrum</i> sp1   |
| Cyanobacteriota | Cyanophyceae  | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria</i> sp2 |
|                 |               |                 | Merismopediaceae | <i>Aphanocapsa</i> sp1  |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 161 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División         | Clase             | Orden           | Familia           | Morfoespecie            |
|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|
|                  |                   | Synechococcales | Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena</i> sp |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Surirellales    | Surirellaceae     | <i>Surirella</i> sp     |
| <b>3</b>         | <b>3</b>          | <b>4</b>        | <b>5</b>          | <b>7</b>                |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton reportó un valor total de 14800000,00 Ind/L y la morfoespecie de mayor abundancia fue *Pseudanabaena* sp con 12380000,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Coelastrum* sp1 con 20000,00 Ind/L (**Tabla 84**).

*Pseudanabaena*, este género se puede encontrar en sistemas límnicos mesotróficos a eutróficos de todo el mundo (Bonilla, 2009).

**Tabla 84. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga El Uvero.**

| Morfoespecie            | Densidad (Ind/L)   | Abundancia relativa (%) |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|
|                         | P1                 | P1                      |
| <i>Desmodesmus</i> sp1  | 100000,00          | 0,68                    |
| <i>Desmodesmus</i> sp2  | 30000,00           | 0,20                    |
| <i>Coelastrum</i> sp1   | 20000,00           | 0,14                    |
| <i>Oscillatoria</i> sp2 | 1550000,00         | 10,47                   |
| <i>Aphanocapsa</i> sp1  | 690000,00          | 4,66                    |
| <i>Pseudanabaena</i> sp | 12380000,00        | 83,65                   |
| <i>Surirella</i> sp     | 30000,00           | 0,20                    |
| <b>Total</b>            | <b>14800000,00</b> | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

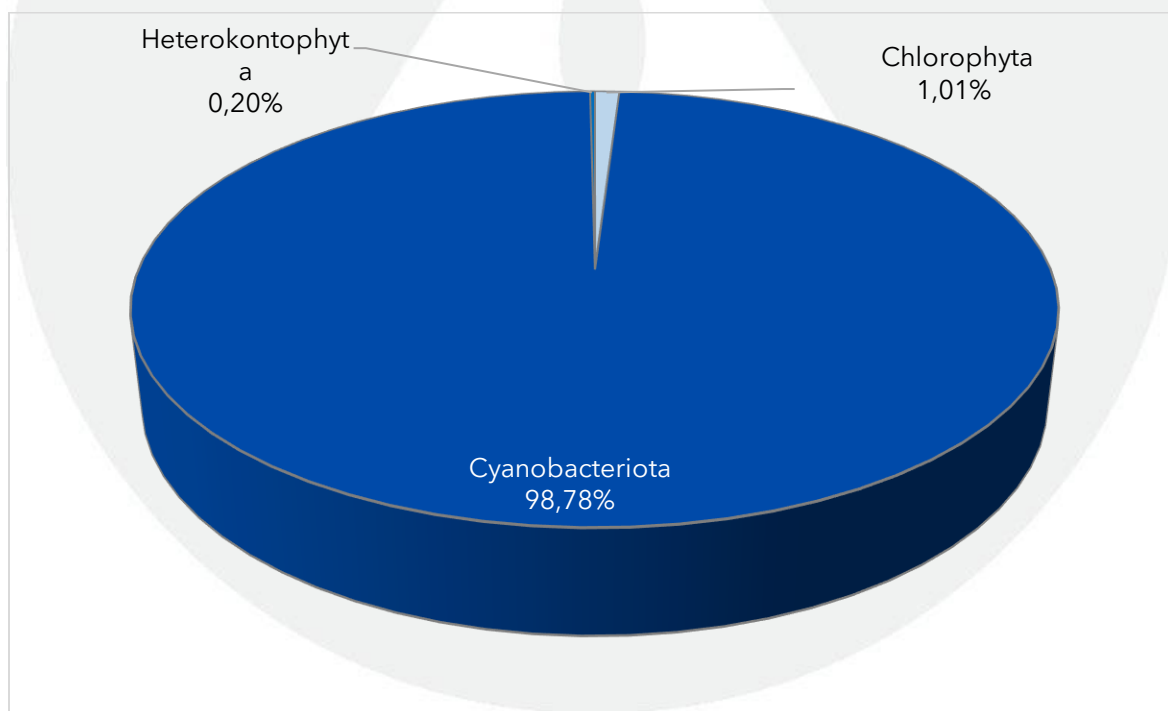
Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah *et al.*, (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.





En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Cyanobacteriota obtuvo el 98,78% de proporción, seguido de Chlorophyta (1,01%) y Heterokontophyta (0,20%) (**Gráfica 47**).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).



**Gráfica 47. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga El Uvero.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 163 de 446

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 0,60; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo un valor bajo de (0,31) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor alto siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró un valor inferior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 85**).

**Tabla 85. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| <b>Índices</b> | <b>P1</b>   |
|----------------|-------------|
| Taxa_S         | 7           |
| Individuals    | 14800000,00 |
| Dominance_D    | 0,71        |
| Shannon_H      | 0,60        |
| Margalef       | 0,36        |
| Equitability_J | 0,31        |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

### 5.1.5.2 Zooplancton

En la ciénaga El Uvero, la comunidad de zooplancton estuvo representada por once (11) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phylum, cuatro (4) clases, siete (7) órdenes y seis (6) familias con tres no determinadas, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 86**.

**Tabla 86. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga el Uvero.**

| Phylum    | Clase        | Orden           | Familia       | Taxa                        |
|-----------|--------------|-----------------|---------------|-----------------------------|
| Artrópoda | Branchiopoda | Diplostraca     | Podonidae     | <i>Evadne</i> sp            |
|           |              |                 | Sididae       | <i>Diaphanosoma</i> sp      |
|           | Maxillopoda  | Calanoida       | -             | Calanoida morfo 1           |
|           |              | Cyclopoida      | -             | Cyclopoida morfo 1          |
|           |              | Harpacticoida   | -             | Larva nauplio morfo 1       |
| Protozoa  | Lobosa       | Arcellinida     | Centropxyidae | <i>Centropxyis</i> sp       |
| Rotífera  | Eurotatoria  | Flosculariaceae | Filiniidae    | <i>Filinia longiseta</i>    |
|           |              | Ploima          | Brachionidae  | <i>Brachionus angularis</i> |
|           |              |                 |               | <i>Brachionus</i> sp1       |
|           |              |                 |               | <i>Brachionus</i> sp3       |
|           |              |                 | Lecanidae     | <i>Lecane</i> sp            |
| <b>3</b>  | <b>4</b>     | <b>7</b>        | <b>6</b>      | <b>11</b>                   |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

La comunidad zooplanctónica obtuvo una densidad total de 668,10 Ind/L, asimismo, la morfoespecie más abundante fue Calanoida morfo 1 con 302,60 Ind/L representando el 45,29%, por su parte, las morfoespecies menos densas fueron *Brachionus* sp1 y *Lecane* sp con 1,70 Ind/L para cada una (**Tabla 87**).

Los Copépodos son pequeños crustáceos que presentan un tamaño, normalmente entre 0,2 y 12 mm de longitud, aunque algunos, especialmente los libres, pueden llegar a los 28 mm: los parásitos pueden ser mayores (Walter & Boxshall, 2014). 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.

**Tabla 87. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga el Uvero.**

| Morfoespecie                | Densidad (Ind/L) | Abundancia relativa (%) |
|-----------------------------|------------------|-------------------------|
|                             | P1               | P1                      |
| <i>Brachionus angularis</i> | 18,70            | 2,80                    |
| <i>Brachionus</i> sp1       | 1,70             | 0,25                    |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 165 de 446

| Morfoespecie             | Densidad (Ind/L) | Abundancia relativa (%) |
|--------------------------|------------------|-------------------------|
|                          | P1               | P1                      |
| <i>Brachionus</i> sp3    | 37,40            | 5,60                    |
| Calanoida morfo 1        | 302,60           | 45,29                   |
| <i>Centropyxis</i> sp    | 5,10             | 0,76                    |
| Cyclopoida morfo 1       | 76,50            | 11,45                   |
| <i>Diaphanosoma</i> sp   | 45,90            | 6,87                    |
| <i>Evadne</i> sp         | 28,90            | 4,33                    |
| <i>Filinia longiseta</i> | 5,10             | 0,76                    |
| Larva nauplio morfo 1    | 144,50           | 21,63                   |
| <i>Lecane</i> sp         | 1,70             | 0,25                    |
| <b>Total</b>             | <b>668,10</b>    | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

En cuanto a la distribución porcentual de los phylum en el área de estudio, Artrópoda representó el 89,57%, seguido de Rotífera con 9,67% y por último Protozoa con 0,76% (**Gráfica 48**).

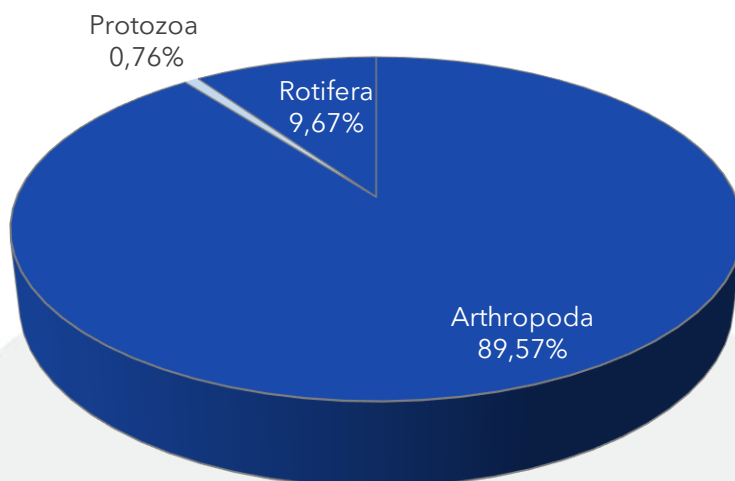
El phylum Artrópoda, se encuentra en todas las profundidades y ambientes acuáticos de diferente salinidad, tanto en agua dulce como marina, de vida planctónica o bentónica, o formas libres tanto como simbioses o parásitos (Humes, 1994). Por su parte, el hábitat principal de los organismos del género 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).



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**





**Gráfica 48. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla zooplanctónicos en la ciénaga El Uvero.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

El índice de Shannon-Wiener reportó un valor bajo de 1,62, indicando contaminación según lo señala Margalef (1983). El índice de equidad por su parte obtuvo un valor medio de 0,68 y congruente con los valores de dominancia (0,28). Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de baja riqueza, ya que presentó un valor de 1,54 para el punto de monitoreo (**Tabla 88**).

**Tabla 88. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de Zooplancton en la ciénaga El Uvero.**

| Índice         | P1     |
|----------------|--------|
| Taxa_S         | 11     |
| Individuals    | 668,10 |
| Dominance_D    | 0,28   |
| Shannon_H      | 1,62   |
| Margalef       | 1,54   |
| Equitability_J | 0,68   |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 167 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

### 5.1.5.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. “Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas” (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

La comunidad perifítica en el área de estudio estuvo representada por nueve (9) morfoespecies vinculadas a dos (2) divisiones, igual número de clases, seis (6) órdenes y siete (7) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 89**.

**Tabla 89. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga El Uvero.**

| División         | Clase             | Orden         | Familia          | Morfoespecie          |
|------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------------------|
| Chlorophyta      | Chlorophyceae     | Oedogoniales  | Oedogoniaceae    | <i>Oedogonium</i> sp  |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Cymbellales   | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema</i> sp1 |
|                  |                   |               |                  | <i>Gomphonema</i> sp2 |
|                  |                   | Bacillariales | Bacillariaceae   | <i>Nitzschia</i> sp1  |
|                  |                   | Fragilariales | Fragilariaceae   | <i>Synedra</i> sp1    |
|                  |                   | Naviculales   | Naviculaceae     | <i>Navicula</i> sp1   |
|                  |                   |               | Pinnulariaceae   | <i>Gyrosigma</i> sp1  |
|                  |                   | Eunotiales    | Eunotiaceae      | <i>Pinnularia</i> sp1 |
| <b>2</b>         | <b>2</b>          | <b>6</b>      | <b>7</b>         | <b>9</b>              |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 168 de 446

La comunidad perifítica registró un valor total de 5336,55 Ind/cm<sup>2</sup> y las morfoespecies más abundantes fueron *Gomphonema* sp1 y *Navicula* sp1 con 2486,85 Ind/cm<sup>2</sup> y 1539,90 Ind/cm<sup>2</sup>, respectivamente; mientras que la morfoespecie menos representativa fue *Pinnularia* sp1 con 35,40 Ind/cm<sup>2</sup> (**Tabla 90**).

*Gomphonema* sp ha sido reportada en cuerpos de agua eutróficos, siendo más tolerantes a la polución y eutroficación, ocasionada por la característica nitrófila que éstas presentan (Donato, Duque, & Monsejo, 2005). Adicionalmente *Gomphonema* sp tiene entre sus características principales la capacidad de tomar rápidamente el fósforo en grandes cantidades y lo convierten en polifosfatos (Oliva, et al., 2005), lo que amplía su rango de desarrollo y supervivencia.

Con respecto al género *Navicula*, Cox (1994) destaca que, son organismos que pueden funcionar como bioindicadores del medio, es decir, la presencia del género *Navicula* podría facilitar la identificación de diferentes biotopos, teniendo en cuenta factores ambientales que pueden ejercer algún tipo de presión sobre las comunidades de diatomeas.

**Tabla 90. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga El Uvero.**

| Morfoespecie          | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) | Abundancia relativa (%) |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                       | P1                              | P1                      |
| <i>Oedogonium</i> sp  | 177,00                          | 3,32                    |
| <i>Gomphonema</i> sp1 | 2486,85                         | 46,60                   |
| <i>Gomphonema</i> sp2 | 132,75                          | 2,49                    |
| <i>Nitzschia</i> sp1  | 672,60                          | 12,60                   |
| <i>Synedra</i> sp1    | 194,70                          | 3,65                    |
| <i>Navicula</i> sp1   | 1539,90                         | 28,86                   |
| <i>Gyrosigma</i> sp1  | 53,10                           | 1,00                    |
| <i>Pinnularia</i> sp1 | 35,40                           | 0,66                    |
| <i>Eunotia</i> sp1    | 44,25                           | 0,83                    |
| <b>Total</b>          | <b>5336,55</b>                  | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

La distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson et al., 1996); así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova y Donald, 2002). Teniendo en



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

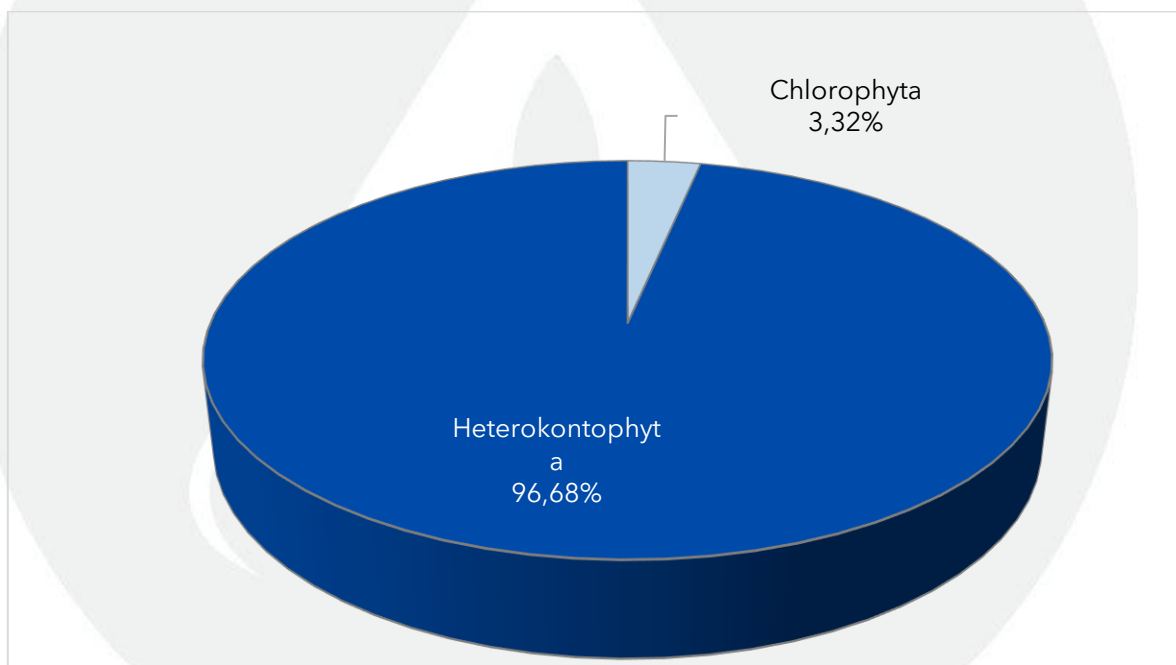
**ALS Limited**



cuenta lo mencionado, resulta probable que el área de estudio ofrezca gradientes ambientales que generan diferentes microhábitats en los puntos de muestreo, que permiten una mayor colonización y desarrollo de células en determinados puntos.

En cuanto a la contribución de cada división a la densidad total, se observó que Heterokontophyta obtuvo el mayor aporte, representado en un 96,68%, seguida de Chlorophyta (3,32%) (**Gráfica 49**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).



**Gráfica 49. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga El Uvero.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 1,42; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 170 de 446

dos (2) 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 obtuvo un valor medio de (0,65) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor bajo siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró un valor inferior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 91**).

**Tabla 91. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.**

| Índices        | P1      |
|----------------|---------|
| Taxa_S         | 9       |
| Individuals    | 5336,55 |
| Dominance_D    | 0,32    |
| Shannon_H      | 1,42    |
| Margalef       | 0,93    |
| Equitability_J | 0,65    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

#### 5.1.5.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Uvero, estuvo conformada por dos (2) morfoespecies, distribuidas en un (1) phylum, dos (2) clases, e igual número de órdenes y familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 92**.

**Tabla 92. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observados en ciénaga Uvero.**

| Phylum   | Clase      | Orden     | Familia     | Morfoespecie           |
|----------|------------|-----------|-------------|------------------------|
| Mollusca | Bivalvia   | Venerida  | Cyrenidae   | <i>Corbicula sp</i>    |
|          | Gastropoda | Lymnaeida | Planorbidae | <i>Drepanotrema sp</i> |
| <b>1</b> | <b>2</b>   | <b>2</b>  | <b>2</b>    | <b>2</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia en la ciénaga Uvero fue *Corbicula sp* con 4,44 Ind/m<sup>2</sup>, con un porcentaje de 66,67% de abundancia relativa (**Tabla 93**).

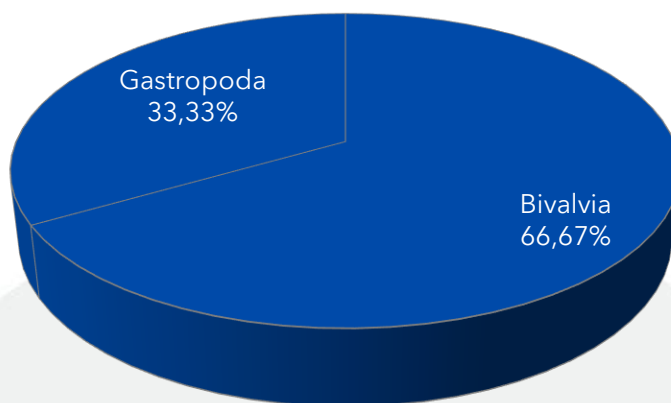
**Tabla 93. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Uvero.**

| Morfoespecie           | Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) | Abundancia relativa (%) |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------|
|                        | P1                             |                         |
| <i>Corbicula sp</i>    | 4,44                           | 66,67                   |
| <i>Drepanotrema sp</i> | 2,22                           | 33,33                   |
| <b>Total</b>           | <b>6,67</b>                    | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas al 100% por el phylum Mollusca, siendo la clase Bivalvia la más representativa con el 66,67% de los aportes mientras que el 33,33% restante lo obtuvo Gastropoda (**Gráfica 50**). 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 50. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Uvero.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga de Los Uvero 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.

#### **5.1.5.5 Peces**

No se reportaron especies ícticas en la ciénaga El Uvero a pesar del esfuerzo de pesca.

#### **5.1.5.6 Macrófitas acuáticas**

En la ciénaga El Uvero, solo se reportó una (1) especie de macrófitas, vinculada a la división Tracheophyta, clase Magnoliopsida, orden Commelinales y familia Pontederiaceae (**Tabla 94**).

**Tabla 94. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Uvero**

| División     | Clase         | Orden        | Familia        | Morfoespecie                |
|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------------------------|
| Tracheophyta | Magnoliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> |
| <b>Total</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>1</b>       | <b>1</b>                    |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 173 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

*Eichhornia crassipes* obtuvo una cobertura de 100,00% en el punto de monitoreo ubicado en la ciénaga (**Tabla 95**).

*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 (Guevara y Ramírez, 2015).

**Tabla 95. Porcentaje de Cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga Uvero**

| Morfoespecie                | P1            |
|-----------------------------|---------------|
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 100,00        |
| <b>Total</b>                | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en la ciénaga fue inferior a cinco (5) no 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 Ciénaga la Luisa

### 5.1.6.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga la Luisa estuvo conformada por 11 morfoespecies, vinculadas a cuatro (4) divisiones, igual número de clases, siete (7) órdenes y 11 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 96**.

**Tabla 96. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga la Luisa.**

| División        | Clase         | Orden             | Familia          | Morfoespecie             |
|-----------------|---------------|-------------------|------------------|--------------------------|
| Chlorophyta     | Chlorophyceae | Sphaeropleales    | Hydrodictyaceae  | <i>Pediastrum duplex</i> |
|                 |               | Chlamydomonadales | Volvocaceae      | Eudorina sp              |
|                 |               |                   | Chlorococcaceae  | Chlorococcum sp          |
| Cyanobacteriota | Cyanophyceae  | Oscillatoriales   | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria</i> sp1  |
|                 |               | Spirulinales      | Spirulinaceae    | <i>Spirulina</i> sp1     |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 175 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División         | Clase             | Orden           | Familia          | Morfoespecie            |
|------------------|-------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
|                  |                   | Synechococcales | Merismopediaceae | <i>Aphanocapsa</i> sp   |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenales      | Euglenaceae      | <i>Strombomonas</i> sp1 |
|                  |                   |                 | Phacaceae        | <i>Lepocinclis</i> sp1  |
|                  |                   |                 | Phacaceae        | <i>Phacus</i> sp2       |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Naviculales     | Pinnulariaceae   | <i>Pinnularia</i> sp1   |
|                  |                   |                 | Pinnulariaceae   | <i>Pinnularia</i> sp2   |
| <b>4</b>         | <b>4</b>          | <b>7</b>        | <b>11</b>        | <b>11</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton registró un valor total de 3480000,00 Ind/L y la morfoespecie de mayor abundancia fue *Aphanocapsa* sp con 1520000,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Strombomonas* sp1 con 20000,00 Ind/L (**Tabla 97**).

*Aphanocapsa* sp, este género comprende especies bentónicas y planctónicas, algunas de difícil identificación debido a su pequeño tamaño. Además, hacen parte del picoplancton (pequeñas colonias de hasta 3 mm), por su ciclo de vida. Estos organismos producen microcistinas y lipopolisacáridos (LPS) (Gianuzi, 2009). Tienen distribución mundial, pero varias especies son limitadas por sus condiciones ecológicas y porque se encuentran en áreas geográficamente específicas (Komárek, 1992).

**Tabla 97. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga la Luisa.**

| Morfoespecie             | Densidad (Ind/L)  | Abundancia relativa (%) |
|--------------------------|-------------------|-------------------------|
|                          | P1                | P1                      |
| <i>Pediastrum duplex</i> | 210000,00         | 6,03                    |
| <i>Eudorina</i> sp       | 80000,00          | 2,30                    |
| <i>Chlorococcum</i> sp   | 100000,00         | 2,87                    |
| <i>Oscillatoria</i> sp1  | 970000,00         | 27,87                   |
| <i>Spirulina</i> sp1     | 60000,00          | 1,72                    |
| <i>Aphanocapsa</i> sp    | 1520000,00        | 43,68                   |
| <i>Strombomonas</i> sp1  | 20000,00          | 0,57                    |
| <i>Lepocinclis</i> sp1   | 330000,00         | 9,48                    |
| <i>Phacus</i> sp2        | 50000,00          | 1,44                    |
| <i>Pinnularia</i> sp1    | 100000,00         | 2,87                    |
| <i>Pinnularia</i> sp2    | 40000,00          | 1,15                    |
| <b>Total</b>             | <b>3480000,00</b> | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 176 de 446

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah *et al.*, (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.

En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Cyanobacteriota obtuvo el 73,28% de proporción, seguido de Euglenophyta (11,49%), Chlorophyta (11,21%) y Heterokontophyta (4,02%) (**Gráfica 51**).

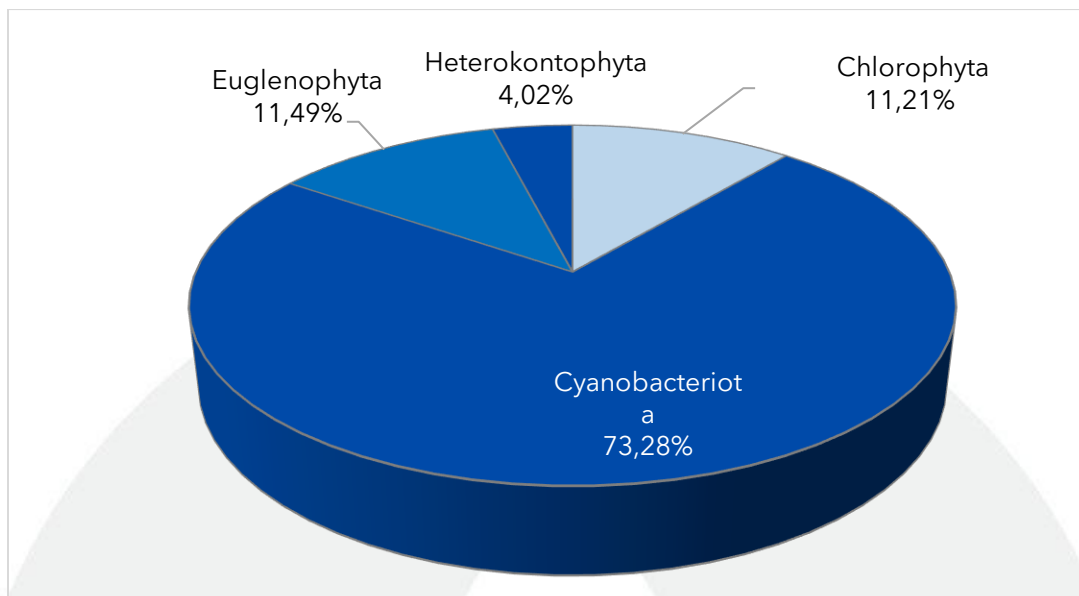
Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del N<sub>2</sub>, sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**Gráfica 51. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga la Luisa.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 1,61; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos.







**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 178 de 446

La equitatividad obtuvo un valor medio de (0,67) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor bajo siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró un valor inferior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 98**).

**Tabla 98. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| índices        | P1         |
|----------------|------------|
| Taxa_S         | 11         |
| Individuals    | 3480000,00 |
| Dominance_D    | 0,28       |
| Shannon_H      | 1,61       |
| Margalef       | 0,66       |
| Equitability_J | 0,67       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

### 5.1.6.2 Zooplancton

En la ciénaga La Luisa, la comunidad de zooplancton estuvo representada por cinco (5) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla, cuatro (4) clases, cuatro (4) órdenes con una no determinada y dos (2) familias con tres no determinadas, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 99**.

**Tabla 99. Clasificación taxonómica del zooplancton en la ciénaga La Luisa**

| Phylum    | Clase        | Orden         | Familia       | Taxa                   |
|-----------|--------------|---------------|---------------|------------------------|
| Artrópoda | Branchiopoda | Diplostraca   | Sididae       | <i>Diaphanosoma</i> sp |
|           | Maxillopoda  | Cyclopoida    | -             | Cyclopoida morfo 1     |
|           |              | Harpacticoida | -             | Larva nauplio morfo 1  |
|           | Ostrácoda    | -             | -             | Ostrácoda morfo 1      |
| Protozoa  | Lobosa       | Arcellinida   | Centropyxidae | <i>Centropyxis</i> sp  |
| <b>2</b>  | <b>4</b>     | <b>4</b>      | <b>2</b>      | <b>5</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La densidad total en el punto de monitoreo fue de 25,50 Ind/L con cinco (5) morfoespecies en el cuerpo de agua. La morfoespecie más abundante fue *Diaphanosoma* sp con 11,33 Ind/L, mientras que las menores densidades estuvieron asociadas a *Centropyxis* sp, Larva nauplio morfo 1 y Ostrácoda morfo 1 con 1,42 Ind/L para cada una (**Tabla 100**).

El género *Diaphanosoma* tiene una amplia distribución en el mundo, excepto en la Antártida y Nueva Zelanda (Korovchinsky, 1992). Comprende 34 especies válidas y dos subespecies (Kotov et al., 2013). Las especies del género *Diaphanosoma* se caracterizan por ser limnéticas (Elías-Gutiérrez et al., 2008); sin embargo, algunas especies del género se han encontrado en zonas de vegetación. Por otro lado, Sipaubá-Tavares & Banchion (2001), identificaron que especies de este género, presentan un alto porcentaje en proteína y lípidos. En adición la temperatura y concentración de alimento influye en el tamaño, crecimiento, periodo de desarrollo embrionario y post-embrionario en estos organismos.

**Tabla 100. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga La Luisa.**

| Morfoespecie          | Densidad (Ind/L) | Abundancia relativa (%) |
|-----------------------|------------------|-------------------------|
|                       | P1               | P1                      |
| <i>Centropyxis</i> sp | 1,42             | 5,56                    |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

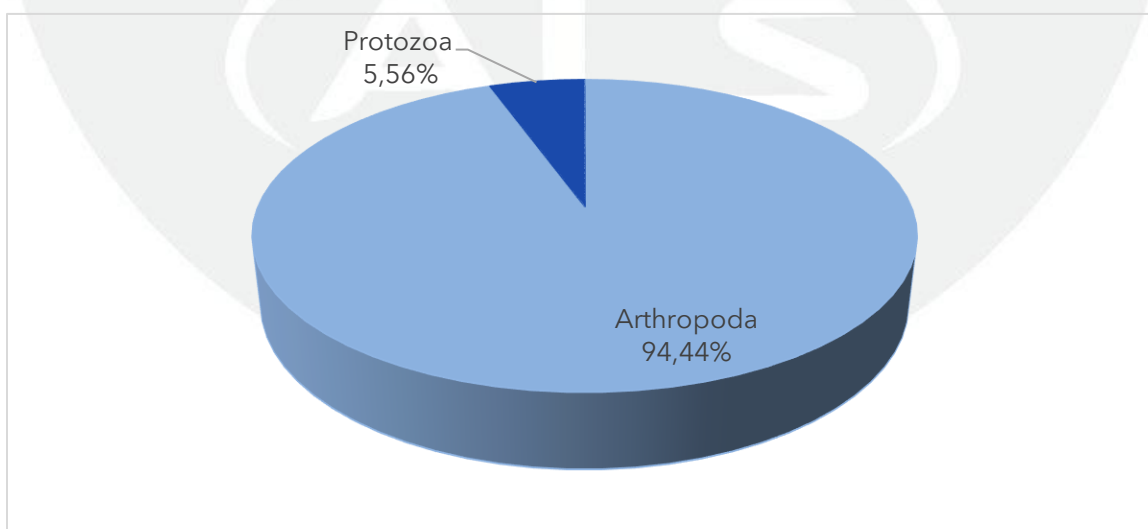
Página 180 de 446

| Morfoespecie          | Densidad (Ind/L) | Abundancia relativa (%) |
|-----------------------|------------------|-------------------------|
|                       | P1               | P1                      |
| Cyclopoida morfo 1    | 9,92             | 38,89                   |
| Diaphanosoma sp       | 11,33            | 44,44                   |
| Larva nauplio morfo 1 | 1,42             | 5,56                    |
| Ostrácoda morfo 1     | 1,42             | 5,56                    |
| <b>Total</b>          | <b>25,50</b>     | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

En cuanto al aporte de los phylum en el área de estudio tenemos que Artrópoda representó la mayor contribución con el 94,44%, seguido de Protozoa con el 5,56% restante (**Gráfica 52**). Los artrópodos abarcan muchos ámbitos, dentro de los que se destaca su gran habilidad para adaptarse a ambientes acuáticos, por lo que algunos de sus organismos pueden vivir en el agua durante toda su vida o parte de su ciclo de vida ya que en cierta medida sus estados maduros se desarrollan en el agua. Adicionalmente, algunos de estos artrópodos son sensibles a los cambios bruscos de las condiciones de su medio (en el agua) (Pascal, 2018).

Por otro lado, 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 52. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga La Luisa**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 181 de 446

El índice de Shannon-Wiener reportó un valor inferior a 2, indicando condiciones de contaminación según lo señala Margalef (1983). Por su parte, el índice de equidad presento un valor de 0,75 lo que podría indicar que las poblaciones presentan una distribución homogénea en el área de estudio. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) fue baja (0,35) y congruente con los valores de equidad. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de baja riqueza (1,28) **Tabla 101.**

**Tabla 101. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga La Luisa**

| Índice         | P1    |
|----------------|-------|
| Taxa_S         | 5     |
| Individuals    | 25,50 |
| Dominance_D    | 0,35  |
| Shannon_H      | 1,21  |
| Margalef       | 1,28  |
| Equitability_J | 0,75  |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



### 5.1.6.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

La comunidad perifítica en el área de estudio estuvo representada por ocho (8) morfoespecies vinculadas a cuatro (4) divisiones, cinco (5) clases, siete (7) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 102**.

**Tabla 102. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga la Luisa.**

| División         | Clase             | Orden           | Familia          | Morfoespecie            |
|------------------|-------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Eunotiales      | Eunotiaceae      | <i>Eunotia</i> sp1      |
|                  |                   | Naviculales     | Naviculaceae     | <i>Gyrosigma</i> sp1    |
|                  |                   | Fragilariales   | Fragilariaceae   | <i>Synedra</i> sp2      |
|                  |                   | Cymbellales     | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema</i> sp1   |
|                  |                   |                 |                  | <i>Gomphonema</i> sp2   |
| Chlorophyta      | Chlorophyceae     | Oedogoniales    | Oedogoniaceae    | <i>Oedogonium</i> sp    |
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae      | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria</i> sp1 |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenales      | Phacaceae        | <i>Phacus</i> sp1       |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 183 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División | Clase | Orden | Familia | Morfoespecie |
|----------|-------|-------|---------|--------------|
| 4        | 5     | 7     | 7       | 8            |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El perifiton registró un valor total de 1486,93 Ind/cm<sup>2</sup> y la morfoespecie más abundante fue *Gomphonema* sp1 con 836,40 Ind/cm<sup>2</sup>; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Phacus* sp1 y *Synedra* sp2 con 10,93 Ind/cm<sup>2</sup>, cada una (**Tabla 103**).

*Gomphonema* sp, ha sido reportada en cuerpos de agua eutróficos, siendo más tolerantes a la polución y eutroficación, ocasionada por la característica nitrófila que éstas presentan (Donato, Duque, & Monsejo, 2005). Adicionalmente *Gomphonema* sp tiene entre sus características principales la capacidad de tomar rápidamente el fosforo en grandes cantidades y lo convierten en polifosfatos (Oliva, et al., 2005), lo que amplía su rango de desarrollo y supervivencia.

**Tabla 103. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga la Luisa.**

| Morfoespecie            | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) | Abundancia relativa (%) |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                         | P1                              | P1                      |
| <i>Eunotia</i> sp1      | 125,73                          | 8,46                    |
| <i>Gyrosigma</i> sp1    | 32,80                           | 2,21                    |
| <i>Synedra</i> sp2      | 10,93                           | 0,74                    |
| <i>Gomphonema</i> sp1   | 836,40                          | 56,25                   |
| <i>Gomphonema</i> sp2   | 87,47                           | 5,88                    |
| <i>Oedogonium</i> sp    | 229,60                          | 15,44                   |
| <i>Oscillatoria</i> sp1 | 153,07                          | 10,29                   |
| <i>Phacus</i> sp1       | 10,93                           | 0,74                    |
| <b>Total</b>            | <b>1486,93</b>                  | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

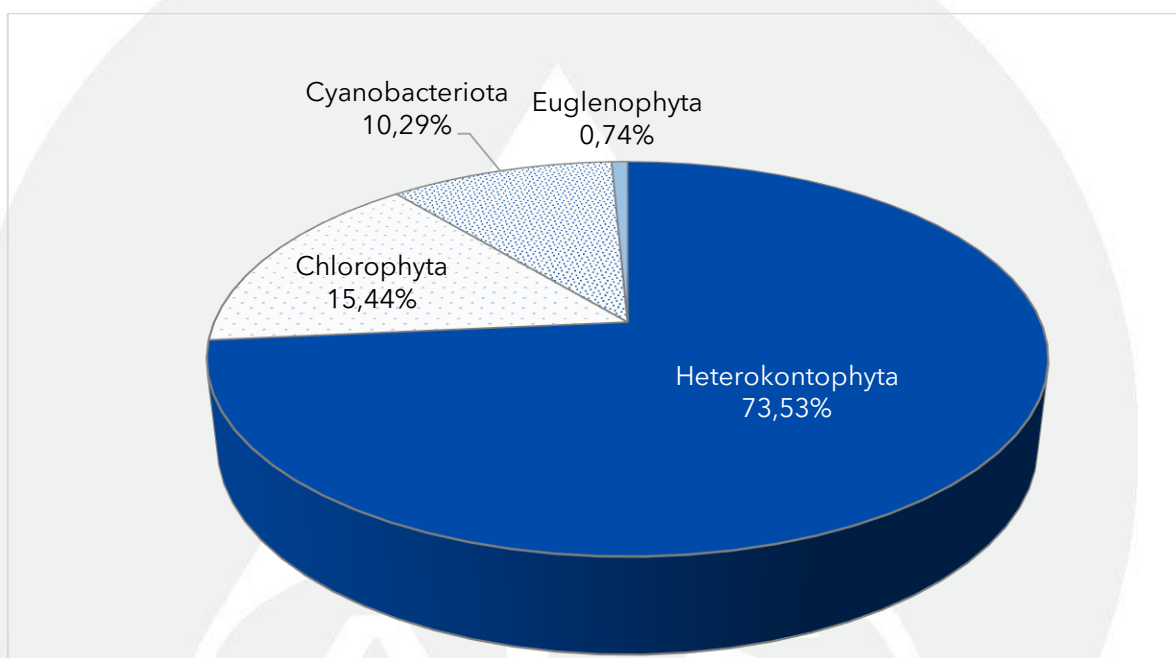
La distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson et al., 1996); así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova y Donald, 2002). Teniendo en cuenta lo mencionado, resulta probable que el área de estudio ofrezca gradientes ambientales que generan diferentes microhábitats en los puntos de muestreo, que permiten una mayor colonización y desarrollo de células en determinados puntos.





En cuanto a la contribución de cada división a la densidad total, se observó que Heterokontophyta obtuvo el mayor aporte, representado en un 73,53%, seguida de Chlorophyta (15,44%), Cyanobacteriota (10,29%) y Euglenophyta (0,74%) (**Gráfica 53**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).



**Gráfica 53. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registradas en la Ciénaga la Luisa.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 1,38; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 185 de 446

La equitatividad obtuvo un valor medio de (0,66) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor bajo siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró un valor inferior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies **Tabla 104).**

**Tabla 104. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.**

| índices        | P1      |
|----------------|---------|
| Taxa_S         | 11      |
| Individuals    | 1486,93 |
| Dominance_D    | 0,36    |
| Shannon_H      | 1,38    |
| Margalef       | 0,96    |
| Equitability_J | 0,66    |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023*



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



#### 5.1.6.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga La Luisa, estuvo conformada por una (1) morfoespecie, distribuida en un (1) phylum, una (1) clase, e igual cantidad de órdenes y familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 105**.

**Tabla 105. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observados en ciénaga La Luisa.**

| Phylum   | Clase      | Orden      | Familia   | Morfoespecie                   |
|----------|------------|------------|-----------|--------------------------------|
| Mollusca | Gastropoda | Cerithiida | Thiaridae | <i>Melanoides tuberculatus</i> |
| 1        | 1          | 1          | 1         | 1                              |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

*Melanoides tuberculatus* fue la única especie reportada en la ciénaga, con una densidad de 2,22 Ind/m<sup>2</sup> (**Tabla 106**). *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).

**Tabla 106. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de la morfoespecie de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga La Luisa.**

| Morfoespecie                   | Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) | Abundancia relativa (%) |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
|                                | P1                             |                         |
| <i>Melanoides tuberculatus</i> | 2,22                           | 100,00%                 |
| <b>Total</b>                   | <b>2,22</b>                    | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Dado que la riqueza (Taxa<sub>S</sub>) 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.

#### 5.1.6.5 Peces

No se reportaron peces en la ciénaga La Luisa a pesar del esfuerzo de pesca.





#### 5.1.6.6 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga la Luisa se reportó una morfoespecie de macrófita, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 107**.

**Tabla 107. Clasificación taxonómica de las macrófitas reportadas en la ciénaga la Luisa**

| División     | Clase         | Orden        | Familia        | Morfoespecie                |
|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------------------------|
| Tracheophyta | Magnoliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> |
| 1            | 1             | 1            | 1              | 1                           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La **Tabla 108** muestra el porcentaje de cobertura de *Eichhornia crassipes* en P1 cuyo valor correspondió al 100,00%.

**Tabla 108. Porcentaje de cobertura de macrófitas en la ciénaga la Luisa**

| Morfoespecie                | P1            |
|-----------------------------|---------------|
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 100,00        |
| <b>Total</b>                | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en el punto de monitoreo de dicha ciénaga 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.



## 5.1.7 Ciénaga La Larga

### 5.1.7.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga La Larga estuvo conformada por 11 morfoespecies, vinculadas a cuatro (4) divisiones, cinco (5) clases, seis (6) órdenes y 11 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 109**.

**Tabla 109. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga La Larga.**

| División        | Clase            | Orden           | Familia          | Morfoespecie             |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------------|
| Chlorophyta     | Chlorophyceae    | Sphaeropleales  | Scenedesmaceae   | <i>Coelastrum</i> sp1    |
|                 |                  |                 | Hydrodictyaceae  | <i>Pediastrum duplex</i> |
|                 | Trebouxiophyceae | Chlorellales    | Chlorellaceae    | <i>Actinastrum</i> sp1   |
| Cyanobacteriota | Cyanophyceae     | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria</i> sp2  |
| Euglenophyta    | Euglenophyceae   | Euglenales      | Euglenaceae      | <i>Euglena</i> sp1       |
|                 |                  |                 | Phacaceae        | <i>Lepocinclis</i> sp1   |
|                 |                  |                 | Phacaceae        | <i>Lepocinclis</i> sp2   |
|                 |                  |                 | Phacaceae        | <i>Phacus</i> sp1        |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 189 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División         | Clase             | Orden        | Familia       | Morfoespecie        |
|------------------|-------------------|--------------|---------------|---------------------|
|                  |                   |              | Phacaceae     | <i>Phacus</i> sp2   |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Eunotiales   | Eunotiaceae   | <i>Eunotia</i> sp1  |
|                  |                   | Surirellales | Surirellaceae | <i>Surirella</i> sp |
| <b>4</b>         | <b>5</b>          | <b>6</b>     | <b>11</b>     | <b>11</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton registró un valor total de 2820000,00 Ind/L y la morfoespecie de mayor abundancia fue *Oscillatoria* sp2 con 1140000,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Eunotia* sp1 con 20000,00 Ind/L (**Tabla 110**).

*Oscillatoria* sp2, probablemente se distribuye en todo el mundo fuera de las regiones frías (Guiry y Guiry, 2020). Relaciona más de 70 especies; varias se consideran cosmopolitas. La mayoría son de agua dulce, pero otras son de ambientes marinos y salobres. Se encuentran en ambientes bentónicos y pocas son planctónicas (Komárek et al., 2003).

**Tabla 110. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga La Larga.**

| Morfoespecie             | Densidad (Ind/L)  | Abundancia relativa (%) |
|--------------------------|-------------------|-------------------------|
|                          | P1                | P1                      |
| <i>Coelastrum</i> sp1    | 30000,00          | 1,06                    |
| <i>Pediastrum duplex</i> | 100000,00         | 3,55                    |
| <i>Actinastrum</i> sp1   | 200000,00         | 7,09                    |
| <i>Oscillatoria</i> sp2  | 1140000,00        | 40,43                   |
| <i>Euglena</i> sp1       | 60000,00          | 2,13                    |
| <i>Lepocinclis</i> sp1   | 660000,00         | 23,40                   |
| <i>Lepocinclis</i> sp2   | 80000,00          | 2,84                    |
| <i>Phacus</i> sp1        | 40000,00          | 1,42                    |
| <i>Phacus</i> sp2        | 70000,00          | 2,48                    |
| <i>Eunotia</i> sp1       | 20000,00          | 0,71                    |
| <i>Surirella</i> sp      | 420000,00         | 14,89                   |
| <b>Total</b>             | <b>2820000,00</b> | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah et al., (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia,

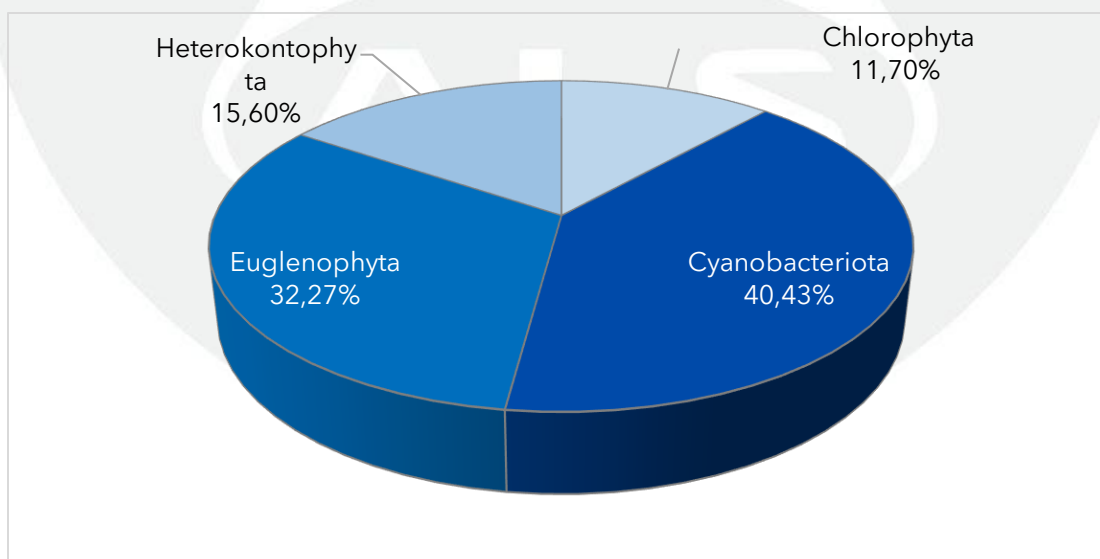




tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.

En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Cyanobacteriota obtuvo el 40,43% de proporción, seguido de Euglenophyta (32,27%), Heterokontophyta (15,60%) y Chlorophyta (11,70%) (**Gráfica 54**).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).



**Gráfica 54.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga La Larga.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 1,71; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo un valor medio de (0,71) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor bajo siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró un valor inferior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 111**).

**Tabla 111. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| <b>índices</b> | <b>P1</b>  |
|----------------|------------|
| Taxa_S         | 11         |
| Individuals    | 2820000,00 |
| Dominance_D    | 0,25       |
| Shannon_H      | 1,71       |
| Margalef       | 0,67       |
| Equitability_J | 0,71       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





### 5.1.7.2 Zooplancton

En la ciénaga La Larga, la comunidad de zooplancton estuvo representada por tres (3) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en un (1) phylum, dos (2) clases, dos (2) órdenes y uno sin determinar y una (1) familias con dos (2) no determinadas y cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 112**.

**Tabla 112. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga La Larga**

| Phylum    | Clase        | Orden       | Familia | Morfoespecie           |
|-----------|--------------|-------------|---------|------------------------|
| Artrópoda | Branchiopoda | Diplostraca | Sididae | <i>Diaphanosoma</i> sp |
|           | Maxillopoda  | Cyclopoida  | -       | Cyclopoida morfo 1     |
|           |              | -           | -       | Larva nauplio morfo 1  |
| 1         | 2            | 2           | 1       | 3                      |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Se registró un total de 76,50 Ind/L y la morfoespecie con mayor aporte en la ciénaga La larga fue Cyclopoida morfo 1 con 51,00 Ind/L, por su parte las morfoespecies con menor representación fueron *Diaphanosoma* sp y Larva nauplio morfo 1 con 12,75 Ind/L cada una (**Tabla 113**).

Cyclopoida son un grupo de pequeños crustáceos que se pueden encontrar en casi todos los ambientes acuáticos. Son la forma más dominante de zooplancton en términos de número. Ecológicamente, son el vínculo principal entre la producción primaria de fitoplancton. Debido a su gran número, los cadáveres de copépodos y los gránulos fecales desempeñan funciones importantes en la red alimentaria y los ciclos de nutrientes (Frangoulis et al., 2011).

**Tabla 113. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Los Manatíes**

| Morfoespecie           | Densidad (Ind/L) | Abundancia relativa (%) |
|------------------------|------------------|-------------------------|
|                        | P1               | P1                      |
| Cyclopoida morfo 1     | 51,00            | 66,67                   |
| <i>Diaphanosoma</i> sp | 12,75            | 16,67                   |
| Larva nauplio morfo 1  | 12,75            | 16,67                   |
| <b>Total</b>           | <b>76,50</b>     | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La estructura de la comunidad zooplanctónica puede ser influida por las diferentes condiciones fisicoquímicas y biológicas del área donde habitan, estableciendo

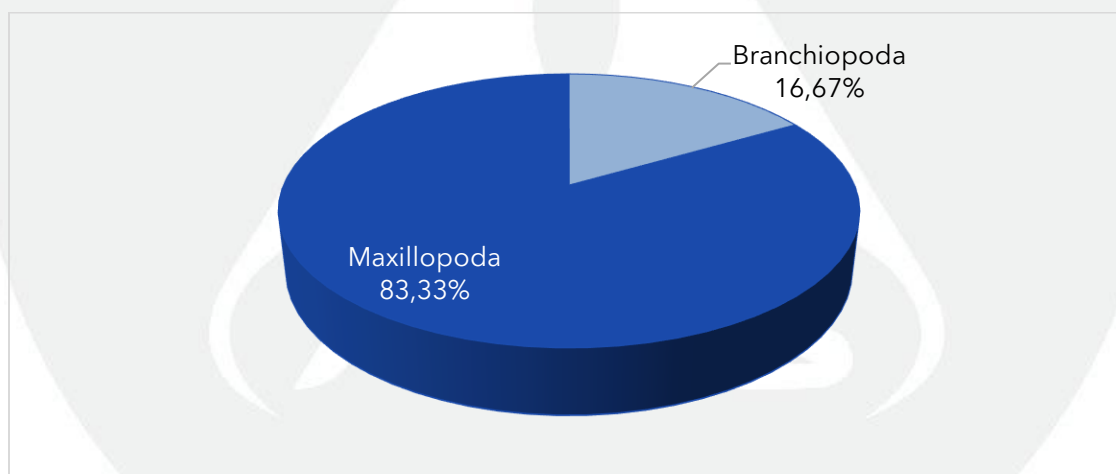




diferencias espaciotemporales en su composición y densidad. Esto se puede presentar por fluctuaciones de las condiciones hidrodinámicas (estructuras térmicas, salinas, turbulencias y advección) y tróficas (concentración de fitoplancton, los periodos reproductivos y el grado de depredación por parte de los peces) (Boltovskoy, 1981; Heidelberg *et al.*, 2004).

En cuanto a la contribución a la densidad del zooplancton el phylum Artrópoda registro un 100% en densidad total, se observó que la clase Maxillopoda obtuvo el 83,33% de proporción y Branchiopoda (16,67%) (**Gráfica 55**).

El phylum Artrópoda el cual está representado mayormente en este punto por los copépodos 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).



**Gráfica 55.. Contribución porcentual a la densidad total de las clases zooplanctónicas registradas en la Ciénaga La Larga.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga La Larga 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.



### 5.1.7.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. “Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas” (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

La comunidad perifítica en el área de estudio estuvo representada por 11 morfoespecies vinculadas a cuatro (4) divisiones, cinco (5) clases, ocho (8) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 114**.

**Tabla 114. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga La Larga.**

| División         | Clase             | Orden           | Familia          | Morfoespecie            |
|------------------|-------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| Chlorophyta      | Chlorophyceae     | Oedogoniales    | Oedogoniaceae    | <i>Oedogonium</i> sp    |
|                  | Chlorophyceae     | Sphaeropleales  | Scenedesmaceae   | <i>Scenedesmus</i> sp1  |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenida       | Phacidae         | <i>Lepocinclis</i> sp   |
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae      | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria</i> sp2 |
|                  |                   |                 |                  | <i>Lyngbya</i> sp1      |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Naviculales     | Naviculaceae     | <i>Navicula</i> sp1     |
|                  |                   |                 |                  | <i>Gyrosigma</i> sp2    |
|                  |                   | Cymbellales     | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema</i> sp1   |
|                  |                   | Fragilariales   | Fragilariaceae   | <i>Fragilaria</i> sp    |
|                  |                   |                 |                  | <i>Synedra</i> sp1      |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 195 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División | Clase    | Orden         | Familia        | Morfoespecie         |
|----------|----------|---------------|----------------|----------------------|
|          |          | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> sp1 |
| <b>4</b> | <b>5</b> | <b>8</b>      | <b>8</b>       | <b>11</b>            |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El perifiton registró un valor total de 3959,10 Ind/cm<sup>2</sup> y la morfoespecie más abundante fue *Navicula* sp1 con 1784,50 Ind/cm<sup>2</sup>; mientras que, las morfoespecies menos representativas fueron *Scenedesmus* sp1, *Lepocinclis* sp y *Gyrosigma* sp2 con 16,60 Ind/cm<sup>2</sup> (**Tabla 115**).

*Navicula* sp es considerada una diatomea heterotrófica facultativa, lo cual permite su reproducción y desarrollo en diferentes tipos de ecosistemas (Díaz-Quiroz & Rivera-Rendón, 2004).

**Tabla 115. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga La Larga.**

| Morfoespecie            | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) | Abundancia relativa (%) |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                         | C LARGA P1                      | C LARGA P1              |
| <i>Oedogonium</i> sp    | 107,90                          | 2,73                    |
| <i>Scenedesmus</i> sp1  | 16,60                           | 0,42                    |
| <i>Lepocinclis</i> sp   | 16,60                           | 0,42                    |
| <i>Oscillatoria</i> sp2 | 290,50                          | 7,34                    |
| <i>Lyngbya</i> sp1      | 365,20                          | 9,22                    |
| <i>Navicula</i> sp1     | 1784,50                         | 45,07                   |
| <i>Gyrosigma</i> sp2    | 16,60                           | 0,42                    |
| <i>Gomphonema</i> sp1   | 581,00                          | 14,68                   |
| <i>Fragilaria</i> sp    | 83,00                           | 2,10                    |
| <i>Synedra</i> sp1      | 49,80                           | 1,26                    |
| <i>Nitzschia</i> sp1    | 647,40                          | 16,35                   |
| <b>Total</b>            | <b>3959,10</b>                  | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

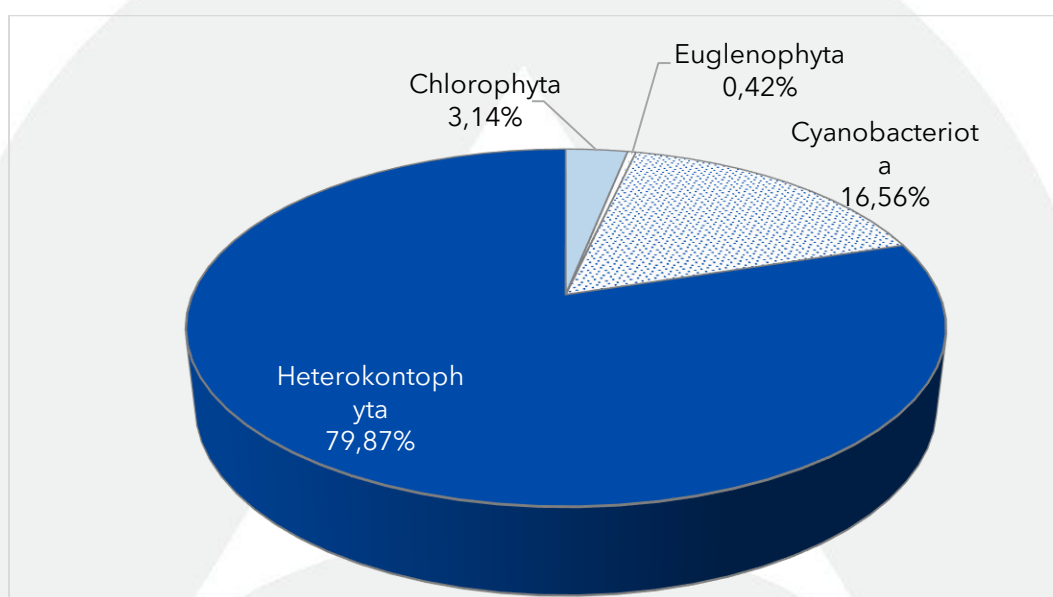
La distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson et al., 1996); así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova y Donald, 2002). Teniendo en cuenta lo mencionado, resulta probable que el área de estudio ofrezca gradientes ambientales que generan diferentes microhábitats en los puntos de muestreo, que permiten una mayor colonización y desarrollo de células en determinados puntos.





En cuanto a la contribución de cada división a la densidad total, se observó que Heterokontophyta obtuvo el mayor aporte, representado en un 79,87%, seguida de Cyanobacteriota (16,56%), Chlorophyta (3,14%), y Euglenophyta (0,42%) (**Gráfica 56**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).



**Gráfica 56. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registradas en la Ciénaga La Larga.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 1,65; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo un valor medio de (0,69) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor bajo siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 197 de 446

El índice de Margalef registró un valor inferior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 116**).

**Tabla 116. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.**

| <b>índices</b> | <b>C LARGA P1</b> |
|----------------|-------------------|
| Taxa_S         | 11                |
| Individuals    | 3959,10           |
| Dominance_D    | 0,27              |
| Shannon_H      | 1,65              |
| Margalef       | 1,21              |
| Equitability_J | 0,69              |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023*



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



#### 5.1.7.4 Macroinvertebrados bentónicos

No se reportaron Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga la larga pesar del esfuerzo del monitoreo.

#### 5.1.7.5 Peces

No se reportaron peces en la ciénaga la larga pesar del esfuerzo de pesca.

#### 5.1.7.6 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga la Larga se reportó una morfoespecie de macrófitas, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 117**.

**Tabla 117. Clasificación taxonómica de las macrófitas reportadas en la ciénaga la Larga.**

| División     | Clase         | Orden        | Familia        | Morfoespecie                |
|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------------------------|
| Tracheophyta | Magnoliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> |
| 1            | 1             | 1            | 1              | 1                           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

La **Tabla 118** muestra el porcentaje de cobertura de *Eichhornia crassipes* en P1 cuyo valor correspondió al 100,00%.

**Tabla 118. Porcentaje de cobertura de macrófitas en la ciénaga la Larga**

| Morfoespecie                | P1            |
|-----------------------------|---------------|
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 100,00        |
| <b>Total</b>                | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en el punto de monitoreo de dicha ciénaga 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 Río Magdalena

### 5.1.8.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga Malambo estuvo conformada por 14 morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, seis (6) clases, 11 órdenes y 13 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 119**.

**Tabla 119. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en el Río Magdalena.**

| División        | Clase        | Orden           | Familia            | Morfoespecie             |
|-----------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------------------|
| Cyanobacteriota | Cyanophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae   | <i>Oscillatoria</i> sp1  |
|                 |              |                 |                    | <i>Oscillatoria</i> sp2  |
|                 |              | Nostocales      | Microcoleaceae     | <i>Planktothrix</i> sp   |
|                 |              |                 | Aphanizomenonaceae | <i>Anabaena</i> sp       |
|                 |              | Synechococcales | Pseudanabaenaceae  | <i>Pseudanabaena</i> sp1 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 200 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División         | Clase               | Orden            | Familia           | Morfoespecie             |
|------------------|---------------------|------------------|-------------------|--------------------------|
|                  | Chlorophyceae       | Chroococcales    | Microcystaceae    | <i>Microcystis</i> sp1   |
|                  |                     | Sphaeropleales   | Hydrodictyaceae   | <i>Pediastrum duplex</i> |
|                  |                     |                  | Scenedesmaceae    | <i>Coelastrum</i> sp1    |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae      | Euglenales       | Phacaceae         | <i>Phacus</i> sp3        |
| Heterokontophyta | Coscinodiscophyceae | Aulacoseirales   | Aulacoseiraceae   | <i>Aulacoseira</i> sp1   |
|                  | Mediophyceae        | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella</i> sp     |
|                  | Bacillariophyceae   | Eunotiales       | Eunotiaceae       | <i>Eunotia</i> sp1       |
|                  |                     | Fragilariales    | Fragilariaceae    | <i>Synedra</i> sp        |
|                  |                     | Naviculales      | Naviculaceae      | <i>Gyrosigma</i> sp1     |
| <b>3</b>         | <b>6</b>            | <b>11</b>        | <b>13</b>         | <b>14</b>                |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia fue *Microcystis* sp1 con 2360000,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Synedra* sp con 8000,00 Ind/L (Tabla 120).

El género *Microcystis* sp, presenta distribución cosmopolita. Aparece de manera planctónica en aguas estancadas, dulces o moderadamente salinas, y con elevado nivel trófico, especialmente si están enriquecidas en fósforo. A menudo forma blooms a finales de verano que se manifiestan por un color verde. (Romero, 2010).

**Tabla 120. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en el Río Magdalena.**

| Morfoespecie             | Densidad (Ind/L) |            |           |            |
|--------------------------|------------------|------------|-----------|------------|
|                          | P1               | P2         | P3        | Total      |
| <i>Oscillatoria</i> sp1  | 0,00             | 40000,00   | 16000,00  | 56000,00   |
| <i>Oscillatoria</i> sp2  | 0,00             | 0,00       | 24000,00  | 24000,00   |
| <i>Planktothrix</i> sp   | 36000,00         | 24000,00   | 8000,00   | 68000,00   |
| <i>Anabaena</i> sp       | 8000,00          | 20000,00   | 0,00      | 28000,00   |
| <i>Pseudanabaena</i> sp1 | 20000,00         | 28000,00   | 0,00      | 48000,00   |
| <i>Microcystis</i> sp1   | 788000,00        | 1064000,00 | 508000,00 | 2360000,00 |
| <i>Pediastrum duplex</i> | 0,00             | 12000,00   | 4000,00   | 16000,00   |
| <i>Coelastrum</i> sp1    | 12000,00         | 0,00       | 0,00      | 12000,00   |
| <i>Phacus</i> sp3        | 0,00             | 16000,00   | 4000,00   | 20000,00   |
| <i>Aulacoseira</i> sp1   | 56000,00         | 24000,00   | 0,00      | 80000,00   |
| <i>Cyclotella</i> sp     | 0,00             | 8000,00    | 8000,00   | 16000,00   |
| <i>Eunotia</i> sp1       | 0,00             | 8000,00    | 24000,00  | 32000,00   |
| <i>Synedra</i> sp        | 8000,00          | 0,00       | 0,00      | 8000,00    |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 201 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| Morfoespecie         | Densidad (Ind/L) |                   |                  |                   |
|----------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|                      | P1               | P2                | P3               | Total             |
| <i>Gyrosigma</i> sp1 | 0,00             | 8000,00           | 8000,00          | 16000,00          |
| <b>Total</b>         | <b>928000,00</b> | <b>1252000,00</b> | <b>604000,00</b> | <b>2784000,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

**Tabla 121. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en el Río Magdalena.**

| Morfoespecie             | Abundancia relativa (%) |               |               |
|--------------------------|-------------------------|---------------|---------------|
|                          | P1                      | P2            | P3            |
| <i>Oscillatoria</i> sp1  | 0,00                    | 3,19          | 2,65          |
| <i>Oscillatoria</i> sp2  | 0,00                    | 0,00          | 3,97          |
| <i>Planktothrix</i> sp   | 3,88                    | 1,92          | 1,32          |
| <i>Anabaena</i> sp       | 0,86                    | 1,60          | 0,00          |
| <i>Pseudanabaena</i> sp1 | 2,16                    | 2,24          | 0,00          |
| <i>Microcystis</i> sp1   | 84,91                   | 84,98         | 84,11         |
| <i>Pediastrum duplex</i> | 0,00                    | 0,96          | 0,66          |
| <i>Coelastrum</i> sp1    | 1,29                    | 0,00          | 0,00          |
| <i>Phacus</i> sp3        | 0,00                    | 1,28          | 0,66          |
| <i>Aulacoseira</i> sp1   | 6,03                    | 1,92          | 0,00          |
| <i>Cyclotella</i> sp     | 0,00                    | 0,64          | 1,32          |
| <i>Eunotia</i> sp1       | 0,00                    | 0,64          | 3,97          |
| <i>Synedra</i> sp        | 0,86                    | 0,00          | 0,00          |
| <i>Gyrosigma</i> sp1     | 0,00                    | 0,64          | 1,32          |
| <b>Total</b>             | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton obtuvo una densidad total de 2784000,00 Ind/L y esta fue mayor en el punto "P2" donde reportó 1252000,00 Ind/L. En cuanto a la riqueza, varió entre 7-11 morfoespecies, y su valor máximo coincidió con el de la densidad (**Gráfica 57**).

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah et al., (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

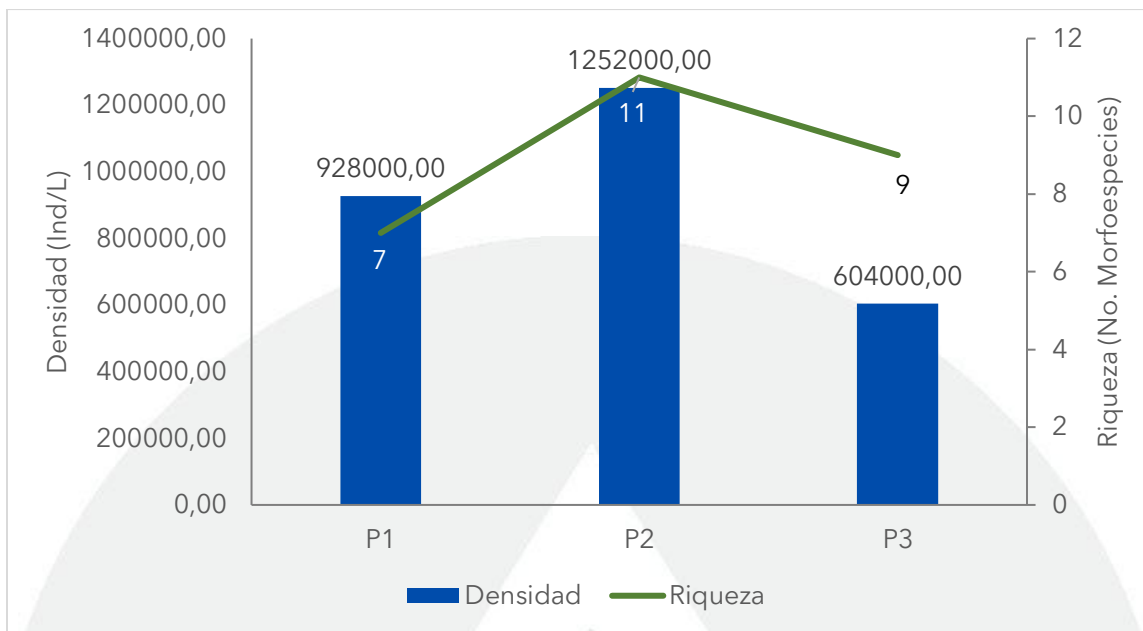
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 202 de 446



**Gráfica 57. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en el Río Magdalena.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

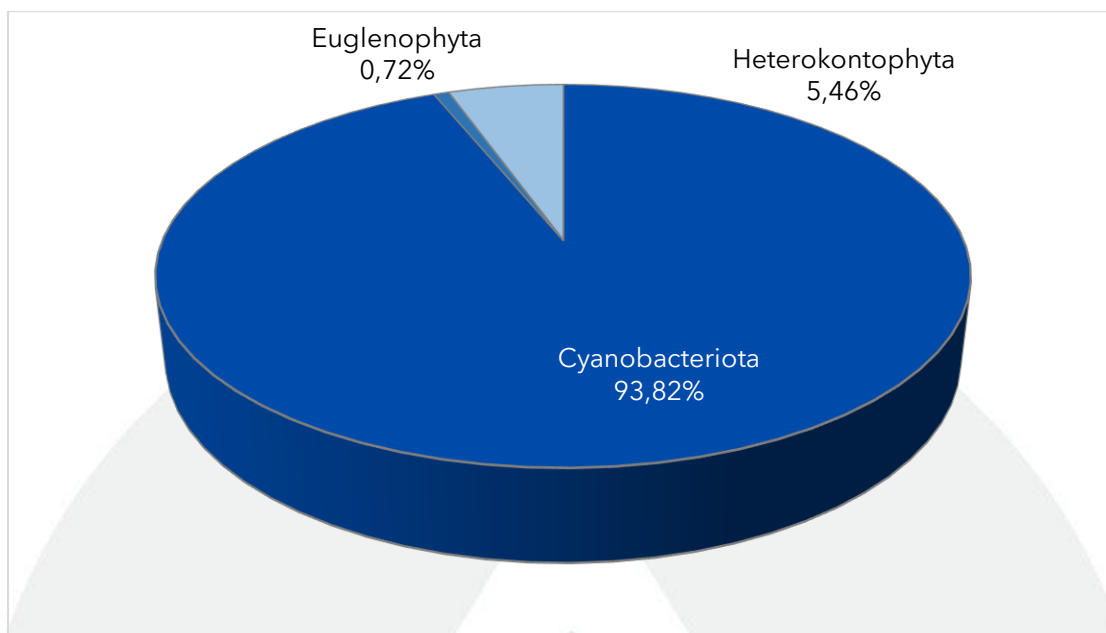
En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Cyanobacteriota obtuvo el 93,82% de proporción, seguido de Heterokontophyta (5,46%) y Euglenophyta (0,72%) (**Gráfica 58**).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**Gráfica 58. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en el Río Magdalena.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las morfoespecies de la división Cyanobacteriota dominaron las densidades en los puntos muestreados; siendo mayor en el punto "P2" con 1188000,00 Ind/L, por su parte, Euglenophyta solo se reportó en dos de los puntos y registró su máximo en el punto antes mencionado con 16000,00 Ind/L. Finalmente Heterokontophyta realizó su mayor aporte en el punto "P1" con 64000,00 Ind/L (**Gráfica 59**).





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

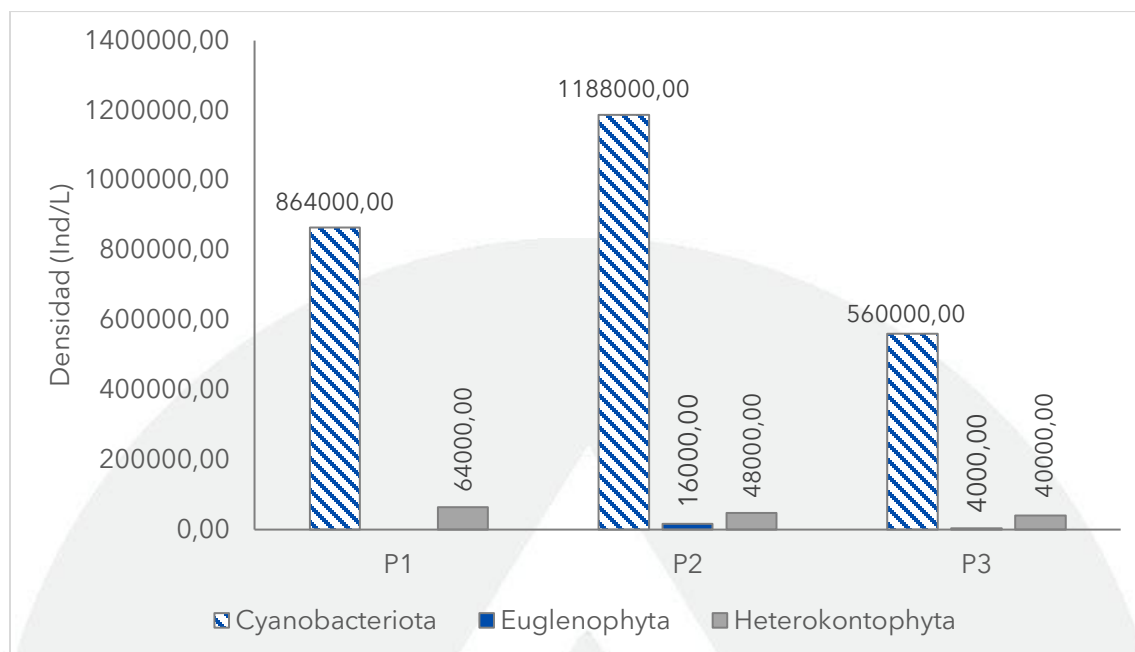
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 204 de 446



**Gráfica 59. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en el Río Magdalena por punto de monitoreo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0,66 y 0,75, siendo máximo en el punto "P2"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 205 de 446

La equitatividad obtuvo valores bajos de 0,31 a 0,34, siendo máximo en los puntos "P1 y P3" que se relacionan con las abundancias de las morfoespecies *Microcystis sp1* y *Planktothrix sp*, las cuales fueron significativamente superiores al resto de las morfoespecies en el ensamblaje fitoplanctónico. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores altos, lo anterior se encuentra explicado por las densidades de las morfoespecies antes mencionadas, demostrando así la conceptualidad inversa de este índice con el de equitatividad.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 122**).

**Tabla 122. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| <b>Índices</b> | <b>P1</b> | <b>P2</b>  | <b>P3</b> |
|----------------|-----------|------------|-----------|
| Taxa_S         | 7         | 11         | 9         |
| Individuals    | 928000,00 | 1252000,00 | 604000,00 |
| Dominance_D    | 0,73      | 0,73       | 0,71      |
| Shannon_H      | 0,66      | 0,75       | 0,74      |
| Margalef       | 0,44      | 0,71       | 0,60      |
| Equitability_J | 0,34      | 0,31       | 0,34      |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

### 5.1.8.2 Zooplancton

La comunidad de zooplancton en los puntos de monitoreo localizados en el Río Magdalena estuvo conformada por seis (6) morfoespecies vinculadas a dos (2) phyla, tres (3) clases, cuatro (4) ordenes con uno no determinado y dos (2) familias con tres no determinadas, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 123**.

**Tabla 123. Clasificación de las morfoespecies de zooplancton observadas en el Río Magdalena.**

| Phylum    | Clase        | Orden         | Familia      | Taxa                        |
|-----------|--------------|---------------|--------------|-----------------------------|
| Artrópoda | Branchiopoda | Diplostraca   | Podonidae    | <i>Evadne</i> sp            |
|           | Maxillopoda  | Cyclopoida    | -            | Cyclopoida morfo 1          |
|           |              | Harpacticoida | -            | Larva nauplio morfo 1       |
| Rotífera  | Eurotatoria  | -             | -            | Bdelloidea morfo 1          |
|           |              | Ploima        | Brachionidae | <i>Brachionus angularis</i> |
|           |              |               |              | <i>Keratella</i> sp         |
| <b>2</b>  | <b>3</b>     | <b>4</b>      | <b>2</b>     | <b>6</b>                    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie *Brachionus angularis* fue la de mayor densidad, con 12,47 Ind/L y su mayor aporte se presentó en Río Magdalena p3 con 7,93 Ind/L; las demás morfoespecies presentaron densidades bajas desde 5,67 Ind/L hasta 1,13 Ind/L (**Tabla 124**).

Las especies del género *Brachionus* pueden tolerar rangos amplios de temperatura y salinidad, así, los mismos rotíferos se pueden utilizar para larvicultura de agua dulce o marina (Henry, 2016). Su pequeño tamaño (100-300μ) y forma redondeada, permite a las larvas de peces y crustáceos ingerirlos cuando todavía no pueden ingerir nauplios de artemia (Torretera & Tacon, 1989).

**Tabla 124. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en Río Magdalena.**

| Morfoespecie                | Densidad (Ind/L) |             |              |              | Abundancia relativa (%) |               |               |
|-----------------------------|------------------|-------------|--------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
|                             | P1               | P2          | P3           | Total        | P1                      | P2            | P3            |
| Bdelloidea morfo 1          | 3,40             | 0,00        | 0,00         | 3,40         | 37,50                   | 0,00          | 0,00          |
| <i>Brachionus angularis</i> | 1,13             | 3,40        | 7,93         | 12,46        | 12,50                   | 37,50         | 70,00         |
| Cyclopoida morfo 1          | 1,13             | 4,53        | 0,00         | 5,66         | 12,50                   | 50,00         | 0,00          |
| <i>Evadne</i> sp            | 0,00             | 0,00        | 1,13         | 1,13         | 0,00                    | 0,00          | 10,00         |
| <i>Keratella</i> sp         | 1,13             | 0,00        | 1,13         | 2,26         | 12,50                   | 0,00          | 10,00         |
| Larva nauplio morfo 1       | 2,27             | 1,13        | 1,13         | 4,53         | 25,00                   | 12,50         | 10,00         |
| <b>Total</b>                | <b>9,07</b>      | <b>9,07</b> | <b>11,33</b> | <b>29,47</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

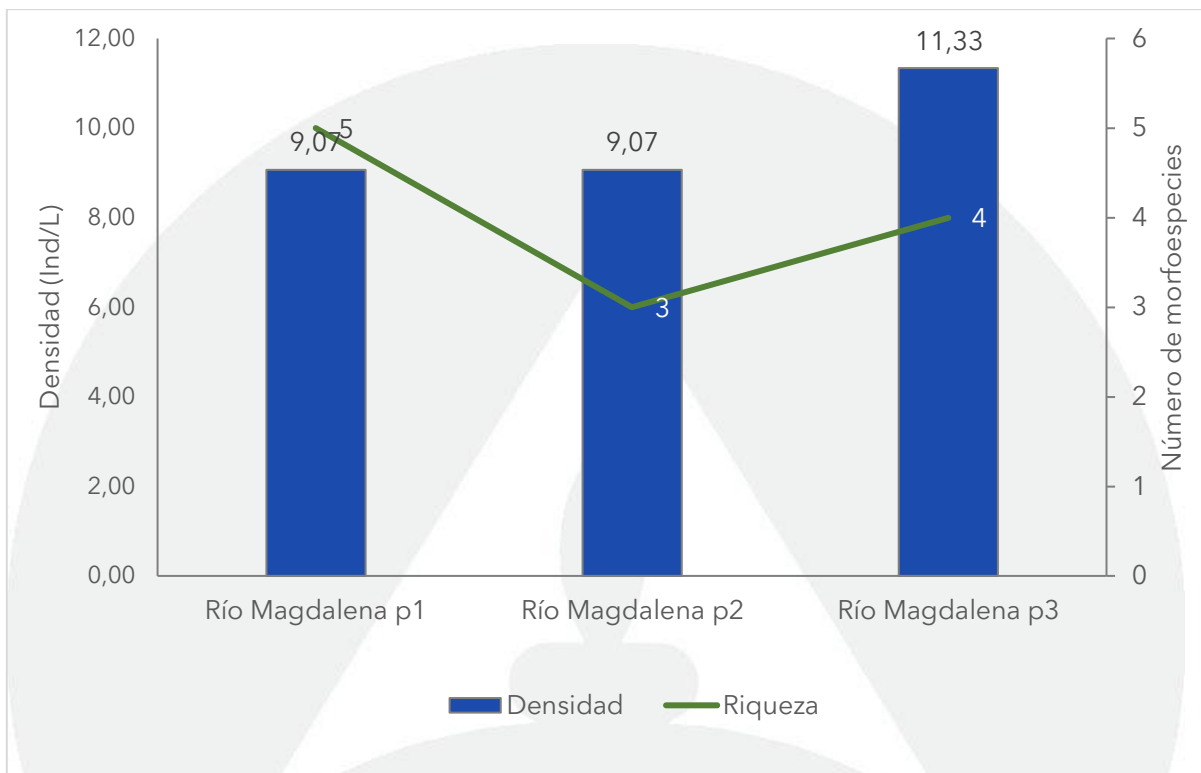
Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 207 de 446

La densidad total del zooplancton fue de 29,47 Ind/L y fue mayor en el punto Río Magdalena p3 con 11,33 Ind/L; en cuanto a la riqueza varió entre 3-5 morfoespecies y su máximo valor estuvo relacionado al punto Río Magdalena p1 (**Gráfica 60**).



**Gráfica 60. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en Río Magdalena.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

Las contribuciones a la densidad total estuvieron representadas en mayor medida por aportes del phylum Rotífera (61,54%) y Artrópoda (38,46%) (**Gráfica 61**).

Esta dominancia de Rotífera no resulta sorprendente debido a que cuenta con una amplia gama de taxones con distintos grados de sensibilidad ambiental, adaptados a ambientes turbulentos y de carga orgánica importante como el río Magdalena, ya que el detritus representa uno de sus principales recursos tróficos. Dado el carácter lótico del cuerpo de agua estudiado las bajas densidades zooplanctónicas no son alarmantes debido al efecto mecánico de arrastre que dificulta el establecimiento de los grupos zooplanctónicos más



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

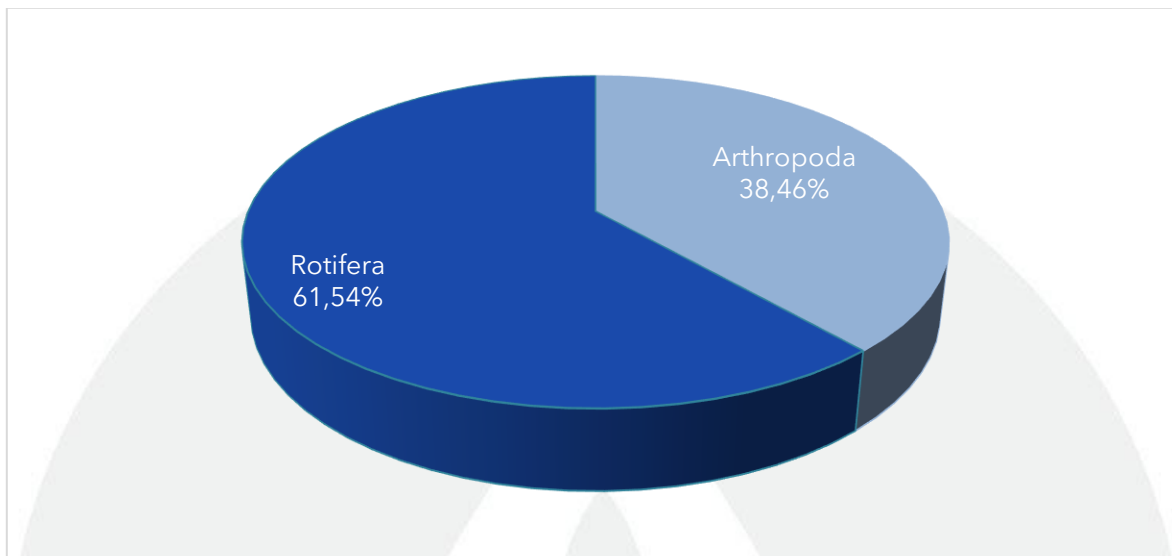
part of

**ALS Limited**





sensibles, desprovistos de mecanismos de adhesión a sustratos naturales en la columna de agua y de movilidad.



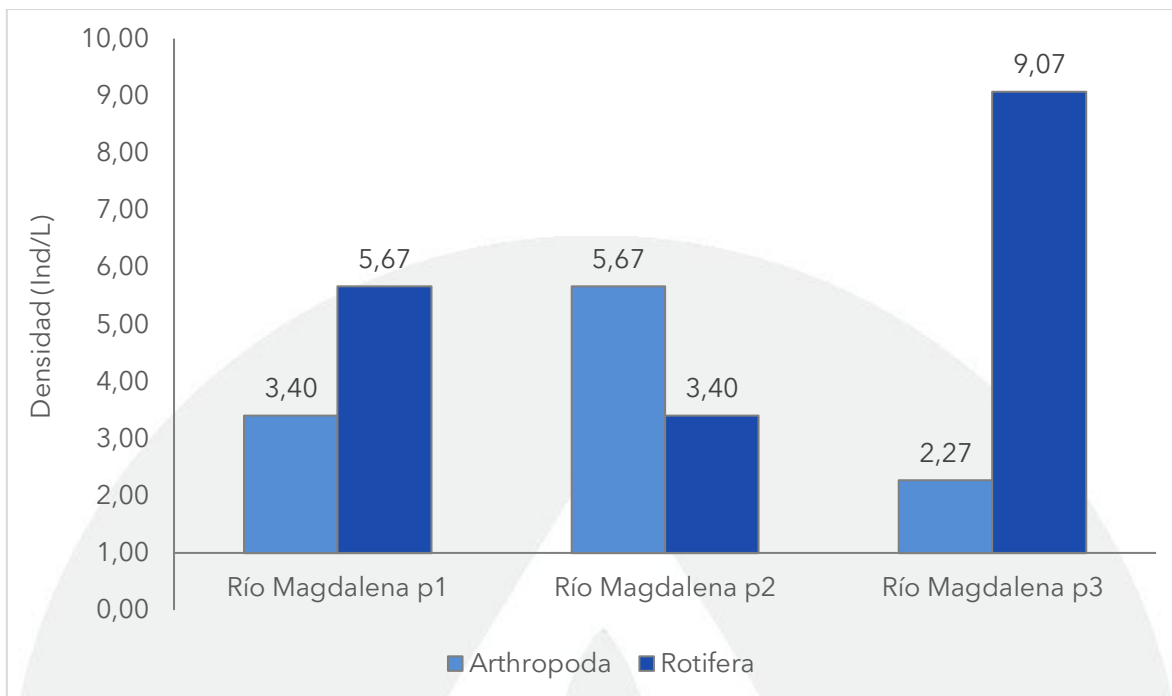
**Gráfica 61.. Contribución porcentual de la densidad total de los phyla zooplanctónicos en el Río Magdalena.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, Rotífera continuó con su patrón de dominancia en dos de los tres puntos monitoreados. El punto de monitoreo de mayor contribución de Rotífera fue Río Magdalena p3 con 9,07 Ind/L, mientras que Artrópoda dominó en el punto Río Magdalena p2 con 5,67 Ind/L (**Gráfica 62**).

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.





**Gráfica 62. Contribución a la densidad total de los phyla zooplanctónicos en los puntos de monitoreo en el Río Magdalena**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Sin embargo, estos índices no fueron calculados para los puntos Río Magdalena p2 y Río Magdalena p3, debido a que obtuvieron menos de cinco (5) morfoespecies.

En cuanto al punto Río Magdalena p1, el resultado obtenido para el índice de Pielou (Equitability\_J) fue alto (0,93) y consistente con lo arrojado por el índice de dominancia de Simpson (Dominance\_D) con un valor de 0,25, indicando que la comunidad zooplanctónica en este punto de monitoreo está compuesta por poblaciones cuyas abundancias 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 un valor inferior 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 un valor bajo típico de sistemas con baja riqueza, 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 125**).

**Tabla 125. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en el Río Magdalena.**

| Índice         | P1   |
|----------------|------|
| Taxa_S         | 5    |
| Individuals    | 9,07 |
| Dominance_D    | 0,25 |
| Shannon_H      | 1,49 |
| Margalef       | 1,92 |
| Equitability_J | 0,93 |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

### 5.1.8.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 211 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

A pesar del esfuerzo de muestreo no se reportaron morfoespecies de perifiton en el río Magdalena, el desarrollo de las algas del perifiton depende de factores abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiante por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros. La luz y la temperatura son factores importantes para el desarrollo de la comunidad perifítica. En la naturaleza ambos factores varían en forma concomitante, aunque la influencia de la luz se manifiesta en la longitud del período de fotosíntesis y la temperatura influye como factor acumulativo o de pérdida gradual, debido a la elevada inercia térmica que posee el cuerpo de agua. La disponibilidad de espacio para colonizar es esencial para el perifiton y afecta la productividad de la comunidad. Las comunidades adheridas a superficies con área de colonización fija (rocas, granos de arena) pueden estar limitadas por espacio, si el resto de los factores se hallan en condiciones óptimas (Wetzel, 2000). A pesar de que las comunidades perifíticas de ríos están bien adaptadas al movimiento continuo del agua, en los períodos de incremento de caudal aumenta el desprendimiento de células (Horner & Welch, 1981).





#### 5.1.8.4 Macroinvertebrados bentónicos

No se reportaron Macroinvertebrados bentónicos en los puntos ubicados en el Río Magdalena a pesar del esfuerzo del monitoreo.

La ausencia de macroinvertebrados es característica de ecosistemas perturbados con una pobre oferta de recursos y hábitat disponibles que impiden el establecimiento de poblaciones más grandes. Las comunidades de macroinvertebrados son especialmente sensibles a los efectos de actividades antropogénicas, dado que resultan en los sistemas acuáticos sustancias tóxicas para ciertos grupos taxonómicos, particularmente aquellos que tienen altas exigencias ambientales, es el caso de plecópteros, tricópteros, algunos odonatos y efemerópteros que requieren de óptimas condiciones de oxígeno para subsistir (Roldán y Ramírez, 2008).

#### 5.1.8.5 Peces

La clasificación taxonómica de las dos (2) morfoespecies ícticas reportadas en el Río Magdalena se muestra en la **Tabla 126**, donde se puede observar que éstas pertenecen a un (1) phylum e igual número de clase, orden y familia.

**Tabla 126. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces en el Río Magdalena.**

| Phylum   | Clase     | Orden        | Familia   | Morfoespecie                 |
|----------|-----------|--------------|-----------|------------------------------|
| Chordata | Teleostei | Cichliformes | Cichlidae | <i>Oreochromis niloticus</i> |
|          |           |              |           | <i>Caquetaia kraussi</i>     |
| <b>1</b> | <b>1</b>  | <b>1</b>     | <b>1</b>  | <b>2</b>                     |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Las especies reportadas en este sistema acuático durante este monitoreo presentaron distribución únicamente en el punto P3, donde registraron un total de 20 individuos capturados, siendo *O.niloticus* la especie de mayor abundancia con 13 individuos y el 75,00% de la abundancia relativa seguida de *C.kraussi* con el 25,00% restante y siete (7) ejemplares capturados (**Tabla 127**).

Estas dos especies observadas en el Río Magdalena 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



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 213 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

mostrando algún grado de contaminación en este sistema acuático, por lo que solo coexisten estas especies, y no otras menos tolerantes.

**Tabla 127. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces en el Río Magdalena.**

| Morfoespecie                 | Abundancia  |             |              |              | Abundancia relativa (%) |             |               |
|------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------------------|-------------|---------------|
|                              | P1          | P2          | P3           | Total        | P1                      | P2          | P3            |
| <i>Caquetaia kraussi</i>     | 0,00        | 0,00        | 7,00         | 7,00         | 0,00                    | 0,00        | 25,00         |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | 0,00        | 0,00        | 13,00        | 13,00        | 0,00                    | 0,00        | 75,00         |
| <b>Total</b>                 | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>20,00</b> | <b>20,00</b> | <b>0,00</b>             | <b>0,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Dado que la riqueza de peces (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo en el Río Magdalena 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.

#### 5.1.8.6 Macrófitas acuáticas

En el Río Magdalena se reportó una morfoespecie de macrófitas, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 128**.

**Tabla 128. Clasificación taxonómica de las macrófitas reportadas en el Río Magdalena**

| División     | Clase         | Orden        | Familia        | Morfoespecie         |
|--------------|---------------|--------------|----------------|----------------------|
| Tracheophyta | Magnoliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia sp</i> |
| <b>1</b>     | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>1</b>       | <b>1</b>             |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

*Eichhornia sp* fue la única morfoespecie con cobertura en el río, con un porcentaje de 9,62% en el punto P2; por su parte, en los puntos P1 y P3 no se registró cobertura de macrófitas (**Tabla 129**).

**Tabla 129. Porcentaje de cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en el Río Magdalena**

| Morfoespecie                | P1          | P2          | P3          |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 0,00        | 9,60        | 0,00        |
| <b>Total</b>                | <b>0,00</b> | <b>9,60</b> | <b>0,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 214 de 446

Las macrófitas juegan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos, ya que promueven una complejidad espacial ligada a la abundancia, diversidad y estructura de las comunidades de macroinvertebrados (Thomaz y Cunha, 2010). Los ecosistemas dominados por macrófitas brindan protección contra depredadores de macroinvertebrados y fuentes de alimento para herbívoros, detritívoros y depredadores (Shaffer, 1998).

Dado que la riqueza de macrófitas (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo en el río Magdalena 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.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



## 5.2 Cuenca Canal del Dique

### 5.2.1 Embalse El Guájaro

#### 5.2.1.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el Embalse El Guájaro estuvo conformada por 22 morfoespecies, vinculadas a cuatro (4) divisiones, siete (7) clases, diez (10) órdenes y 15 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 130**.

**Tabla 130. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en el Embalse El Guájaro.**

| División    | Clase            | Orden          | Familia        | Morfoespecie             |
|-------------|------------------|----------------|----------------|--------------------------|
| Chlorophyta | Chlorophyceae    | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Scenedesmus</i> sp    |
|             |                  |                |                | <i>Tetrastrum</i> sp     |
|             |                  |                |                | <i>Coelastrum</i> sp     |
|             |                  |                | Hydrodictyceae | <i>Pediastrum duplex</i> |
|             | Trebouxiophyceae | Chlorellales   | Chlorellaceae  | <i>Chlorella</i> sp      |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 216 de 446

| División | Clase               | Orden             | Familia            | Morfoespecie                 |
|----------|---------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|
|          |                     |                   | Oocystaceae        | <i>Oocystis</i> sp1          |
|          |                     | Chroococcales     | Microcystaceae     | <i>Microcystis</i> sp1       |
|          |                     |                   |                    | <i>Oscillatoria</i> sp2      |
|          |                     | Oscillatoriales   | Oscillatoriaceae   | <i>Oscillatoria</i> sp3      |
|          |                     |                   |                    | <i>Oscillatoria</i> sp4      |
|          |                     |                   |                    | <i>Aphanocapsa</i> sp1       |
|          |                     | Synechococcales   | Merismopediaceae   |                              |
|          |                     |                   | Pseudanabaenaceae  | <i>Pseudanabaena</i> sp1     |
|          |                     |                   |                    | <i>Dolichospermum</i> sp1    |
|          |                     | Nostocales        | Aphanizomenonaceae |                              |
|          |                     |                   | Nostocaceae        | <i>Anabaena</i> sp           |
|          |                     |                   |                    | <i>Trachelomonas armata</i>  |
|          |                     |                   |                    | <i>Trachelomonas hispida</i> |
|          |                     |                   |                    | <i>Euglena</i> sp2           |
|          |                     |                   | Phacaceae          | <i>Lepocinclis acus</i>      |
|          | Bacillariophyceae   | Eunotiales        | Eunotiaceae        | <i>Eunotia</i> sp1           |
|          | Coscinodiscophyceae | Aulacoseirales    | Aulacoseiraceae    | <i>Aulacoseira</i> sp1       |
|          |                     |                   |                    | <i>Aulacoseira</i> sp2       |
|          | Mediophyceae        | Stephanodisciales | Stephanodiscaceae  | <i>Cyclotella</i> sp         |
| <b>4</b> | <b>7</b>            | <b>10</b>         | <b>15</b>          | <b>22</b>                    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia fue *Anabaena* sp con 130940000,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Dolichospermum* sp1, con 200000,00 Ind/L (**Tabla 131**).

El género *Anabaena* sp, algunas especies de este género forman floraciones en lagos y presas, además pueden ocasionar desequilibrios ecológicos y de salud pública debido a las toxinas que producen (Chorus y Bartram, 1999).



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



Código: FO-PO-PSM-74-01  
Versión: 03  
Fecha: 07/09/2023  
Página 217 de 446

**Tabla 131. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en el Embalse El Guájaro.**

[illegible]



Código: FO-PO-PSM-74-01  
Versión: 03  
Fecha: 07/09/2023  
Página 218 de 446

| Morfoespecie    | Densidad (Ind/L) |            |            |            |            |            |            |            |            |             |
|-----------------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
|                 | P1               | P2         | P3         | P4         | P5         | P6         | P7         | P8         | P9         | Total       |
| Eunotia sp1     | 0,00             | 0,00       | 60000,00   | 20000,00   | 40000,00   | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 120000,00   |
| Aulacoseira sp1 | 120000,00        | 80000,00   | 140000,00  | 0,00       | 40000,00   | 0,00       | 0,00       | 320000,00  | 120000,00  | 820000,00   |
| Aulacoseira sp2 | 0,00             | 200000,00  | 40000,00   | 260000,00  | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 500000,00   |
| Cyclotella sp   | 0,00             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 140000,00  | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 140000,00   |
| Total           | 15108000,00      | 3640000,00 | 5680000,00 | 4780000,00 | 2960000,00 | 7400000,00 | 6660000,00 | 1496000,00 | 1152000,00 | 20868000,00 |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

**Tabla 132. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en el Embalse El Guájaro.**

[illegible]



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 219 de 446

| Morfoespecie            | Abundancia relativa (%) |               |               |               |               |               |               |               |               |
|-------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                         | P1                      | P2            | P3            | P4            | P5            | P6            | P7            | P8            | P9            |
| <i>Lepocinclis acus</i> | 0,17                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Eunotia sp1</i>      | 0,00                    | 0,00          | 1,06          | 0,42          | 1,35          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Aulacoseira sp1</i>  | 0,08                    | 2,20          | 2,46          | 0,00          | 1,35          | 0,00          | 0,00          | 2,14          | 1,04          |
| <i>Aulacoseira sp2</i>  | 0,00                    | 5,49          | 0,70          | 5,44          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Cyclotella sp</i>    | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 1,89          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <b>Total</b>            | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

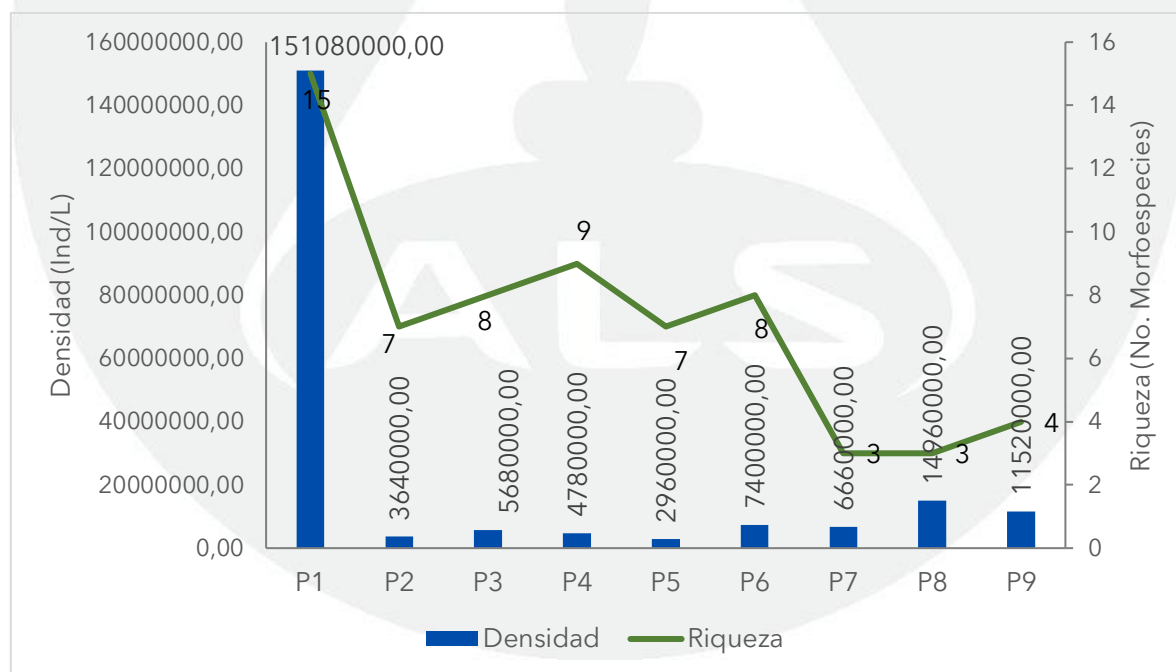
Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 220 de 446

El fitoplancton obtuvo una densidad total de 208680000,00 Ind/L y esta fue mayor en el punto "P1" donde reportó 151080000,00 Ind/L. En cuanto a la riqueza, varió entre 3-15 morfoespecies, y su valor máximo fue consistente con el de la densidad (**Gráfica 63**).

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah et al., (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.



**Gráfica 63. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en el Embalse El Guájar.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



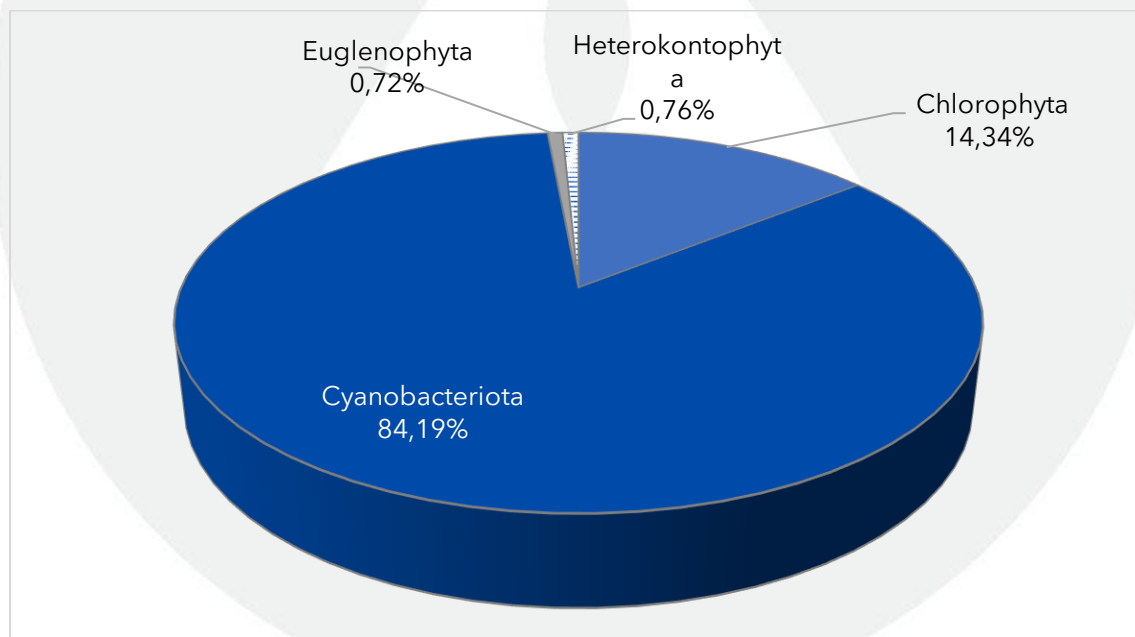
**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Cyanobacteriota obtuvo el 84,19% de proporción, seguido de Chlorophyta (14,34%), Heterokontophyta (0,76%) y Euglenophyta (0,72%) (**Gráfica 64**).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).



**Gráfica 64. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en el Embalse El Guájaro.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las morfoespecies de la división Cyanobacteriota dominaron las densidades en todos los puntos muestreados; siendo mayor en el punto "P1" con 120760000,00 Ind/L, así mismo, Chlorophyta y Euglenophyta registraron su máximo







**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

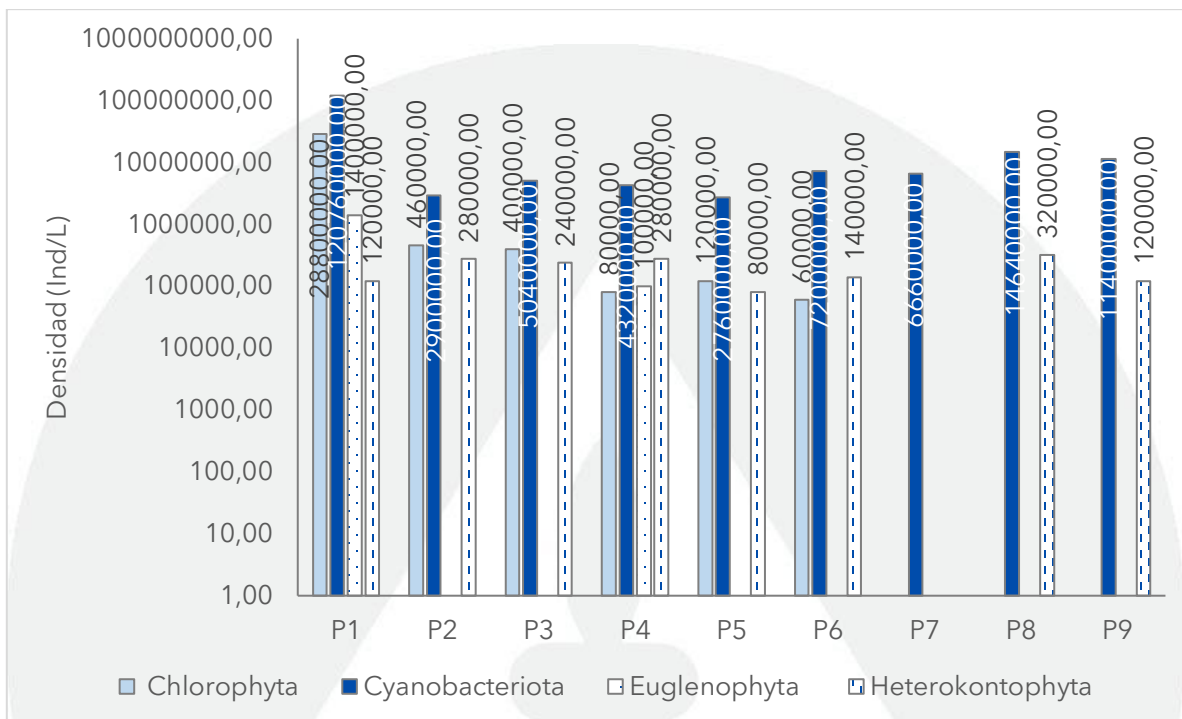
Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 222 de 446

aporte en este mismo punto con 28800000,00 Ind/L y 1400000,00 Ind/L, respectivamente. Finalmente, Heterokontophyta realizó su mayor aporte en el punto "P8" con 320000,00 Ind/L (**Gráfica 65**).



**Gráfica 65. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en el Embalse El Guájaro por punto de monitoreo.**

*\*: Los datos presentados en la gráfica se encuentran en escala logarítmica*

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0,68 y 1,62, siendo máximo en el punto "P8"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 223 de 446

diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo valores bajos-medios de 0,25 a 0,78, siendo máximo en el punto "P8" que se relacionan con las densidades de la morfoespecie *Anabaena sp*, las cuales fueron significativamente superiores al resto de las morfoespecies en el ensamblaje fitoplanctónico. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores medios, lo anterior se encuentra explicado por las densidades de las morfoespecies antes mencionadas, demostrando así la conceptualidad inversa de este índice con el de equitatividad.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 133**).

**Tabla 133. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| Indíces | Taxa_S | Individuals  | Dominance_D | Shannon_H | Margalef | Equitability_J |
|---------|--------|--------------|-------------|-----------|----------|----------------|
| P1      | 15     | 151080000,00 | 0,66        | 0,68      | 0,74     | 0,25           |
| P2      | 7      | 3640000,00   | 0,40        | 1,24      | 0,40     | 0,64           |
| P3      | 8      | 5680000,00   | 0,70        | 0,72      | 0,45     | 0,35           |
| P4      | 9      | 4780000,00   | 0,67        | 0,81      | 0,52     | 0,37           |
| P5      | 7      | 2960000,00   | 0,34        | 1,30      | 0,40     | 0,67           |
| P6      | 8      | 7400000,00   | 0,24        | 1,62      | 0,44     | 0,78           |
| P7      | 3      | 6660000,00   | -           | -         | -        | -              |
| P8      | 3      | 14960000,00  | -           | -         | -        | -              |
| P9      | 4      | 11520000,00  | -           | -         | -        | -              |

:- Puntos con menos de cinco (5) morfoespecies.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

### 5.2.1.2 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica del embalse del Guájaro estuvo conformada por 21 morfoespecies, vinculadas a tres (3) Phyla, cinco (5) clases, seis (6) órdenes con dos no determinados y siete (7) familias con cuatro no determinadas y cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada con la **Tabla 134**.

**Tabla 134. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton observadas en el embalse del Guájaro.**

| Phylum o División | Clase        | Orden           | Familia       | Taxa                           |
|-------------------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------------|
| Artrópoda         | Branchiopoda | Diplostraca     | Daphniidae    | <i>Ceriodaphnia</i> sp         |
|                   |              |                 | Moinidae      | <i>Moina</i> sp                |
|                   |              |                 | Sididae       | <i>Diaphanosoma</i> sp         |
|                   | Maxillopoda  | -               | -             | Larva nauplio morfo 1          |
|                   |              | Calanoida       | -             | Calanoida morfo 1              |
|                   |              | Cyclopoida      | -             | Cyclopoida morfo 1             |
|                   | Ostracoda    | -               | -             | Ostracoda morfo 1              |
|                   |              |                 |               | Ostracoda morfo 2              |
|                   |              |                 |               | Ostracoda morfo 3              |
| Protozoa          | Lobosa       | Arcellinida     | Arcellidae    | <i>Arcella</i> sp              |
|                   |              |                 | Centropxyidae | <i>Centropixys</i> sp          |
| Rotífera          | Eurotatoria  | Flosculariaceae | Filiniidae    | <i>Filinia longiseta</i>       |
|                   |              | Ploima          | Brachionidae  | <i>Brachionus angularis</i>    |
|                   |              |                 |               | <i>Brachionus calicyflorus</i> |
|                   |              |                 |               | <i>Brachionus havanaensis</i>  |
|                   |              |                 |               | <i>Brachionus</i> sp2          |
|                   |              |                 |               | <i>Brachionus</i> sp4          |
|                   |              |                 |               | <i>Brachionus</i> sp5          |
|                   |              |                 |               | <i>Keratella</i> sp            |
|                   |              |                 |               | <i>Keratella</i> sp1           |
|                   |              |                 |               | <i>Keratella</i> sp2           |
|                   |              |                 |               |                                |
| <b>3</b>          | <b>5</b>     | <b>6</b>        | <b>7</b>      | <b>21</b>                      |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor densidad fue *Brachionus calicyflorus* con un valor total de 1212,95 Ind/L y siendo su mayor representación en el punto Guájaro p6 con 250,75 Ind/L, por otro lado, la morfoespecie *Ceriodaphnia* sp también obtuvo una alta densidad con un valor total de 645,43 Ind/L, haciendo su mayor aporte en el punto Guájaro p1 con 521,33 Ind/L (**Tabla 135**).

La importancia ecológica de los rotíferos radica en varios puntos, el primero, corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, transfieren materia desde



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 225 de 446

las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady et al. 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), por lo que los cambios en la estructura y composición los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua. Igualmente, la importancia ecológica de los rotíferos consiste primero en el corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, también en que actúan activamente en la transferencia de materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y debido a que son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady et al. 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003). Dentro del phylum Rotífera, el género *Brachionus* incluye el 80% de las especies del phylum (Segers 2007), siendo objeto de múltiples estudios, desde ecoevolutivos hasta bioquímicos, y utilizado como modelo en estudios fisiológicos y toxicológicos.

Los cladóceros representan un grupo clave en la comunidad planctónica de los lagos, en lo que respecta a la transferencia de energía a lo largo de la trama trófica. Al ser estos crustáceos casi exclusivamente consumidores de algas y de detritus, son capaces de afectar el desarrollo del fitoplancton en los sistemas naturales y, al mismo tiempo, son las presas favoritas de depredadores vertebrados e invertebrados (De Bernardi y Peters, 1987). En cuanto a las especies de *Ceriodaphnia*, estas pueden alimentarse eficientemente tanto de fitoplancton como de bacterias y detritus, encontrándose con capacidad para vivir tanto en ambientes oligotróficos (Ferrão-Filho et al., 2000), como hipereutróficos (González et al., 2002).



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**  
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01  
Versión: 03  
Fecha: 07/09/2023  
Página 226 de 446

**Tabla 135. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies del zooplancton en el embalse del Guájaro.**

| Morfoespecie                   | Densidad (Ind/L) |               |               |               |               |               |               |               |               |                |
|--------------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|                                | P1               | P2            | P3            | P4            | P5            | P6            | P7            | P8            | P9            | Total          |
| <i>Arcella</i> sp              | 0,00             | 5,67          | 0,00          | 5,67          | 0,00          | 12,75         | 1,70          | 3,40          | 0,00          | 29,19          |
| <i>Brachionus angularis</i>    | 0,00             | 0,00          | 0,00          | 31,17         | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 31,17          |
| <i>Brachionus calicyflorus</i> | 53,83            | 99,17         | 184,17        | 82,17         | 209,67        | 250,75        | 103,70        | 110,50        | 119,00        | 1212,96        |
| <i>Brachionus havanaensis</i>  | 0,00             | 5,67          | 0,00          | 8,50          | 0,00          | 17,00         | 0,00          | 17,00         | 10,20         | 58,37          |
| <i>Brachionus</i> sp2          | 0,00             | 0,00          | 8,50          | 0,00          | 0,00          | 8,50          | 3,40          | 0,00          | 5,10          | 25,50          |
| <i>Brachionus</i> sp4          | 0,00             | 0,00          | 0,00          | 2,83          | 14,17         | 0,00          | 8,50          | 0,00          | 0,00          | 25,50          |
| <i>Brachionus</i> sp5          | 8,50             | 5,67          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 12,75         | 3,40          | 0,00          | 3,40          | 33,72          |
| Calanoida morfo 1              | 0,00             | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 28,33         | 0,00          | 0,00          | 51,00         | 0,00          | 79,33          |
| <i>Centropixys</i> sp          | 0,00             | 5,67          | 0,00          | 5,67          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 3,40          | 14,74          |
| <i>Ceriodaphnia</i> sp         | 521,33           | 0,00          | 56,67         | 0,00          | 28,33         | 0,00          | 32,30         | 0,00          | 6,80          | 645,43         |
| Cyclopoida morfo 1             | 121,83           | 0,00          | 113,33        | 68,00         | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 303,16         |
| <i>Diaphanosoma</i> sp         | 0,00             | 0,00          | 5,67          | 240,83        | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 25,50         | 17,00         | 289,00         |
| <i>Filinia longiseta</i>       | 5,67             | 0,00          | 0,00          | 31,17         | 0,00          | 0,00          | 5,10          | 0,00          | 8,50          | 50,44          |
| <i>Keratella</i> sp            | 0,00             | 17,00         | 0,00          | 14,17         | 8,50          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 39,67          |
| <i>Keratella</i> sp1           | 51,00            | 0,00          | 0,00          | 2,83          | 0,00          | 8,50          | 0,00          | 6,80          | 0,00          | 69,13          |
| <i>Keratella</i> sp2           | 0,00             | 0,00          | 0,00          | 5,67          | 5,67          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 11,34          |
| Larva nauplio morfo 1          | 68,00            | 36,83         | 5,67          | 53,83         | 8,50          | 38,25         | 8,50          | 102,00        | 0,00          | 321,58         |
| <i>Moina</i> sp                | 0,00             | 0,00          | 90,67         | 0,00          | 59,50         | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 150,17         |
| Ostrácoda morfo 1              | 0,00             | 0,00          | 0,00          | 17,00         | 28,33         | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 45,33          |
| Ostrácoda morfo 2              | 0,00             | 0,00          | 65,17         | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 65,17          |
| Ostrácoda morfo 3              | 0,00             | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 17,00         | 0,00          | 17,00          |
| <b>Total</b>                   | <b>830,17</b>    | <b>175,67</b> | <b>529,83</b> | <b>569,50</b> | <b>391,00</b> | <b>348,50</b> | <b>166,60</b> | <b>333,20</b> | <b>173,40</b> | <b>3517,87</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 227 de 446

**Tabla 136. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies del zooplancton en el embalse del Guájaro.**

| Morfoespecie                   | Abundancia relativa (%) |               |               |               |               |               |               |               |               |
|--------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                | P1                      | P2            | P3            | P4            | P5            | P6            | P7            | P8            | P9            |
| <i>Arcella</i> sp              | 0,00                    | 3,23          | 0,00          | 1,00          | 0,00          | 3,66          | 1,02          | 1,02          | 0,00          |
| <i>Brachionus angularis</i>    | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 5,47          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Brachionus calicyflorus</i> | 6,48                    | 56,45         | 34,76         | 14,43         | 53,62         | 71,95         | 62,24         | 33,16         | 68,63         |
| <i>Brachionus havanaensis</i>  | 0,00                    | 3,23          | 0,00          | 1,49          | 0,00          | 4,88          | 0,00          | 5,10          | 5,88          |
| <i>Brachionus</i> sp2          | 0,00                    | 0,00          | 1,60          | 0,00          | 0,00          | 2,44          | 2,04          | 0,00          | 2,94          |
| <i>Brachionus</i> sp4          | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,50          | 3,62          | 0,00          | 5,10          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Brachionus</i> sp5          | 1,02                    | 3,23          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 3,66          | 2,04          | 0,00          | 1,96          |
| Calanoida morfo 1              | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 7,25          | 0,00          | 0,00          | 15,31         | 0,00          |
| <i>Centropixys</i> sp          | 0,00                    | 3,23          | 0,00          | 1,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 1,96          |
| <i>Ceriodaphnia</i> sp         | 62,80                   | 0,00          | 10,70         | 0,00          | 7,25          | 0,00          | 19,39         | 0,00          | 3,92          |
| Cyclopoida morfo 1             | 14,68                   | 0,00          | 21,39         | 11,94         | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Diaphanosoma</i> sp         | 0,00                    | 0,00          | 1,07          | 42,29         | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 7,65          | 9,80          |
| <i>Filinia longiseta</i>       | 0,68                    | 0,00          | 0,00          | 5,47          | 0,00          | 0,00          | 3,06          | 0,00          | 4,90          |
| <i>Keratella</i> sp            | 0,00                    | 9,68          | 0,00          | 2,49          | 2,17          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Keratella</i> sp1           | 6,14                    | 0,00          | 0,00          | 0,50          | 0,00          | 2,44          | 0,00          | 2,04          | 0,00          |
| <i>Keratella</i> sp2           | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 1,00          | 1,45          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| Larva nauplio morfo 1          | 8,19                    | 20,97         | 1,07          | 9,45          | 2,17          | 10,98         | 5,10          | 30,61         | 0,00          |
| <i>Moina</i> sp                | 0,00                    | 0,00          | 17,11         | 0,00          | 15,22         | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| Ostrácoda morfo 1              | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 2,99          | 7,25          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| Ostrácoda morfo 2              | 0,00                    | 0,00          | 12,30         | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| Ostrácoda morfo 3              | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 5,10          | 0,00          |
| <b>Total</b>                   | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

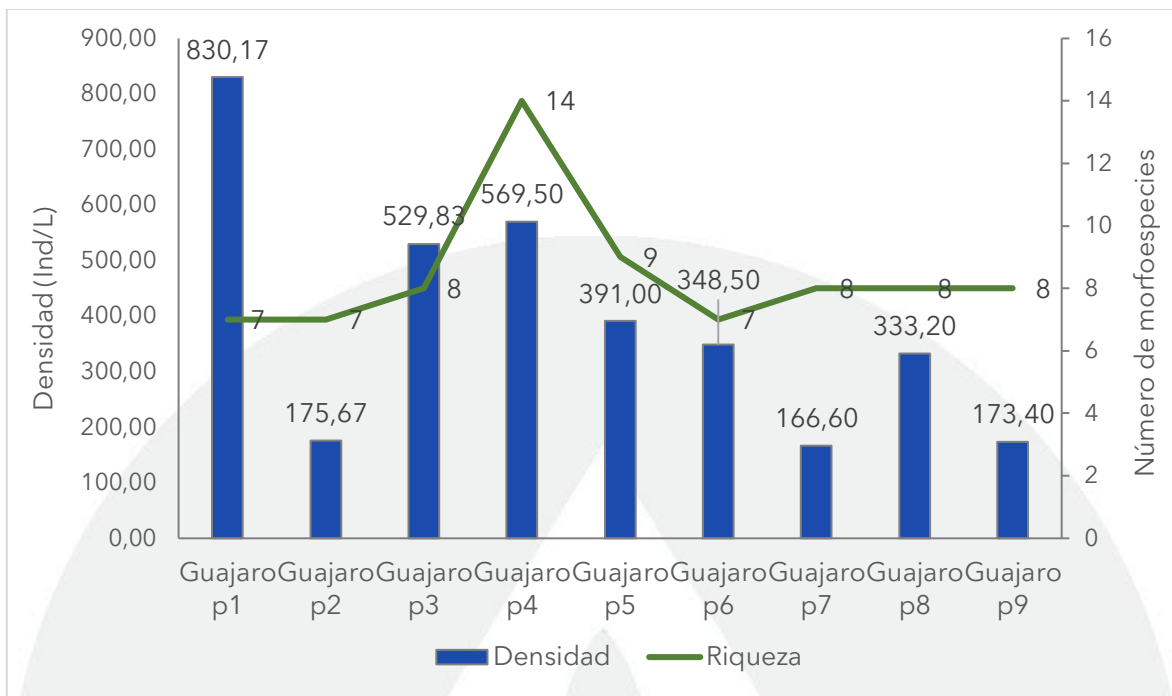
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El zooplancton en el embalse el Guájaro obtuvo una densidad total de 3517,87 Ind/L y ésta fue mayor en el punto de monitoreo Guájaro P1 con 830,17 Ind/L; en cuanto a la riqueza estuvo representada en un rango de 7-14 morfoespecies y presentó el mayor valor en la estación Guájaro P4 (**Gráfica 66**).



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



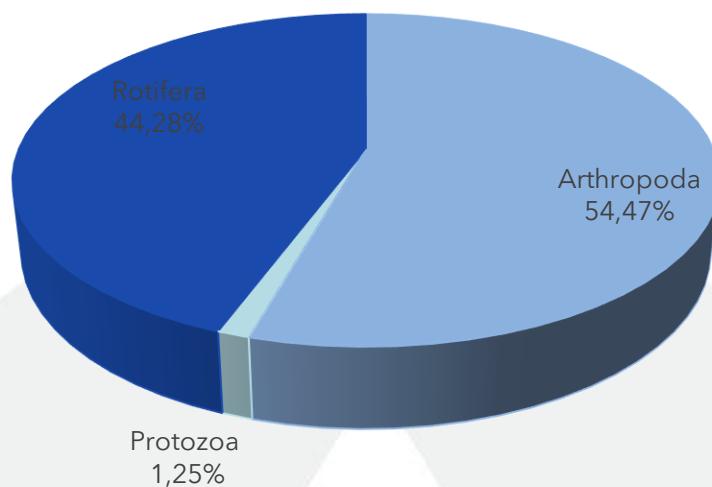
**Gráfica 66. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en el embalse el Guájar.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por el phylum Artrópoda, el cual obtuvo una representatividad del 54,47%, seguido de Rotífera (44,28%) y Protozoa (1,25%) (**Gráfica 67**). Por otro lado, los branquiópodos de Artrópoda (Clase Branchipoda) son crustáceos de pequeño tamaño y raramente superan el centímetro de longitud, aunque algunos camarones pueden llegar a varios centímetros. Viven generalmente en charcas efímeras, quizás gracias a la ausencia de peces, y su vida está restringida a la duración de esta. Algunas especies son capaces de tolerar cierto grado de salinidad (Corchón, 2006). En cuanto a los rotíferos son bioindicadores de eutrofia y estratificación, mientras que los artrópodos solo indican tendencia a la eutrofia (Pinilla, 2000).







**Gráfica 67. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en el embalse el Guájaro**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, el phylum Artrópoda continuó con su patrón de dominancia en cuatro de los nueve puntos de monitoreo, estando mejor representado en Guájaro P1, donde obtuvo el 711,17 Ind/L, seguido de Rotífera que realizó los mayores aportes de 297,50 Ind/L para el punto Guájaro P6, finalmente, el Phylum Protozoa presentó contribuciones bajas (**Gráfica 68**).





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

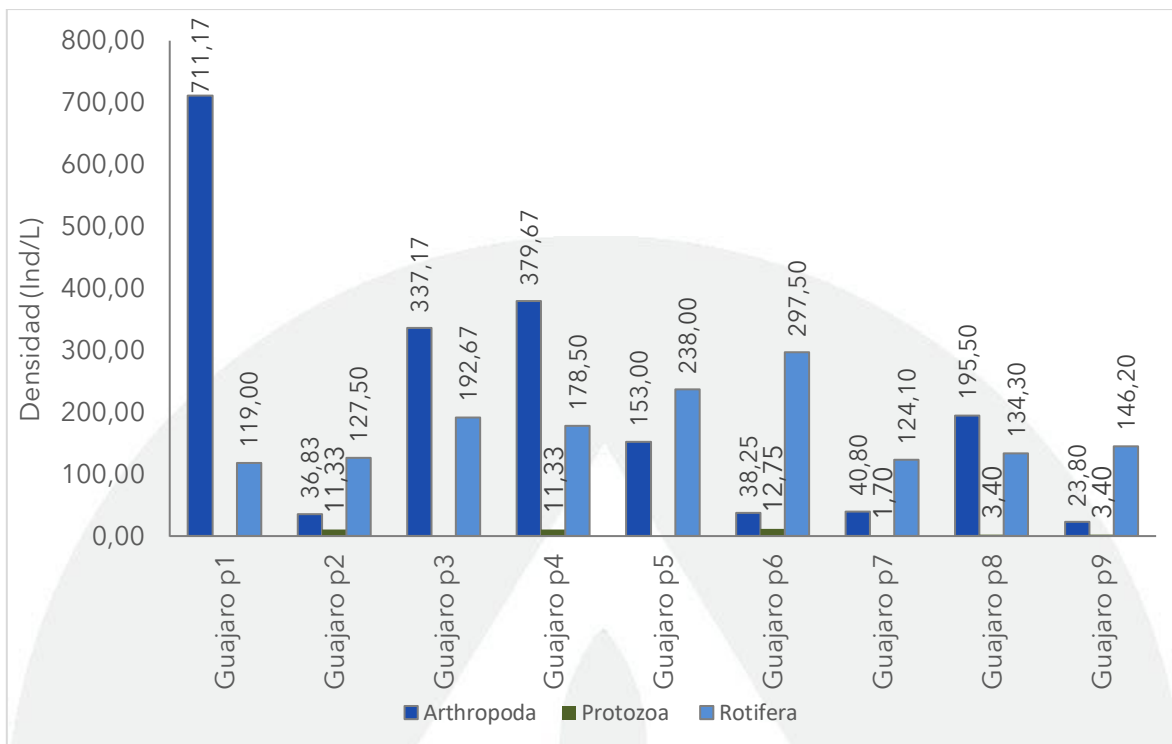
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 230 de 446



**Gráfica 68. Contribución a la densidad total de los phyla en los puntos de monitoreo en el embalse el Guájar.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

Los valores de Shannon-Wiener fueron bajos ya que presentaron valores inferiores a dos (2) estando relacionado con sistemas de diversidad 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).

Con respecto a la equitatividad, todas las estaciones presentaron valores mayores a 5, lo cual está relacionada con una distribución homogénea de las morfoespecies dentro del ensamblaje, asimismo, estos valores coincidieron con el índice de dominancia, ya que en la mayoría de los puntos obtuvieron valores medios a bajos, siendo consistente con el comportamiento inverso de estos dos índices. El índice de Margalef también registró valores bajos en todos los puntos, los cuales son típico de sistemas con baja riqueza, ya que valores inferiores a 2 son considerados como zonas de baja riqueza específica y superiores a 5 como de alta riqueza (**Tabla 137**).



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

**Tabla 137. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en el embalse el Guájaro.**

| Indice         | P1     | P2     | P3     | P4     | P5     | P6     | P7     | P8     | P9     |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Taxa_S         | 7      | 7      | 8      | 14     | 9      | 7      | 8      | 8      | 8      |
| Individuals    | 830,17 | 175,67 | 529,83 | 569,50 | 391,00 | 348,50 | 166,60 | 333,20 | 173,40 |
| Dominance_D    | 0,43   | 0,38   | 0,22   | 0,23   | 0,33   | 0,54   | 0,43   | 0,24   | 0,49   |
| Shannon_H      | 1,21   | 1,32   | 1,66   | 1,89   | 1,54   | 1,05   | 1,23   | 1,64   | 1,19   |
| Margalef       | 0,89   | 1,17   | 1,12   | 2,05   | 1,34   | 1,03   | 1,37   | 1,21   | 1,36   |
| Equitability_J | 0,62   | 0,68   | 0,80   | 0,72   | 0,70   | 0,54   | 0,59   | 0,79   | 0,57   |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

### 5.2.1.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginoso producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

La comunidad perifítica en el área de estudio estuvo representada por 23 morfoespecies vinculadas a cuatro (4) divisiones, cinco (5) clases, diez (10) órdenes y 13 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 138**.

**Tabla 138. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en el Embalse El Guájaro.**

| División    | Clase         | Orden        | Familia       | Morfoespecie  |
|-------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| Chlorophyta | Chlorophyceae | Oedogoniales | Oedogoniaceae | Oedogonium sp |

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 232 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División         | Clase               | Orden           | Familia          | Morfoespecie            |
|------------------|---------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae        | Nostocales      | Nostocaceae      | <i>Anabaena</i> sp1     |
|                  |                     | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria</i> sp1 |
|                  |                     |                 |                  | <i>Oscillatoria</i> sp2 |
|                  |                     |                 |                  | <i>Lyngbya</i> sp1      |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae      | Euglenida       | Euglenidae       | <i>Euglena</i> sp       |
|                  |                     |                 | Phacidae         | <i>Lepocinclis</i> sp   |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae   | Cymbellales     | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema</i> sp1   |
|                  |                     |                 |                  | <i>Gomphonema</i> sp2   |
|                  |                     |                 | Cymbellaceae     | <i>Cymbella</i> sp2     |
|                  |                     | Naviculales     | Naviculaceae     | <i>Navicula</i> sp1     |
|                  |                     |                 |                  | <i>Navicula</i> sp2     |
|                  |                     |                 | Gyrosigma        | <i>Gyrosigma</i> sp1    |
|                  |                     | Pinnulariales   | Pinnulariaceae   | <i>Pinnularia</i> sp2   |
|                  |                     |                 |                  | <i>Nitzschia</i> sp1    |
|                  |                     | Bacillariales   | Bacillariaceae   | <i>Nitzschia</i> sp2    |
|                  |                     |                 |                  | <i>Eunotia</i> sp1      |
|                  |                     | Eunotiales      | Eunotiaceae      | <i>Eunotia</i> sp2      |
|                  |                     |                 |                  | <i>Eunotia</i> sp3      |
|                  |                     |                 |                  | <i>Synedra</i> sp1      |
|                  |                     | Fragilariales   | Fragilariaceae   | <i>Synedra</i> sp2      |
|                  |                     |                 |                  | <i>Fragilaria</i> sp    |
|                  | Coscinodiscophyceae | Aulacoseirales  | Aulacoseiraceae  | <i>Aulacoseira</i> sp   |
| <b>4</b>         | <b>5</b>            | <b>10</b>       | <b>13</b>        | <b>23</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula* sp1, *Gomphonema* sp1 y *Nitzschia* sp1 con 3749,56 Ind/cm<sup>2</sup>, 2698,16 Ind/cm<sup>2</sup> y 1466,72 Ind/cm<sup>2</sup>, respectivamente; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Lepocinclis* sp con 14,80 Ind/cm<sup>2</sup> (**Tabla 139**).

Con respecto al género *Navicula*, Cox (1994) destaca que, son organismos que pueden funcionar como bioindicadores del medio, es decir, la presencia del género *Navicula* podría facilitar la identificación de diferentes biotopos, teniendo en cuenta factores ambientales que pueden ejercer algún tipo de presión sobre las comunidades de diatomeas.



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 233 de 446

El género *Nitzschia*, es cosmopolitas y se distribuye en gran variedad de ambientes, incluidos los eutróficos, de acuerdo con Pinilla (2000) el género indica turbulencia, sedimentos y conductividad altos.

*Gomphonema* sp ha sido reportada en cuerpos de agua eutróficos, siendo más tolerantes a la polución y eutroficación, ocasionada por la característica nitrófila que éstas presentan (Donato, Duque, & Monsejo, 2005). Adicionalmente *Gomphonema* sp tiene entre sus características principales la capacidad de tomar rápidamente el fosforo en grandes cantidades y lo convierten en polifosfatos (Oliva, et al., 2005), lo que amplía su rango de desarrollo y supervivencia.

**Tabla 139. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) de las morfoespecies perifíticas en el Embalse El Guájaro.**

| Morfoespecie            | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) |                |                |                |                 |
|-------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|                         | P6                              | P7             | P8             | P9             | Total           |
| <i>Oedogonium</i> sp    | 51,80                           | 0,00           | 221,76         | 0,00           | 273,56          |
| <i>Anabaena</i> sp1     | 22,20                           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 22,20           |
| <i>Oscillatoria</i> sp1 | 621,60                          | 122,36         | 235,20         | 0,00           | 979,16          |
| <i>Oscillatoria</i> sp2 | 118,40                          | 0,00           | 0,00           | 382,80         | 501,20          |
| <i>Lyngbya</i> sp1      | 0,00                            | 19,32          | 0,00           | 111,36         | 130,68          |
| <i>Euglena</i> sp       | 0,00                            | 0,00           | 0,00           | 55,68          | 55,68           |
| <i>Lepocinclis</i> sp   | 14,80                           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 14,80           |
| <i>Gomphonema</i> sp1   | 0,00                            | 1455,44        | 477,12         | 765,60         | 2698,16         |
| <i>Gomphonema</i> sp2   | 170,20                          | 296,24         | 0,00           | 0,00           | 466,44          |
| <i>Cymbella</i> sp2     | 0,00                            | 19,32          | 0,00           | 0,00           | 19,32           |
| <i>Navicula</i> sp1     | 1679,80                         | 927,36         | 1142,40        | 0,00           | 3749,56         |
| <i>Navicula</i> sp2     | 0,00                            | 0,00           | 0,00           | 160,08         | 160,08          |
| <i>Gyrosigma</i> sp1    | 0,00                            | 32,20          | 0,00           | 0,00           | 32,20           |
| <i>Pinnularia</i> sp2   | 0,00                            | 0,00           | 0,00           | 69,60          | 69,60           |
| <i>Nitzschia</i> sp1    | 384,80                          | 0,00           | 1081,92        | 0,00           | 1466,72         |
| <i>Nitzschia</i> sp2    | 0,00                            | 32,20          | 0,00           | 69,60          | 101,80          |
| <i>Eunotia</i> sp1      | 22,20                           | 0,00           | 60,48          | 0,00           | 82,68           |
| <i>Eunotia</i> sp2      | 0,00                            | 0,00           | 0,00           | 41,76          | 41,76           |
| <i>Eunotia</i> sp3      | 0,00                            | 70,84          | 571,20         | 0,00           | 642,04          |
| <i>Synedra</i> sp1      | 37,00                           | 0,00           | 322,56         | 0,00           | 359,56          |
| <i>Synedra</i> sp2      | 0,00                            | 0,00           | 0,00           | 62,64          | 62,64           |
| <i>Fragilaria</i> sp    | 0,00                            | 470,12         | 40,32          | 0,00           | 510,44          |
| <i>Aulacoseira</i> sp   | 22,20                           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 22,20           |
| <b>Total</b>            | <b>3145,00</b>                  | <b>3445,40</b> | <b>4152,96</b> | <b>1719,12</b> | <b>12462,48</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

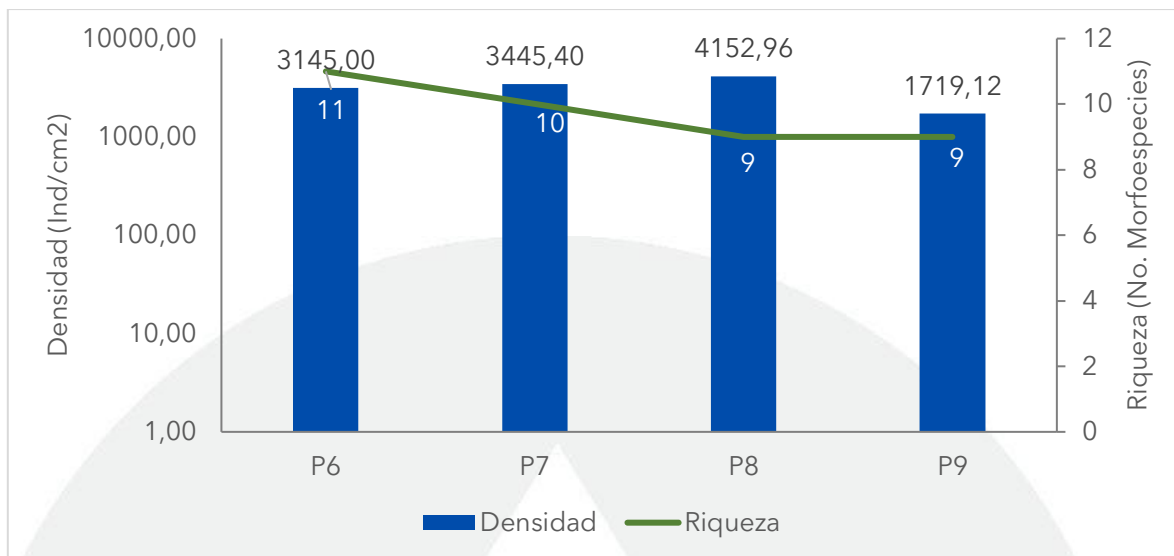
**Tabla 140. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en el Embalse El Guájaro.**

| Morfoespecie            | Abundancia relativa (%) |               |               |               |
|-------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                         | P6                      | P7            | P8            | P9            |
| <i>Oedogonium</i> sp    | 1,65                    | 0,00          | 5,34          | 0,00          |
| <i>Anabaena</i> sp1     | 0,71                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Oscillatoria</i> sp1 | 19,76                   | 3,55          | 5,66          | 0,00          |
| <i>Oscillatoria</i> sp2 | 3,76                    | 0,00          | 0,00          | 22,27         |
| <i>Lyngbya</i> sp1      | 0,00                    | 0,56          | 0,00          | 6,48          |
| <i>Euglena</i> sp       | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 3,24          |
| <i>Lepocinclis</i> sp   | 0,47                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Gomphonema</i> sp1   | 0,00                    | 42,24         | 11,49         | 44,53         |
| <i>Gomphonema</i> sp2   | 5,41                    | 8,60          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Cymbella</i> sp2     | 0,00                    | 0,56          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Navicula</i> sp1     | 53,41                   | 26,92         | 27,51         | 0,00          |
| <i>Navicula</i> sp2     | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 9,31          |
| <i>Gyrosigma</i> sp1    | 0,00                    | 0,93          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Pinnularia</i> sp2   | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 4,05          |
| <i>Nitzschia</i> sp1    | 12,24                   | 0,00          | 26,05         | 0,00          |
| <i>Nitzschia</i> sp2    | 0,00                    | 0,93          | 0,00          | 4,05          |
| <i>Eunotia</i> sp1      | 0,71                    | 0,00          | 1,46          | 0,00          |
| <i>Eunotia</i> sp2      | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 2,43          |
| <i>Eunotia</i> sp3      | 0,00                    | 2,06          | 13,75         | 0,00          |
| <i>Synedra</i> sp1      | 1,18                    | 0,00          | 7,77          | 0,00          |
| <i>Synedra</i> sp2      | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 3,64          |
| <i>Fragilaria</i> sp    | 0,00                    | 13,64         | 0,97          | 0,00          |
| <i>Aulacoseira</i> sp   | 0,71                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <b>Total</b>            | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La densidad total de perifiton reportada en la Ciénaga Sabanagrande registró un valor de 12462,48Ind/cm<sup>2</sup>, obteniendo su valor más alto en el punto "E Guájaro P8", con un valor de 4152,96 Ind/cm<sup>2</sup>; por su parte, la riqueza obtuvo un rango de 9-11 morfoespecies y su máximo valor se registró en el punto "E Guájaro P6" (**Gráfica 69**).

La distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson *et al.*, 1996); así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova y Donald, 2002). Teniendo en cuenta lo mencionado, resulta probable que el área de estudio ofrezca gradientes ambientales que generan diferentes microhábitats en los puntos de muestreo, que permiten una mayor colonización y desarrollo de células en determinados puntos.



**Gráfica 69.. Densidad (Ind/cm²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en el Embalse El Guájaro.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

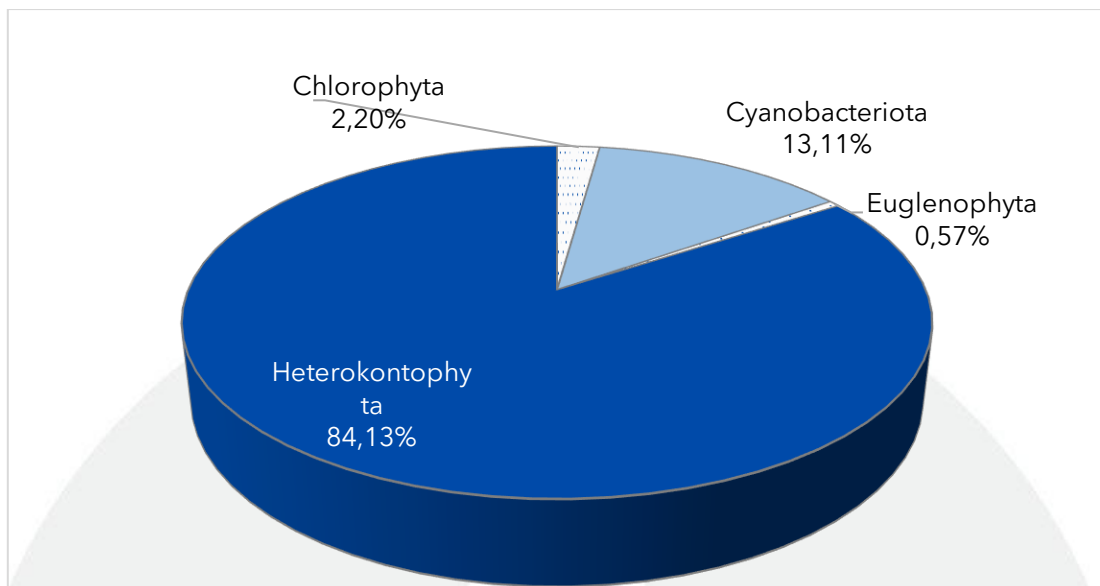
En cuanto a la contribución de cada división a la densidad total, se observó que Heterokontophyta obtuvo el mayor aporte, representado en un 84,13%, seguida de Cyanobacteriota 13,11%, Chlorophyta 2,20% y por último Euglenophyta (0,57%) (**Gráfica 70**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del N<sub>2</sub>, sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).





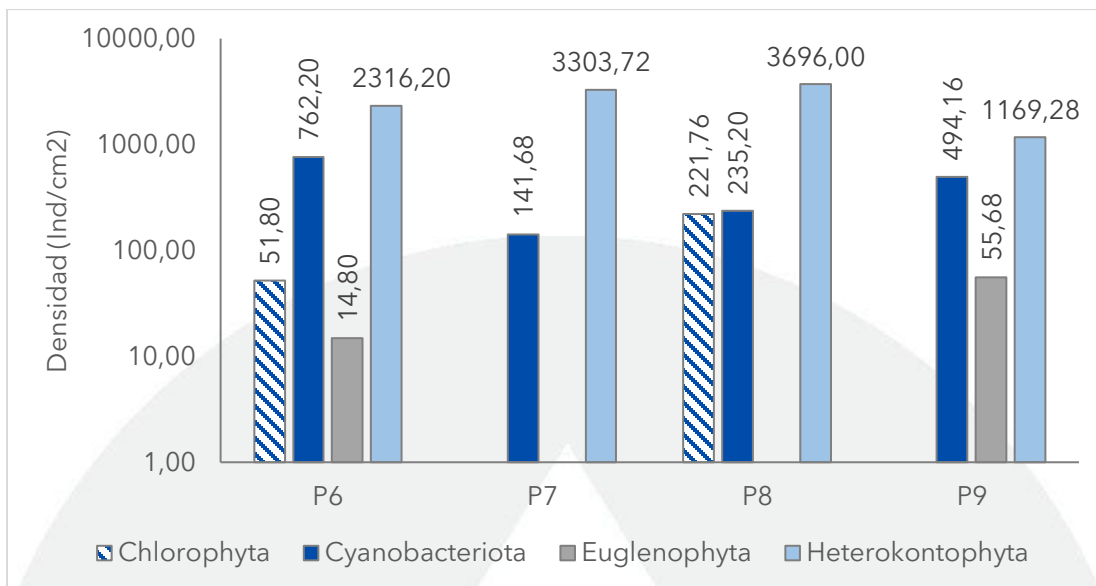


**Gráfica 70.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registradas en el Embalse El Guájaro.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

La división Heterokontophyta dominó en los puntos muestreados, presentando su mayor densidad en el punto "E Guájaro P8", con un valor de 3696,00 Ind/cm<sup>2</sup>; Chlorophyta registró densidades en dos de los cuatro puntos y su mayor aporte se relaciona en el punto antes mencionado con 221,76 Ind/cm<sup>2</sup>; por su parte, Cyanobacteriota, presentó su mayor contribución en el punto "E Guájaro P9" con una densidad de 494,16 Ind/cm<sup>2</sup> y por ultimo Euglenophyta solo estuvo presente en dos puntos y su densidad máxima se registró en el punto antes mencionado con 55,68 Ind/cm<sup>2</sup> (**Gráfica 71**).





**Gráfica 71.. Contribución a la densidad total de las divisiones periféricas por punto de muestreo en el Embalse El Guájaro.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023*

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 1,44 y 1,85, siendo máximo en el punto "E Guájaro P8"; los valores inferiores a dos (2) de este índice 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 (Roldán y Ramírez, 2008); valores superiores a dos (2) 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 obtuvo valores entre 0,60 y 0,84, siendo el valor del punto "E Guájaro P8" de alta equitatividad. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores bajos, siendo esto consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró valores bajos inferiores a dos, según Margalef (1983) es consistente con sistemas de baja riqueza (**Tabla 141**).





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 238 de 446

**Tabla 141. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.**

| Indices        | P6      | P7      | P8      | P9      |
|----------------|---------|---------|---------|---------|
| Taxa_S         | 11      | 10      | 9       | 9       |
| Individuals    | 3145,00 | 3445,40 | 4152,96 | 1719,12 |
| Dominance_D    | 0,34    | 0,28    | 0,19    | 0,27    |
| Shannon_H      | 1,44    | 1,54    | 1,85    | 1,68    |
| Margalef       | 1,24    | 1,11    | 0,96    | 1,07    |
| Equitability_J | 0,60    | 0,67    | 0,84    | 0,76    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

### 5.2.1.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el embalse, estuvo conformada por nueve (9) morfoespecies, distribuidas en dos (2) phyla, tres (3) clases, seis (6) órdenes y ocho (8) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 142**.

**Tabla 142. Clasificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos observadas en el embalse El Guájaro.**

| Phylum     | Clase      | Orden         | Familia         | Morfoespecie                   |
|------------|------------|---------------|-----------------|--------------------------------|
| Arthropoda | Insecta    | Diptera       | Chironomidae    | Chironomidae morfo 2           |
|            |            | Ephemeroptera | Polymitarcyidae | <i>Campsurus sp</i>            |
| Mollusca   | Bivalvia   | Venerida      | Cyrenidae       | <i>Corbicula sp</i>            |
|            | Gastropoda | Ampullariida  | Ampullariidae   | <i>Marisa cornuarietis</i>     |
|            |            | Cerithiida    | Thiaridae       | <i>Melanoides tuberculatus</i> |
| <b>2</b>   | <b>3</b>   | <b>5</b>      | <b>5</b>        | <b>5</b>                       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia en el embalse fue *Melanoides tuberculatus* y su mayor aporte fue registrado en P7 y P8 con 83,33 Ind/m<sup>2</sup> y 300,00 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente, representando más del 90% de las abundancias relativas de estos puntos de muestreo (**Tabla 143**).

En Colombia, *M. tuberculatus* tiene amplia distribución y se ha demostrado su capacidad para ser hospedero intermediario 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.

**Tabla 143. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) de macroinvertebrados bentónicos observadas en el Embalse El Guájaro.**

| Morfoespecie                   | P1   | P2   | P3   | P4   | P5    | P6    | P7    | P8    | P9     | Total  |
|--------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| <i>Campsurus sp</i>            | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 12,22 | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 12,22  |
| Chironomidae morfo 2           | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 2,22  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 2,22   |
| <i>Corbicula sp</i>            | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 3,33  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 3,33   |
| <i>Marisa cornuarietis</i>     | 2,22 | 2,22 | 0,00 | 0,00 | 4,44  | 0,00  | 1,11  | 1,11  | 0,00   | 11,11  |
| <i>Melanoides tuberculatus</i> | 8,89 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 55,56 | 50,00 | 16,67 | 83,33 | 300,00 | 514,44 |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 240 de 446

| Morfoespecie | P1    | P2   | P3   | P4   | P5    | P6    | P7    | P8    | P9     | Total  |
|--------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Total        | 11,11 | 2,22 | 0,00 | 0,00 | 60,00 | 67,78 | 17,78 | 84,44 | 300,00 | 543,33 |

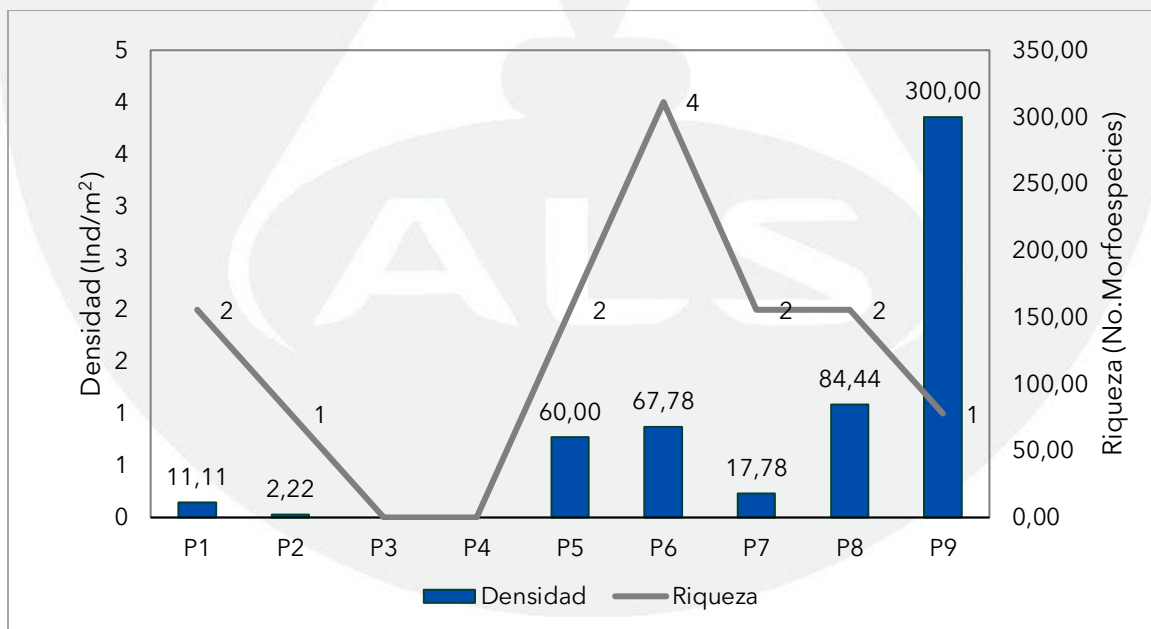
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

**Tabla 144. Abundancia relativa (%) de macroinvertebrados bentónicos observadas en el Embalse El Guájaro.**

| Morfoespecie                   | P1     | P2     | P3   | P4   | P5     | P6     | P7     | P8     | P9     |
|--------------------------------|--------|--------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Campsurus sp</i>            | 0,00   | 0,00   | 0,00 | 0,00 | 0,00   | 18,03  | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
| Chironomidae morfo 2           | 0,00   | 0,00   | 0,00 | 0,00 | 0,00   | 3,28   | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
| <i>Corbicula sp</i>            | 0,00   | 0,00   | 0,00 | 0,00 | 0,00   | 4,92   | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
| <i>Marisa cornuarietis</i>     | 20,00  | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 7,41   | 0,00   | 6,25   | 1,32   | 0,00   |
| <i>Melanoides tuberculatus</i> | 80,00  | 0,00   | 0,00 | 0,00 | 92,59  | 73,77  | 93,75  | 98,68  | 100,00 |
| Total                          | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Los macroinvertebrados bentónicos en el Embalse El Guájaro reportaron una densidad total de 543,33 Ind/m<sup>2</sup> y su registro más alto se observó en el punto P9 con 300,00 Ind/m<sup>2</sup>; en cuanto a la riqueza, presentó un rango de variación de 1-4 morfoespecies, siendo mayor en P6. Para los puntos P3 y P4 no se observaron morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos (**Gráfica 72**).



**Gráfica 72. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en El Embalse El Guájaro.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

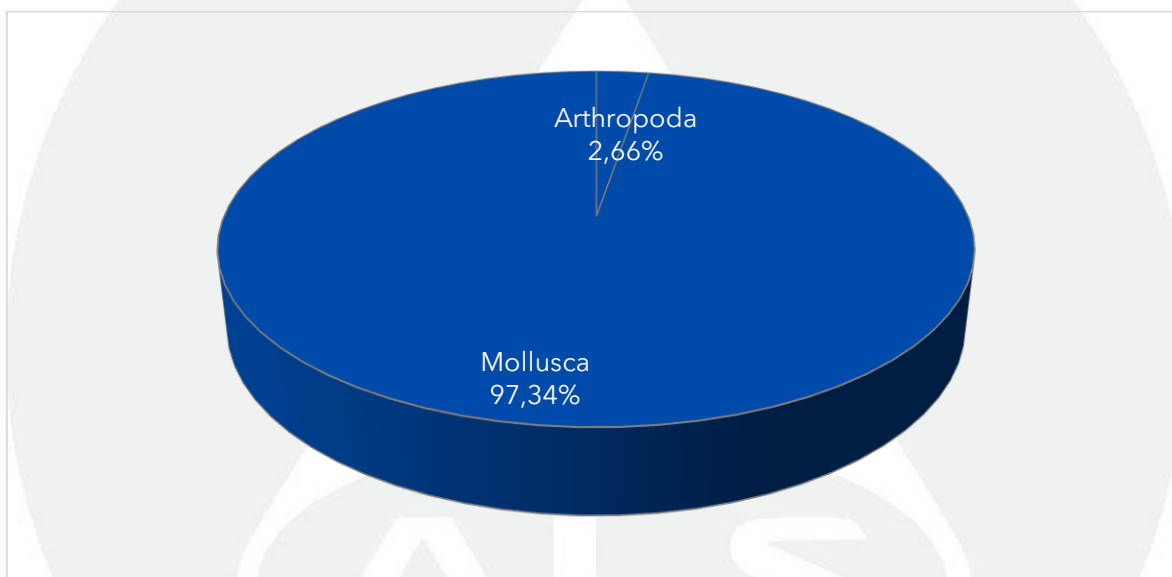


**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



En cuanto a la contribución porcentual de los phyla de macroinvertebrados a la densidad total, se observó que Mollusca obtuvo la mayor representatividad con el 97,34% de los aportes, seguido de Artrópoda con el 2,66% restante (**Gráfica 73**). 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), poseen características de gran tolerancia a la contaminación mientras que el número de especies de Artrópoda que toleran tal enriquecimiento orgánico es menor y a menudo se encuentran representadas por dípteros de las familias Chironomonidae y Culicidae.

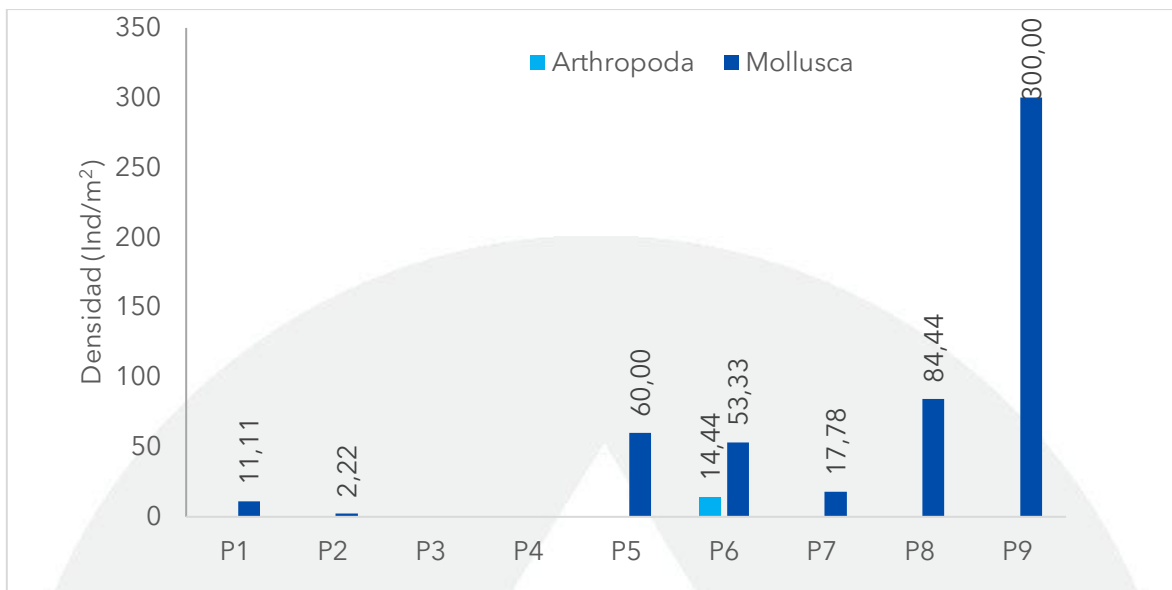


**Gráfica 73.. Contribución a la densidad total de los phylum de macroinvertebrados bentónicos registrados en el Embalse El Guájaro.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las densidades estuvieron caracterizadas por aportes del phylum Mollusca, el cual estuvo mejor representado en P9, con 300,00 Ind/m<sup>2</sup>; por su parte Artrópoda obtuvo contribuciones bajas y registró su máximo en P6 con 14,44 Ind/m<sup>2</sup> (**Gráfica 74**). 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 espaciotemporales (Takamura *et al.*, 2008).





**Gráfica 74.. Contribución de los phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad por punto de monitoreo en el Embalse El Guájar.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

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. Estos índices no fueron calculados los puntos de monitoreo contaron con riqueza inferior a cinco ( $S < 5$ ).

### 5.2.1.5 Peces

La comunidad de peces en el Embalse el Guájar estuvo representada por cuatro (4) especies vinculadas a un (1) phylum, igual número de clase, tres (3) órdenes y cuatro (4) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra en detalle en la **Tabla 145**.

**Tabla 145. Clasificación taxonómica de las especies de peces en el Embalse el Guájar.**

| Phylum   | Clase     | Orden           | Familia       | Morfoespecie                     |
|----------|-----------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| Chordata | Teleostei | Beloniformes    | Hemiramphidae | <i>Hyporhamphus unifasciatus</i> |
|          |           | Characiformes   | Triportheidae | <i>Triportheus magdalenae</i>    |
|          |           | Cichliformes    | Cichlidae     | <i>Caquetaia kraussii</i>        |
|          |           |                 |               | <i>Oreochromis niloticus</i>     |
|          |           | Eupercaria/misc | Sciaenidae    | <i>Plagioscion magdalenae</i>    |
|          |           | Siluriformes    | Ariidae       | <i>Notarius bonillai</i>         |
| 1        | 1         | 5               | 5             | 6                                |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.







**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 243 de 446

La abundancia total fue de 77,00 individuos (**Tabla 146**), la especie de mayor abundancia fue *C.kraussi* con 43 individuos, seguido de *O.niloticus* con 18 individuos. *C.kraussi* es una especie nativa de Colombia y Venezuela, distribuida en la cuenca media y baja de los ríos Atrato, Sinú, San Jorge, Cesar, Arauca, Cauca y Magdalena. Habita en aguas tranquilas de las tierras bajas (ciénagas) y quebradas de suave corriente de aguas dulces o salinidad muy baja (Dahl, 1971).

**Tabla 146. Abundancia (Individuos) de especies de peces en el Embalse el Guájaro.**

| Morfoespecie                     | P1          | P2          | P3           | P4           | P6           | P7           | P8          | P9          | Total        |
|----------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| <i>Caquetaia kraussii</i>        | 0,00        | 0,00        | 13,00        | 9,00         | 6,00         | 6,00         | 5,00        | 4,00        | 43,00        |
| <i>Hyporhamphus unifasciatus</i> | 0,00        | 0,00        | 1,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 1,00         |
| <i>Notarius bonillai</i>         | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 3,00         | 0,00        | 0,00        | 3,00         |
| <i>Oreochromis niloticus</i>     | 0,00        | 0,00        | 7,00         | 3,00         | 0,00         | 4,00         | 3,00        | 1,00        | 18,00        |
| <i>Plagioscion magdalenae</i>    | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 3,00         | 0,00        | 0,00        | 3,00         |
| <i>Triportheus magdalenae</i>    | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 0,00         | 4,00         | 5,00         | 0,00        | 0,00        | 9,00         |
| <b>Total</b>                     | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>21,00</b> | <b>12,00</b> | <b>10,00</b> | <b>21,00</b> | <b>8,00</b> | <b>5,00</b> | <b>77,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

**Tabla 147. Abundancia relativa (%) de especies de peces en el Embalse el Guájaro.**

| Morfoespecie                     | P1          | P2          | P3            | P4            | P6            | P7            | P8            | P9            |
|----------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Caquetaia kraussii</i>        | 0,00        | 0,00        | 61,90         | 75,00         | 60,00         | 28,57         | 62,50         | 80,00         |
| <i>Hyporhamphus unifasciatus</i> | 0,00        | 0,00        | 4,76          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Notarius bonillai</i>         | 0,00        | 0,00        | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 14,29         | 0,00          | 0,00          |
| <i>Oreochromis niloticus</i>     | 0,00        | 0,00        | 33,33         | 25,00         | 0,00          | 19,05         | 37,50         | 20,00         |
| <i>Plagioscion magdalenae</i>    | 0,00        | 0,00        | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 14,29         | 0,00          | 0,00          |
| <i>Triportheus magdalenae</i>    | 0,00        | 0,00        | 0,00          | 0,00          | 40,00         | 23,81         | 0,00          | 0,00          |
| <b>Total</b>                     | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

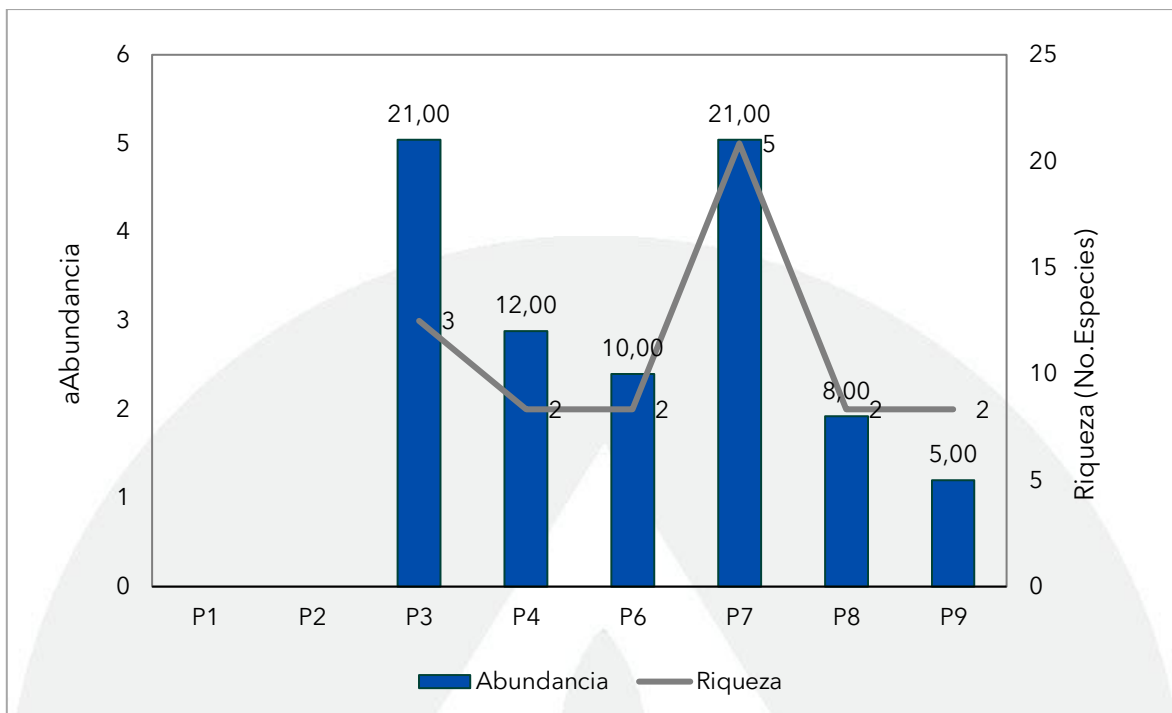
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La abundancia de la comunidad de peces registrada en la Embalse Guájaro fue relativamente alta, reportando entre cinco (5) y 21 individuos capturados; en cuanto a la riqueza de especies se obtuvo un rango de variación de 3-4 especies, siendo más alta en P2 (**Gráfica 75**).



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**Gráfica 75.. Abundancia (No. Individuos) y Riqueza (No. Especies) de la comunidad de peces en el Embalse el Guájaro.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Debido a la baja riqueza reportada en el área de estudio los índices de diversidad no fueron calculados.

#### 5.2.1.6 Macrófitas acuáticas

La comunidad de macrófitas en el embalse El Guájaro estuvo representada por una morfoespecie, cuya clasificación taxonómica se presenta en la **Tabla 148**.

**Tabla 148. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de macrófitas en el embalse El Guájaro.**

| División     | Clase         | Orden        | Familia        | Morfoespecie                |
|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------------------------|
| Tracheophyta | Magnoliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> |
| 1            | 1             | 1            | 1              | 1                           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

*Eichhornia crassipes* registró una cobertura de 100% en los puntos P6, P7, P8, P9; en los puntos P1, P2, P3, P4, P5 no se observaron macrófitas (**Tabla 149**).





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 245 de 446

Las macrófitas del género *Eichhornia*, son habitantes comunes de las zonas bajas del río Magdalena, generalistas, cosmopolitas y tolerantes a las perturbaciones humanas; su alto potencial colonizador repercute de forma negativa en los sistemas acuáticos dado que disminuye los niveles de oxígeno del lago, afectando la fauna de macroinvertebrados y peces que allí puedan residir. Según García (2012) sus especies cuentan con un rápido crecimiento y debido a esta capacidad pueden doblar su número en dos semanas, además posee gran capacidad de remoción de agentes contaminantes en corto tiempo; esto se debe a que ayudan en los procesos de sedimentación, absorción y remoción de materia orgánica suspendida, además de tener la capacidad de reproducirse rápidamente.

**Tabla 149. Porcentaje de cobertura (%) de las morfoespecies de macrófitas en el embalse El Guájaró.**

| Morfoespecie                | P1          | P2          | P3          | P4          | P5          | P6            | P7            | P8            | P9            |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 100,00        | 100,00        | 100,00        | 100,00        |
| <b>Total</b>                | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo del embalse 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.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

## 5.2.2 Ciénaga San Juan de Tocagua

### 5.2.2.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga San Juan de Tocagua estuvo conformada por nueve (9) morfoespecies, vinculadas a cuatro (4) divisiones, igual número de clases, cinco (5) órdenes y siete (7) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 150**.

**Tabla 150. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga San Juan de Tocagua.**

| División        | Clase         | Orden           | Familia           | Morfoespecie            |
|-----------------|---------------|-----------------|-------------------|-------------------------|
| Chlorophyta     | Chlorophyceae | Sphaeropleales  | Scenedesmaceae    | <i>Scenedesmus</i> sp   |
|                 |               |                 |                   | <i>Tetrastrum</i> sp    |
| Cyanobacteriota | Cyanophyceae  | Synechococcales | Merismopediaceae  | <i>Merismopedia</i> sp1 |
|                 |               |                 | Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena</i> sp |
|                 |               | Nostocales      |                   | <i>Raphidiopsis</i> sp1 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 247 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División         | Clase             | Orden         | Familia            | Morfoespecie                |
|------------------|-------------------|---------------|--------------------|-----------------------------|
|                  |                   |               | Aphanizomenonaceae | <i>Raphidiopsis curvata</i> |
|                  |                   |               | Nostocaceae        | <i>Anabaena</i> sp          |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenales    | Phacaceae          | <i>Lepocinclis</i> sp1      |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae     | <i>Nitzschia</i> sp1        |
| <b>4</b>         | <b>4</b>          | <b>5</b>      | <b>7</b>           | <b>9</b>                    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Las morfoespecies de mayor abundancia fueron *Nitzschia* sp1, *Anabaena* sp y *Pseudanabaena* sp con 24780000,00 Ind/L; 21820000,00 Ind/L y 16000000,00 Ind/L, respectivamente; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Tetrastrum* sp, con 20000,00 Ind/L (**Tabla 151**).

El género *Nitzschia*, es cosmopolitas y se distribuye en gran variedad de ambientes, incluidos los eutróficos, de acuerdo con Pinilla (2000) el género indica turbulencia, sedimentos y conductividad altos.

*Anabaena* sp, algunas especies de este género forman floraciones en lagos y presas, además pueden ocasionar desequilibrios ecológicos y de salud pública debido a las toxinas que producen (Chorus y Bartram, 1999).

*Pseudanabaena*, este género se registró en la comunidad de fitoplancton y puede encontrarse en sistemas límnicos mesotróficos a eutróficos de todo el mundo (Bonilla, 2009).

**Tabla 151. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga San Juan de Tocagua.**

| Morfoespecie                | Densidad (Ind/L) |             |             |
|-----------------------------|------------------|-------------|-------------|
|                             | P1               | P2          | Total       |
| <i>Scenedesmus</i> sp       | 0,00             | 40000,00    | 40000,00    |
| <i>Tetrastrum</i> sp        | 0,00             | 20000,00    | 20000,00    |
| <i>Merismopedia</i> sp1     | 120000,00        | 80000,00    | 200000,00   |
| <i>Pseudanabaena</i> sp     | 6580000,00       | 9420000,00  | 16000000,00 |
| <i>Raphidiopsis</i> sp1     | 2440000,00       | 1960000,00  | 4400000,00  |
| <i>Raphidiopsis curvata</i> | 1000000,00       | 1320000,00  | 2320000,00  |
| <i>Anabaena</i> sp          | 9760000,00       | 12060000,00 | 21820000,00 |
| <i>Lepocinclis</i> sp1      | 0,00             | 60000,00    | 60000,00    |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 248 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| Morfoespecie         | Densidad (Ind/L)   |                    |                    |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                      | P1                 | P2                 | Total              |
| <i>Nitzschia</i> sp1 | 13040000,00        | 11740000,00        | 24780000,00        |
| <b>Total</b>         | <b>32940000,00</b> | <b>36700000,00</b> | <b>69640000,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

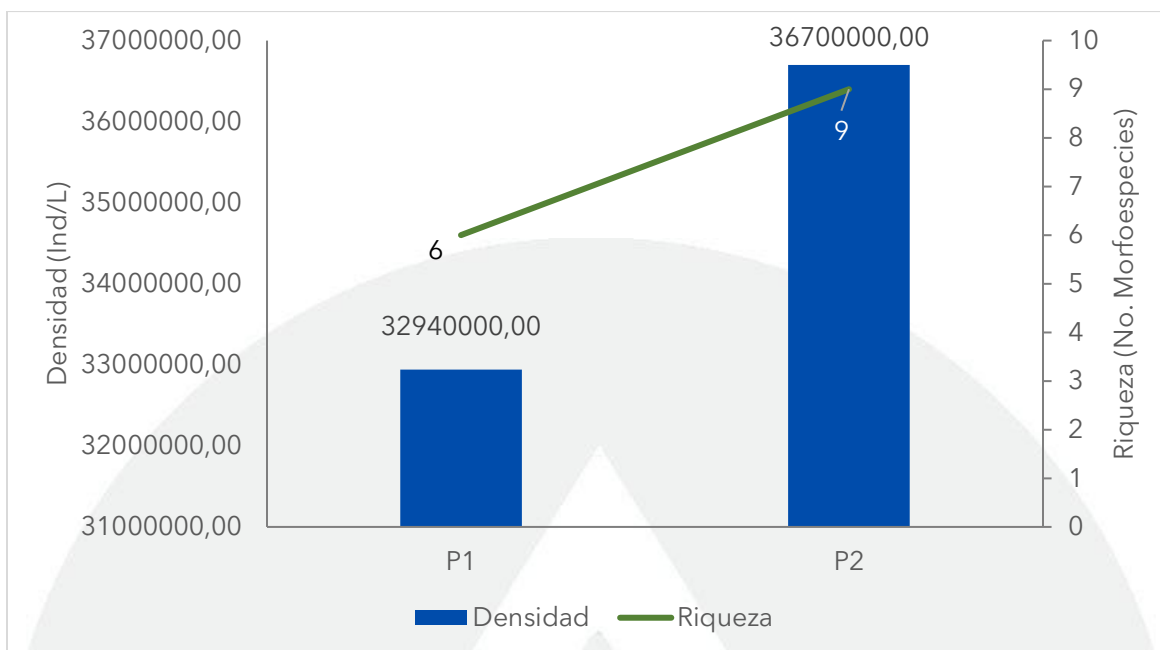
**Tabla 152. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga San Juan de Tocagua.**

| Morfoespecie                | Abundancia relativa (%) |               |
|-----------------------------|-------------------------|---------------|
|                             | P1                      | P2            |
| <i>Scenedesmus</i> sp       | 0,00                    | 0,11          |
| <i>Tetrastrum</i> sp        | 0,00                    | 0,05          |
| <i>Merismopedia</i> sp1     | 0,36                    | 0,22          |
| <i>Pseudanabaena</i> sp     | 19,98                   | 25,67         |
| <i>Raphidiopsis</i> sp1     | 7,41                    | 5,34          |
| <i>Raphidiopsis curvata</i> | 3,04                    | 3,60          |
| <i>Anabaena</i> sp          | 29,63                   | 32,86         |
| <i>Lepocinclis</i> sp1      | 0,00                    | 0,16          |
| <i>Nitzschia</i> sp1        | 39,59                   | 31,99         |
| <b>Total</b>                | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton obtuvo una densidad total de 69640000,00Ind/L y esta fue mayor en el punto "P2" donde reportó 36700000,00 Ind/L. En cuanto a la riqueza, varió entre 6-9 morfoespecies y su valor máximo fue consistente con el de la densidad (**Gráfica 76**).

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah *et al.*, (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P2", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.



**Gráfica 76.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la Ciénaga San Juan de Tocagua.**

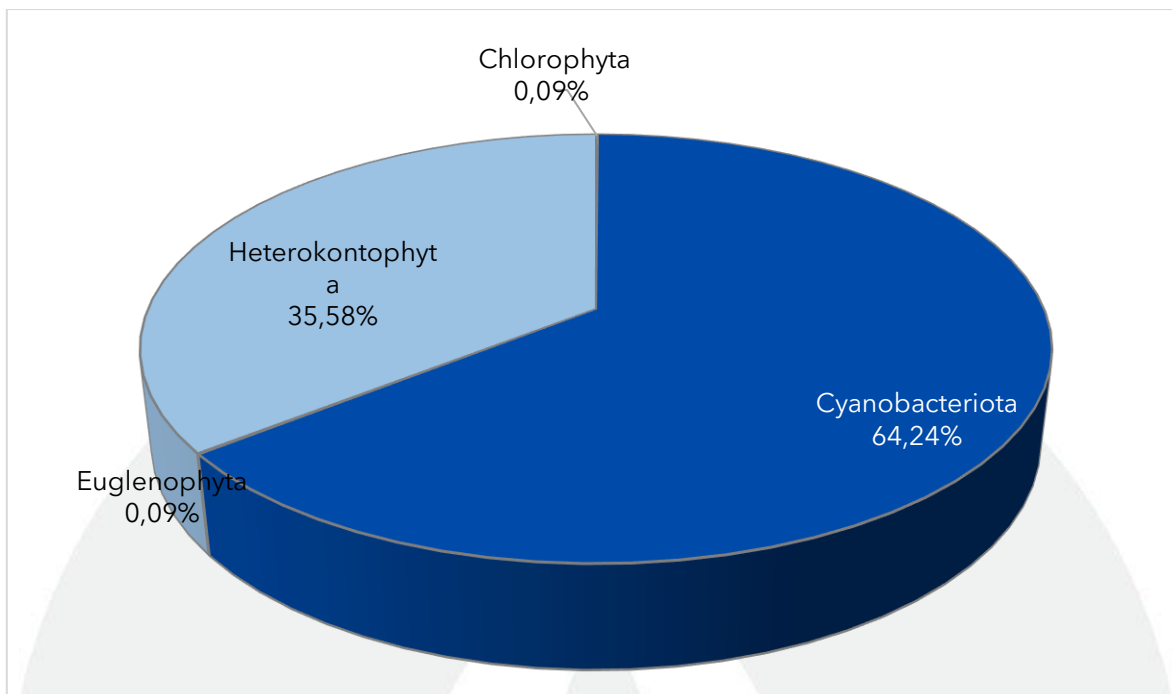
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Cyanobacteriota obtuvo el 64,24% de proporción, seguido de Heterokontophyta (35,58%), Euglenophyta (0,09%) y Chlorophyta (0,09%) para cada una (**Gráfica 77**).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).





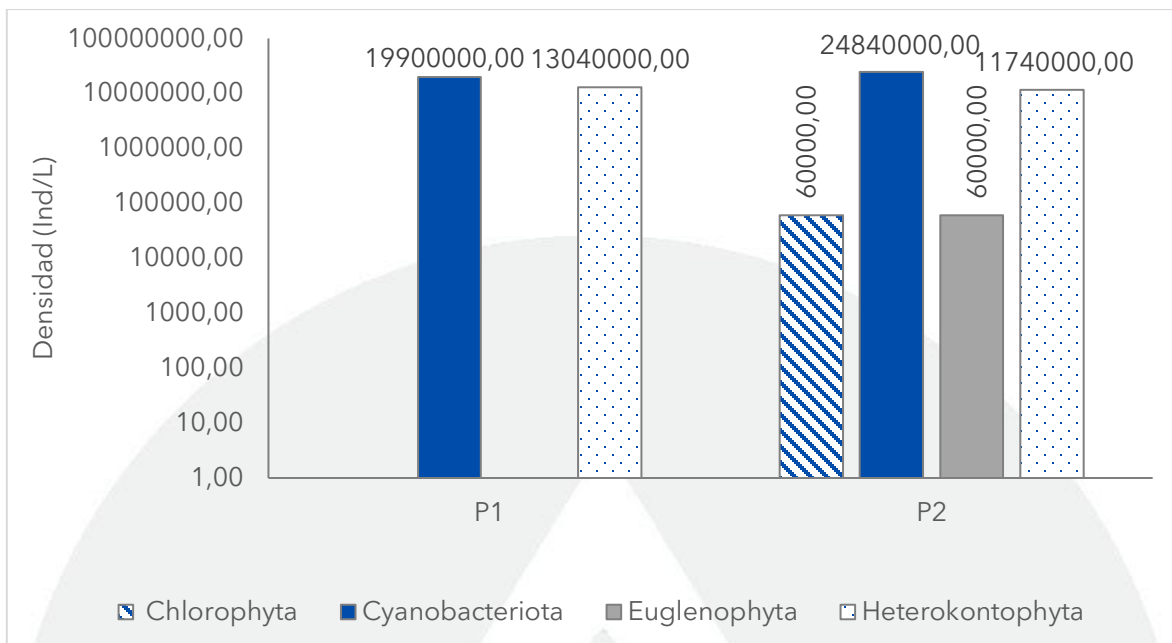


**Gráfica 77. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga San Juan de Tocagua.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las morfoespecies de la división Cyanobacteriota registró su mayor densidad en el punto "P2" con 24840000,00 Ind/L, así mismo, las divisiones Chlorophyta y Euglenophyta registraron sus únicos aportes en el punto antes mencionado con 60000,00 Ind/L cada una. Finalmente, Heterokontophyta realizó su mayor aporte en el punto "P1" con 13040000,00 Ind/L (**Gráfica 78**).





**Gráfica 78.. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga San Juan de Tocagua por punto de monitoreo.**

*\*: Los datos presentados en la gráfica se encuentran en escala logarítmica*

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 1,37 y 1,39, siendo máximo en el punto "P2"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 252 de 446

La equitatividad obtuvo valores medios de 0,63 a 0,76, siendo máximo en el punto "P1". La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores bajos, lo anterior se encuentra explicado por las densidades de las morfoespecies antes mencionadas, demostrando así la conceptualidad inversa de este índice con el de equitatividad.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 153**).

**Tabla 153. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| Indíces        | P1          | P2          |
|----------------|-------------|-------------|
| Taxa_S         | 6           | 9           |
| Individuals    | 32940000,00 | 36700000,00 |
| Dominance_D    | 0,29        | 0,28        |
| Shannon_H      | 1,37        | 1,39        |
| Margalef       | 0,29        | 0,46        |
| Equitability_J | 0,76        | 0,63        |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

### 5.2.2.2 Zooplancton

En la ciénaga de Tocagua, la comunidad de zooplancton estuvo representada por dos (2) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla e igual número de clases, y órdenes y una (1) familia con una no determinada, y cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada (**Tabla 154**).

**Tabla 154. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Tocagua**

| Phylum    | Clase       | Orden      | Familia      | Morfoespecie                |
|-----------|-------------|------------|--------------|-----------------------------|
| Artrópoda | Maxillopoda | Cyclopoida | -            | Cyclopoida morfo 1          |
| Rotífera  | Eurotatoria | Ploima     | Brachionidae | <i>Brachionus angularis</i> |
| <b>2</b>  | <b>2</b>    | <b>2</b>   | <b>1</b>     | <b>2</b>                    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie con mayor densidad fue Cyclopoida morfo 1 con 911,63 Ind/L esta morfoespecie se reportó en los dos puntos de monitoreo presentando su mayor valor en P1 con 514,25 Ind/L. Para el caso de *Brachionus angularis* reportó un total de 308,13 Ind/L, y su mayor valor fue en P1. En cuanto a la riqueza se presentó igual número de morfoespecies en los dos puntos (**Tabla 155**).

Cyclopoida son un grupo de pequeños crustáceos que se pueden encontrar en casi todos los ambientes acuáticos. Son la forma más dominante de zooplancton en términos de número. Ecológicamente, son el vínculo principal entre la producción primaria de fitoplancton. Debido a su gran número, los cadáveres de copépodos y los gránulos fecales desempeñan funciones importantes en la red alimentaria y los ciclos de nutrientes (Frangoulis et al., 2011).

**Tabla 155. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Tocagua.**

| Morfoespecie                | Densidad (Ind/L) |               |                | Abundancia relativa (%) |               |
|-----------------------------|------------------|---------------|----------------|-------------------------|---------------|
|                             | P1               | P2            | Total          | P1                      | P2            |
| <i>Brachionus angularis</i> | 193,38           | 114,75        | 308,13         | 27,33                   | 22,41         |
| Cyclopoida morfo 1          | 514,25           | 397,38        | 911,63         | 72,67                   | 77,59         |
| <b>Total</b>                | <b>707,63</b>    | <b>512,13</b> | <b>1219,76</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

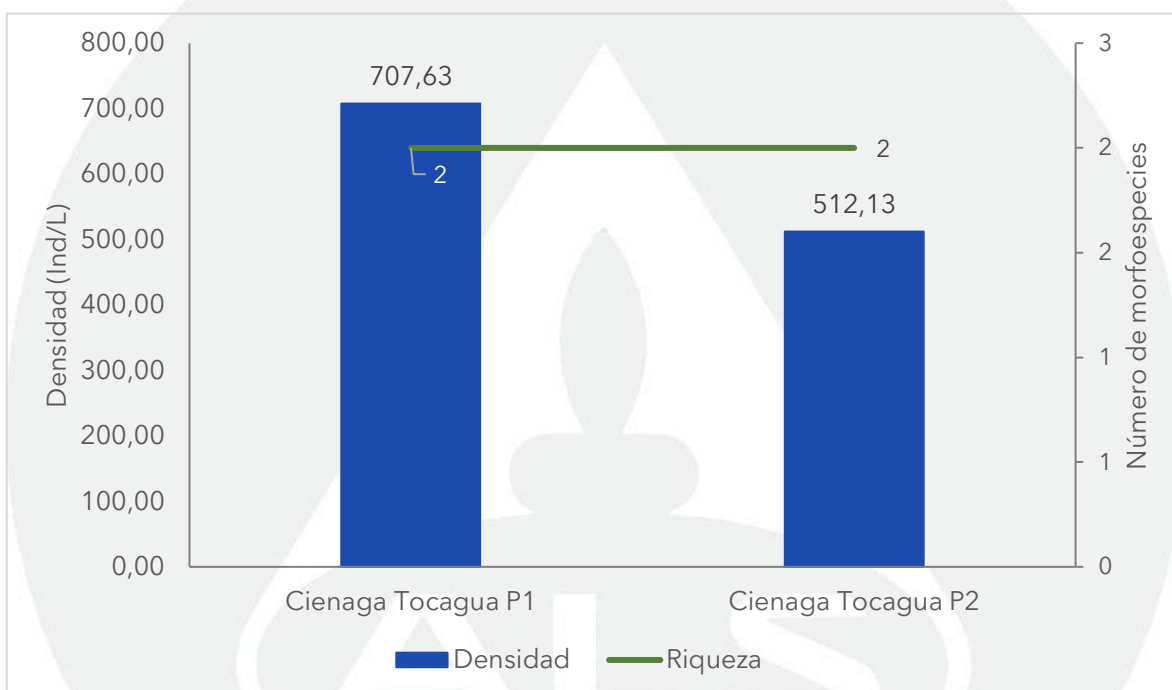
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El zooplancton tuvo una densidad total de 1219,75 Ind/L, el punto con mayor densidad fue P1 reportando 707,63 Ind/L, P2 por su parte reportó 512,13 Ind/L. En cuanto a la





riqueza como ya se mencionó presentaron dos morfoespecies (**Gráfica 79**). 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



**Gráfica 79.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Tocagua**

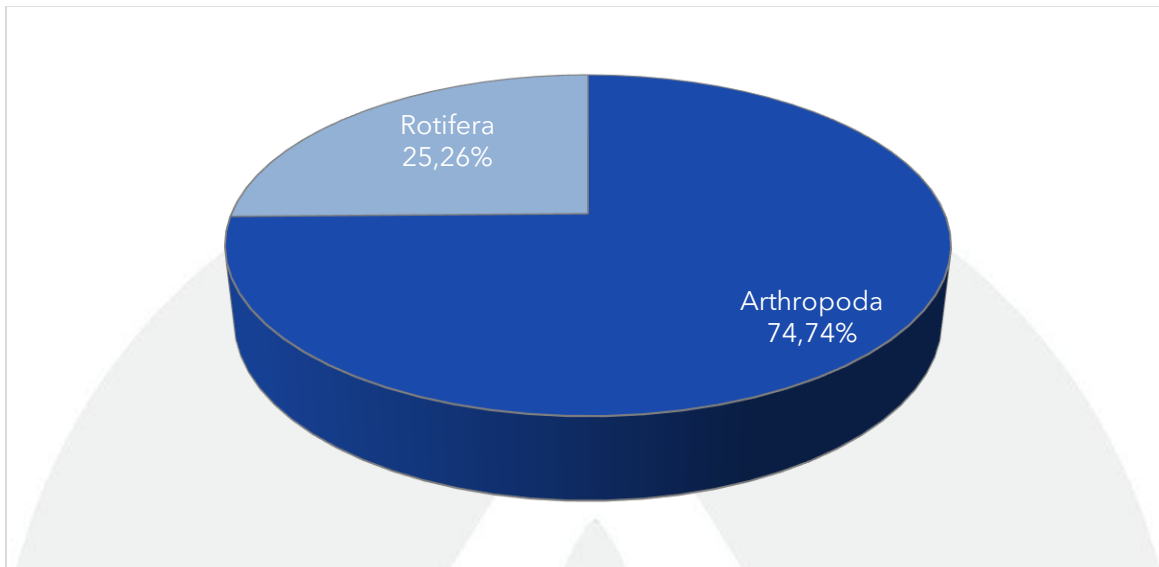
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

En cuanto a la distribución porcentual de la densidad Artrópoda representó 74,74% del total de las densidades el restante estuvo representado por Rotífera con 25,26% (**Gráfica 80**). 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 80. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Tocagua**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En los dos puntos de monitoreo se reportaron los dos phylum presentes en el área de estudio.

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.





### 5.2.2.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

A pesar del esfuerzo de muestreo no se reportaron morfoespecies de perifiton en la Ciénaga San Juan de Tocagua, el desarrollo de las algas del perifiton depende de factores abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros. La luz y la temperatura son factores importantes para el desarrollo de la comunidad perifítica. En la naturaleza ambos factores varían en forma concomitante, aunque la influencia de la luz se manifiesta en la longitud del período de fotosíntesis y la temperatura influye como factor acumulativo o de pérdida gradual, debido a la elevada inercia térmica que posee el cuerpo de agua. La disponibilidad de espacio para colonizar es esencial para el perifiton y afecta la productividad de la comunidad. Las comunidades adheridas a superficies con área de colonización fija (rocas, granos de arena) pueden estar limitadas por espacio, si el resto de los factores se hallan en condiciones óptimas (Wetzel, 2001).





#### 5.2.2.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua estuvo constituida por cuatro (4) morfoespecies, vinculadas a un (1) phylum, tres (3) clases, tres (3) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 156**.

**Tabla 156. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observados en la ciénaga de Tocagua.**

| Phylum     | Clase      | Orden       | Familia       | Morfoespecie                   |
|------------|------------|-------------|---------------|--------------------------------|
| Arthropoda | Insecta    | Diptera     | Chironomidae  | Chironomidae morfo 1           |
| Mollusca   | Gastropoda | Ampullarida | Ampullariidae | <i>Marisa cornuarietis</i>     |
|            |            | Cerithiida  | Thiaridae     | <i>Melanoides tuberculatus</i> |
|            |            | Littorinida | Hydrobiidae   | <i>Hydrobiidae morfo 1</i>     |
| <b>2</b>   | <b>2</b>   | <b>4</b>    | <b>4</b>      | <b>4</b>                       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

*Melanoides tuberculatus* fue la especie de mayor abundancia en la ciénaga y su densidad máxima estuvo relacionada con el punto de monitoreo P1 con 144,44 Ind/m<sup>2</sup> representando el 62,50% de la abundancia relativa de dicho punto; mientras que en P2 obtuvo el 83,33% de los aportes (**Tabla 157**).

*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 157. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua.**

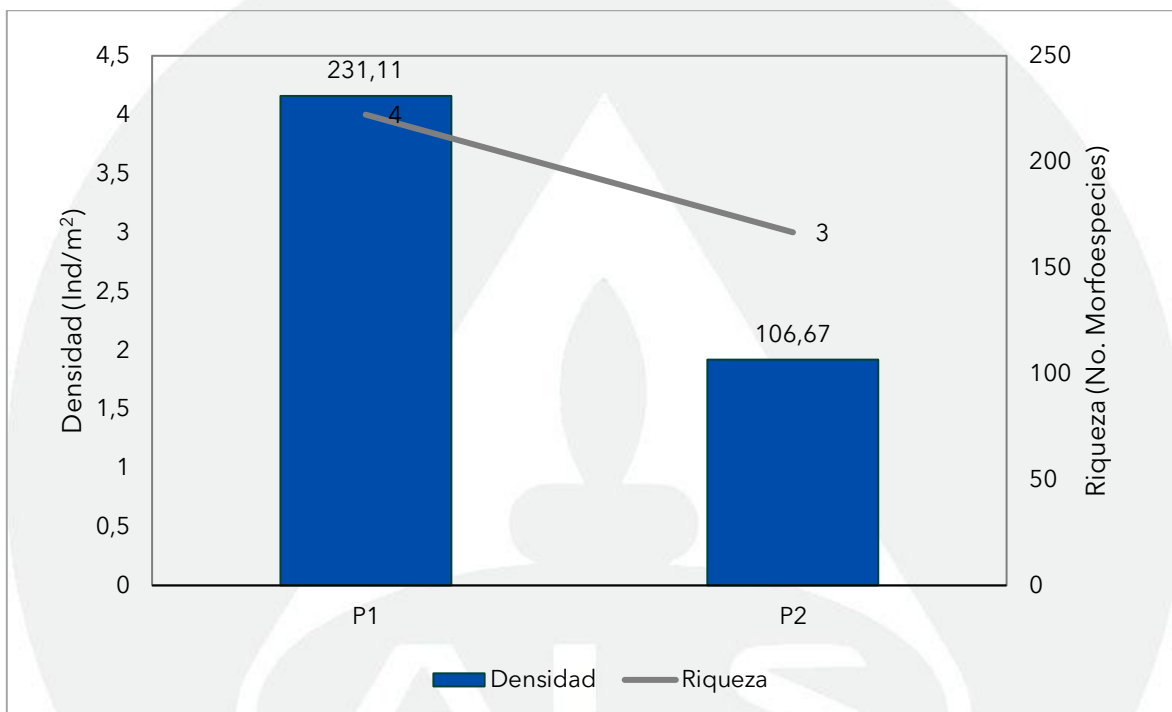
| Morfoespecie                   | Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) |               |               | Abundancia relativa (%) |               |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|
|                                | P1                             | P2            | Total         | P1                      | P2            |
| Chironomidae morfo 1           | 3,33                           | 10,00         | 13,33         | 1,44                    | 9,38          |
| Hydrobiidae morfo 1            | 80,00                          | 0,00          | 80,00         | 34,62                   | 0,00          |
| <i>Marisa cornuarietis</i>     | 3,33                           | 7,78          | 11,11         | 1,44                    | 7,29          |
| <i>Melanoides tuberculatus</i> | 144,44                         | 88,89         | 233,33        | 62,50                   | 83,33         |
| <b>Total</b>                   | <b>231,11</b>                  | <b>106,67</b> | <b>337,78</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





La densidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua varió entre 106,67 Ind/m<sup>2</sup> y 221,11 Ind/m<sup>2</sup> y el valor más alto se relacionó con el punto de monitoreo P1; la riqueza obtuvo entre 3 y 4 morfoespecies y su máximo se relacionó con P1 (**Gráfica 81**). Las variaciones en la densidad estuvieron dadas por los aportes de *M. tuberculatus*, el cual en P1 registró densidades superiores a las que obtuvo en P2, además de que se observaron morfoespecies como *Hydrobiidae morfo 1* ausente en P2.

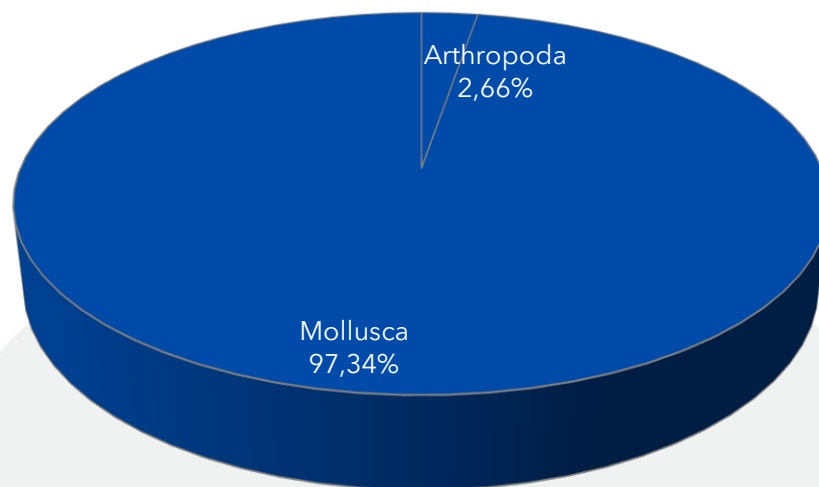


**Gráfica 81.. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El phylum Mollusca registró el 97,34% de los aportes de la densidad seguido de Artrópoda con 2,66% (**Gráfica 82**). 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.



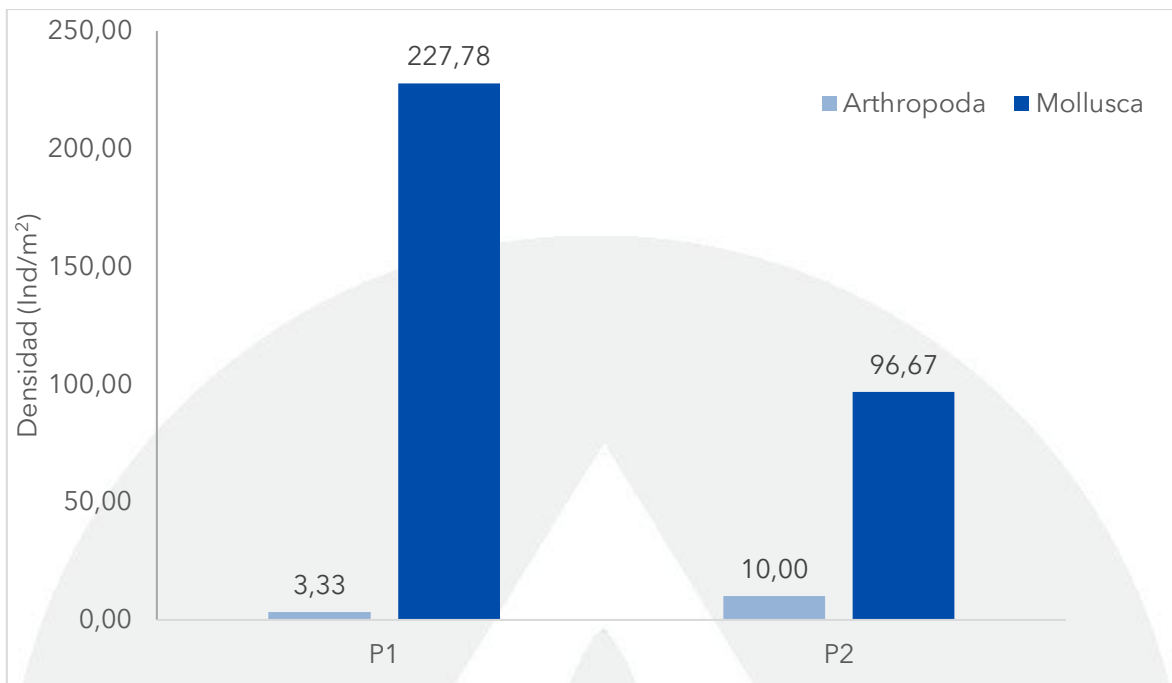


**Gráfica 82.. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Tocagua.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, Mollusca continuó con su patrón de dominancia en los puntos de muestreo, estando mejor representada en P1 con 227,78 Ind/m<sup>2</sup>; Artrópoda reportó un máximo de 10,00 Ind/m<sup>2</sup> en P2 (**Gráfica 83**). 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 P1.





**Gráfica 83.. 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., 2023.

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 Peces

La clasificación taxonómica de la especie reportada en la ciénaga de San Juan de Tocagua se muestra en la **Tabla 158**, donde se puede observar que éstas pertenecen a un (1) phylum e igual número de clase, orden y familia.

**Tabla 158. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces de la ciénaga de San Juan de Tocagua.**

| Phylum   | Clase     | Orden        | Familia   | Morfoespecie              |
|----------|-----------|--------------|-----------|---------------------------|
| Chordata | Teleostei | Cichliformes | Cichlidae | <i>Caquetaia kraussii</i> |
| 1        | 1         | 1            | 1         | 1                         |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 261 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

*C.kraussi* presentó distribución en los dos puntos de monitoreos establecidos con 10 (P1) y 12 (P2) individuos capturados. (**Tabla 159**).

*C.kraussi* proliferan aguas lentas y sustrato arenoso y fangoso, con niveles bajos de oxígeno y agua altamente contaminados, lo cual explica el hecho que esta sea dominante en los dos puntos.

**Tabla 159. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces de la ciénaga de San Juan de Tocagua.**

| Morfoespecie              | Abundancia   |              |              | Abundancia relativa (%) |               |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|---------------|
|                           | P1           | P2           | Total        | P1                      | P2            |
| <i>Caquetaia kraussii</i> | 12,00        | 10,00        | 22,00        | 100,00                  | 100,00        |
| <b>Total</b>              | <b>12,00</b> | <b>10,00</b> | <b>22,00</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Dado que la riqueza de peces (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de dicha ciénaga 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.

### 5.2.2.6 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga San Juan de Tocagua se reportó una especie de macrófita, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 160**.

**Tabla 160. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga San Juan de Tocagua.**

| División     | Clase         | Orden        | Familia        | Morfoespecie                |
|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------------------------|
| Tracheophyta | Magnoliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> |
| <b>1</b>     | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>1</b>       | <b>1</b>                    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

*E. crassipes* reportó una cobertura de 100,00% para los dos puntos muestreados en la ciénaga (**Tabla 161**).

**Tabla 161. Porcentaje de cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la ciénaga San Juan de Tocagua.**

| Morfoespecie                | P1     | P2     |
|-----------------------------|--------|--------|
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 100,00 | 100,00 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 262 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| Morfoespecie | P1            | P2            |
|--------------|---------------|---------------|
| <b>Total</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

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

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de dicha ciénaga 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.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

## 5.2.3 Ciénaga Manatí

### 5.2.3.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga Malambo estuvo conformada por 15 morfoespecies, vinculadas a cinco (5) divisiones e igual número de clases, ocho (8) órdenes y 12 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 162**.

**Tabla 162. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Manatí.**

| División    | Clase            | Orden          | Familia         | Morfoespecie                  |
|-------------|------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| Chlorophyta | Chlorophyceae    | Sphaeropleales | Scenedesmaceae  | <i>Tetrastrum triangulare</i> |
|             |                  |                | Hydrodictyaceae | <i>Pediastrum duplex</i>      |
|             |                  |                | Scenedesmaceae  | <i>Coelastrum sp</i>          |
| Charophyta  | Conjugatophyceae | Desmidiales    | Closteriaceae   | <i>Closterium sp1</i>         |





|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 264 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División         | Clase             | Orden           | Familia           | Morfoespecie                 |
|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------------------|
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae      | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae  | <i>Oscillatoria</i> sp2      |
|                  |                   | Synechococcales | Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena</i> sp1     |
|                  |                   | Spirulinales    | Spirulinaceae     | <i>Spirulina</i> sp1         |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenales      | Phacaceae         | <i>Lepocinclis</i> sp1       |
|                  |                   |                 |                   | <i>Lepocinclis acus</i>      |
|                  |                   |                 |                   | <i>Phacus</i> sp2            |
|                  |                   |                 | Euglenaceae       | <i>Euglena</i> sp            |
|                  |                   |                 |                   | <i>Trachelomonas hispida</i> |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Naviculales     | Pinnulariaceae    | <i>Pinnularia</i> sp1        |
|                  |                   |                 | Naviculaceae      | <i>Navicula</i> sp3          |
|                  |                   | Eunotiales      | Eunotiaceae       | <i>Eunotia</i> sp1           |
| <b>5</b>         | <b>5</b>          | <b>8</b>        | <b>12</b>         | <b>15</b>                    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton reportó un valor total de 5450000,00 Ind/L y la morfoespecie de mayor abundancia fue *Pediastrum duplex* con 3790000,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Euglena* sp con 10000,00 Ind/L (**Tabla 163**).

*Pediastrum duplex*, este género se define con distribución cosmopolita que se desarrolla en una gran variedad de cuerpos de agua, grandes o pequeños, estancados o de corriente lenta, así como de forma abundante en ambientes mesotróficos a eutróficos, pero en todos los casos se presenta en aguas de baja salinidad (Díaz, 2007).

**Tabla 163. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Manatí.**

| Morfoespecie                  | Densidad (Ind/L) | Abundancia relativa (%) |
|-------------------------------|------------------|-------------------------|
|                               | P1               | P1                      |
| <i>Tetrastrum triangulare</i> | 20000,00         | 0,37                    |
| <i>Pediastrum duplex</i>      | 3790000,00       | 69,54                   |
| <i>Coelastrum</i> sp          | 30000,00         | 0,55                    |
| <i>Closterium</i> sp1         | 50000,00         | 0,92                    |
| <i>Oscillatoria</i> sp2       | 120000,00        | 2,20                    |
| <i>Pseudanabaena</i> sp1      | 960000,00        | 17,61                   |
| <i>Spirulina</i> sp1          | 30000,00         | 0,55                    |
| <i>Lepocinclis</i> sp1        | 20000,00         | 0,37                    |
| <i>Lepocinclis acus</i>       | 20000,00         | 0,37                    |
| <i>Phacus</i> sp2             | 60000,00         | 1,10                    |
| <i>Euglena</i> sp             | 10000,00         | 0,18                    |
| <i>Trachelomonas hispida</i>  | 60000,00         | 1,10                    |
| <i>Pinnularia</i> sp1         | 50000,00         | 0,92                    |
| <i>Navicula</i> sp3           | 160000,00        | 2,94                    |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 265 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

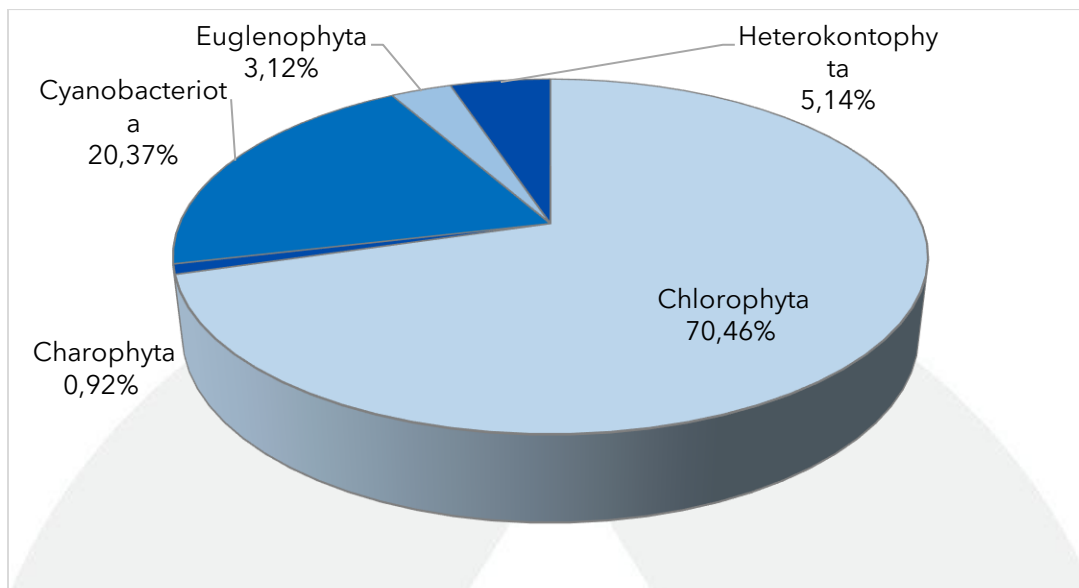
| Morfoespecie       | Densidad (Ind/L) | Abundancia relativa (%) |
|--------------------|------------------|-------------------------|
|                    | P1               | P1                      |
| <i>Eunotia</i> sp1 | 70000,00         | 1,28                    |
| <b>Total</b>       | <b>545000,00</b> | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah *et al.*, (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.

En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Chlorophyta obtuvo el 70,46% de proporción, seguido de Cyanobacteriota (20,37%), Heterokontophyta (5,14%), Euglenophyta (3,12%), Heterokontophyta (5,14%) y Charophyta (0,92%) (**Gráfica 84**).

Las algas de la división Chlorophyta también llamadas algas verdes son abundantes en agua dulce, lagos y ríos, pueden vivir sujetas al fondo (bentos), algunas son capaces de vivir en ambientes extremos como en condiciones hipersalinas o crecer en pHs bajos (Graham y Wilcox, 2000).



**Gráfica 84.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la Ciénaga Manatí.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 1,12; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 267 de 446

La equitatividad obtuvo un valor bajo de (0,41) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor alto siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró un valor inferior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 164**).

**Tabla 164. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| Índices        | P1         |
|----------------|------------|
| Taxa_S         | 15         |
| Individuals    | 5450000,00 |
| Dominance_D    | 0,52       |
| Shannon_H      | 1,12       |
| Margalef       | 0,90       |
| Equitability_J | 0,41       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



### 5.2.3.2 Zooplancton

La comunidad de zooplancton estuvo representada por tres (3) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla, tres (3) clases e igual número de órdenes y dos (2) familia con una (1) no determinada y cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada (**Tabla 165**).

**Tabla 165. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Los Manatíes**

| Phylum     | Clase        | Orden         | Familia      | Taxa                   |
|------------|--------------|---------------|--------------|------------------------|
| Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca   | Daphniidae   | <i>Ceriodaphnia</i> sp |
|            | Maxillopoda  | Harpacticoida | -            | Larva nauplio morfo 1  |
| Rotifera   | Eurotatoria  | Ploima        | Brachionidae | <i>Brachionus</i> sp1  |
| <b>2</b>   | <b>3</b>     | <b>3</b>      | <b>2</b>     | <b>3</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

El zooplancton en esta estación obtuvo una densidad total de 646,00 Ind/L, siendo la morfoespecie *Ceriodaphnia* sp la de mayor densidad y abundancia con 333,20 Ind/L y 51,58% respectivamente, seguida de Larva nauplio morfo 1 con 241,40 Ind/L, mientras que *Brachionus* sp1 obtuvo una baja densidad con 71,40 Ind/L (**Tabla 166**).

Las especies de *Ceriodaphnia*, pueden alimentarse eficientemente tanto de fitoplancton como de bacterias y detritus, encontrándose con capacidad para vivir tanto en ambientes oligotróficos (Ferrão-Filho et al., 2000), como hipereutróficos (González et al., 2002).

La larva nauplio, procedente de un desarrollo indirecto, se presenta en grupos como Copépoda, Decápoda, langosta, cangrejos y Euphausiacea. Se caracteriza por poseer tres segmentos que representan los primeros apéndices cefálicos: mandíbulas, antenas y anténulas, todas útiles para la locomoción. Los nauplios crecen a través de un proceso de muda periódica llamado ecdisis; a medida que la larva crece se van adicionando segmentos al cuerpo (Lagos, et al 2014).

**Tabla 166. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Los Manatíes**

| Morfoespecie           | Densidad (Ind/L) | Abundancia relativa (%) |
|------------------------|------------------|-------------------------|
|                        | P1               | P1                      |
| <i>Brachionus</i> sp1  | 71,40            | 11,05                   |
| <i>Ceriodaphnia</i> sp | 333,20           | 51,58                   |
| Larva nauplio morfo 1  | 241,40           | 37,37                   |
| <b>Total</b>           | <b>646,00</b>    | <b>100,00%</b>          |

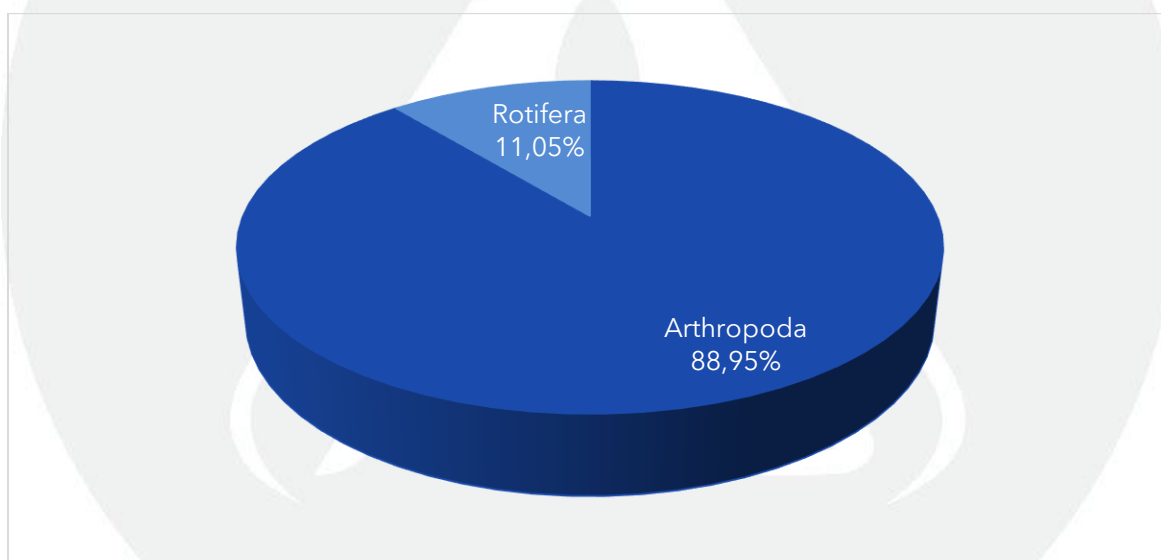
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.





En cuanto a la distribución porcentual de la densidad Artrópoda representó 88,95% del total de las densidades el restante estuvo representado por Rotífera con 11,05% (**Gráfica 85**).

El phylum Artrópoda, el cual está representado mayormente por los copépodos 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). Los rotíferos (Phylum Rotífera) distribuidos en aguas dulceacuícolas y diversas especies pueden llegar a tolerar condiciones de hipertrofia, 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 85.. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Los Manatíes**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 270 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

reproductivos y el grado de depredación por parte de los peces) (Boltovskoy, 1981; Heidelberg *et al.*, 2004).

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 para esta Ciénaga, debido a la baja riqueza registrada ( $S < 5$ ).

### 5.2.3.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 271 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

La comunidad perifítica en el área de estudio estuvo representada por siete (7) morfoespecies vinculadas a cuatro (4) divisiones, igual número de clases, siete (7) órdenes y siete (7) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 167**.

**Tabla 167. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga Manatí.**

| División         | Clase             | Orden           | Familia            | Morfoespecie             |
|------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|
| Chlorophyta      | Chlorophyceae     | Oedogoniales    | Oedogoniaceae      | <i>Oedogonium</i> sp     |
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae      | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae   | <i>Oscillatoria</i> sp5  |
|                  |                   | Synechococcales | Pseudoanabaenaceae | <i>Pseudoanabaena</i> sp |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenida       | Euglenidae         | <i>Euglena</i> sp1       |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales   | Bacillariaceae     | <i>Nitzschia</i> sp1     |
|                  |                   | Naviculales     | Naviculaceae       | <i>Navicula</i> sp1      |
|                  |                   | Cymbellales     | Gomphonemataceae   | <i>Gomphonema</i> sp1    |
| <b>4</b>         | <b>4</b>          | <b>7</b>        | <b>7</b>           | <b>7</b>                 |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La comunidad perifítica registró un valor total de 4985,60 Ind/cm<sup>2</sup> y las morfoespecies más abundantes fueron *Pseudoanabaena* sp y *Navicula* sp1 con 1517,00 Ind/cm<sup>2</sup> y 1377,60 Ind/cm<sup>2</sup>, respectivamente; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Euglena* sp1 con 32,80 Ind/cm<sup>2</sup> (**Tabla 168**).

*Pseudanabaena*, este género puede encontrarse en sistemas límnicos mesotróficos a eutróficos de todo el mundo (Bonilla, 2009),

Con respecto al género *Navicula*, Cox (1994) destaca que, son organismos que pueden funcionar como bioindicadores del medio, es decir, la presencia del género *Navicula* podría facilitar la identificación de diferentes biotopos, teniendo en cuenta factores ambientales que pueden ejercer algún tipo de presión sobre las comunidades de diatomeas.

**Tabla 168. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga Manatí.**

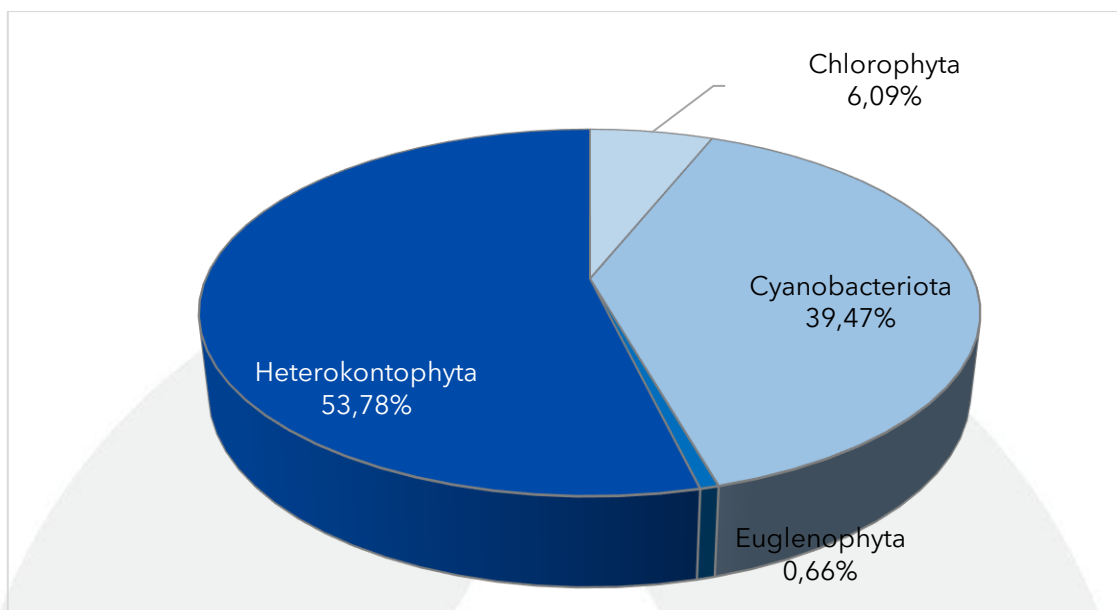
| Morfoespecie             | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) | Abundancia relativa (%) |
|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                          | C Manatí P1                     | C Manatí P1             |
| <i>Oedogonium</i> sp     | 303,40                          | 6,09                    |
| <i>Oscillatoria</i> sp5  | 451,00                          | 9,05                    |
| <i>Pseudoanabaena</i> sp | 1517,00                         | 30,43                   |
| <i>Euglena</i> sp1       | 32,80                           | 0,66                    |
| <i>Nitzschia</i> sp1     | 598,60                          | 12,01                   |
| <i>Navicula</i> sp1      | 1377,60                         | 27,63                   |
| <i>Gomphonema</i> sp1    | 705,20                          | 14,14                   |
| <b>Total</b>             | <b>4985,60</b>                  | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

La distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson *et al.*, 1996); así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova y Donald, 2002). Teniendo en cuenta lo mencionado, resulta probable que el área de estudio ofrezca gradientes ambientales que generan diferentes microhábitats en los puntos de muestreo, que permiten una mayor colonización y desarrollo de células en determinados puntos.

En cuanto a la contribución de cada división a la densidad total, se observó que Heterokontophyta obtuvo el mayor aporte, representado en un 53,78%, seguida de Cyanobacteriota (39,47%), Chlorophyta (6,09%) y Euglenophyta (0,66%) **Gráfica 86**.

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).



**Gráfica 86. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga Manatí.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 1,67; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo un valor alto de (0,86) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor bajo siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró un valor inferior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 169**).





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 274 de 446

**Tabla 169. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.**

| <b>Índices</b> | <b>C Manatí P1</b> |
|----------------|--------------------|
| Taxa_S         | 7                  |
| Individuals    | 4985,60            |
| Dominance_D    | 0,22               |
| Shannon_H      | 1,67               |
| Margalef       | 0,70               |
| Equitability_J | 0,86               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



#### 5.2.3.4 Macroinvertebrados bentónicos

En la ciénaga Manatí no se reportaron morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos.

#### 5.2.3.5 Peces

En la ciénaga Manatí no se reportaron especies ícticas pese al esfuerzo de muestreo.

#### 5.2.3.6 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga Manatí se reportó una especie de macrófita, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 170**.

**Tabla 170. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Manatí.**

| División     | Clase         | Orden        | Familia        | Morfoespecie                |
|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------------------------|
| Tracheophyta | Magnoliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> |
| 1            | 1             | 1            | 1              | 1                           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

*E. crassipes* reportó una cobertura de 100,00% para el punto muestreado en la ciénaga (**Tabla 171**).

**Tabla 171. Porcentaje de cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la ciénaga Manatí.**

| Morfoespecie                | P1            |
|-----------------------------|---------------|
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 100,00        |
| <b>Total</b>                | <b>100,00</b> |

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

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de dicha ciénaga 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.



## 5.2.4 Ciénaga Luruaco

### 5.2.4.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga Luruaco estuvo conformada por 14 morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, cuatro (4) clases, siete (7) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 172**.

**Tabla 172. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la ciénaga Luruaco.**

| División        | Clase        | Orden           | Familia           | Morfoespecie             |
|-----------------|--------------|-----------------|-------------------|--------------------------|
| Cyanobacteriota | Cyanophyceae | Synechococcales | Coelosphaeriaceae | <i>Coelosphaerium</i> sp |
|                 |              |                 | Merismopediaceae  | <i>Aphanocapsa</i> sp2   |
|                 |              |                 |                   | <i>Merismopedia</i> sp   |
|                 |              | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae  | <i>Oscillatoria</i> sp2  |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 277 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División         | Clase             | Orden            | Familia             | Morfoespecie            |
|------------------|-------------------|------------------|---------------------|-------------------------|
|                  |                   |                  |                     | <i>Oscillatoria</i> sp4 |
|                  |                   |                  | Microcoleaceae      | <i>Planktothrix</i> sp2 |
|                  |                   |                  |                     | <i>Microcoleus</i> sp   |
|                  |                   |                  | Aerosakkonemataceae | <i>Cephalothrix</i> sp  |
|                  |                   | Pseudanabaenales | Pseudanabaenaceae   | <i>Pseudanabaena</i> sp |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenales       | Microcystaceae      | <i>Microcystis</i> sp2  |
|                  |                   |                  | Euglenaceae         | <i>Euglena</i> sp2      |
|                  |                   |                  | Phacaceae           | <i>Lepocinclis</i> sp1  |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Naviculales      | Naviculaceae        | <i>Navicula</i> sp      |
|                  | Xanthophyceae     | Mischococcales   | Pleurochloridaceae  | <i>Isthmochloron</i> sp |
| <b>3</b>         | <b>4</b>          | <b>7</b>         | <b>11</b>           | <b>14</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia fue *Pseudanabaena* sp con 105880000,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Oscillatoria* sp2, con 10000,00 Ind/L (**Tabla 173**).

*Pseudanabaena*, este género s puede encontrarse en sistemas límnicos mesotróficos a eutróficos de todo el mundo (Bonilla, 2009).

**Tabla 173. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga Luruaco.**

| Morfoespecie             | Densidad (Ind/L)   |                    |                     |
|--------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|                          | P1                 | P2                 | Total               |
| <i>Coelosphaerium</i> sp | 30000,00           | 0,00               | 30000,00            |
| <i>Aphanocapsa</i> sp2   | 1280000,00         | 1040000,00         | 2320000,00          |
| <i>Merismopedia</i> sp   | 80000,00           | 0,00               | 80000,00            |
| <i>Oscillatoria</i> sp2  | 10000,00           | 0,00               | 10000,00            |
| <i>Oscillatoria</i> sp4  | 1480000,00         | 1900000,00         | 3380000,00          |
| <i>Planktothrix</i> sp2  | 60000,00           | 40000,00           | 100000,00           |
| <i>Microcoleus</i> sp    | 2530000,00         | 1600000,00         | 4130000,00          |
| <i>Cephalothrix</i> sp   | 50000,00           | 0,00               | 50000,00            |
| <i>Pseudanabaena</i> sp  | 49110000,00        | 56770000,00        | 105880000,00        |
| <i>Microcystis</i> sp2   | 60000,00           | 0,00               | 60000,00            |
| <i>Euglena</i> sp2       | 60000,00           | 30000,00           | 90000,00            |
| <i>Lepocinclis</i> sp1   | 0,00               | 40000,00           | 40000,00            |
| <i>Navicula</i> sp       | 30000,00           | 0,00               | 30000,00            |
| <i>Isthmochloron</i> sp  | 50000,00           | 0,00               | 50000,00            |
| <b>Total</b>             | <b>54830000,00</b> | <b>61420000,00</b> | <b>116250000,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 278 de 446

**Tabla 174. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga Luruaco.**

| Morfoespecie             | Abundancia relativa (%) |               |
|--------------------------|-------------------------|---------------|
|                          | P1                      | P2            |
| <i>Coelosphaerium</i> sp | 0,05                    | 0,00          |
| <i>Aphanocapsa</i> sp2   | 2,33                    | 1,69          |
| <i>Merismopedia</i> sp   | 0,15                    | 0,00          |
| <i>Oscillatoria</i> sp2  | 0,02                    | 0,00          |
| <i>Oscillatoria</i> sp4  | 2,70                    | 3,09          |
| <i>Planktothrix</i> sp2  | 0,11                    | 0,07          |
| <i>Microcoleus</i> sp    | 4,61                    | 2,61          |
| <i>Cephalothrix</i> sp   | 0,09                    | 0,00          |
| <i>Pseudanabaena</i> sp  | 89,57                   | 92,43         |
| <i>Microcystis</i> sp2   | 0,11                    | 0,00          |
| <i>Euglena</i> sp2       | 0,11                    | 0,05          |
| <i>Lepocinclis</i> sp1   | 0,00                    | 0,07          |
| <i>Navicula</i> sp       | 0,05                    | 0,00          |
| <i>Isthmochloron</i> sp  | 0,09                    | 0,00          |
| <b>Total</b>             | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton obtuvo una densidad total de 116250000,00 Ind/L y esta fue mayor en el punto "P2" donde reportó 61420000,00Ind/L. En cuanto a la riqueza, varió entre 8-9 morfoespecies, siendo mayor en el punto "P1" (**Gráfica 87**).

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah et al., (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P2", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

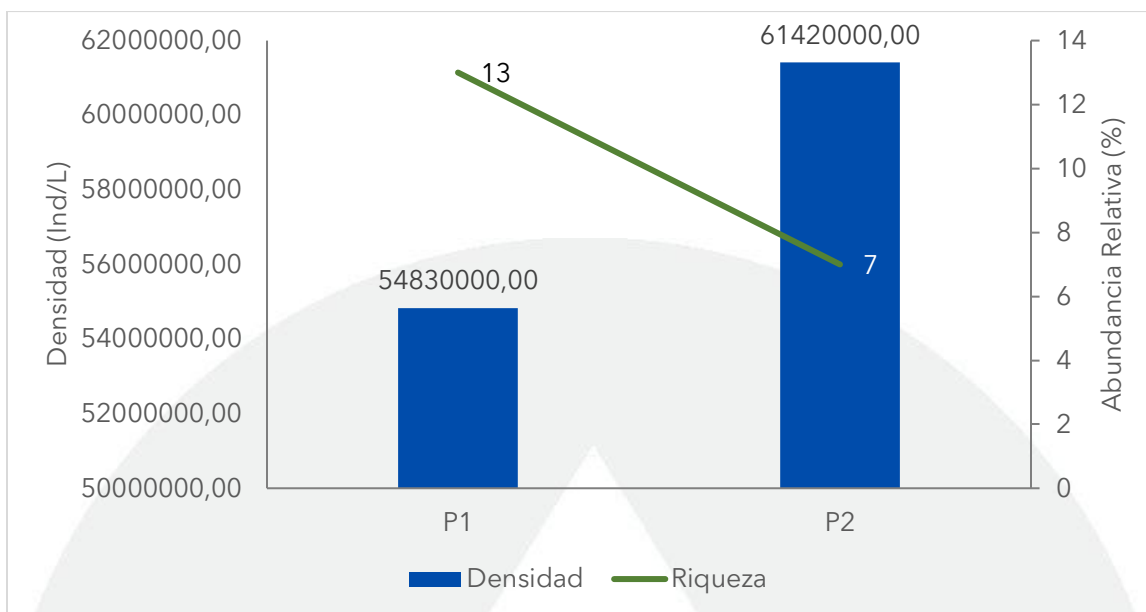
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 279 de 446



**Gráfica 87.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga Luruaco.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Cyanobacteriota obtuvo el 99,82% de proporción, seguido de Euglenophyta (0,11%) y Heterokontophyta (0,07%) (**Gráfica 88**).

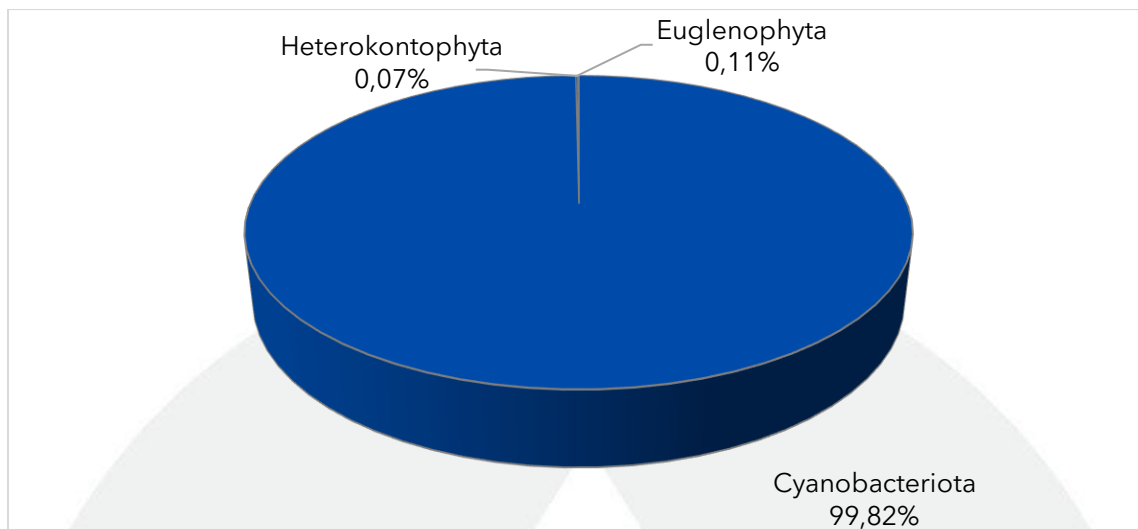
Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

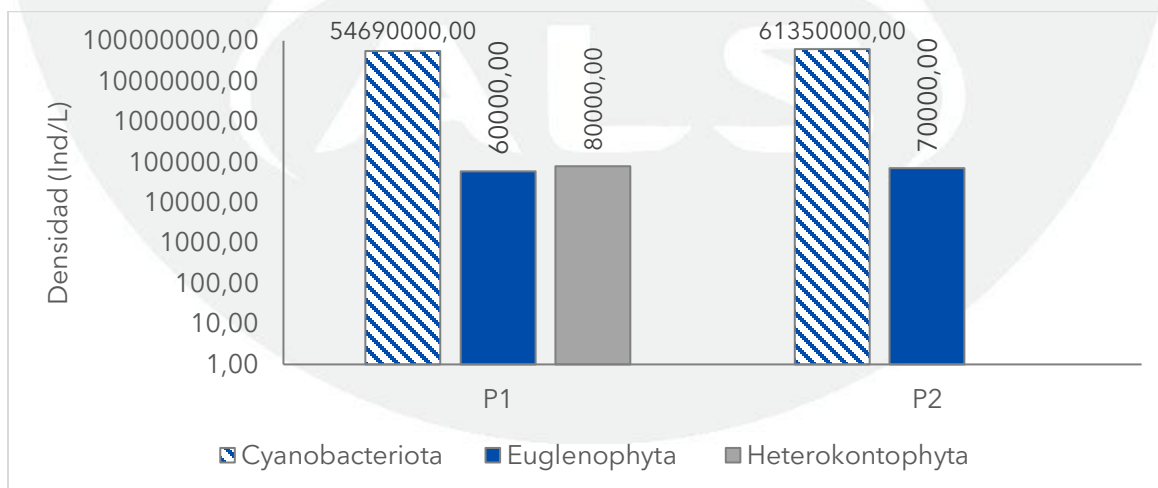
**ALS Limited**



**Gráfica 88.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la ciénaga Luruaco.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las morfoespecies de la división Cyanobacteriota dominaron las densidades en los dos (2) puntos muestreados; siendo mayor en el punto "P2" con 61350000,00 Ind/L, así mismo, Euglenophyta registró su máximo en este mismo punto con 70000,00 Ind/L. Finalmente, Heterokontophyta realizó sus únicos aportes en el punto "P1" con 80000,00 Ind/L (**Gráfica 89**).



**Gráfica 89.. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la ciénaga Luruaco por punto de monitoreo.**

*\*: Los datos presentados en la gráfica se encuentran en escala logarítmica*

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 281 de 446

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0,36 y 0,48, siendo máximo en el punto "P1"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo valores medios de 0,18 a 0,19, siendo máximo en el punto "P1" lo cual se interpreta como valores bajos en términos de similitud de abundancias en las morfoespecies. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores consistentes con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 175**).

**Tabla 175. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| <b>Índices</b> | <b>P1</b>   | <b>P2</b>   |
|----------------|-------------|-------------|
| Taxa_S         | 13          | 7           |
| Individuals    | 54830000,00 | 61420000,00 |
| Dominance_D    | 0,81        | 0,86        |
| Shannon_H      | 0,48        | 0,36        |



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 282 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| Índices        | P1   | P2   |
|----------------|------|------|
| Margalef       | 0,67 | 0,33 |
| Equitability_J | 0,19 | 0,18 |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

#### 5.2.4.2 Zooplankton

En la ciénaga Luruaco, la comunidad de zooplankton estuvo representada por seis (6) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla tres (3) clases, cuatro (4) órdenes con una no determinada y tres (3) familias con dos no determinada, y cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada (**Tabla 176**).

**Tabla 176. Clasificación Taxonómica del zooplankton en la ciénaga Luruaco**

| Phylum     | Clase        | Orden           | Familia      | Morfoespecie                  |
|------------|--------------|-----------------|--------------|-------------------------------|
| Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca     | Sididae      | <i>Diaphanosoma</i> sp        |
|            | Maxillopoda  | Cyclopoida      | -            | Cyclopoida morfo 1            |
|            |              | -               | -            | Larva nauplio morfo 1         |
| Rotifera   | Eurotatoria  | Flosculariaceae | Filiniidae   | <i>Filinia longiseta</i>      |
|            |              | Ploima          | Brachionidae | <i>Brachionus angularis</i>   |
|            |              |                 |              | <i>Brachionus havanaensis</i> |
| <b>2</b>   | <b>3</b>     | <b>4</b>        | <b>3</b>     | <b>6</b>                      |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie con mayor densidad fue Larva nauplio morfo 1 con 646,00 Ind/L esta morfoespecie se reportó en los dos puntos de monitoreo presentando su mayor valor en P1 con 359,83 Ind/L, seguido de *Brachionus havanaensis* el cual reportó un total de 626,17 Ind/L, y su mayor valor fue en P1 con 374,00 Ind/L. Las morfoespecies con menos densidad fueron *Diaphanosoma* sp con 56,67 Ind/L presentando su mayor valor en P1 y *Brachionus angularis* con 5,67 Ind/L (**Tabla 177**).

La fase larvaria de nauplio es un componente tan común de desarrollo de crustáceos, y se ve en muchos grupos. En términos numéricos las larvas nauplio pueden ser de los organismos más numerosos en el planeta debido a esto tienen un rol ecológico importante. 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



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 283 de 446

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.

**Tabla 177. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Luruaco.**

| Morfoespecie                  | Densidad (Ind/L) |               |                | Abundancia relativa (%) |               |
|-------------------------------|------------------|---------------|----------------|-------------------------|---------------|
|                               | P1               | P2            | Total          | P1                      | P2            |
| <i>Brachionus angularis</i>   | 5,67             | 0,00          | 5,67           | 0,56                    | 0,00          |
| <i>Brachionus havanaensis</i> | 374,00           | 252,17        | 626,17         | 36,77                   | 33,58         |
| Cyclopoida morfo 1            | 172,83           | 133,17        | 306,00         | 16,99                   | 17,74         |
| <i>Diaphanosoma</i> sp        | 36,83            | 19,83         | 56,66          | 3,62                    | 2,64          |
| <i>Filinia longiseta</i>      | 68,00            | 59,50         | 127,50         | 6,69                    | 7,92          |
| Larva nauplio morfo 1         | 359,83           | 286,17        | 646,00         | 35,38                   | 38,11         |
| <b>Total</b>                  | <b>1017,17</b>   | <b>750,83</b> | <b>1768,00</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

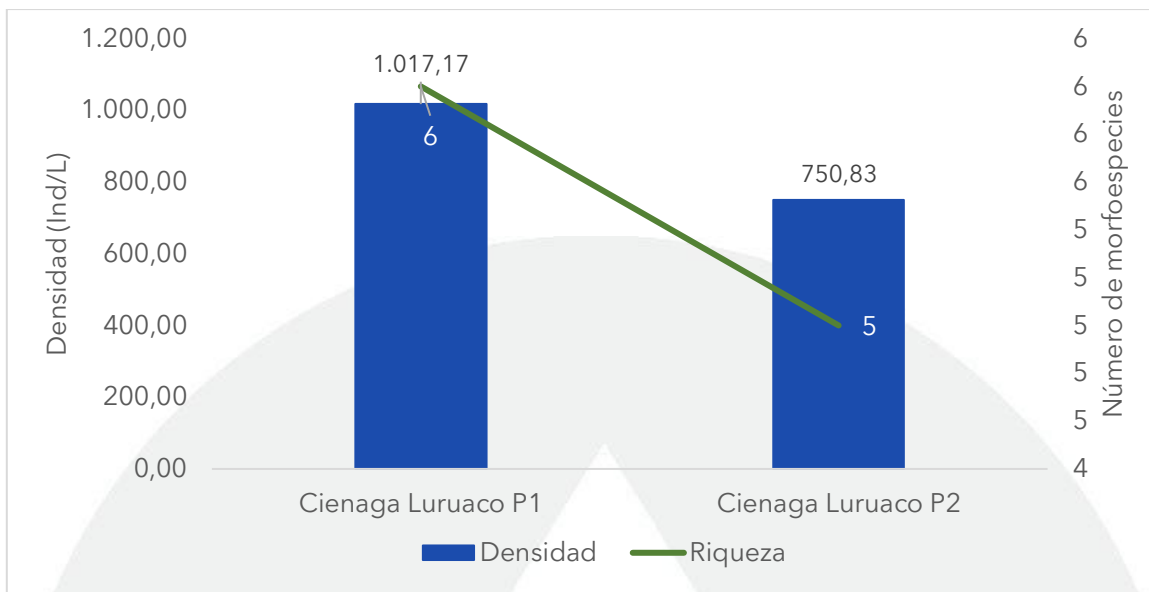
El zooplancton tuvo una densidad total de 1768,00 Ind/L y el punto con mayor densidad fue P1 reportando 1017,17 Ind/L, P2 por su parte reportó 750,83 Ind/L. En cuanto a la riqueza como ya se mencionó presentaron seis morfoespecies en P1 y cinco morfoespecies en P2 (**Gráfica 90**).



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



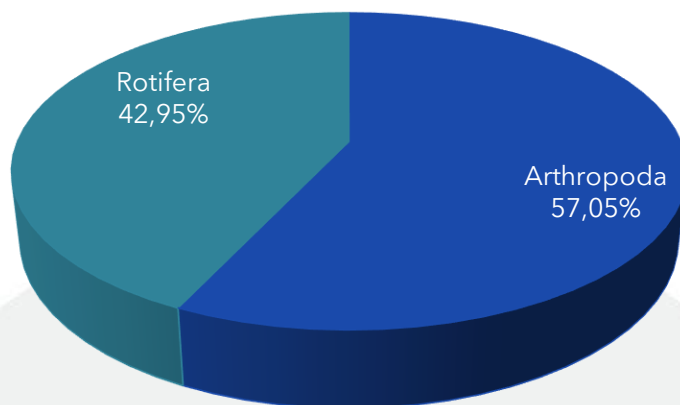
**Gráfica 90.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga Luruaco.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la distribución porcentual de la densidad Artrópoda representó 57,05% del total de las densidades el restante estuvo representado por Rotífera con 42,95% (**Gráfica 91**). 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.



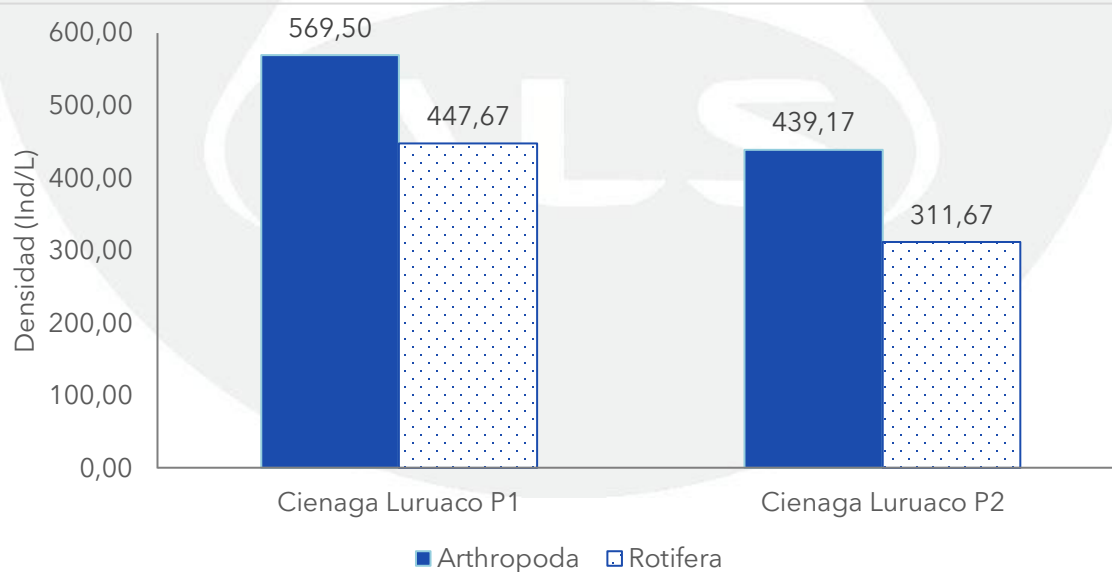




**Gráfica 91.. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplancónicos en la ciénaga Luruaco.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.*

En los dos puntos de monitoreo se reportaron los dos phylum presentes en el área de estudio. El phylum Artrópoda se relacionó mayormente en el punto P1 con 569,50 Ind/L, por su parte el phylum Rotífera presentó sus máximos aportes en el punto antes mencionado con una densidad de 447,67 Ind/L (**Gráfica 92**)



**Gráfica 92.. Contribución de las phyla de zooplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Luruaco.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.*





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 286 de 446

Los valores de Shannon-Wiener fueron bajos ya que fueron inferiores a dos (2) estando relacionado con sistemas con algún grado de contaminación lo que afecta el desarrollo de la comunidad zooplanctónicas, 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); la equidad fue moderada y congruente con los valores de dominancia debido que en algunos puntos existen morfoespecies que su abundancia supera el 30%. Por otro lado, el índice de Margalef presentó valores que sugieren baja diversidad en el sistema. (**Tabla 178**).

**Tabla 178. Índices ecológicos aplicados a la comunidad zooplanctónica en la ciénaga de Luruaco.**

| Índice         | Ciénaga de Mallorquin |        |
|----------------|-----------------------|--------|
|                | P1                    | P2     |
| Taxa_S         | 5,00                  | 6,00   |
| Individuals    | 359,00                | 265,00 |
| Dominance_D    | 0,22                  | 0,30   |
| Shannon_H      | 1,56                  | 1,39   |
| Margalef       | 0,89                  | 1,02   |
| Equitability_J | 0,97                  | 0,78   |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

### 5.2.4.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. “Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas” (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

La comunidad perifítica en el área de estudio estuvo representada por 11 morfoespecies vinculadas a dos (2) divisiones, igual número de clases, siete (7) órdenes y ocho (8) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 179**.

**Tabla 179. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la ciénaga Luruaco.**

| División         | Clase             | Orden           | Familia            | Morfoespecie                                   |
|------------------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------------------------------|
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae      | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae   | <i>Oscillatoria</i> sp3                        |
|                  |                   | Synechococcales | Pseudoanabaenaceae | <i>Pseudoanabaena</i> sp                       |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales   | Bacillariaceae     | <i>Nitzschia</i> sp1<br><i>Nitzschia</i> sp2   |
|                  |                   | Cymbellales     | Gomphonemataceae   | <i>Gomphonema</i> sp1<br><i>Gomphonema</i> sp2 |
|                  |                   | Naviculales     | Naviculaceae       | <i>Navicula</i> sp1<br><i>Gyrosigma</i> sp     |
|                  |                   |                 | Pinnulariaceae     | <i>Pinnularia</i> sp1                          |
|                  |                   | Fragilariales   | Fragilariaceae     | <i>Synedra</i> sp1                             |
|                  |                   | Eunotiales      | Eunotiaceae        | <i>Eunotia</i> sp1                             |
| <b>2</b>         | <b>2</b>          | <b>7</b>        | <b>8</b>           | <b>11</b>                                      |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie más abundante fue *Navicula* sp1 con 4605,07 Ind/cm<sup>2</sup>; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Synedra* sp1 cada una con 58,80 Ind/cm<sup>2</sup> (**Tabla 180**).

Con respecto al género *Navicula*, Cox (1994) destaca que, son organismos que pueden funcionar como bioindicadores del medio, es decir, la presencia del género *Navicula* podría facilitar la identificación de diferentes biotopos, teniendo en cuenta factores ambientales que pueden ejercer algún tipo de presión sobre las comunidades de diatomeas.

**Tabla 180. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) de las morfoespecies perifíticas en la ciénaga Luruaco.**

| Morfoespecie             | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) |                |                 |
|--------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------|
|                          | P3                              | P6             | Total           |
| <i>Oscillatoria</i> sp3  | 0,00                            | 1486,80        | 1486,80         |
| <i>Pseudoanabaena</i> sp | 0,00                            | 3452,40        | 3452,40         |
| <i>Nitzschia</i> sp1     | 2052,27                         | 1117,20        | 3169,47         |
| <i>Nitzschia</i> sp2     | 0,00                            | 84,00          | 84,00           |
| <i>Gomphonema</i> sp1    | 355,20                          | 0,00           | 355,20          |
| <i>Gomphonema</i> sp2    | 838,67                          | 0,00           | 838,67          |
| <i>Navicula</i> sp1      | 3177,07                         | 1428,00        | 4605,07         |
| <i>Gyrosigma</i> sp      | 0,00                            | 504,00         | 504,00          |
| <i>Pinnularia</i> sp1    | 611,73                          | 0,00           | 611,73          |
| <i>Synedra</i> sp1       | 0,00                            | 58,80          | 58,80           |
| <i>Eunotia</i> sp1       | 1016,27                         | 0,00           | 1016,27         |
| <b>Total</b>             | <b>8051,20</b>                  | <b>8131,20</b> | <b>16182,40</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

**Tabla 181. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la ciénaga Luruaco.**

| Morfoespecie             | Abundancia relativa (%) |               |
|--------------------------|-------------------------|---------------|
|                          | P3                      | P6            |
| <i>Oscillatoria</i> sp3  | 0,00                    | 18,29         |
| <i>Pseudoanabaena</i> sp | 0,00                    | 42,46         |
| <i>Nitzschia</i> sp1     | 25,49                   | 13,74         |
| <i>Nitzschia</i> sp2     | 0,00                    | 1,03          |
| <i>Gomphonema</i> sp1    | 4,41                    | 0,00          |
| <i>Gomphonema</i> sp2    | 10,42                   | 0,00          |
| <i>Navicula</i> sp1      | 39,46                   | 17,56         |
| <i>Gyrosigma</i> sp      | 0,00                    | 6,20          |
| <i>Pinnularia</i> sp1    | 7,60                    | 0,00          |
| <i>Synedra</i> sp1       | 0,00                    | 0,72          |
| <i>Eunotia</i> sp1       | 12,62                   | 0,00          |
| <b>Total</b>             | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

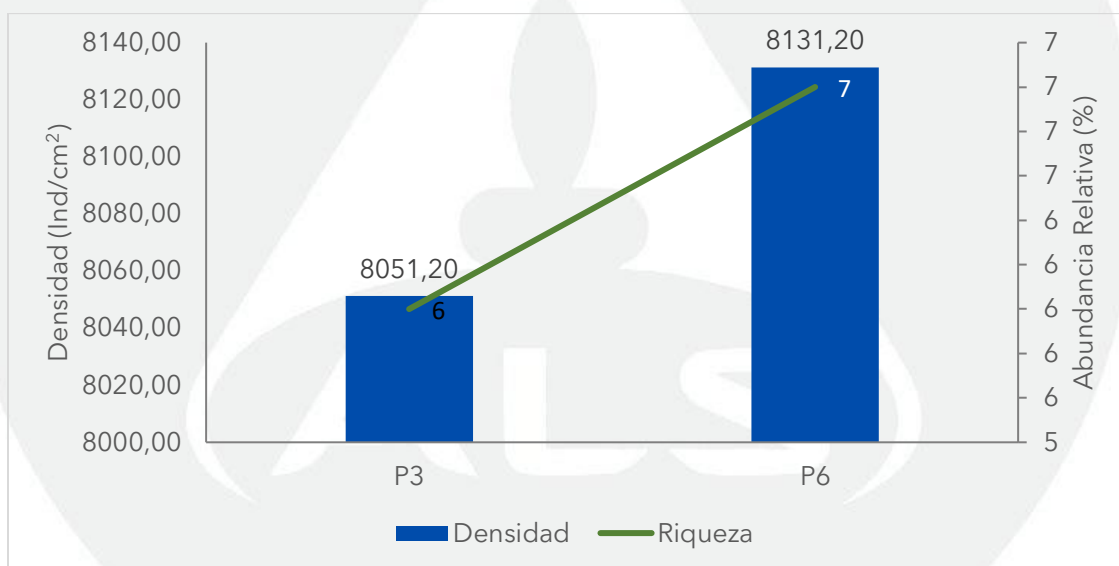
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





La densidad total de perifiton reportada en la ciénaga Luruaco registró un valor de 16182,40 Ind/cm<sup>2</sup>, obteniendo su valor más alto en el punto "P6", con un valor de 8131,20 Ind/cm<sup>2</sup>; por su parte, la riqueza obtuvo un rango de 6-7 morfoespecies y su máximo valor se registró en el punto "P6" (**Gráfica 93**).

La distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson *et al.*, 1996); así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova y Donald, 2002). Teniendo en cuenta lo mencionado, resulta probable que el área de estudio ofrezca gradientes ambientales que generan diferentes microhábitats en los puntos de muestreo, que permiten una mayor colonización y desarrollo de células en determinados puntos.



**Gráfica 93. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad perifítica en la ciénaga Luruaco.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

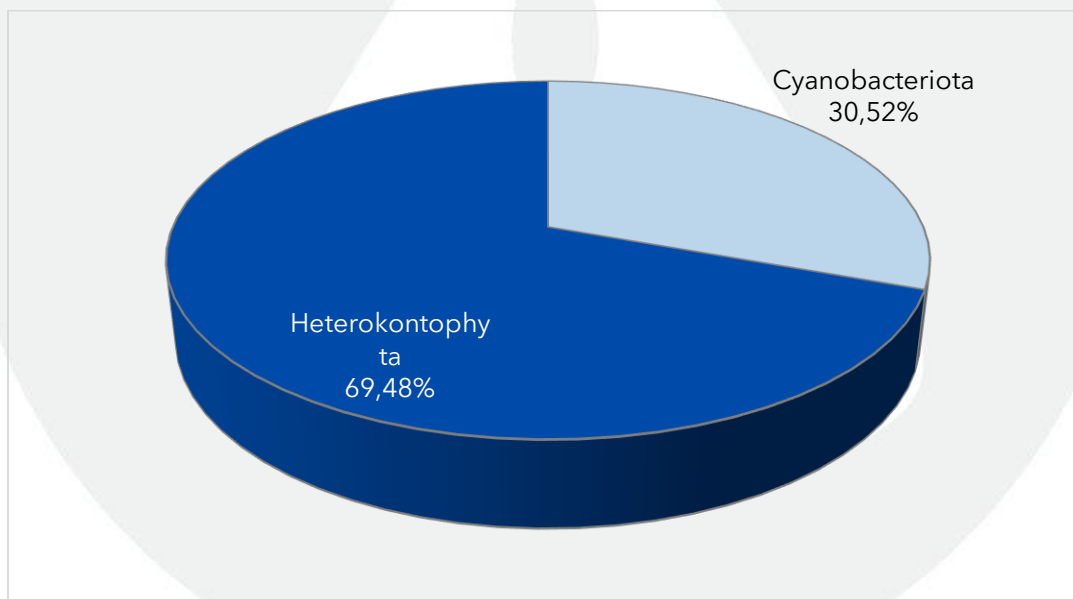
En cuanto a la contribución de cada división a la densidad total, se observó que Heterokontophyta obtuvo el mayor aporte, representado en un 69,48%, seguida de Cyanobacteriota 30,52% (**Gráfica 94**).





Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).



**Gráfica 94.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registradas en la ciénaga Luruaco**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

La división Heterokontophyta dominó en los puntos muestreados, presentando su mayor densidad en el punto P1, con un valor de 8051,20 Ind/cm<sup>2</sup>; por su parte, Cyanobacteriota, presentó contribuciones bajas estando relacionado únicamente en el punto "P6" con 4939,20 Ind/cm<sup>2</sup> (**Gráfica 95**).





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

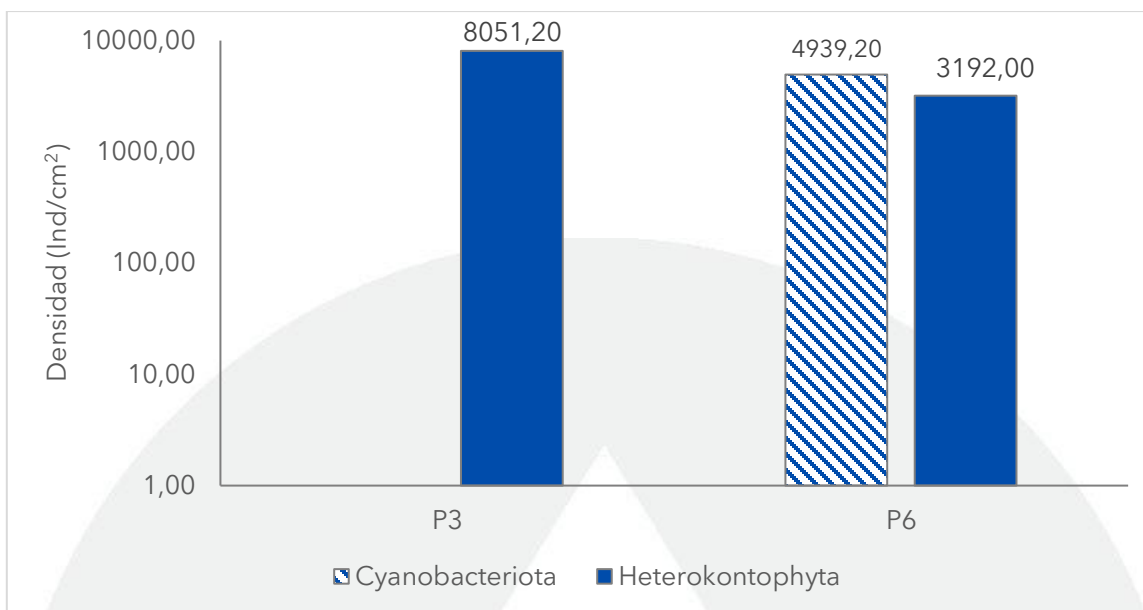
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 291 de 446



**Gráfica 95.. Contribución a la densidad total de las divisiones periféricas por punto de muestreo en la ciénaga Luruaco.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023*

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 1,51 y 1,55, siendo máximo en el punto "P3"; los valores inferiores a dos (2) de este índice 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 (Roldán y Ramírez, 2008); valores superiores a dos (2) 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 obtuvo valores entre 0,77 y 0,86, siendo el valor del punto "P3" de alta equitatividad. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores bajos, siendo esto consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró valores bajos inferiores a dos, según Margalef (1983) es consistente con sistemas de baja riqueza (**Tabla 182**).

**Tabla 182. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.**

| Indíces     | P3      | P6      |
|-------------|---------|---------|
| Taxa_S      | 6       | 7       |
| Individuals | 8051,20 | 8131,20 |



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 292 de 446

| Indices        | P3   | P6   |
|----------------|------|------|
| Dominance_D    | 0,26 | 0,27 |
| Shannon_H      | 1,55 | 1,51 |
| Margalef       | 0,56 | 0,67 |
| Equitability_J | 0,86 | 0,77 |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023*



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

#### 5.2.4.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco estuvo constituida por dos (2) morfoespecies, vinculadas a un (1) phylum, una (1) clase, dos (2) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 183**.

**Tabla 183. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observados en la ciénaga de Luruaco**

| Phylum   | Clase      | Orden        | Familia       | Morfoespecie                   |
|----------|------------|--------------|---------------|--------------------------------|
| Mollusca | Gastropoda | Ampullariida | Ampullariidae | <i>Marisa cornuarietis</i>     |
|          |            | Cerithiida   | Thiaridae     | <i>Melanoides tuberculatus</i> |
| <b>1</b> | <b>1</b>   | <b>2</b>     | <b>2</b>      | <b>2</b>                       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

*Melanoides tuberculatus* fue la especie de mayor abundancia en la ciénaga y su densidad máxima estuvo relacionada con el punto de monitoreo P2 con 53,33 Ind/m<sup>2</sup> representando el 100,00% de la abundancia relativa de dicho punto; mientras que en P1 obtuvo el 16,67% de los aportes (**Tabla 184**).

*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 184. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco**

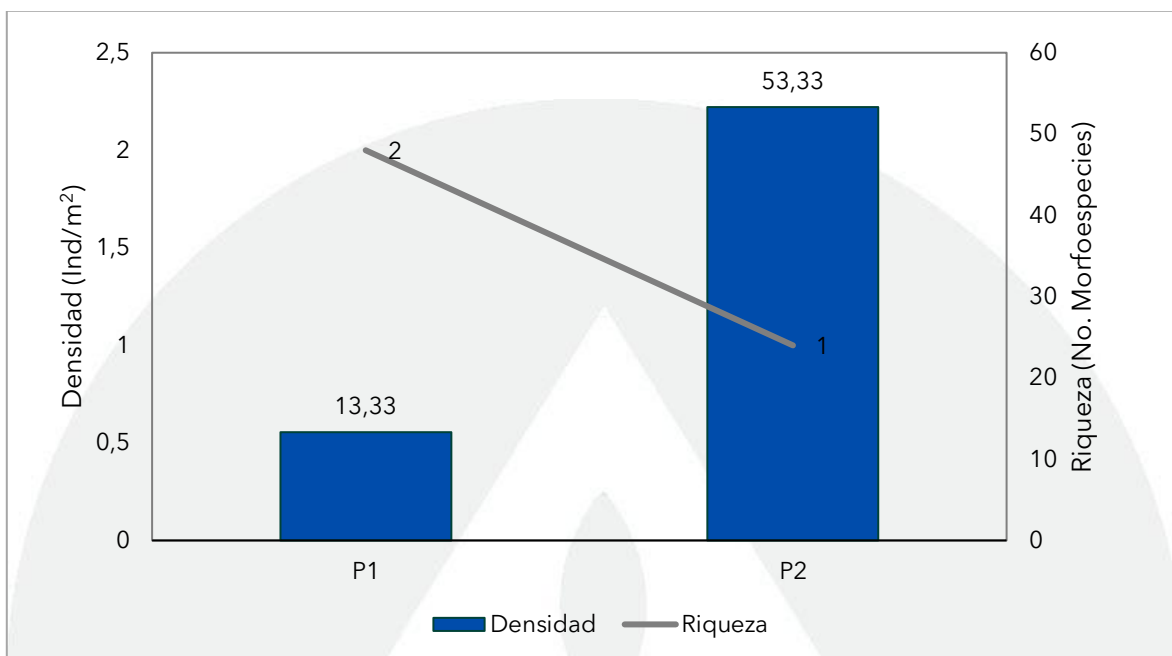
| Morfoespecie                   | Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) |              |              | Abundancia relativa (%) |                |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------------------|----------------|
|                                | P1                             | P2           | Total        | P1                      | P2             |
| <i>Marisa cornuarietis</i>     | 11,11                          | 0,00         | 11,11        | 83,33%                  | 0,00%          |
| <i>Melanoides tuberculatus</i> | 2,22                           | 53,33        | 55,56        | 16,67%                  | 100,00%        |
| <b>Total</b>                   | <b>13,33</b>                   | <b>53,33</b> | <b>66,67</b> | <b>100,00%</b>          | <b>100,00%</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La densidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco varió entre 13,33 Ind/m<sup>2</sup> y 53,33 Ind/m<sup>2</sup> y el valor más alto se relacionó con el punto de monitoreo P2; la riqueza obtuvo entre 1 y 2 morfoespecies y su máximo se relacionó con P1 (**Gráfica**



**96).** 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.

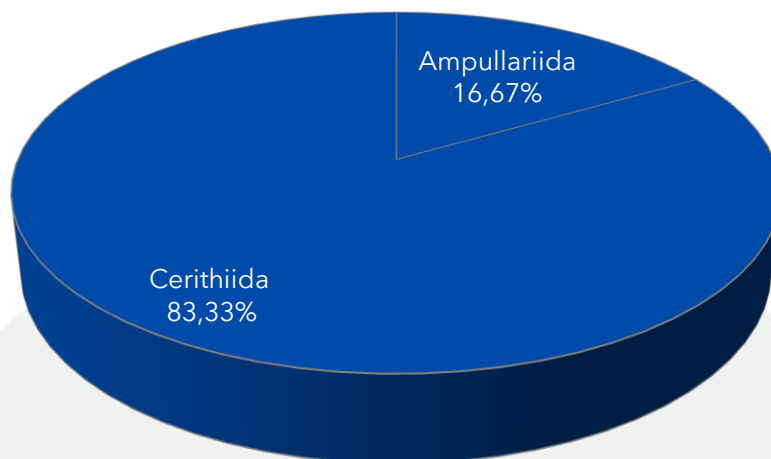


**Gráfica 96.. Densidad (Ind/m²) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

El phylum Mollusca registró el 100,00%, siendo los gastrópodos del orden Cerithidae los de mayor aporte a la densidad, representando un 83,33% seguido del orden Ampullarida con el 16,67% restante (**Gráfica 97**). De acuerdo con Barchi (2012), la dominancia de especies de moluscos es facilitada por la ocurrencia de condiciones óptimas como tipo de sustrato y disponibilidad de compuestos orgánicos e inorgánicos, particularmente de altas concentraciones de carbonato de calcio, el cual es requerido por este grupo de macroinvertebrados para la construcción de sus conchas.



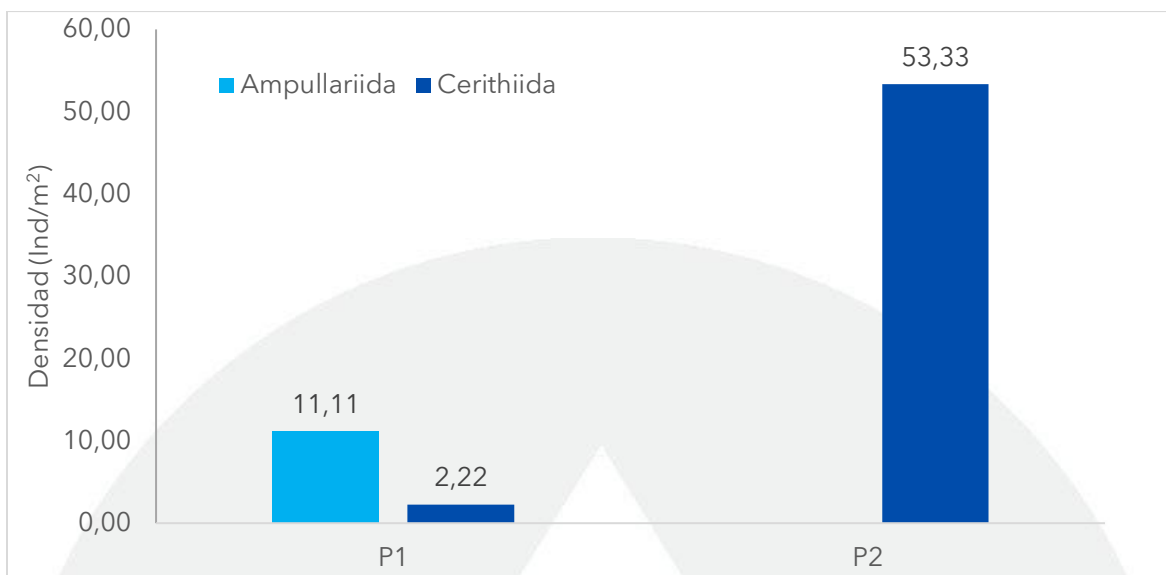


**Gráfica 97.. Contribución porcentual de los órdenes de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Luruaco.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, Cerithida estuvo mejor representada en P2 con 53,33 Ind/m<sup>2</sup>; mientras que Ampullariidae relacionó aportes bajos, asociados únicamente al punto P1 donde obtuvo 11,11 Ind/m<sup>2</sup> (**Gráfica 98**). 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.





**Gráfica 98.. Contribución de las órdenes de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Luruaco.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

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.

#### 5.2.4.1 Peces

La clasificación taxonómica de la especie reportada en la ciénaga de Luruaco se muestra en la **Tabla 185**, donde se puede observar que éstas pertenecen a un (1) phylum e igual número de clase, tres (3) órdenes y tres (3) familias.

**Tabla 185. Clasificación taxonómica de la comunidad de peces de la ciénaga de Luruaco.**

| Phylum   | Clase     | Orden        | Familia   | Morfoespecie                 |
|----------|-----------|--------------|-----------|------------------------------|
| Chordata | Teleostei | Cichliformes | Cichlidae | <i>Caquetaia kraussi</i>     |
|          |           | Mugiliformes | Mugilidae | <i>Oreochormis niloticus</i> |
|          |           | Siluriformes | Ariidae   | <i>Mugil liza</i>            |
|          |           |              |           | <i>Ariopsis sp</i>           |
| 1        | 1         | 3            | 3         | 4                            |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 297 de 446

La comunidad de peces en la ciénaga de Luruaco estuvo representada por cuatro morfoespecies con una abundancia total de 51,00 individuos, la especie con mayor registro de capturas fue *C.kraussi* con 23 individuos seguida de *O.niloticus* con 22 individuos (**Tabla 186**).

*C.kraussi* proliferan aguas lentas y sustrato arenoso y fangoso, con niveles bajos de oxígeno y agua altamente contaminados, lo cual explica el hecho que esta sea dominante en los dos puntos.

**Tabla 186. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la comunidad de peces de la ciénaga de Luruaco.**

| Morfoespecie                 | Abundancia (Individuos) |              |              | Abundancia relativa (%) |               |
|------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|-------------------------|---------------|
|                              | P1                      | P2           | Total        | P1                      | P2            |
| <i>Ariopsis sp</i>           | 4,00                    | 0,00         | 4,00         | 12,50                   | 0,00          |
| <i>Caquetaia kraussi</i>     | 16,00                   | 7,00         | 23,00        | 50,00                   | 36,84         |
| <i>Mugil liza</i>            | 2,00                    | 0,00         | 2,00         | 6,25                    | 0,00          |
| <i>Oreochormis niloticus</i> | 10,00                   | 12,00        | 22,00        | 31,25                   | 63,16         |
| <b>Total</b>                 | <b>32,00</b>            | <b>19,00</b> | <b>51,00</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

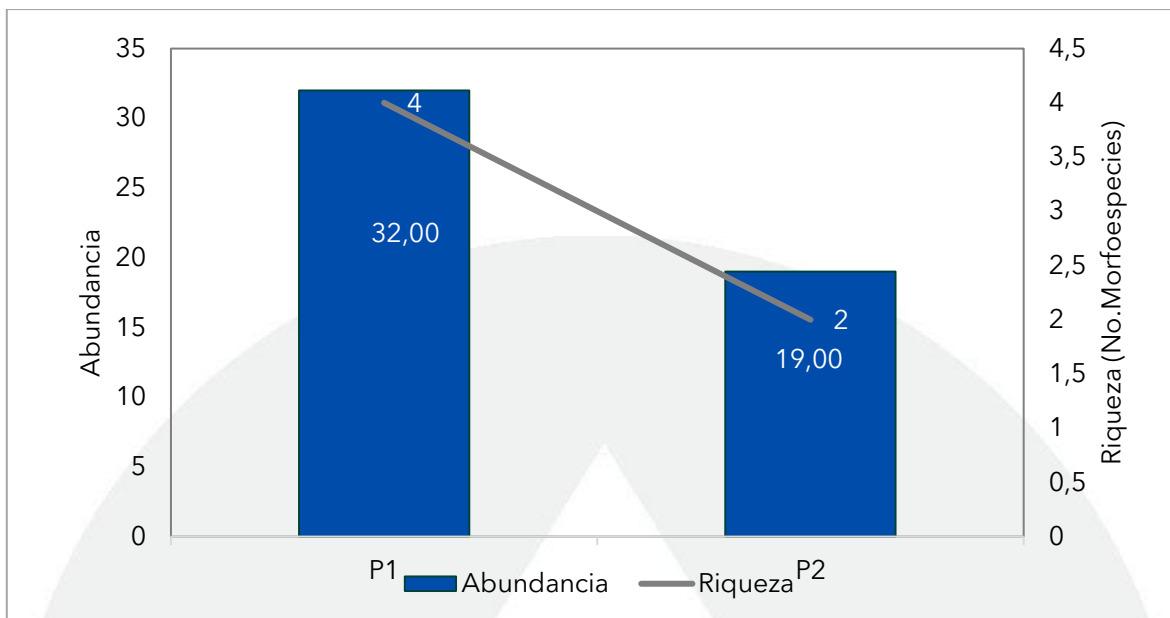
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

A nivel espacial, se observó que el punto de monitoreo P1 fue el de mayor número de capturas, con 32,00 individuos en contraste con los 19 individuos registrados en P2. En cuanto a la riqueza, se obtuvieron valores bajos, entre dos (2) y cuatro (4) morfoespecies y el valor máximo estuvo asociado con P1 (**Gráfica 99**).



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**Gráfica 99. Abundancia (Individuos) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Peces en la ciénaga de Luruaco.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

De acuerdo con lo reportado por García-Alzate (2012), la alta abundancia de especies como *C. kraussi* se debe principalmente a que estas son especies indicadoras de ambientes hipereutrofizados, ya que son altamente tolerantes.

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, que para ese momento representaban el 23,8% de las especies nativas registradas por Ardila (1994). Lo anterior es un indicador de la reducción de la riqueza de peces en la ciénaga de Luruaco al presente año (2023), ya que de acuerdo con la composición reportada en el año 2012 se evidencia que 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 *Ariopsis* sp, se dan debido a la siembra de alevines de las mismas, como estrategia de mitigación a la falta de recurso pesquero en el sistema.







**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 299 de 446

Dado que la riqueza de peces (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de dicha ciénaga 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.

#### **5.2.4.2 Macrófitas acuáticas**

En la Ciénaga San Juan de Luruaco no se reportaron morfoespecies de Macrófitas.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

## 5.3 Cuenca Litoral

### 5.3.1 Ciénaga Paraíso

#### 5.3.1.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga Paraíso estuvo conformada por 25 morfoespecies, vinculadas a cuatro (4) divisiones, siete (7) clases, diez (10) órdenes y 13 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 187**.

**Tabla 187. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Paraíso.**

| División    | Clase            | Orden             | Familia       | Morfoespecie           |
|-------------|------------------|-------------------|---------------|------------------------|
| Chlorophyta | Trebouxiophyceae | Chlorellales      | Chlorellaceae | <i>Actinastrum</i> sp1 |
|             | Chlorophyceae    | Chlamydomonadales | Volvocaceae   | <i>Pandorina morum</i> |

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 301 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División         | Clase             | Orden            | Familia           | Morfoespecie                 |
|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------------------|
|                  | Zygnematophyceae  | Spirogyrales     | Spirogyraceae     | <i>Spirogyra ternata</i>     |
| Cyanobacteria    | Cyanophyceae      | Oscillatoriales  | Oscillatoriaceae  | <i>Oscillatoria</i> sp2      |
|                  |                   |                  | Microcoleaceae    | <i>Planktothrix</i> sp       |
|                  |                   | Spirulinales     | Spirulinaceae     | <i>Spirulina</i> sp1         |
|                  |                   | Nostocales       | Nostocaceae       | <i>Anabaena</i> sp           |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenales       | Phacaceae         | <i>Lepocinclis acus</i>      |
|                  |                   |                  |                   | <i>Lepocinclis</i> sp1       |
|                  |                   |                  |                   | <i>Lepocinclis</i> sp2       |
|                  |                   |                  |                   | <i>Phacus</i> sp1            |
|                  |                   |                  |                   | <i>Phacus</i> sp2            |
|                  |                   |                  |                   | <i>Phacus</i> sp3            |
|                  |                   |                  | Euglenaceae       | <i>Euglena</i> sp1           |
|                  |                   |                  |                   | <i>Euglena</i> sp2           |
|                  |                   |                  |                   | <i>Trachelomonas hispida</i> |
|                  |                   |                  |                   | <i>Trachelomonas</i> sp1     |
|                  |                   |                  |                   | <i>Trachelomonas</i> sp2     |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Naviculales      | Naviculaceae      | <i>Navicula</i> sp1          |
|                  |                   |                  |                   | <i>Gyrosigma</i> sp1         |
|                  |                   | Pinnulariaceae   |                   | <i>Pinnularia</i> sp1        |
|                  |                   |                  |                   | <i>Pinnularia</i> sp2        |
|                  | Cymbellales       | Gomphonemataceae |                   | <i>Gomphonema</i> sp1        |
|                  |                   |                  |                   | <i>Gomphonema</i> sp2        |
|                  | Mediophyceae      | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella</i> sp         |
| <b>4</b>         | <b>7</b>          | <b>10</b>        | <b>13</b>         | <b>25</b>                    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton reportó un valor total de 4890,00 Ind/L y las morfoespecies de mayor abundancia fueron *Cyclotella* sp, *Navicula* sp1 y *Trachelomonas hispida* con 2330,00 Ind/L, 710,00 Ind/L y 670,00 Ind/L, respectivamente; mientras que, las morfoespecies menos representativas fueron *Phacus* sp1 y *Euglena* sp2 con 20,00 Ind/L (**Tabla 188**).

*Cyclotella* sp, este género Principalmente de agua dulce y hábito planctónico (Guiry, 2020). Es cosmopolita (Uherkovich y Rai,1979). Algunas especies se relacionan con ambientes contaminados, eutróficos; alto contenido orgánico (Bellinger y Sigee, 2010).

*Navicula* sp es considerada una diatomea heterotrófica facultativa, lo cual permite su reproducción y desarrollo en diferentes tipos de ecosistemas (Díaz-Quiroz & Rivera-Rendón, 2004).



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 302 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

*Trachelomonas hispida* es una de las algas más frecuentes en las aguas estancadas y que con más profusión se desarrolla cuando existe materia orgánica disuelta en ellas (Guillén; 2021).

**Tabla 188. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Paraíso.**

| Morfoespecie                 | Densidad (Ind/L) | Abundancia relativa (%) |
|------------------------------|------------------|-------------------------|
|                              | P1               | P1                      |
| <i>Actinastrum</i> sp1       | 30,00            | 0,61                    |
| <i>Pandorina</i> morum       | 30,00            | 0,61                    |
| <i>Spirogyra</i> ternata     | 50,00            | 1,02                    |
| <i>Oscillatoria</i> sp2      | 70,00            | 1,43                    |
| <i>Planktothrix</i> sp       | 80,00            | 1,64                    |
| <i>Spirulina</i> sp1         | 40,00            | 0,82                    |
| <i>Anabaena</i> sp           | 90,00            | 1,84                    |
| <i>Lepocinclis</i> acus      | 60,00            | 1,23                    |
| <i>Lepocinclis</i> sp1       | 170,00           | 3,48                    |
| <i>Lepocinclis</i> sp2       | 60,00            | 1,23                    |
| <i>Phacus</i> sp1            | 20,00            | 0,41                    |
| <i>Phacus</i> sp2            | 30,00            | 0,61                    |
| <i>Phacus</i> sp3            | 40,00            | 0,82                    |
| <i>Euglena</i> sp1           | 30,00            | 0,61                    |
| <i>Euglena</i> sp2           | 20,00            | 0,41                    |
| <i>Trachelomonas</i> hispida | 670,00           | 13,70                   |
| <i>Trachelomonas</i> sp1     | 50,00            | 1,02                    |
| <i>Trachelomonas</i> sp2     | 30,00            | 0,61                    |
| <i>Navicula</i> sp1          | 710,00           | 14,52                   |
| <i>Gyrosigma</i> sp1         | 30,00            | 0,61                    |
| <i>Pinnularia</i> sp1        | 90,00            | 1,84                    |
| <i>Pinnularia</i> sp2        | 30,00            | 0,61                    |
| <i>Gomphonema</i> sp1        | 40,00            | 0,82                    |
| <i>Gomphonema</i> sp2        | 90,00            | 1,84                    |
| <i>Cyclotella</i> sp         | 2330,00          | 47,65                   |
| <b>Total</b>                 | <b>4890,00</b>   | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

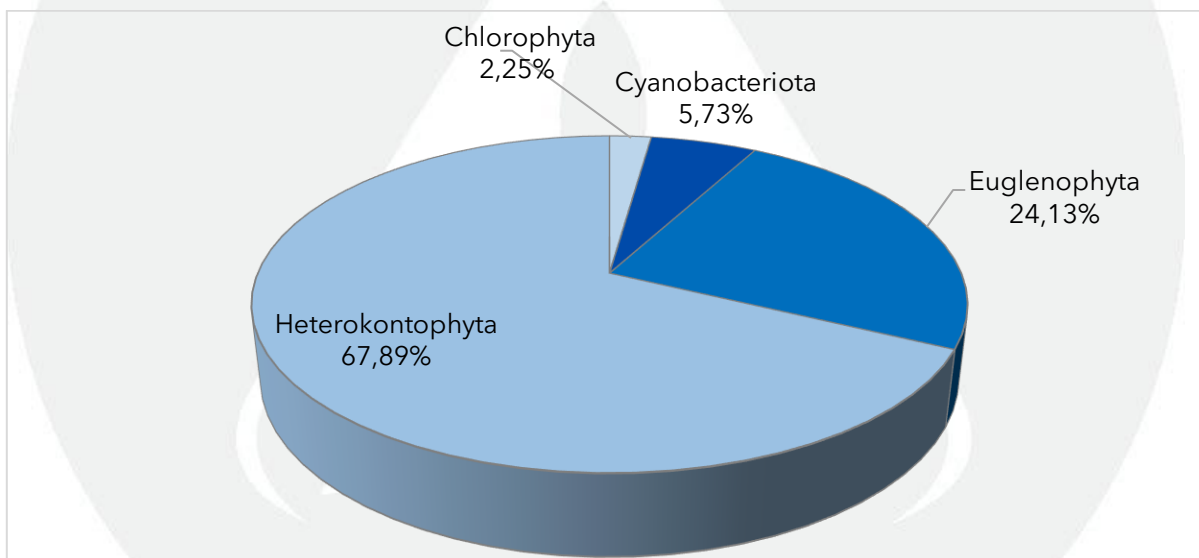
Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah *et al.*, (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia,



tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.

En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Heterokontophyta obtuvo el 67,89% de proporción, seguido de Euglenophyta (24,13%), Cyanobacteriota (5,73%) y Chlorophyta (2,25%) (**Gráfica 100**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).



**Gráfica 100.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga Paraíso.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 1,96; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo un valor medio de (0,61) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor alto siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró un valor superior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza moderada, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 189**).

**Tabla 189. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| Índices        | P1      |
|----------------|---------|
| Taxa_S         | 25      |
| Individuals    | 4890,00 |
| Dominance_D    | 0,27    |
| Shannon_H      | 1,96    |
| Margalef       | 2,83    |
| Equitability_J | 0,61    |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

### 5.3.1.2 Zooplancton

En la ciénaga el Paraíso, la comunidad de zooplancton estuvo representada por ocho (8) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla cuatro (4) clases, cinco (5) órdenes y cuatro (4) familias con dos no determinadas, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 190**.

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 305 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

**Tabla 190. Clasificación taxonómica del zooplancton en la ciénaga el Paraíso.**

| Phylum    | Clase        | Orden         | Familia      | Taxa                   |
|-----------|--------------|---------------|--------------|------------------------|
| Artrópoda | Branchiopoda | Diplostraca   | Sididae      | <i>Diaphanosoma</i> sp |
|           | Maxillopoda  | Cyclopoida    | -            | Cyclopoida morfo 3     |
|           |              | Harpacticoida | -            | Cyclopoida morfo 1     |
| Protozoa  | Lobosa       | Arcellinida   | Arcellidae   | Larva nauplio morfo 1  |
| Rotífera  | Eurotatoria  | Ploima        | Lecanidae    | <i>Arcella</i> sp      |
|           |              |               | Synchaetidae | <i>Lecane</i> sp       |
|           |              |               |              | <i>Lecane</i> sp1      |
| <b>3</b>  | <b>4</b>     | <b>5</b>      | <b>4</b>     | <b>8</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

La densidad total en el punto de monitoreo fue de 267,75 Ind/L con ocho (8) morfoespecies en el cuerpo de agua. La morfoespecie más abundante fue *Arcella* sp con 73,67 Ind/L, mientras que las menores densidades estuvieron asociadas a Cyclopoida morfo 3 con 5,67 Ind/L (**Tabla 191**).

Las amebas del género *Arcella* son un grupo amplio y heterogéneo de micro eucariotas que se desplazan a través de proyecciones citoplasmáticas o pseudópodos. Habitan en suelos húmedos o ambientes acuáticos, desempeñando un papel protagónico en el mantenimiento del flujo de energía y el ciclaje de nutrientes de estos sistemas (Neville et al. 2010).

**Tabla 191. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. de morfoespecies) de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga el Paraíso.**

| Morfoespecie           | Densidad (Ind/L) | Abundancia relativa (%) |
|------------------------|------------------|-------------------------|
|                        | P1               | P1                      |
| <i>Arcella</i> sp      | 73,67            | 27,51                   |
| Cyclopoida morfo 3     | 5,67             | 2,12                    |
| Cyclopoida morfo 1     | 42,50            | 15,87                   |
| <i>Diaphanosoma</i> sp | 17,00            | 6,35                    |
| Larva nauplio morfo 1  | 60,92            | 22,75                   |
| <i>Lecane</i> sp       | 24,08            | 8,99                    |
| <i>Lecane</i> sp1      | 26,92            | 10,05                   |
| <i>Polyarthra</i> sp   | 17,00            | 6,35                    |
| <b>Total</b>           | <b>267,75</b>    | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

En cuanto al aporte de los phylum en el área de estudio tenemos que Artrópoda representó la mayor contribución con el 47,09%, seguido de Protozoa (27,51%) y Rotífera (25,40%) (**Gráfica 101**).



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

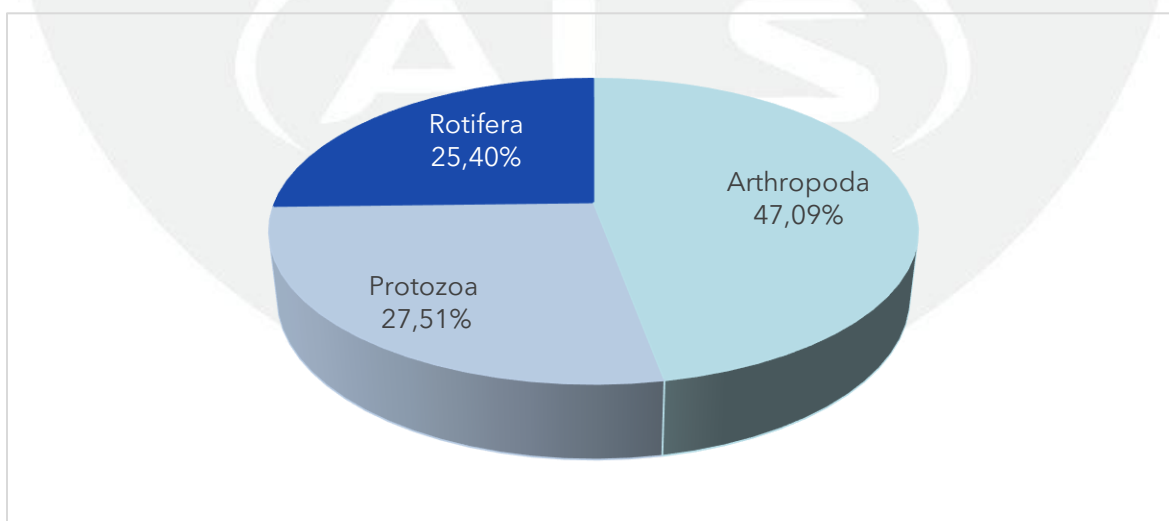




Los artrópodos abarcan muchos ámbitos, dentro de los que se destaca su gran habilidad para adaptarse a ambientes acuáticos, por lo que algunos de sus organismos pueden vivir en el agua durante toda su vida o parte de su ciclo de vida ya que en cierta medida sus estados maduros se desarrollan en el agua. Adicionalmente, algunos de estos artrópodos son sensibles a los cambios bruscos de las condiciones de su medio (en el agua) (Pascal, 2018).

Por otro lado, 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).

Los rotíferos constituyen uno de los principales componentes del zooplancton de aguas continentales. En la mayoría de los cuerpos dulceacuícolas dominan en riqueza y abundancia de especies. La gran heterogeneidad de características fisiológicas, morfológicas y requerimientos ecológicos desarrollados a lo largo de la evolución les han permitido ocupar exitosamente una gran diversidad de hábitats, naturales y artificiales, así como ambientes lóticos y semiacuáticos como líquenes, musgos y turberas (Paggi y José de Paggi, 1990).



**Gráfica 101. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga el Paraíso.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



El índice de Shannon-Wiener reportó un valor inferior a 2, indicando contaminación según lo señala Margalef (1983). Por su parte, el índice de equidad presentó un valor de 0,90 lo que podría indicar que las poblaciones presentan una distribución homogénea en el área de estudio. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) fue baja (0,18) y congruente con los valores de equidad. Finalmente, el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de baja riqueza (1,26) **Tabla 192.**

**Tabla 192. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton en la ciénaga el Paraíso.**

| Índice         | P1     |
|----------------|--------|
| Taxa_S         | 8,00   |
| Individuals    | 267,75 |
| Dominance_D    | 0,18   |
| Shannon_H      | 1,86   |
| Margalef       | 1,26   |
| Equitability_J | 0,90   |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

### 5.3.1.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 308 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

La comunidad perifítica en el área de estudio estuvo representada por 11 morfoespecies vinculadas a cuatro (4) divisiones, igual número de clases, ocho (8) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 193**.

**Tabla 193. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga Paraíso.**

| División         | Clase             | Orden           | Familia          | Morfoespecie                                  |
|------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------------------------------------|
| Chlorophyta      | Chlorophyceae     | Oedogoniales    | Oedogoniaceae    | <i>Oedogonium</i> sp                          |
|                  |                   | Sphaeropleales  | Scenedesmaceae   | <i>Scenedesmus</i> sp1                        |
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae      | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria</i> sp2<br><i>Lyngbya</i> sp1 |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenida       | Phacidae         | <i>Lepocinclis</i> sp                         |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales   | Bacillariaceae   | <i>Nitzschia</i> sp1                          |
|                  |                   | Naviculales     | Naviculaceae     | <i>Navicula</i> sp1<br><i>Gyrosigma</i> sp2   |
|                  |                   | Cymbellales     | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema</i> sp1                         |
|                  |                   | Fragilariales   | Fragilariaceae   | <i>Synedra</i> sp1<br><i>Fragilaria</i> sp    |
| <b>4</b>         | <b>4</b>          | <b>8</b>        | <b>8</b>         | <b>11</b>                                     |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La comunidad perifítica registró un valor total de 3792,15 Ind/cm<sup>2</sup> y la morfoespecie más abundante fue *Navicula* sp1 con 1709,25 Ind/cm<sup>2</sup>; mientras que la morfoespecie menos representativa fue *Pinnularia* sp1 con 35,40 Ind/cm<sup>2</sup> (**Tabla 194**).

Con respecto al género *Navicula*, Cox (1994) destaca que, son organismos que pueden funcionar como bioindicadores del medio, es decir, la presencia del género *Navicula* podría facilitar la identificación de diferentes biotopos, teniendo en cuenta factores ambientales que pueden ejercer algún tipo de presión sobre las comunidades de diatomeas.

**Tabla 194. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga Paraíso.**

| Morfoespecie           | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) | Abundancia relativa (%) |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                        | P1                              | P1                      |
| <i>Oedogonium</i> sp   | 103,35                          | 2,73                    |
| <i>Scenedesmus</i> sp1 | 15,90                           | 0,42                    |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 309 de 446

| Morfoespecie            | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) | Abundancia relativa (%) |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                         | P1                              | P1                      |
| <i>Oscillatoria</i> sp2 | 278,25                          | 7,34                    |
| <i>Lyngbya</i> sp1      | 349,80                          | 9,22                    |
| <i>Lepocinclis</i> sp   | 15,90                           | 0,42                    |
| <i>Nitzschia</i> sp1    | 620,10                          | 16,35                   |
| <i>Navicula</i> sp1     | 1709,25                         | 45,07                   |
| <i>Gyrosigma</i> sp2    | 15,90                           | 0,42                    |
| <i>Gomphonema</i> sp1   | 556,50                          | 14,68                   |
| <i>Synedra</i> sp1      | 47,70                           | 1,26                    |
| <i>Fragilaria</i> sp    | 79,50                           | 2,10                    |
| <b>Total</b>            | <b>3792,15</b>                  | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

La distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson *et al.*, 1996); así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova y Donald, 2002). Teniendo en cuenta lo mencionado, resulta probable que el área de estudio ofrezca gradientes ambientales que generan diferentes microhábitats en los puntos de muestreo, que permiten una mayor colonización y desarrollo de células en determinados puntos.

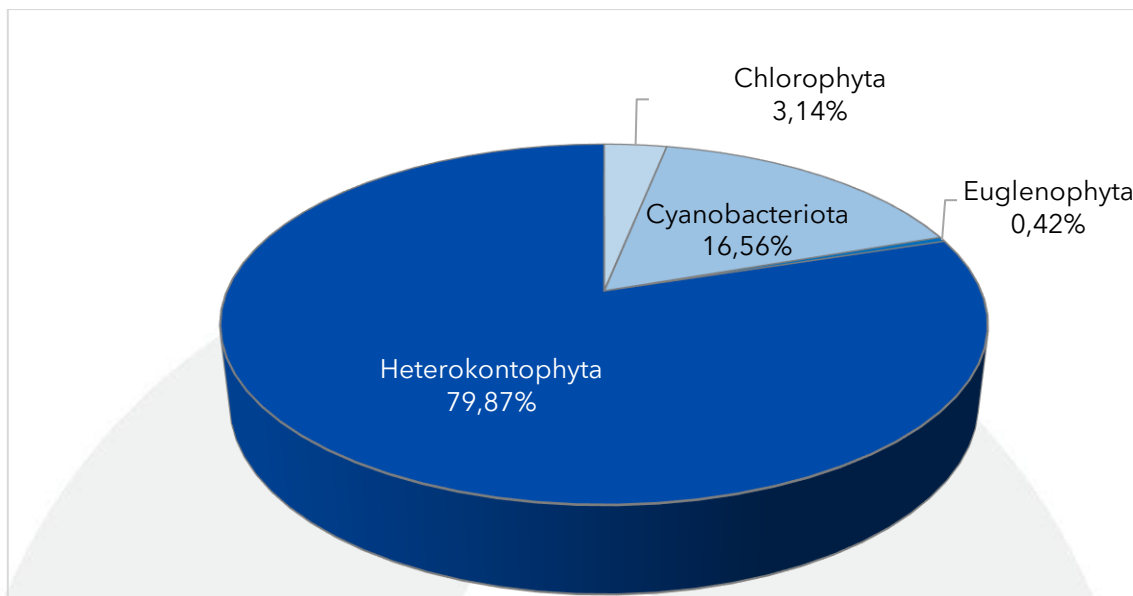
En cuanto a la contribución de cada división a la densidad total, se observó que Heterokontophyta obtuvo el mayor aporte, representado en un 79,87%, seguida de Cyanobacteriota (16,56%), Chlorophyta (3,14%) y Euglenophyta (0,42%) (**Gráfica 102**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**Gráfica 102. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registrados en la Ciénaga Paraíso.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 1,65; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo un valor medio de (0,69) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor bajo siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró un valor inferior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 195**).

**Tabla 195. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.**

| Índices | P1 |
|---------|----|
| Taxa_S  | 11 |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 311 de 446

| Índices        | P1      |
|----------------|---------|
| Individuals    | 3792,15 |
| Dominance_D    | 0,27    |
| Shannon_H      | 1,65    |
| Margalef       | 1,21    |
| Equitability_J | 0,69    |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023*



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

### 5.3.1.4 Macroinvertebrados bentónicos

En la ciénaga Paraíso no se reportaron morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos.

### 5.3.1.5 Peces

La comunidad íctica en la ciénaga Paraíso, durante el monitoreo estuvo conformada por tres (3) especies, las cuales estuvieron distribuidas taxonómicamente en un (1) phylum, e igual número de clases, un (1) orden y una (1) familia, cuya clasificación taxonómica se encuentra en detalle en la **Tabla 196**.

**Tabla 196. Clasificación taxonómica de las especies ícticas reportadas en la ciénaga Paraíso.**

| Phylum   | Clase     | Orden        | Familia      | Morfoespecie                 |
|----------|-----------|--------------|--------------|------------------------------|
| Chordata | Teleostei | Cichliformes | Cichlidae    | <i>Caquetaia kraussi</i>     |
|          |           | Siluriformes | Loricariidae | <i>Oreochromis niloticus</i> |
|          |           |              |              | Loricariidae morfo 1         |
| <b>1</b> | <b>1</b>  | <b>2</b>     | <b>2</b>     | <b>3</b>                     |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La especie de mayor abundancia fue *Loricariidae morfo 1*, ya que reportó 8,00 individuos representados en 42,11% de la abundancia relativa del punto de monitoreo, seguida de *O.niloticus* con 6,00 individuos y una abundancia relativa de 31,58%. (**Tabla 197**).

Los peces de la familia Loricariidae Se encuentran en una gran cantidad de ecosistemas de agua dulce y habitan en microhábitats bentónicos. La mayoría de las especies viven en las zonas rocosas de los arroyos y son principalmente herbívoros, estando en constante búsqueda de diatomeas o cianobacterias (Fishipedia, 2023).

**Tabla 197. Abundancia y abundancia relativa de especies ícticas reportadas en la ciénaga Paraíso.**

| Morfoespecie                 | Abundancia   | Abundancia relativa (%) |
|------------------------------|--------------|-------------------------|
|                              | P1           |                         |
| <i>Caquetaia kraussi</i>     | 5,00         | 26,32                   |
| <i>Loricariidae morfo 1</i>  | 8,00         | 42,11                   |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | 6,00         | 31,58                   |
| <b>Total</b>                 | <b>19,00</b> | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 313 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

Debido a la baja riqueza reportada en el área de estudio los índices de diversidad no fueron calculados, ya que el número de morfoespecies fue menor a 5.

### 5.3.1.6 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga Paraíso se reportó una especie de macrófitas, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 198**.

**Tabla 198. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Paraíso.**

| División     | Clase         | Orden        | Familia        | Morfoespecie                |
|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------------------------|
| Tracheophyta | Magnoliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> |
| <b>1</b>     | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>1</b>       | <b>1</b>                    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

*E.crassipes* reportó una cobertura de 100,00% para el punto muestreado en la ciénaga (**Tabla 199**).

**Tabla 199. Porcentaje de cobertura (%) de las macrófitas acuáticas en la ciénaga Paraíso.**

| Morfoespecie                | P1            |
|-----------------------------|---------------|
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 100,00        |
| <b>Total</b>                | <b>100,00</b> |

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

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de dicha ciénaga 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 Ciénaga Mallorquín

#### 5.3.2.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga Mallorquín estuvo conformada por 22 morfoespecies, vinculadas a cuatro (4) divisiones, siete (7) clases, diez (10) órdenes y 15 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 200**.

**Tabla 200. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Mallorquín.**

| División      | Clase         | Orden            | Familia           | Morfoespecie             |
|---------------|---------------|------------------|-------------------|--------------------------|
| Chlorophyta   | Chlorophyceae | Sphaeropleales   | Hydrodictyaceae   | <i>Pediastrum duplex</i> |
| Cyanobacteria | Cyanophyceae  | Synechococcales  | Merismopediaceae  | <i>Merismopedia sp1</i>  |
|               |               | Gomontiellales   | Gomontiellaceae   | <i>Komvophoron sp</i>    |
|               |               | Pseudanabaenales | Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena sp</i>  |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 315 de 446

| División         | Clase             | Orden               | Familia           | Morfoespecie                    |
|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------|
|                  |                   | Oscillatoriales     | Oscillatoriaceae  | <i>Oscillatoria</i> sp1         |
|                  |                   |                     | Gomontiellaceae   | <i>Oscillatoria</i> sp2         |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenales          | Phacaceae         | <i>Phacus</i> sp1               |
|                  |                   |                     |                   | <i>Lepocinclis</i> sp1          |
| Heterokontophyta | Mediophyceae      | Chaetocerotales     | Chaetocerotaceae  | <i>Chaetoceros affinis</i>      |
|                  |                   |                     |                   | <i>Chaetoceros</i> sp1          |
|                  |                   |                     |                   | <i>Chaetoceros</i> sp2          |
|                  |                   |                     |                   | <i>Chaetoceros</i> sp3          |
|                  |                   |                     |                   | <i>Chaetoceros</i> sp4          |
|                  |                   |                     |                   | <i>Chaetoceros</i> sp5          |
|                  |                   | Thalassiosirales    | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira</i> sp1        |
|                  |                   |                     |                   | <i>Thalassiosira</i> sp2        |
|                  |                   | Eupodiscales        | Skeletonemataceae | <i>Skeletonema costatum</i>     |
|                  |                   |                     | Eupodiscaceae     | <i>Odontella</i> sp1            |
|                  | Bacillariophyceae | Hemiaulales         | Hemiaulaceae      | <i>Odontella</i> sp2            |
|                  |                   |                     |                   | <i>Hemiaulus</i> sp1            |
|                  |                   | Biddulphiales       | Biddulphiaceae    | <i>Hemiaulus</i> sp2            |
|                  |                   |                     |                   | <i>Biddulphia</i> sp1           |
|                  |                   | Thalassiosiphysales | Catenulaceae      | <i>Biddulphia</i> sp2           |
|                  |                   |                     |                   | <i>Amphora</i> sp               |
|                  |                   | Surirellales        | Entomoneidaceae   | <i>Emtomoneis alata</i>         |
|                  |                   |                     |                   | <i>Emtomoneis</i> sp1           |
|                  |                   | Naviculales         | Naviculaceae      | <i>Gyrosigma</i> sp1            |
|                  |                   |                     |                   | <i>Gyrosigma</i> sp2            |
|                  |                   |                     |                   | <i>Gyrosigma</i> sp3            |
|                  |                   |                     |                   | <i>Navicula</i> sp1             |
|                  |                   |                     |                   | <i>Navicula</i> sp2             |
|                  |                   |                     | Pleurosigmataceae | <i>Pleurosigma</i> sp. 1        |
|                  |                   | Bacillariales       | Bacillariaceae    | <i>Pleurosigma</i> sp. 2        |
|                  |                   |                     |                   | <i>Pleurosigma</i> sp. 3        |
|                  |                   |                     |                   | <i>Cylindrotheca closterium</i> |



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 316 de 446

| División | Clase               | Orden              | Familia             | Morfoespecie                      |
|----------|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 4        |                     |                    |                     | <i>Nitzschia longissima</i>       |
|          |                     |                    |                     | <i>Nitzschia</i> sp1              |
|          |                     |                    |                     | <i>Nitzschia</i> sp2              |
|          |                     |                    |                     | <i>Nitzschia</i> sp4              |
|          |                     |                    |                     | <i>Pseudo-nitzschia</i> sp        |
|          |                     |                    |                     | <i>Synedra</i> sp                 |
|          | Coccinodiscophyceae | Fragilariales      | Fragilariaceae      | <i>Asterionella gracialis</i>     |
|          |                     | Thalassionematales | Thalassionemataceae | <i>Thalassionema nitzschoides</i> |
|          |                     |                    |                     | <i>Thalassionema frauenfeldii</i> |
|          |                     | Coccinodiscales    | Coccinodiscaceae    | <i>Coccinodiscus radiatus</i>     |
|          |                     |                    |                     | <i>Coccinodiscus</i> sp1          |
|          |                     | Rhizosoleniales    | Rhizosoleniaceae    | <i>Guinardia flaccida</i>         |
|          |                     |                    |                     | <i>Guinardia striata</i>          |
|          |                     |                    |                     | <i>Rhizosolenia</i> sp. 2         |
|          |                     | Stephanopyxales    | Stephanopyxidaceae  | <i>Rhizosolenia</i> sp. 3         |
|          |                     |                    |                     | <i>Stephanopyxis</i> sp           |
|          |                     | Triceratiales      | Triceratiaceae      | <i>Triceratium</i> sp             |
| <b>4</b> | <b>6</b>            | <b>21</b>          | <b>24</b>           | <b>52</b>                         |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia fue *Pseudanabaena* sp con 27004000,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Pleurosigma* sp3, con 5714,29 Ind/L (**Tabla 201**).

*Pseudanabaena*, este género puede encontrarse en sistemas límnicos mesotróficos a eutróficos de todo el mundo (Bonilla, 2009).



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**  
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01  
Versión: 03  
Fecha: 07/09/2023  
Página 317 de 446

**Tabla 201. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Mallorquín.**

| Morfoespecie                | Densidad (Ind/L) |           |            |           |           |           |             | Total       |
|-----------------------------|------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
|                             | P1               | P2        | P3         | P4        | P5        | P6        | P7          |             |
| <i>Pediastrum duplex</i>    | 6666,67          | 0,00      | 0,00       | 0,00      | 43333,33  | 0,00      | 0,00        | 50000,00    |
| <i>Merismopedia</i> sp1     | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 0,00      | 0,00      | 31428,57  | 12000,00    | 43428,57    |
| <i>Komvophoron</i> sp       | 390000,00        | 0,00      | 1252000,00 | 0,00      | 0,00      | 22857,14  | 4988000,00  | 6652857,14  |
| <i>Pseudanabaena</i> sp     | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 27004000,00 | 27004000,00 |
| <i>Oscillatoria</i> sp1     | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 0,00      | 123333,33 | 0,00      | 0,00        | 123333,33   |
| <i>Oscillatoria</i> sp2     | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 0,00      | 36666,67  | 25714,29  | 0,00        | 62380,95    |
| <i>Phacus</i> sp1           | 0,00             | 0,00      | 8000,00    | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 8000,00     |
| <i>Lepocinclis</i> sp1      | 0,00             | 0,00      | 8000,00    | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 8000,00     |
| <i>Chaetoceros affinis</i>  | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 36666,67  | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 36666,67    |
| <i>Chaetoceros</i> sp1      | 6666,67          | 0,00      | 0,00       | 0,00      | 10000,00  | 0,00      | 0,00        | 16666,67    |
| <i>Chaetoceros</i> sp2      | 0,00             | 0,00      | 16000,00   | 56666,67  | 16666,67  | 0,00      | 0,00        | 89333,33    |
| <i>Chaetoceros</i> sp3      | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 73333,33  | 46666,67  | 0,00      | 0,00        | 120000,00   |
| <i>Chaetoceros</i> sp4      | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 26666,67  | 0,00      | 0,00      | 32000,00    | 58666,67    |
| <i>Chaetoceros</i> sp5      | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 0,00      | 13333,33  | 0,00      | 0,00        | 13333,33    |
| <i>Thalassiosira</i> sp1    | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 66666,67  | 0,00      | 0,00      | 416000,00   | 482666,67   |
| <i>Thalassiosira</i> sp2    | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 0,00      | 6666,67   | 0,00      | 80000,00    | 86666,67    |
| <i>Skeletonema costatum</i> | 0,00             | 206666,67 | 0,00       | 146666,67 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 353333,33   |
| <i>Odontella</i> sp1        | 0,00             | 3333,33   | 0,00       | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 12000,00    | 15333,33    |
| <i>Odontella</i> sp2        | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 6666,67   | 0,00      | 0,00      | 20000,00    | 26666,67    |
| <i>Hemiaulus</i> sp1        | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 10000,00  | 0,00      | 0,00      | 4000,00     | 14000,00    |
| <i>Hemiaulus</i> sp2        | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 6666,67   | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 6666,67     |
| <i>Biddulphia</i> sp1       | 0,00             | 6666,67   | 0,00       | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 8000,00     | 14666,67    |
| <i>Biddulphia</i> sp2       | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 24000,00    | 24000,00    |
| <i>Amphora</i> sp           | 10000,00         | 13333,33  | 36000,00   | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 24000,00    | 83333,33    |
| <i>Etmoneis alata</i>       | 13333,33         | 40000,00  | 0,00       | 23333,33  | 0,00      | 0,00      | 212000,00   | 288666,67   |
| <i>Etmoneis</i> sp1         | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 0,00      | 0,00      | 348571,43 | 0,00        | 348571,43   |
| <i>Gyrosigma</i> sp1        | 0,00             | 6666,67   | 0,00       | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 6666,67     |
| <i>Gyrosigma</i> sp2        | 0,00             | 3333,33   | 0,00       | 0,00      | 0,00      | 8571,43   | 0,00        | 11904,76    |
| <i>Gyrosigma</i> sp3        | 0,00             | 0,00      | 0,00       | 10000,00  | 0,00      | 8571,43   | 0,00        | 18571,43    |



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**  
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01  
Versión: 03  
Fecha: 07/09/2023  
Página 318 de 446

| Morfoespecie                      | Densidad (Ind/L) |                  |                   |                  |                  |                  |                    | Total              |
|-----------------------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
|                                   | P1               | P2               | P3                | P4               | P5               | P6               | P7                 |                    |
| <i>Navicula</i> sp1               | 0,00             | 6666,67          | 0,00              | 0,00             | 0,00             | 14285,71         | 0,00               | 20952,38           |
| <i>Navicula</i> sp2               | 0,00             | 10000,00         | 0,00              | 0,00             | 13333,33         | 0,00             | 0,00               | 23333,33           |
| <i>Pleurosigma</i> sp1            | 0,00             | 13333,33         | 0,00              | 0,00             | 0,00             | 8571,43          | 0,00               | 21904,76           |
| <i>Pleurosigma</i> sp2            | 0,00             | 10000,00         | 0,00              | 0,00             | 13333,33         | 11428,57         | 0,00               | 34761,90           |
| <i>Pleurosigma</i> sp3            | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 0,00             | 0,00             | 5714,29          | 0,00               | 5714,29            |
| <i>Cylindrotheca closterium</i>   | 0,00             | 10000,00         | 12000,00          | 0,00             | 0,00             | 137142,86        | 0,00               | 159142,86          |
| <i>Nitzschia longissima</i>       | 16666,67         | 0,00             | 0,00              | 0,00             | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 16666,67           |
| <i>Nitzschia</i> sp1              | 0,00             | 10000,00         | 0,00              | 33333,33         | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 43333,33           |
| <i>Nitzschia</i> sp2              | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 23333,33         | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 23333,33           |
| <i>Nitzschia</i> sp4              | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 0,00             | 0,00             | 0,00             | 24000,00           | 24000,00           |
| <i>Pseudo-nitzschia</i> sp        | 0,00             | 10000,00         | 12000,00          | 0,00             | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 22000,00           |
| <i>Synedra</i> sp                 | 0,00             | 0,00             | 12000,00          | 0,00             | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 12000,00           |
| <i>Asterionella gracialis</i>     | 10000,00         | 6666,67          | 0,00              | 0,00             | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 16666,67           |
| <i>Thalassionema nitzschoides</i> | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 0,00             | 0,00             | 0,00             | 12000,00           | 12000,00           |
| <i>Thalassionema frauenfeldii</i> | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 20000,00         | 0,00             | 0,00             | 8000,00            | 28000,00           |
| <i>Coscinodiscus radiatus</i>     | 16666,67         | 0,00             | 0,00              | 0,00             | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 16666,67           |
| <i>Coscinodiscus</i> sp1          | 0,00             | 0,00             | 24000,00          | 0,00             | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 24000,00           |
| <i>Guinardia flaccida</i>         | 0,00             | 0,00             | 16000,00          | 10000,00         | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 26000,00           |
| <i>Guinardia striata</i>          | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 10000,00         | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 10000,00           |
| <i>Rhizosolenia</i> sp. 2         | 0,00             | 0,00             | 8000,00           | 0,00             | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 8000,00            |
| <i>Rhizosolenia</i> sp. 3         | 0,00             | 0,00             | 8000,00           | 0,00             | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 8000,00            |
| <i>Stephanopyxis</i> sp           | 83333,33         | 23333,33         | 8000,00           | 0,00             | 0,00             | 0,00             | 20000,00           | 134666,67          |
| <i>Triceratium</i> sp             | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 20000,00         | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 20000,00           |
| <b>Total</b>                      | <b>553333,33</b> | <b>380000,00</b> | <b>1420000,00</b> | <b>580000,00</b> | <b>323333,33</b> | <b>622857,14</b> | <b>32900000,00</b> | <b>36779523,81</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**Tabla 202. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Mallorquín.**

| Morfoespecie                | Abundancia relativa (%) |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                             | P1                      | P2    | P3    | P4    | P5    | P6    | P7    |
| <i>Pediastrum duplex</i>    | 1,20                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 13,40 | 0,00  | 0,00  |
| <i>Merismopedia</i> sp1     | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 5,05  | 0,04  |
| <i>Komvophoron</i> sp       | 70,48                   | 0,00  | 88,17 | 0,00  | 0,00  | 3,67  | 15,16 |
| <i>Pseudanabaena</i> sp     | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 82,08 |
| <i>Oscillatoria</i> sp1     | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 38,14 | 0,00  | 0,00  |
| <i>Oscillatoria</i> sp2     | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 11,34 | 4,13  | 0,00  |
| <i>Phacus</i> sp1           | 0,00                    | 0,00  | 0,56  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Lepocinclis</i> sp1      | 0,00                    | 0,00  | 0,56  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Chaetoceros affinis</i>  | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 6,32  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Chaetoceros</i> sp1      | 1,20                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 3,09  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Chaetoceros</i> sp2      | 0,00                    | 0,00  | 1,13  | 9,77  | 5,15  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Chaetoceros</i> sp3      | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 12,64 | 14,43 | 0,00  | 0,00  |
| <i>Chaetoceros</i> sp4      | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 4,60  | 0,00  | 0,00  | 0,10  |
| <i>Chaetoceros</i> sp5      | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 4,12  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Thalassiosira</i> sp1    | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 11,49 | 0,00  | 0,00  | 1,26  |
| <i>Thalassiosira</i> sp2    | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 2,06  | 0,00  | 0,24  |
| <i>Skeletonema costatum</i> | 0,00                    | 54,39 | 0,00  | 25,29 | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Odontella</i> sp1        | 0,00                    | 0,88  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,04  |
| <i>Odontella</i> sp2        | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 1,15  | 0,00  | 0,00  | 0,06  |
| <i>Hemiaulus</i> sp1        | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 1,72  | 0,00  | 0,00  | 0,01  |
| <i>Hemiaulus</i> sp2        | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 1,15  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Biddulphia</i> sp1       | 0,00                    | 1,75  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,02  |
| <i>Biddulphia</i> sp2       | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,07  |
| <i>Amphora</i> sp           | 1,81                    | 3,51  | 2,54  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,07  |
| <i>Emtomoneis alata</i>     | 2,41                    | 10,53 | 0,00  | 4,02  | 0,00  | 0,00  | 0,64  |
| <i>Emtomoneis</i> sp1       | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 55,96 | 0,00  |
| <i>Gyrosigma</i> sp1        | 0,00                    | 1,75  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Gyrosigma</i> sp2        | 0,00                    | 0,88  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 1,38  | 0,00  |
| <i>Gyrosigma</i> sp3        | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 1,72  | 0,00  | 1,38  | 0,00  |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**  
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01  
Versión: 03  
Fecha: 07/09/2023  
Página 320 de 446

| Morfoespecie                      | Abundancia relativa (%) |               |               |               |               |               |               |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                   | P1                      | P2            | P3            | P4            | P5            | P6            | P7            |
| <i>Navicula</i> sp1               | 0,00                    | 1,75          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 2,29          | 0,00          |
| <i>Navicula</i> sp2               | 0,00                    | 2,63          | 0,00          | 0,00          | 4,12          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Pleurosigma</i> sp1            | 0,00                    | 3,51          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 1,38          | 0,00          |
| <i>Pleurosigma</i> sp2            | 0,00                    | 2,63          | 0,00          | 0,00          | 4,12          | 1,83          | 0,00          |
| <i>Pleurosigma</i> sp3            | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,92          | 0,00          |
| <i>Cylindrotheca closterium</i>   | 0,00                    | 2,63          | 0,85          | 0,00          | 0,00          | 22,02         | 0,00          |
| <i>Nitzschia longissima</i>       | 3,01                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Nitzschia</i> sp1              | 0,00                    | 2,63          | 0,00          | 5,75          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Nitzschia</i> sp2              | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 4,02          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Nitzschia</i> sp4              | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,07          |
| <i>Pseudo-nitzschia</i> sp        | 0,00                    | 2,63          | 0,85          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Synedra</i> sp                 | 0,00                    | 0,00          | 0,85          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Asterionella gracialis</i>     | 1,81                    | 1,75          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Thalassionema nitzschoides</i> | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,04          |
| <i>Thalassionema frauenfeldii</i> | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 3,45          | 0,00          | 0,00          | 0,02          |
| <i>Coscinodiscus radiatus</i>     | 3,01                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Coscinodiscus</i> sp1          | 0,00                    | 0,00          | 1,69          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Guinardia flaccida</i>         | 0,00                    | 0,00          | 1,13          | 1,72          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Guinardia striata</i>          | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 1,72          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Rhizosolenia</i> sp. 2         | 0,00                    | 0,00          | 0,56          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Rhizosolenia</i> sp. 3         | 0,00                    | 0,00          | 0,56          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Stephanopyxis</i> sp           | 15,06                   | 6,14          | 0,56          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,06          |
| <i>Triceratium</i> sp             | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 3,45          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <b>Total</b>                      | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

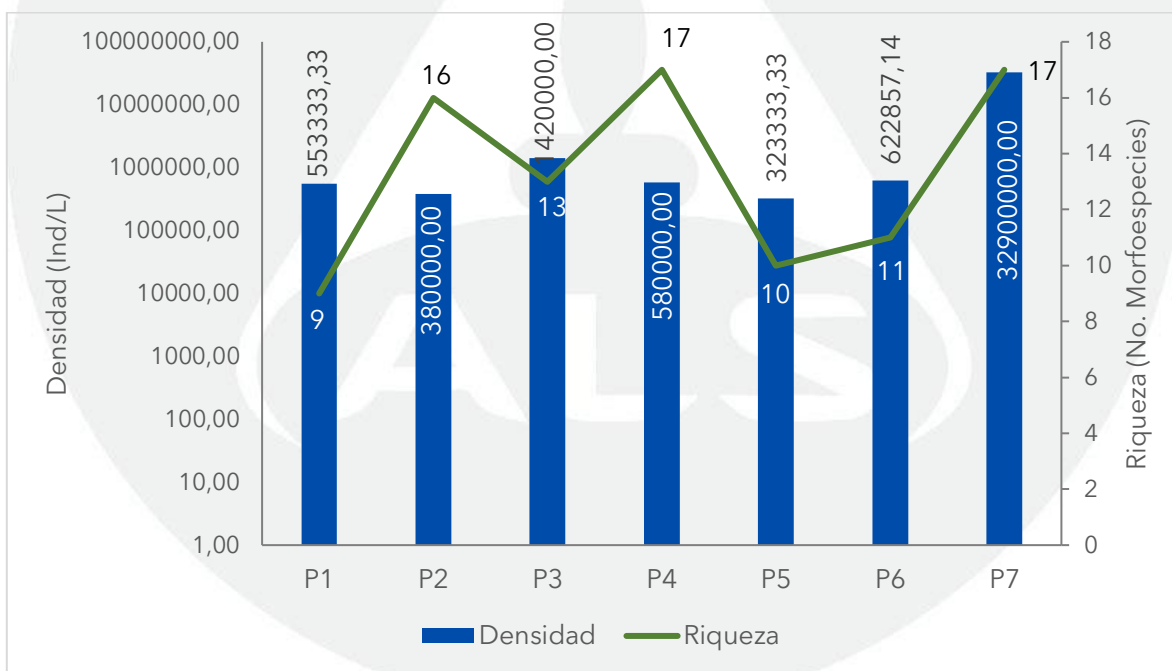
Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 321 de 446

El fitoplancton obtuvo una densidad total de 36779523,81 Ind/L y esta fue mayor en el punto "P7" donde reportó 32900000,00 Ind/L. En cuanto a la riqueza, varió entre 9-17 morfoespecies, y su valor máximo se reportó en los puntos P4 y P7 (**Gráfica 103**).

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah et al., (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico).



**Gráfica 103.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la Ciénaga Mallorquín.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

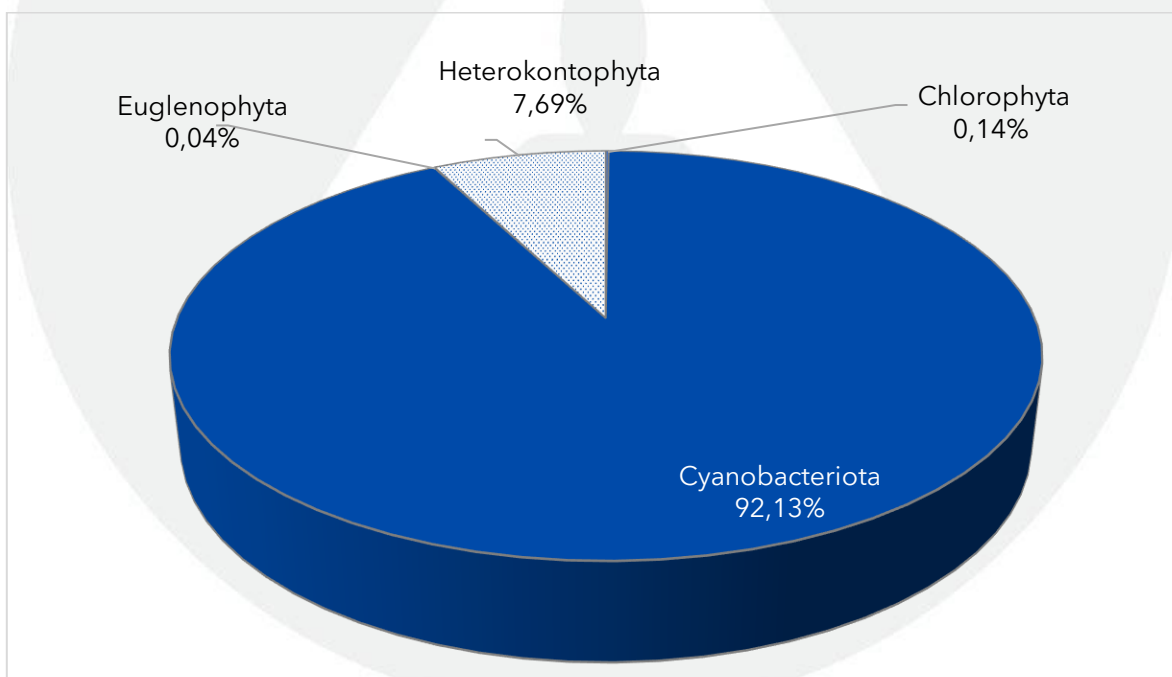
part of

**ALS Limited**



En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Cyanobacteriota obtuvo el 92,13% de proporción, seguido de Heterokontophyta (7,69%), Chlorophyta (0,14%) y Euglenophyta (0,04%) (**Gráfica 104**).

Las cianobacterias, poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles (Roldan y Ramírez, 2008). Se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno/fosforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las mismas (Ramírez, 2000). Son consideradas de gran importancia en términos de la productividad primaria de los ecosistemas, debido a su gran capacidad de fijación del  $N_2$ , sin embargo, su excesivo crecimiento se considera toxico llegando a matar invertebrados bentónicos y a los vertebrados acuáticos (peces) (Roldán y Ramírez, 2008).



**Gráfica 104.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga Mallorquín.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las divisiones correspondientes a Cyanobacteriota y Heterokontophyta reportaron sus mayores aportes en el punto "P7" con 32004000,00 Ind/L y 896000,00





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

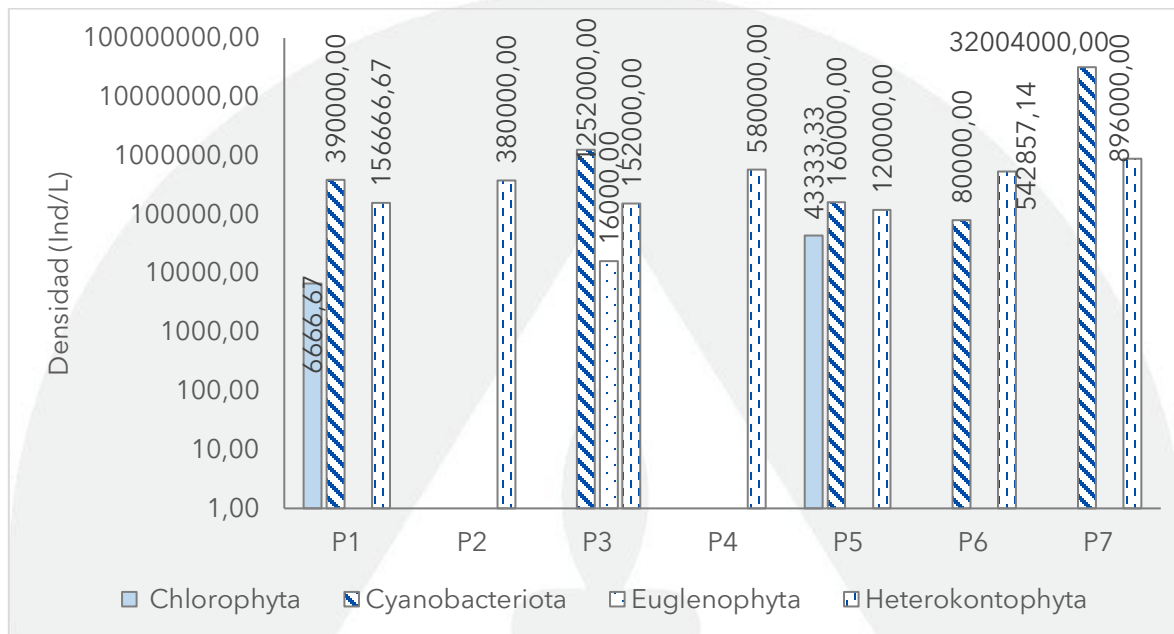
Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 323 de 446

Ind/L, respectivamente; por su parte Chlorophyta solo presentó contribuciones en dos puntos, y su máximo se registró en el punto "P5" con 43333,33 Ind/L, la división Euglenophyta registró densidades bajas, y solo tuvo aportes en el punto "P3" con 16000,00 Ind/L (**Gráfica 105**).



**Gráfica 105.. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga Mallorquín por punto de monitoreo.**

*\*: Los datos presentados en la gráfica se encuentran en escala logarítmica*

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0,64 y 2,44, siendo máximo en el punto "P4"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo valores bajos-medios de 0,21 a 0,86, siendo máximo en el punto "P4" que se relacionan con las densidades de la morfoespecie *Pseudanabaena* sp, las cuales fueron significativamente superiores al resto de las morfoespecies en el ensamblaje fitoplanctónico. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores bajos-medios, lo anterior se encuentra explicado por las densidades de las morfoespecies antes mencionadas, demostrando así la conceptualidad inversa de este índice con el de equitatividad.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 203**).

**Tabla 203. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| Indices | Taxa_S | Individuals | Dominance_D | Shannon_H | Margalef | Equitability_J |
|---------|--------|-------------|-------------|-----------|----------|----------------|
| P1      | 9      | 553333,33   | 0,52        | 1,08      | 0,61     | 0,49           |
| P2      | 16     | 380000,00   | 0,32        | 1,82      | 1,17     | 0,66           |
| P3      | 13     | 1420000,00  | 0,78        | 0,64      | 0,85     | 0,25           |
| P4      | 17     | 580000,00   | 0,12        | 2,44      | 1,21     | 0,86           |
| P5      | 10     | 323333,33   | 0,21        | 1,90      | 0,71     | 0,82           |
| P6      | 11     | 622857,14   | 0,37        | 1,44      | 0,75     | 0,60           |
| P7      | 17     | 32900000,00 | 0,70        | 0,60      | 0,92     | 0,21           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

### 5.3.2.2 Zooplancton

En la ciénaga Mallorquin la comunidad de zooplancton estuvo representada por un total de nueve (9) morfoespecies, distribuidas en cinco (5) Phyla, seis (6) clases con una no determinada, tres (3) ordenes con 6 no determinados y una (1) familia con 8 no determinadas (**Tabla 204**).



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 325 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

**Tabla 204. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Mallorquin.**

| Phylum         | Clase                      | Orden        | Familia            | Morfoespecie             |
|----------------|----------------------------|--------------|--------------------|--------------------------|
| Annelida       | Polychaeta                 | -            | -                  | Larva Polychaeta         |
| Arthropoda     | Malacostraca               | Decapoda     | -                  | Larva Zoea               |
|                | Maxillopoda                | -            | -                  | Larva Nauplio morfo 3    |
|                |                            | -            | -                  | Larva Nauplio morfo 1    |
|                |                            | Cyclopoida   | -                  | Cyclopoida morfo 1       |
| Dinoflagellata | Syndiniophyceae (Syndinea) | Coccidinales | Euduboscquellaceae | <i>Euduboscquella</i> sp |
| Echinodermata  | -                          | -            | -                  | Larva Echinodermata      |
| Mollusca       | Bivalva                    | -            | -                  | Larva Veliger Bivalva    |
|                | Gastropoda                 | -            | -                  | Larva Veliger Gastropoda |
| <b>4</b>       | <b>6</b>                   | <b>3</b>     | <b>1</b>           | <b>9</b>                 |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie más representativa de esta comunidad fue Larva Nauplio morfo 3 con 392,70 Ind/L, seguido de Cyclopoida morfo 1 con 261,80 Ind/L, los valores más bajos los presentaron *Euduboscquella* sp y Larva Echinodermata con 25,50 Ind/L y 6,80 Ind/L respectivamente, la primera solo se reportó en P5 (**Tabla 205**).

La fase larvaria de nauplio es un componente tan común de desarrollo de crustáceos, y se ve en muchos grupos. En términos numéricos las larvas nauplio pueden ser de los organismos más numerosos en el planeta debido a esto tienen un rol ecológico importante. 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.



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 326 de 446

**Tabla 205. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga  
Mallorquin**

| Morfoespecie                | Densidad (Ind/L)  |                    |                    |                    |                    |                    |                    | Total               |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|                             | P1                | P2                 | P3                 | P4                 | P5                 | P6                 | P7                 |                     |
| Cyclopoida morfo 1          | 0,00              | 15,30              | 42,50              | 0,00               | 136,00             | 57,80              | 10,20              | 261,80              |
| Euduboscquella sp           | 0,00              | 0,00               | 0,00               | 0,00               | 25,50              | 0,00               | 0,00               | 25,50               |
| Larva Nauplio morfo 3       | 25,50             | 52,70              | 28,90              | 90,10              | 105,40             | 40,80              | 49,30              | 392,70              |
| Larva Echinodermo           | 0,00              | 1,70               | 1,70               | 0,00               | 0,00               | 3,40               | 0,00               | 6,80                |
| Larva Nauplio morfo 1       | 20,40             | 47,60              | 42,50              | 17,00              | 0,00               | 13,60              | 0,00               | 141,10              |
| Larva Polychaeta            | 13,60             | 0,00               | 5,10               | 3,40               | 59,50              | 17,00              | 32,30              | 130,90              |
| Larva Veliger Bivalva       | 22,10             | 13,60              | 25,50              | 22,10              | 13,60              | 20,40              | 15,30              | 132,60              |
| Larva Veliger<br>Gastropoda | 10,20             | 5,10               | 22,10              | 35,70              | 30,60              | 11,90              | 17,00              | 132,60              |
| Larva Zoea                  | 0,00              | 0,00               | 0,00               | 3,40               | 3,40               | 0,00               | 0,00               | 6,80                |
| <b>Total general</b>        | <b>91,8<br/>0</b> | <b>136,0<br/>0</b> | <b>168,3<br/>0</b> | <b>171,7<br/>0</b> | <b>374,0<br/>0</b> | <b>164,9<br/>0</b> | <b>124,1<br/>0</b> | <b>1230,8<br/>0</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

**Tabla 206. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga  
Mallorquin**

| Morfoespecie             | Abundancia relativa (%) |               |               |               |               |               |               |
|--------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                          | P1                      | P2            | P3            | P4            | P5            | P6            | P7            |
| Cyclopoida morfo 1       | 0,00                    | 11,25         | 25,25         | 0,00          | 36,36         | 35,05         | 8,22          |
| Euduboscquella sp        | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 6,82          | 0,00          | 0,00          |
| Larva Nauplio morfo 3    | 27,78                   | 38,75         | 17,17         | 52,48         | 28,18         | 24,74         | 39,73         |
| Larva Echinodermo        | 0,00                    | 1,25          | 1,01          | 0,00          | 0,00          | 2,06          | 0,00          |
| Larva Nauplio morfo 1    | 22,22                   | 35,00         | 25,25         | 9,90          | 0,00          | 8,25          | 0,00          |
| Larva Polychaeta         | 14,81                   | 0,00          | 3,03          | 1,98          | 15,91         | 10,31         | 26,03         |
| Larva Veliger Bivalva    | 24,07                   | 10,00         | 15,15         | 12,87         | 3,64          | 12,37         | 12,33         |
| Larva Veliger Gastropoda | 11,11                   | 3,75          | 13,13         | 20,79         | 8,18          | 7,22          | 13,70         |
| Larva Zoea               | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 1,98          | 0,91          | 0,00          | 0,00          |
| <b>Total</b>             | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

El zooplancton tuvo una densidad total de 1230,80 Ind/L y los puntos de monitoreo que presentaron una mayor abundancia de individuos correspondieron para la estación P5 representada con 374,00 Ind/L, seguido de la estación P4 con 171,70 Ind/L. En contraste, las estaciones con menos densidad fueron las estaciones P1 y P7 con 91,80 Ind/L y 124,10 Ind/L respectivamente, la riqueza tuvo un rango de 5-8 morfoespecies y su mayor valor se presentó en el punto P6 (**Gráfica 106**).



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

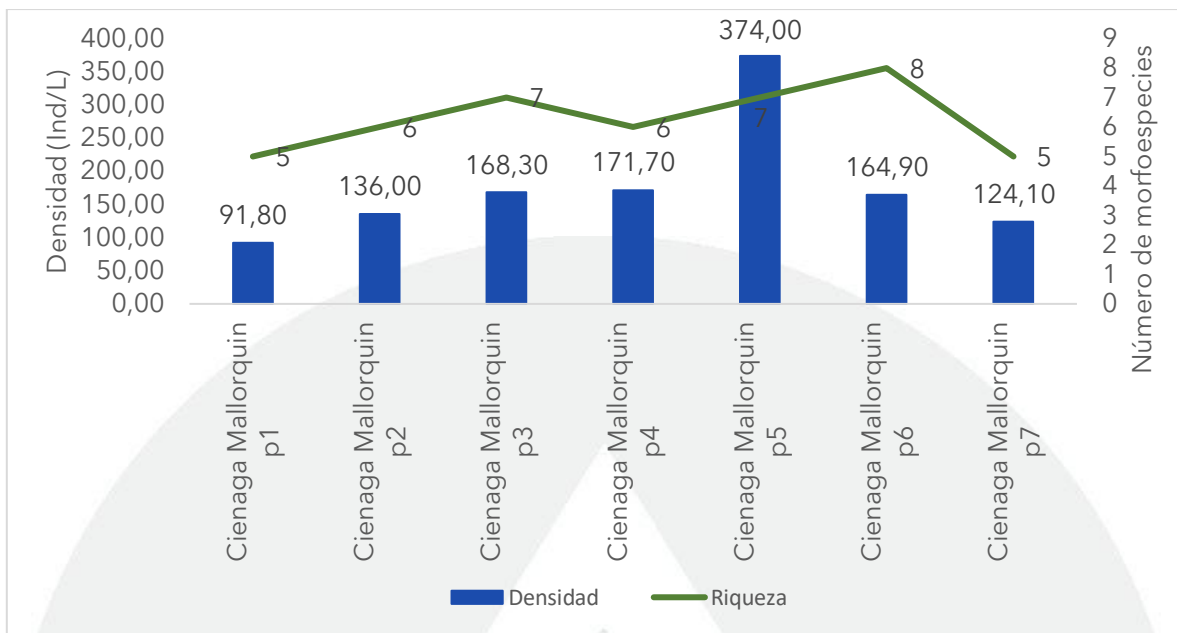
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 327 de 446



**Gráfica 106. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga Mallorquin**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

En el que el phylum Artrópoda fue el más predominante representado por el 65,19% de la abundancia zooplanctónicas reportada para la ciénaga del Mallorquin, seguido del phylum Mollusca con 21,55% y Annelida con 10,64% por último Echinodermata y Dinoflagellata con 2,07% y 0,55% respectivamente (**Gráfica 107**).

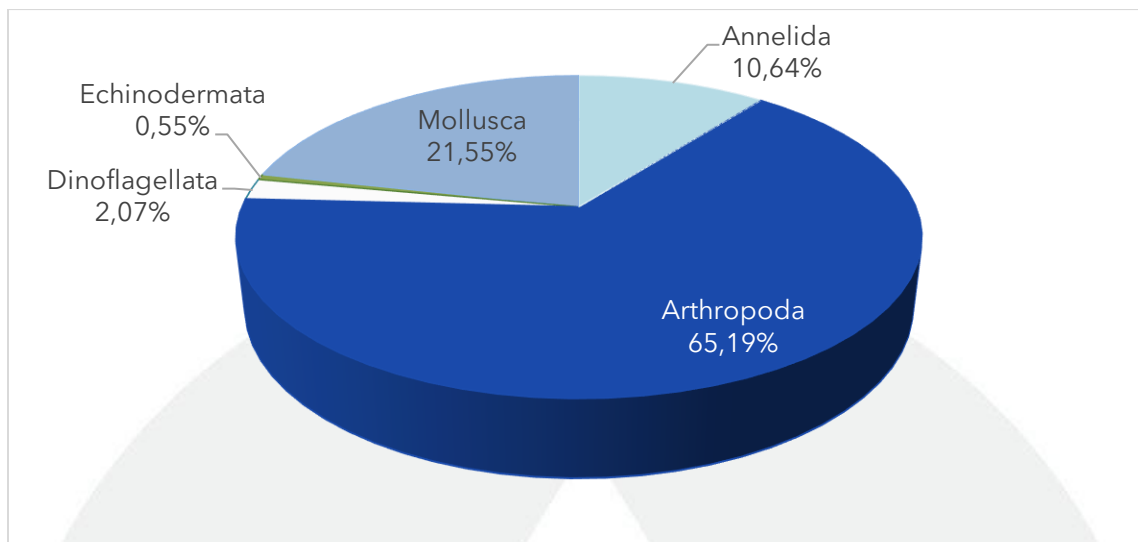
Los artrópodos abarcan muchos ámbitos, dentro de los que se destaca su gran habilidad para adaptarse a ambientes acuáticos, por lo que algunos de sus organismos pueden vivir en el agua durante toda su vida o parte de su ciclo de vida ya que en cierta medida sus estados maduros se desarrollan en el agua. Adicionalmente, algunos de estos artrópodos son sensibles a los cambios bruscos de las condiciones de su medio (en el agua) (Pascal, 2018).



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

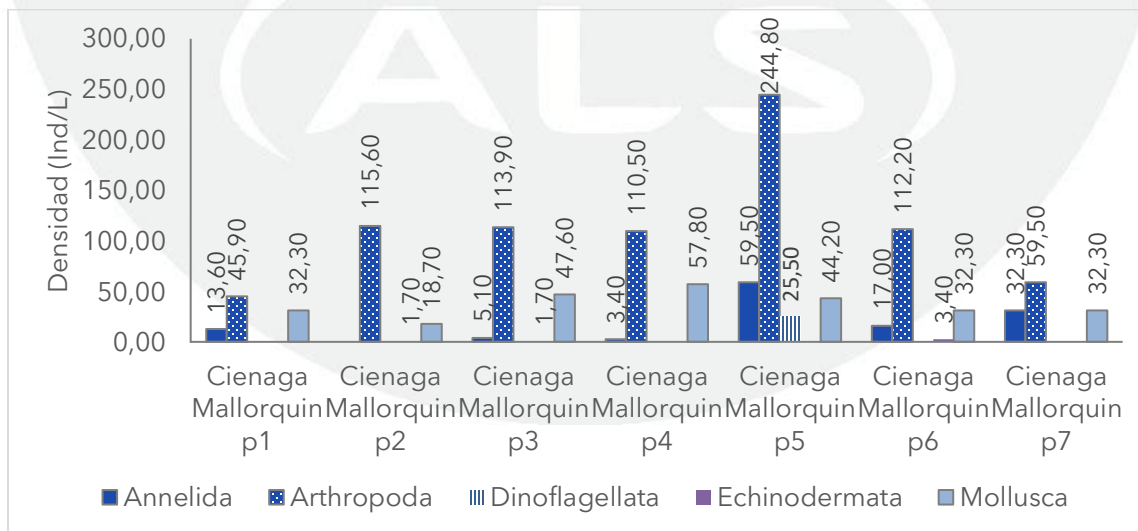
**ALS Limited**



**Gráfica 107. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Mallorquin**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Artrópoda fue el phylum con mayor densidad teniendo su mayor valor en P5 con 244,80 Ind/L seguido de P2 con 115,60 y su menor valor se presentó en P1 con 45,90 Ind/L. Mollusca por su parte presentó su mayor valor en P4 con 57,80 Ind/L y su valor más bajo en 18,70 Ind/L en P2. Los valores más bajos los presentaron Echinodermata con 6,80 Ind/L la cual se presentó en tres puntos y su valor más elevado se presentó en P6 con 3,40 Ind/L. Por último, Dinoflagellata con 25,50 Ind/L (**Gráfica 108**).



**Gráfica 108. Contribución de las Phyla zooplanctónicas a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga Mallorquin**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 329 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

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.

Los valores de Shannon-Wiener fueron bajos ya que fueron inferiores a dos (2) estando relacionado con sistemas con algún grado de contaminación lo que afecta el desarrollo de la comunidad zooplanctónica, 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); la equidad fue moderada y congruente con los valores de dominancia debido que en algunos puntos existen morfoespecies que su abundancia supera el 30%. Por otro lado, el índice de Margalef presentó valores que sugieren baja diversidad en el sistema. (**Tabla 207**).

**Tabla 207. Índices ecológicos aplicados a la comunidad zooplanctónica en el río Magdalena.**

| Índice         | Ciénaga de Mallorquin |       |       |        |        |       |       |
|----------------|-----------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
|                | P1                    | P2    | P3    | P4     | P5     | P6    | P7    |
| Taxa_S         | 5,00                  | 6,00  | 7,00  | 6,00   | 7,00   | 7,00  | 5,00  |
| Individuals    | 54,00                 | 80,00 | 99,00 | 101,00 | 220,00 | 97,00 | 73,00 |
| Dominance_D    | 0,22                  | 0,30  | 0,20  | 0,35   | 0,25   | 0,22  | 0,27  |
| Shannon_H      | 1,56                  | 1,39  | 1,70  | 1,31   | 1,57   | 1,68  | 1,45  |
| Margalef       | 0,89                  | 1,02  | 1,17  | 0,97   | 1,01   | 1,18  | 0,83  |
| Equitability_J | 0,97                  | 0,78  | 0,87  | 0,73   | 0,81   | 0,86  | 0,90  |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



### 5.3.2.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginoso producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

A pesar del esfuerzo de muestreo no se reportaron morfoespecies de perifiton en la Ciénaga Mallorquín, el desarrollo de las algas del perifiton depende de factores abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros. La luz y la temperatura son factores importantes para el desarrollo de la comunidad perifítica. En la naturaleza ambos factores varían en forma concomitante, aunque la influencia de la luz se manifiesta en la longitud del período de fotosíntesis y la temperatura influye como factor acumulativo o de pérdida gradual, debido a la elevada inercia térmica que posee el cuerpo de agua. La disponibilidad de espacio para colonizar es esencial para el perifiton y afecta la productividad de la comunidad. Las comunidades adheridas a superficies con área de colonización fija (rocas, granos de arena) pueden estar limitadas por espacio, si el resto de los factores se hallan en condiciones óptimas (Wetzel, 2001).



### 5.3.2.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mallorquín estuvo conformada por cuatro (4) morfoespecies vinculadas a un (1) phylum, una (1) clase, tres (3) órdenes y cuatro (4) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 208**.

**Tabla 208. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Mallorquín.**

| Phylum   | Clase    | Orden    | Familia    | Morfoespecie            |
|----------|----------|----------|------------|-------------------------|
| Mollusca | Bivalvia | Myida    | Corbulidae | <i>Corbula caribaea</i> |
|          |          | Mytilida | Mytilidae  | <i>Mytilus sp</i>       |
|          |          | Venerida | Cyrenidae  | <i>Corbicula sp</i>     |
|          |          |          | Veneridae  | <i>Chione sp</i>        |
| <b>1</b> | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>4</b>   | <b>4</b>                |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

Las morfoespecies de mayor abundancia en la ciénaga fueron *Corbula caribaea*, con densidades 14,44 Ind/m<sup>2</sup> (P7) a 35,56 Ind/m<sup>2</sup> (P2) (**Tabla 209**). Las especies del género *Corbula* habitan en el bento de sistemas marinos o de salinidad importante como la ciénaga de Mallorquín, se alimentan de detritus orgánico y según Franco y León-Luna (2010) acumula trazas significativas de metales como cadmio y zinc, biodisponibles en la ciénaga.

**Tabla 209. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mallorquín.**

| Morfoespecie            | P1           | P2           | P3           | P4           | P5           | P6          | P7           | Total         |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|
| <i>Chione sp</i>        | 1,11         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00        | 0,00         | 1,11          |
| <i>Corbicula sp</i>     | 3,33         | 0,00         | 4,44         | 0,00         | 0,00         | 0,00        | 1,11         | 8,89          |
| <i>Corbula caribaea</i> | 32,22        | 35,56        | 17,78        | 16,67        | 18,89        | 8,89        | 14,44        | 144,44        |
| <i>Mytilus sp</i>       | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 1,11         | 1,11         | 0,00        | 1,11         | 3,33          |
| <b>Total</b>            | <b>36,67</b> | <b>35,56</b> | <b>22,22</b> | <b>17,78</b> | <b>20,00</b> | <b>8,89</b> | <b>16,67</b> | <b>157,78</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

**Tabla 210. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Mallorquín.**

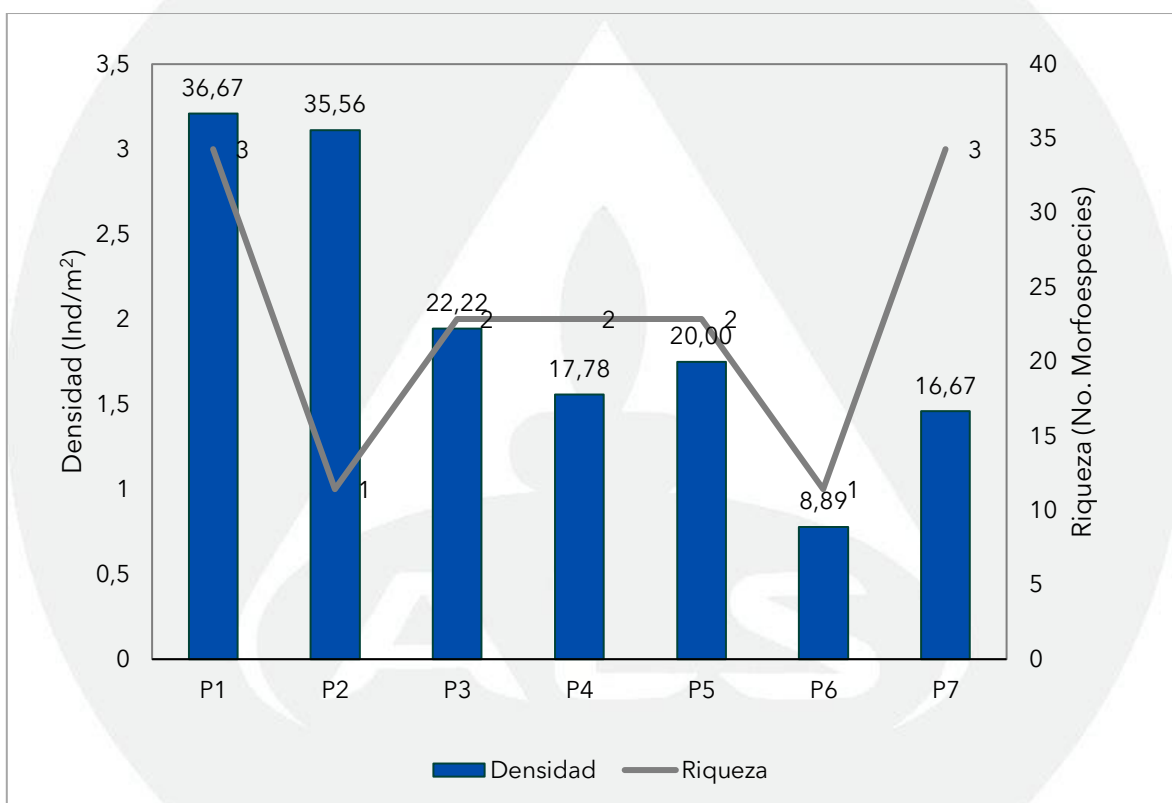
| Morfoespecie            | P1            | P2            | P3            | P4            | P5            | P6            | P7            |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Chione sp</i>        | 3,03          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Corbicula sp</i>     | 9,09          | 0,00          | 20,00         | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 6,67          |
| <i>Corbula caribaea</i> | 87,88         | 100,00        | 80,00         | 93,75         | 94,44         | 100,00        | 86,67         |
| <i>Mytilus sp</i>       | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 6,25          | 5,56          | 0,00          | 6,67          |
| <b>Total</b>            | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.





La ciénaga de Mallorquín presentó densidades entre 8,89 Ind/m<sup>2</sup> a 36,67 Ind/m<sup>2</sup>; el punto de monitoreo con densidad más alta fue P6; mientras que P6 y P7 obtuvieron los valores más bajos con 8,89 Ind/m<sup>2</sup> y 16,67 Ind/m<sup>2</sup>. En cuanto a la riqueza, presentó valores de 1-3 morfoespecies y el máximo estuvo relacionado con P1 y P7 (**Gráfica 109**). Estas variaciones espaciales observadas en la estructura y composición bentónica de la ciénaga atienden a los aportes diferenciales de *Corbula sp*, 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 109. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mallorquín.**

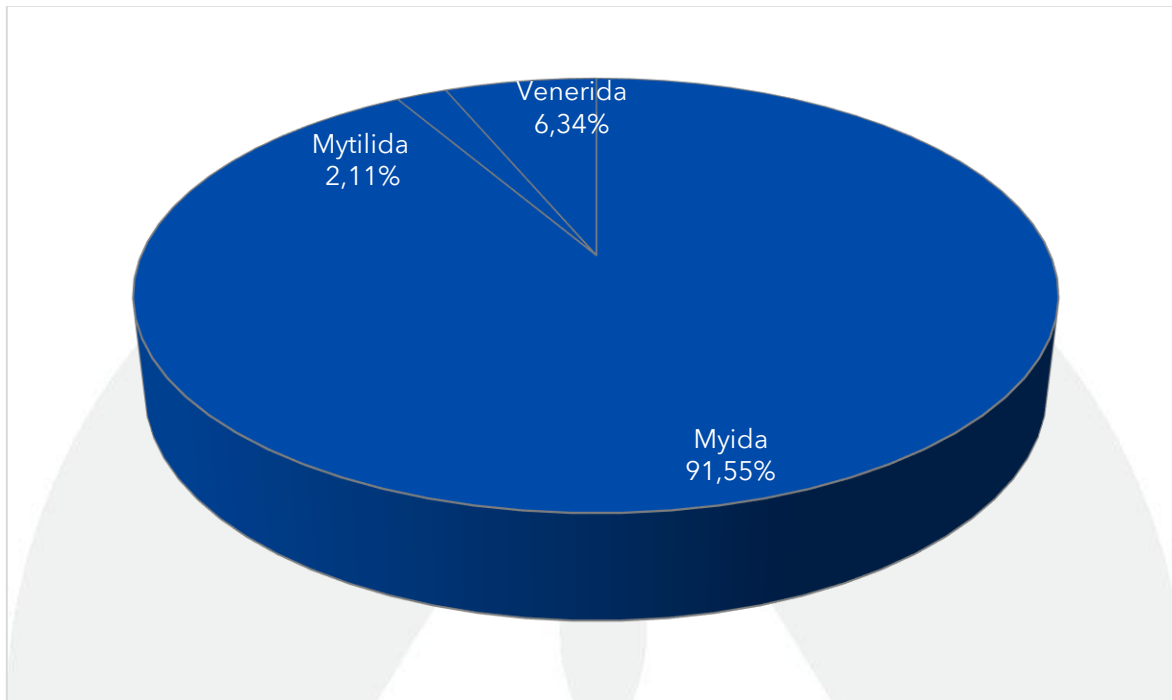
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El orden Myida fue el más representativo en términos de densidad ya que contó con el 91,55% del valor total, seguido de Venerida con 6,77% (**Gráfica 110**). 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.



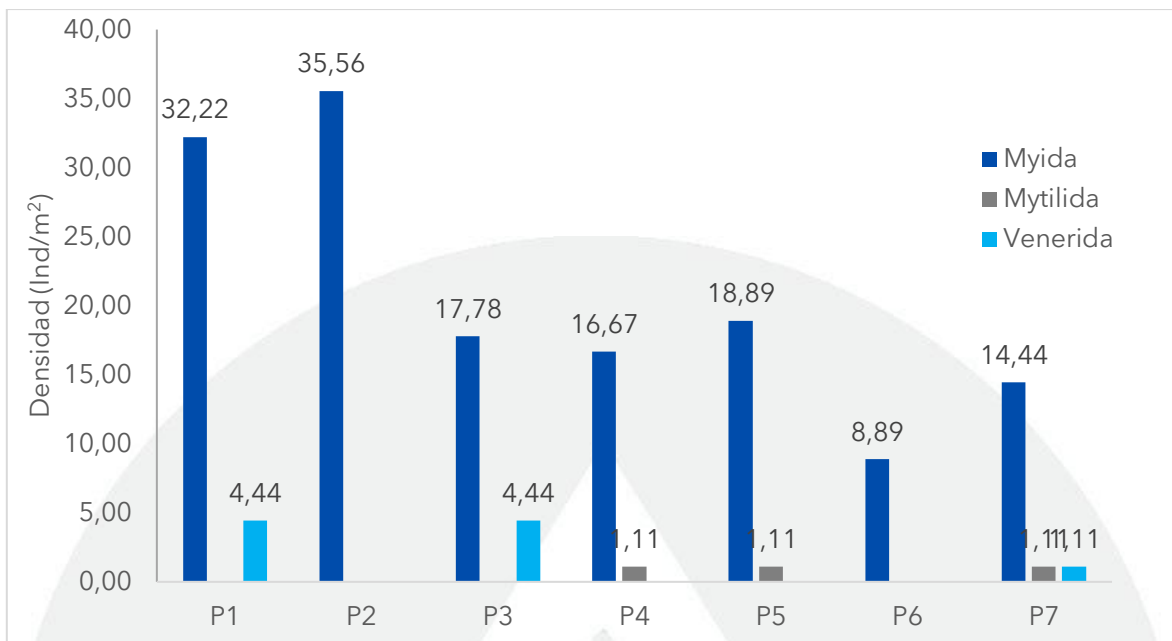
**Gráfica 110. Contribución porcentual de las phyla de Macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga de Mallorquín.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

La densidad bentónica de todos los puntos muestreados estuvo caracterizada por aportes más altos del orden Myida, el cual estuvo mejor representado en el punto P2, donde obtuvo 35,56 Ind/m<sup>2</sup>. En cuanto a Venerida se observó en P1, P3 y P7 con un valor máximo de 4,44 Ind/m<sup>2</sup>. Finalmente, el orden Mytilida se observó en P4, P5 y P7 con un valor de 1,11 Ind/m<sup>2</sup> (**Gráfica 111**). 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 facilitan una mayor oportunidad de encuentro.







**Gráfica 111. 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., 2023.*

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga de Mallorquín 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 Peces**

En la ciénaga de Mallorquín no se registraron capturas de peces a pesar del esfuerzo de pesca.

### **5.3.2.6 Macrófitas acuáticas**

No se registraron morfoespecies de macrófitas acuáticas en la ciénaga de Mallorquín.



### 5.3.3 Ciénaga El Rincón

#### 5.3.3.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la Ciénaga El Rincón estuvo conformada por 22 morfoespecies, vinculadas a cuatro (4) divisiones, siete (7) clases, diez (10) órdenes y 15 familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 211**.

**Tabla 211. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga El Rincón.**

| División    | Clase         | Orden          | Familia        | Morfoespecie                    |
|-------------|---------------|----------------|----------------|---------------------------------|
| Chlorophyta | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Scenedesmus</i> sp1          |
|             |               |                |                | <i>Scenedesmus</i> sp2          |
|             |               |                |                | <i>Scenedesmus</i> sp3          |
|             |               |                |                | <i>Desmodesmus intermedius</i>  |
|             |               |                |                | <i>Desmodesmus denticulatus</i> |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 336 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División         | Clase             | Orden             | Familia            | Morfoespecie                                                                                                                   |
|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                   | Chlamydomonadales |                    | <i>Desmodesmus armatus bicaudatus</i>                                                                                          |
|                  |                   |                   | Neochloridaceae    | <i>Golenkinia</i> sp                                                                                                           |
|                  |                   |                   | Spondylomoraceae   | <i>Spondylomorom</i> sp                                                                                                        |
|                  |                   |                   | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas</i> sp<br><i>Chlamydomonas</i> sp                                                                             |
|                  |                   | Chlorellales      | Oocystaceae        | <i>Oocystis</i> sp2<br><i>Oocystis</i> sp3<br><i>Tetrachlorella</i> sp<br><i>Tetrachlorella</i> sp1<br><i>Crucigeniella</i> sp |
|                  |                   |                   |                    | <i>Chlorella</i> sp                                                                                                            |
|                  |                   |                   |                    | <i>Oscillatoria</i> sp3<br><i>Oscillatoria</i> sp4                                                                             |
|                  |                   |                   |                    | <i>Arthrospira</i> sp                                                                                                          |
|                  |                   |                   |                    | <i>Merismopedia</i> sp1<br><i>Merismopedia</i> sp2<br><i>Aphanocapsa</i> sp                                                    |
|                  |                   |                   |                    | <i>Pseudanabaena</i> sp1<br><i>Pseudanabaena</i> sp2                                                                           |
| Euglenophyta     | Euglenophyceae    | Euglenales        | Euglenaceae        | <i>Euglena</i> sp2<br><i>Euglena</i> sp3                                                                                       |
|                  |                   |                   |                    | <i>Lepocinclis</i> sp1                                                                                                         |
|                  |                   |                   | Phacaceae          | <i>Lepocinclis</i> sp2                                                                                                         |
|                  |                   |                   |                    |                                                                                                                                |
| Heterokontophyta | Mediophyceae      | Stephanodiscales  | Stephanodiscaceae  | <i>Cyclotella</i> sp                                                                                                           |
|                  | Bacillariophyceae | Naviculales       | Naviculaceae       | <i>Navicula</i> sp1                                                                                                            |
|                  |                   | Bacillariales     | Bacillariaceae     | <i>Nitzschia</i> sp1                                                                                                           |
| <b>4</b>         | <b>6</b>          | <b>9</b>          | <b>15</b>          | <b>31</b>                                                                                                                      |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia fue *Chlamydomonas* sp con 256600000,00 Ind/L; mientras que, las morfoespecies menos representativas fueron *Desmodesmus armatus bicaudatus*, *Oocystis* sp3 y *Merismopedia* sp2 con 60000,00 Ind/L cada morfoespecie (**Tabla 212**).

El género *Chlamydomonas* sp, las especies del género se encuentran ampliamente distribuidas en agua dulce, aunque se presentan algunas especies marinas poco comunes. Los hábitats incluyen suelo, estanques temporales, lagos eutróficos y nieve derretida, así mismo se encuentra presente en aguas contaminadas (Guiry y Guiry, 2020).



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**  
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01  
Versión: 03  
Fecha: 07/09/2023  
Página 337 de 446

**Tabla 212. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga El Rincón.**

| Morfoespecie                          | Densidad (Ind/L) |             |             |             |            |            | Total        |
|---------------------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|
|                                       | P1               | P2          | P3          | P4          | P5         | P6         |              |
| <i>Scenedesmus</i> sp1                | 900000,00        | 200000,00   | 0,00        | 160000,00   | 240000,00  | 0,00       | 1500000,00   |
| <i>Scenedesmus</i> sp2                | 640000,00        | 160000,00   | 220000,00   | 120000,00   | 280000,00  | 0,00       | 1420000,00   |
| <i>Scenedesmus</i> sp3                | 0,00             | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 80000,00   | 80000,00     |
| <i>Desmodesmus intermedius</i>        | 60000,00         | 80000,00    | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 0,00       | 140000,00    |
| <i>Desmodesmus denticulatus</i>       | 100000,00        | 60000,00    | 200000,00   | 120000,00   | 0,00       | 0,00       | 480000,00    |
| <i>Desmodesmus armatus bicaudatus</i> | 0,00             | 60000,00    | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 0,00       | 60000,00     |
| <i>Golenkinia</i> sp                  | 760000,00        | 520000,00   | 880000,00   | 200000,00   | 0,00       | 0,00       | 2360000,00   |
| <i>Spondylomorom</i> sp               | 0,00             | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 7360000,00 | 7360000,00   |
| <i>Chlamydomonas</i> sp               | 66700000,00      | 79700000,00 | 68600000,00 | 41600000,00 | 0,00       | 0,00       | 256600000,00 |
| <i>Chlamydomonas</i> sp               | 1400000,00       | 1820000,00  | 2700000,00  | 1660000,00  | 1260000,00 | 0,00       | 8840000,00   |
| <i>Oocystis</i> sp2                   | 240000,00        | 320000,00   | 140000,00   | 80000,00    | 2220000,00 | 0,00       | 3000000,00   |
| <i>Oocystis</i> sp3                   | 0,00             | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 60000,00   | 60000,00     |
| <i>Tetrachlorella</i> sp              | 1100000,00       | 5020000,00  | 2280000,00  | 2200000,00  | 5760000,00 | 0,00       | 16360000,00  |
| <i>Tetrachlorella</i> sp1             | 0,00             | 100000,00   | 40000,00    | 0,00        | 0,00       | 0,00       | 140000,00    |
| <i>Crucigeniella</i> sp               | 180000,00        | 240000,00   | 0,00        | 100000,00   | 0,00       | 0,00       | 520000,00    |
| <i>Chlorella</i> sp                   | 2360000,00       | 3660000,00  | 3300000,00  | 4340000,00  | 2660000,00 | 0,00       | 16320000,00  |
| <i>Oscillatoria</i> sp3               | 0,00             | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 2080000,00 | 2080000,00   |
| <i>Oscillatoria</i> sp4               | 360000,00        | 420000,00   | 0,00        | 200000,00   | 0,00       | 740000,00  | 1720000,00   |
| <i>Arthrospira</i> sp                 | 0,00             | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 120000,00  | 120000,00    |
| <i>Merismopedia</i> sp1               | 360000,00        | 420000,00   | 0,00        | 200000,00   | 0,00       | 0,00       | 980000,00    |
| <i>Merismopedia</i> sp2               | 0,00             | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 60000,00   | 60000,00     |
| <i>Aphanocapsa</i> sp                 | 10300000,00      | 9620000,00  | 13080000,00 | 6640000,00  | 1260000,00 | 0,00       | 40900000,00  |
| <i>Pseudanabaena</i> sp1              | 540000,00        | 360000,00   | 440000,00   | 260000,00   | 0,00       | 0,00       | 1600000,00   |
| <i>Pseudanabaena</i> sp2              | 0,00             | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 3140000,00 | 0,00       | 3140000,00   |
| <i>Euglena</i> sp2                    | 800000,00        | 420000,00   | 340000,00   | 200000,00   | 0,00       | 0,00       | 1760000,00   |
| <i>Euglena</i> sp3                    | 300000,00        | 160000,00   | 0,00        | 120000,00   | 0,00       | 0,00       | 580000,00    |
| <i>Lepocinclis</i> sp1                | 5680000,00       | 4160000,00  | 5200000,00  | 3560000,00  | 2640000,00 | 0,00       | 21240000,00  |
| <i>Lepocinclis</i> sp2                | 880000,00        | 1320000,00  | 1020000,00  | 960000,00   | 0,00       | 1320000,00 | 5500000,00   |



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**  
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01  
Versión: 03  
Fecha: 07/09/2023  
Página 338 de 446

| Morfoespecie         | Densidad (Ind/L)   |                     |                     |                    |                    |                    | Total               |
|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|                      | P1                 | P2                  | P3                  | P4                 | P5                 | P6                 |                     |
| <i>Cyclotella</i> sp | 1260000,00         | 5600000,00          | 2060000,00          | 4340000,00         | 4520000,00         | 0,00               | 17780000,00         |
| <i>Navicula</i> sp1  | 120000,00          | 160000,00           | 0,00                | 0,00               | 0,00               | 0,00               | 280000,00           |
| <i>Nitzschia</i> sp1 | 0,00               | 0,00                | 0,00                | 0,00               | 0,00               | 260000,00          | 260000,00           |
| <b>Total</b>         | <b>95040000,00</b> | <b>114580000,00</b> | <b>100500000,00</b> | <b>67060000,00</b> | <b>23980000,00</b> | <b>12080000,00</b> | <b>413240000,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

**Tabla 213. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga El Rincón.**

| Morfoespecie                          | Abundancia relativa (%) |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | P1                      | P2    | P3    | P4    | P5    | P6    |
| <i>Scenedesmus</i> sp1                | 0,95                    | 0,17  | 0,00  | 0,24  | 1,00  | 0,00  |
| <i>Scenedesmus</i> sp2                | 0,67                    | 0,14  | 0,22  | 0,18  | 1,17  | 0,00  |
| <i>Scenedesmus</i> sp3                | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,66  |
| <i>Desmodesmus intermedius</i>        | 0,06                    | 0,07  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Desmodesmus denticulatus</i>       | 0,11                    | 0,05  | 0,20  | 0,18  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Desmodesmus armatus bicaudatus</i> | 0,00                    | 0,05  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Golenkinia</i> sp                  | 0,80                    | 0,45  | 0,88  | 0,30  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Spondylomorum</i> sp               | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 60,93 |
| <i>Chlamydomonas</i> sp               | 70,18                   | 69,56 | 68,26 | 62,03 | 0,00  | 0,00  |
| <i>Chlamydomonas</i> sp               | 1,47                    | 1,59  | 2,69  | 2,48  | 5,25  | 0,00  |
| <i>Oocystis</i> sp2                   | 0,25                    | 0,28  | 0,14  | 0,12  | 9,26  | 0,00  |
| <i>Oocystis</i> sp3                   | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,50  |
| <i>Tetrachlorella</i> sp              | 1,16                    | 4,38  | 2,27  | 3,28  | 24,02 | 0,00  |
| <i>Tetrachlorella</i> sp1             | 0,00                    | 0,09  | 0,04  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Crucigeniella</i> sp               | 0,19                    | 0,21  | 0,00  | 0,15  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Chlorella</i> sp                   | 2,48                    | 3,19  | 3,28  | 6,47  | 11,09 | 0,00  |
| <i>Oscillatoria</i> sp3               | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 17,22 |
| <i>Oscillatoria</i> sp4               | 0,38                    | 0,37  | 0,00  | 0,30  | 0,00  | 6,13  |
| <i>Arthrospira</i> sp                 | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,99  |
| <i>Merismopedia</i> sp1               | 0,38                    | 0,37  | 0,00  | 0,30  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Merismopedia</i> sp2               | 0,00                    | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,50  |



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 339 de 446

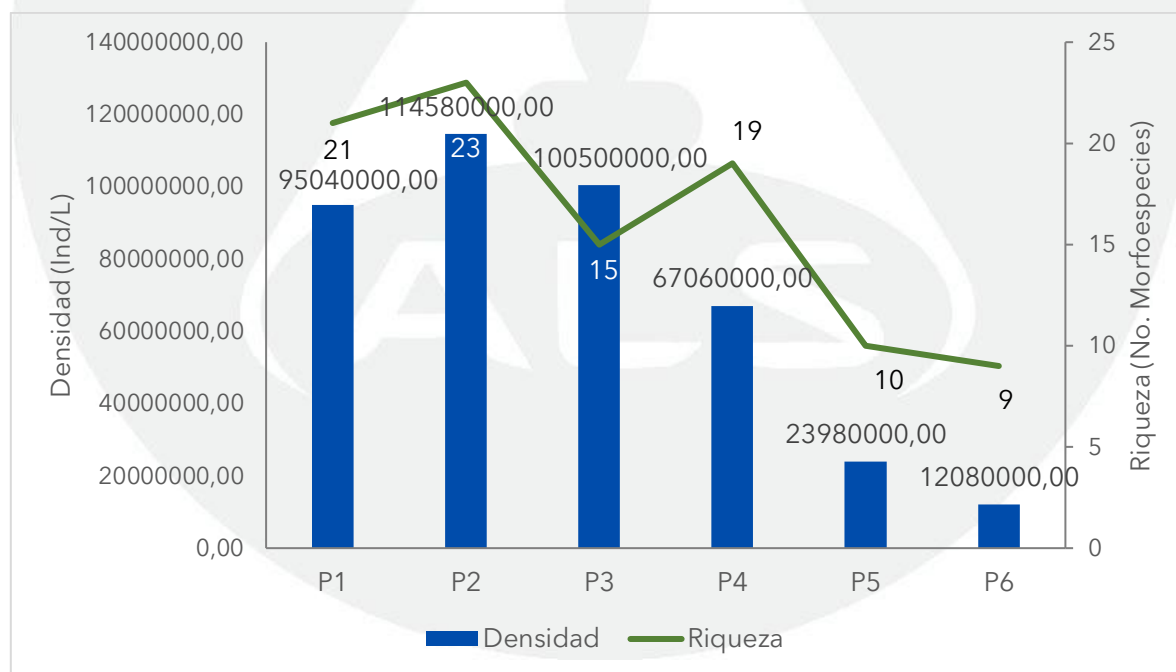
| Morfoespecie             | Abundancia relativa (%) |               |               |               |               |               |
|--------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                          | P1                      | P2            | P3            | P4            | P5            | P6            |
| <i>Aphanocapsa</i> sp    | 10,84                   | 8,40          | 13,01         | 9,90          | 5,25          | 0,00          |
| <i>Pseudanabaena</i> sp1 | 0,57                    | 0,31          | 0,44          | 0,39          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Pseudanabaena</i> sp2 | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 13,09         | 0,00          |
| <i>Euglena</i> sp2       | 0,84                    | 0,37          | 0,34          | 0,30          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Euglena</i> sp3       | 0,32                    | 0,14          | 0,00          | 0,18          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Lepocinclis</i> sp1   | 5,98                    | 3,63          | 5,17          | 5,31          | 11,01         | 0,00          |
| <i>Lepocinclis</i> sp2   | 0,93                    | 1,15          | 1,01          | 1,43          | 0,00          | 10,93         |
| <i>Cyclotella</i> sp     | 1,33                    | 4,89          | 2,05          | 6,47          | 18,85         | 0,00          |
| <i>Navicula</i> sp1      | 0,13                    | 0,14          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Nitzschia</i> sp1     | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 2,15          |
| <b>Total</b>             | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



El fitoplancton obtuvo una densidad total de 413240000,00 Ind/L y esta fue mayor en el punto "P2" donde reportó 114580000,00 Ind/L. En cuanto a la riqueza, varió entre 9-23 morfoespecies, y su valor máximo fue consistente con el de la densidad (**Gráfica 112**).

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah et al., (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.



**Gráfica 112.. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctónica en la Ciénaga El Rincón.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

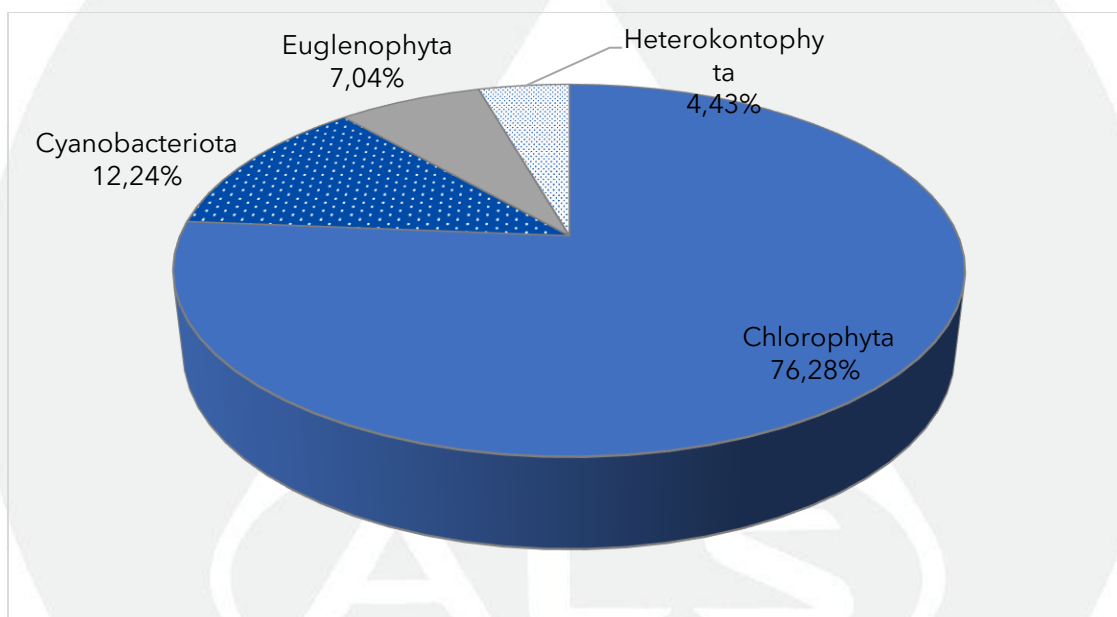






En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Chlorophyta obtuvo el 76,28% de proporción, seguido de Cyanobacteriota (12,24%), Euglenophyta (7,04%) y Heterokontophyta (4,43%) (**Gráfica 113**).

Las algas de la división Chlorophyta también llamadas algas verdes son abundantes en agua dulce, lagos y ríos, pueden vivir sujetas al fondo (bentos), algunas son capaces de vivir en ambientes extremos como en condiciones hipersalinas o crecer en pHs bajos (Graham y Wilcox, 2000).



**Gráfica 113. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga El Rincón.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las divisiones Chlorophyta y Heterokontophyta, registraron sus mayores aportes en el punto "P2" con densidades de 91940000,00 Ind/L y 5760000,00 Ind/L, respectivamente. Por su parte Cyanobacteriota y Euglenophyta se relacionaron mayormente en el punto "P1" con contribuciones de 11560000,00 Ind/L y 7660000,00 Ind/L, respectivamente (**Gráfica 114**).





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

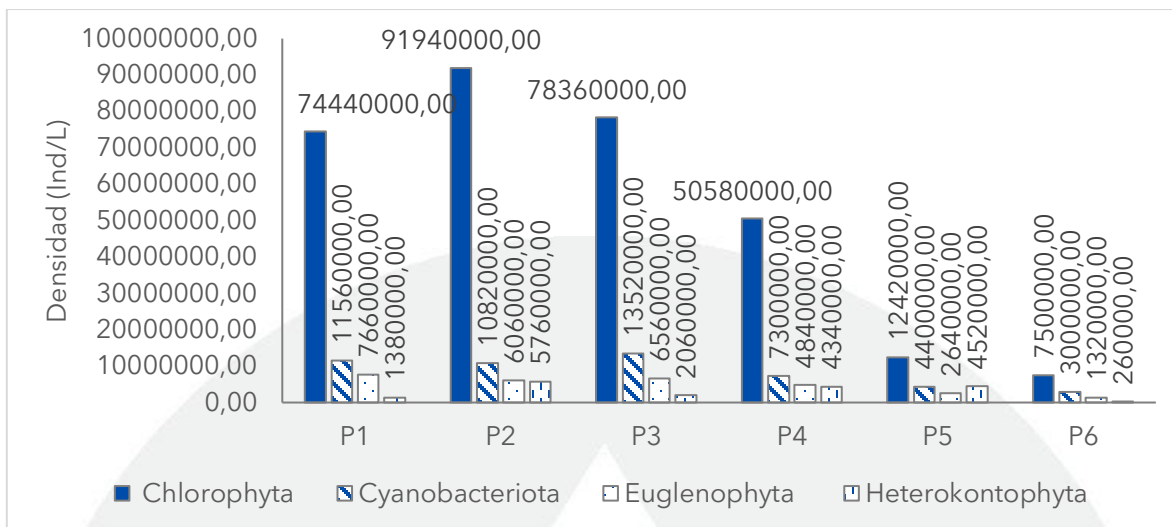
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 342 de 446



**Gráfica 114. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga El Rincón por punto de monitoreo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 1,22 y 2,04, siendo máximo en el punto "P5"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo valores bajos-medios de 0,41 a 0,89, siendo máximo en el punto "P5" que se relacionan con las densidades de la morfoespecie *Chlamydomonas* sp, las



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 343 de 446

cuales fueron significativamente superiores al resto de las morfoespecies en el ensamblaje fitoplanctónico. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores medios, lo anterior se encuentra explicado por las densidades de las morfoespecies antes mencionadas, demostrando así la conceptualidad inversa de este índice con el de equitatividad.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 214**).

**Tabla 214. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| Indices | Taxa_S | Individuals  | Dominance_D | Shannon_H | Margalef | Equitability_J |
|---------|--------|--------------|-------------|-----------|----------|----------------|
| P1      | 21     | 95040000,00  | 0,51        | 1,26      | 1,09     | 0,41           |
| P2      | 23     | 114580000,00 | 0,50        | 1,28      | 1,19     | 0,41           |
| P3      | 15     | 100500000,00 | 0,49        | 1,22      | 0,76     | 0,45           |
| P4      | 19     | 67060000,00  | 0,41        | 1,46      | 1,00     | 0,49           |
| P5      | 10     | 23980000,00  | 0,15        | 2,04      | 0,53     | 0,89           |
| P6      | 9      | 12080000,00  | 0,42        | 1,23      | 0,49     | 0,56           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

### 5.3.3.2 Zooplancton

La comunidad del zooplancton en la ciénaga del Rincón estuvo representada por seis (6) morfoespecies, distribuidas en tres (3) phyla e igual número de clases y de órdenes y dos (2) familias con una no determinada y cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 215**.

**Tabla 215. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de Zooplancton observadas en la ciénaga del Rincón.**

| Phylum     | Clase        | Orden           | Familia      | Taxa                           |
|------------|--------------|-----------------|--------------|--------------------------------|
| Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca     | Moinidae     | <i>Moina</i> sp                |
|            | Maxillopoda  | Cyclopoida      | -            | Cyclopoida morfo 1             |
|            |              | Harpacticoida   | -            | Larva nauplio morfo 1          |
| Rotifera   | Eurotatoria  | Flosculariaceae | Filiniidae   | <i>Filinia longiseta</i>       |
|            |              | Ploima          | Brachionidae | <i>Brachionus angularis</i>    |
|            |              |                 |              | <i>Brachionus calyciflorus</i> |
|            |              |                 |              | <i>Brachionus havanaensis</i>  |
|            |              |                 |              | <i>Brachionus</i> sp2          |
|            |              |                 |              | <i>Keratella</i> sp1           |
| <b>2</b>   | <b>3</b>     | <b>5</b>        | <b>3</b>     | <b>9</b>                       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie más densa fue *Brachionus havanaensis* con un total de 1683,00 Ind/L, siendo mayor en el punto El rincón p5 con 724,20 Ind/L, seguida de *Brachionus calyciflorus* con 1564,00 Ind/L y haciendo su mayor aporte en el punto mencionado anteriormente con 1166,20 Ind/L (**Tabla 216**).

Alrededor de 2000 especies habitan lagos dulceacuícolas, existen varias especies en cuerpos de agua salobres y marinos. Aunque los rotíferos son un Phylum pequeño, son extremadamente importantes en los ambientes dulceacuícolas, constituyendo hasta un 30% del total de la biomasa planctónica. Consumen bacterias y/o algas, generan un vínculo entre productores primarios y consumidores secundarios como peces y larvas de insectos (Lubzens y Zamora, 2007). En cuanto al género *Brachionus*, factores como la temperatura y la salinidad pueden influenciar la fisiología de esta, como la duración del desarrollo embrionario, el crecimiento y las tasas de reproducción.



**Tabla 216. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga del Rincón.**

| Morfoespecie                   | Densidad (Ind/L) |               |               |               |                |               | Total          |
|--------------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
|                                | P1               | P2            | P3            | P4            | P5             | P6            |                |
| <i>Brachionus angularis</i>    | 54,40            | 37,40         | 0,00          | 183,60        | 0,00           | 328,67        | 604,07         |
| <i>Brachionus calyciflorus</i> | 64,60            | 132,60        | 146,20        | 54,40         | 1166,20        | 0,00          | 1564,00        |
| <i>Brachionus havanaensis</i>  | 414,80           | 170,00        | 374,00        | 0,00          | 724,20         | 0,00          | 1683,00        |
| <i>Brachionus</i> sp2          | 0,00             | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00           | 362,67        | 362,67         |
| Cyclopoida morfo 1             | 166,60           | 125,80        | 40,80         | 105,40        | 180,20         | 96,33         | 715,13         |
| <i>Filinia longiseta</i>       | 27,20            | 13,60         | 57,80         | 34,00         | 61,20          | 96,33         | 290,13         |
| <i>Keratella</i> sp1           | 0,00             | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00           | 17,00         | 17,00          |
| Larva nauplio morfo 1          | 98,60            | 285,60        | 190,40        | 146,20        | 343,40         | 85,00         | 1149,20        |
| <i>Moina</i> sp                | 3,40             | 0,00          | 13,60         | 0,00          | 10,20          | 0,00          | 27,20          |
| <b>Total</b>                   | <b>829,60</b>    | <b>765,00</b> | <b>822,80</b> | <b>523,60</b> | <b>2485,40</b> | <b>986,00</b> | <b>6412,40</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

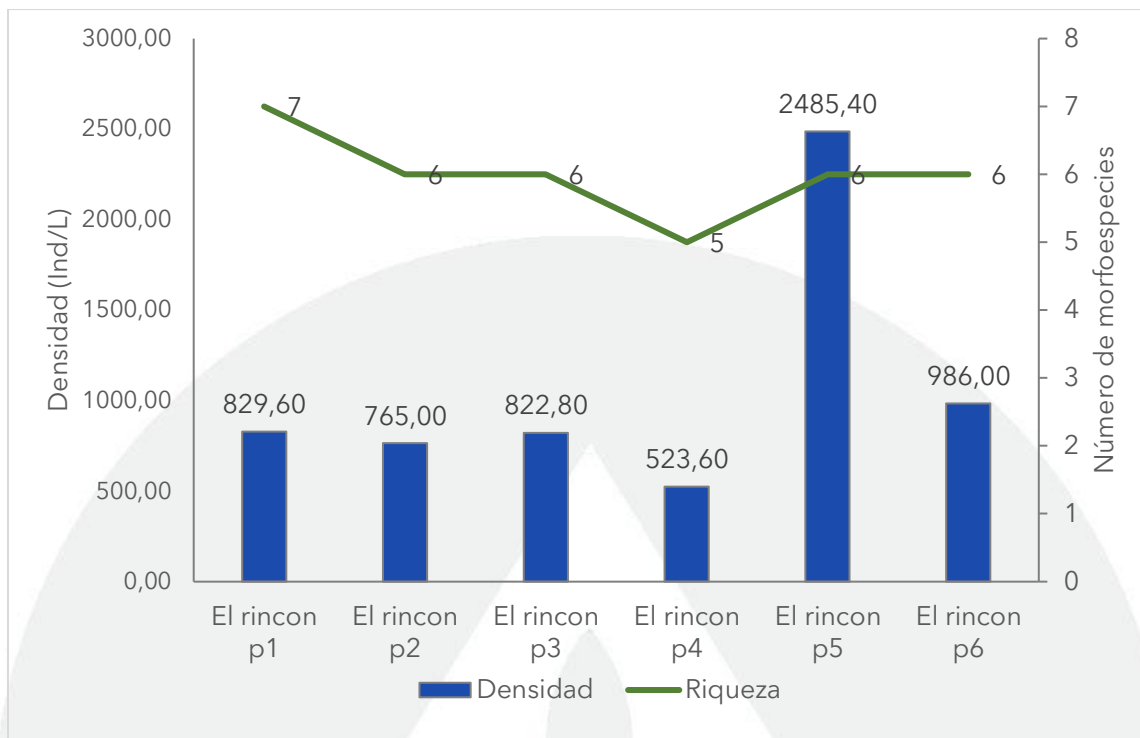
**Tabla 217. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga del Rincón.**

| Morfoespecie                   | Abundancia relativa (%) |               |               |               |               |               |
|--------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                | P1                      | P2            | P3            | P4            | P5            | P1            |
| <i>Brachionus angularis</i>    | 6,56                    | 4,89          | 0,00          | 35,06         | 0,00          | 33,33         |
| <i>Brachionus calyciflorus</i> | 7,79                    | 17,33         | 17,77         | 10,39         | 46,92         | 0,00          |
| <i>Brachionus havanaensis</i>  | 50,00                   | 22,22         | 45,45         | 0,00          | 29,14         | 0,00          |
| <i>Brachionus</i> sp2          | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 36,78         |
| Cyclopoida morfo 1             | 20,08                   | 16,44         | 4,96          | 20,13         | 7,25          | 9,77          |
| <i>Filinia longiseta</i>       | 3,28                    | 1,78          | 7,02          | 6,49          | 2,46          | 9,77          |
| <i>Keratella</i> sp1           | 0,00                    | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 1,72          |
| Larva nauplio morfo 1          | 11,89                   | 37,33         | 23,14         | 27,92         | 13,82         | 8,62          |
| <i>Moina</i> sp                | 0,41                    | 0,00          | 1,65          | 0,00          | 0,41          | 0,00          |
| <b>Total</b>                   | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

La densidad del zooplancton en la ciénaga del Rincón presentó un valor total de 6412,40 Ind/L y registró su máximo valor en el punto El rincón p5 con 2485,40 Ind/L. En cuanto a la riqueza, adoptó valores entre 5 y 7 morfoespecies, siendo más alta en el punto El rincón p1 (**Gráfica 115**). 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 115. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga del Rincón.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

Rotífera fue el Phylum de mayor aporte a la densidad total, correspondiéndole el 70,50% de ésta, seguida de Artrópoda con 29,50% (**Gráfica 116**).

Los rotíferos constituyen uno de los principales componentes del zooplancton de aguas continentales. En la mayoría de los cuerpos dulceacuícolas dominan en riqueza y abundancia de especies. La gran heterogeneidad de características fisiológicas, morfológicas y requerimientos ecológicos desarrollados a lo largo de la evolución les han permitido ocupar exitosamente una gran diversidad de hábitats, naturales y artificiales, así como ambientes lóticos y semiacuáticos como líquenes, musgos y turberas (Paggi y José de Paggi, 1990).

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





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

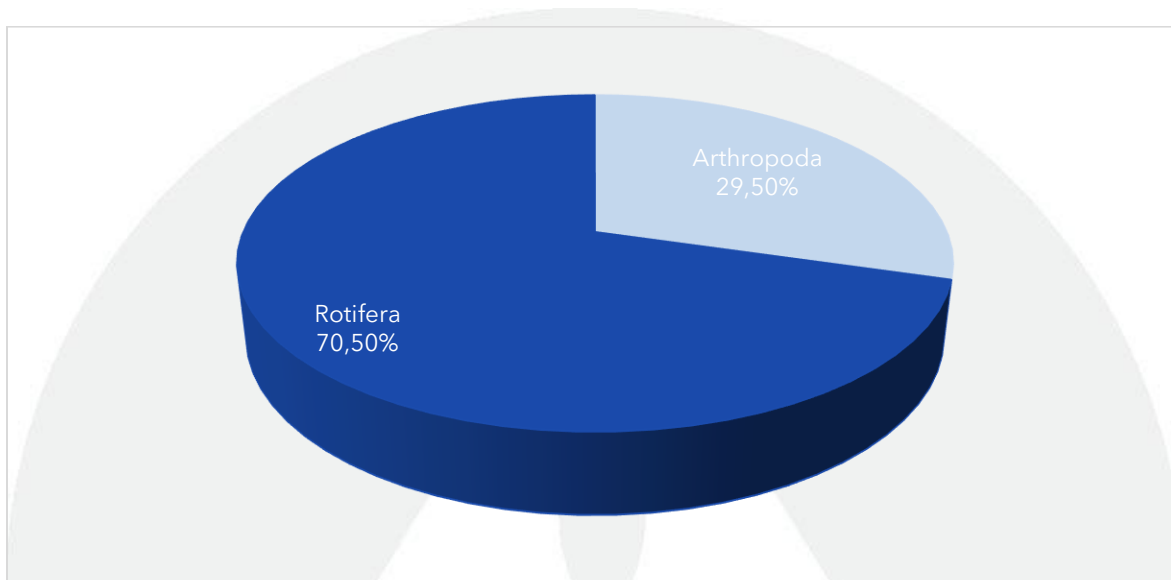
Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 347 de 446

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 116.. Contribución porcentual de las Phyla de Zooplancton a la densidad total en la ciénaga del Rincón.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

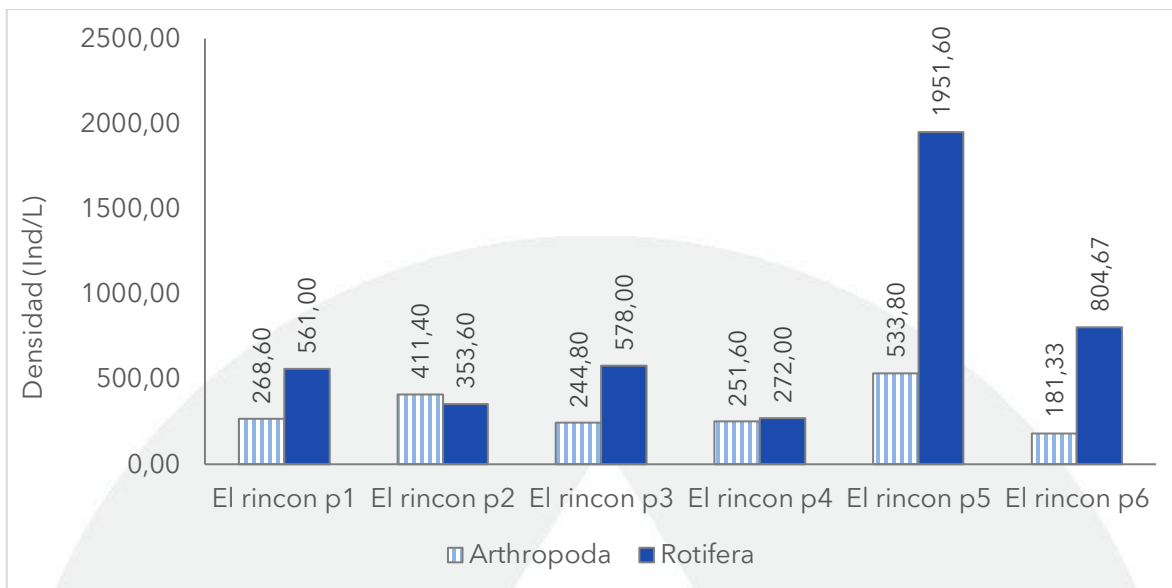
A nivel espacial, Rotifera dominó en la mayoría de los puntos, siendo máxima en el punto El rincón p5 con 1951,60 Ind/L, por su parte, Artrópoda presentó su mayor valor de densidad en ese mismo punto con 533,80 Ind/L (**Gráfica 117**).



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**





**Gráfica 117. Contribución de las Phyla zooplanctónicas a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga del Rincón.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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).

El índice de Shannon-Wiener registró valores inferiores a dos (2) en todos los puntos de monitoreo para la ciénaga del Rincón, 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.

Por su parte, el índice de equitatividad obtuvo valores altos (0,72-0,91), estos resultados demuestran una uniformidad del ensamblaje zooplanctónico en términos de abundancia



para estos puntos, adicionalmente esto es consistente con el índice de dominancia de Simpson (Dominance\_D) ya que reporto valores bajos (0,25-0,33). Finalmente, el índice de Margalef registró valores bajos en todos los puntos (0,64-0,89), lo cual permite inferir una baja riqueza (**Tabla 218**).

**Tabla 218. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de zooplancton.**

| Indice         | P1     | P2     | P3     | P4     | P5      | P6     |
|----------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Taxa_S         | 7      | 6      | 6      | 5      | 6       | 6      |
| Individuals    | 829,60 | 765,00 | 822,80 | 523,60 | 2485,40 | 986,00 |
| Dominance_D    | 0,32   | 0,25   | 0,30   | 0,26   | 0,33    | 0,27   |
| Shannon_H      | 1,43   | 1,52   | 1,41   | 1,46   | 1,29    | 1,47   |
| Margalef       | 0,89   | 0,75   | 0,75   | 0,64   | 0,64    | 0,73   |
| Equitability_J | 0,74   | 0,85   | 0,79   | 0,91   | 0,72    | 0,82   |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

### 5.3.3.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilagínosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

A pesar del esfuerzo de muestreo no se reportaron morfoespecies de perifiton en la Ciénaga El Rincón, el desarrollo de las algas del perifiton depende de factores abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es



cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros. La luz y la temperatura son factores importantes para el desarrollo de la comunidad perifítica. En la naturaleza ambos factores varían en forma concomitante, aunque la influencia de la luz se manifiesta en la longitud del período de fotosíntesis y la temperatura influye como factor acumulativo o de pérdida gradual, debido a la elevada inercia térmica que posee el cuerpo de agua. La disponibilidad de espacio para colonizar es esencial para el perifiton y afecta la productividad de la comunidad. Las comunidades adheridas a superficies con área de colonización fija (rocas, granos de arena) pueden estar limitadas por espacio, si el resto de los factores se hallan en condiciones óptimas (Wetzel, 2001).

#### 5.3.3.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga del Rincón estuvo conformada por una (1) morfoespecie, vinculada a un (1) phylum, una (1) clase, un (1) orden y dos (2) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 219**.

**Tabla 219. Clasificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga El Rincón.**

| Phylum   | Clase      | Orden      | Familia   | Morfoespecie                   |
|----------|------------|------------|-----------|--------------------------------|
| Mollusca | Gastropoda | Cerithiida | Thiaridae | <i>Melanoides tuberculatus</i> |
| <b>1</b> | <b>1</b>   | <b>1</b>   | <b>1</b>  | <b>1</b>                       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Se reportó una morfoespecie en la ciénaga del Rincón, con una densidad total de 308,89 Ind/m<sup>2</sup>; para los puntos P4 y P6 no se observaron morfoespecies de macroinvertebrados (**Tabla 220**).

**Tabla 220. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Rincón.**

| Morfoespecie                   | P1            | P2            | P3           | P4          | P5           | P6          | Total         |
|--------------------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|
| <i>Melanoides tuberculatus</i> | 140,00        | 107,78        | 33,33        | 0,00        | 27,78        | 0,00        | 308,89        |
| <b>Total</b>                   | <b>140,00</b> | <b>107,78</b> | <b>33,33</b> | <b>0,00</b> | <b>27,78</b> | <b>0,00</b> | <b>308,89</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



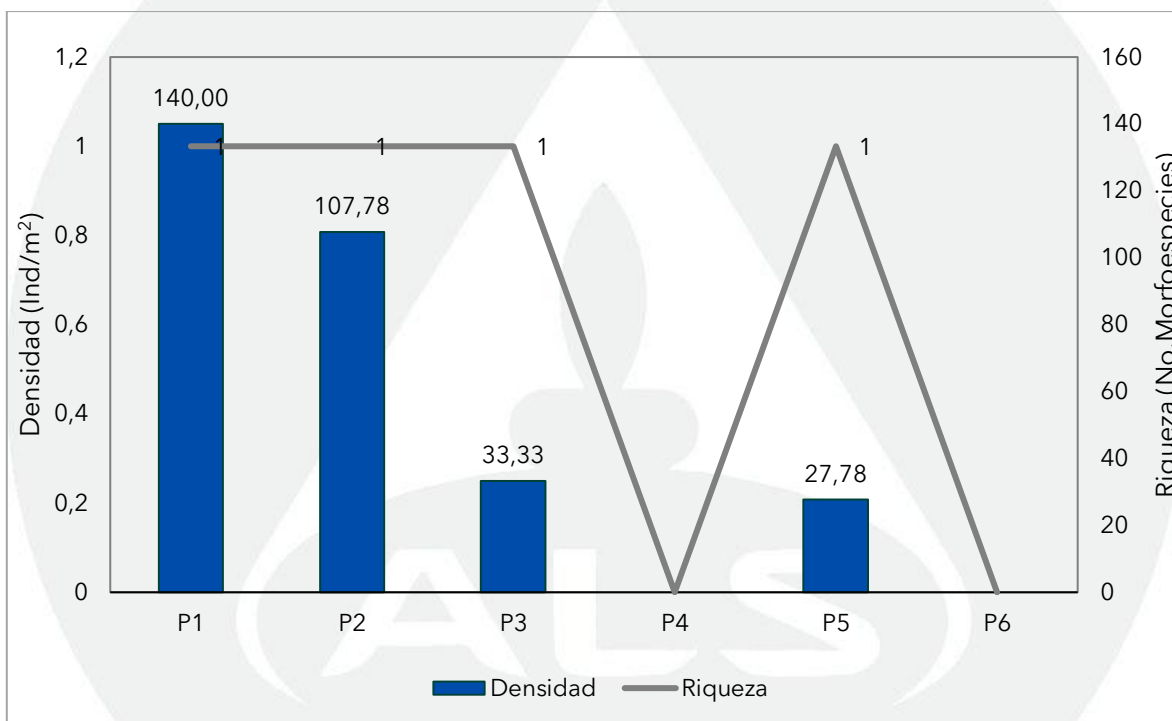


**Tabla 221. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Rincón.**

| Morfoespecie                   | P1            | P2            | P3            | P4          | P5            | P6          |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| <i>Melanoides tuberculatus</i> | 100,00        | 100,00        | 100,00        | 0,00        | 100,00        | 0,00        |
| <b>Total</b>                   | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>0,00</b> | <b>100,00</b> | <b>0,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

En la **Gráfica 118** se observa el comportamiento de la densidad y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Rincón, donde se evidencia que la riqueza permaneció constante a nivel espacial con una morfoespecie en cada punto. Por su parte, la densidad registró valores entre 27,78 Ind/m<sup>2</sup> y 140,00 Ind/m<sup>2</sup>.



**Gráfica 118. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Riqueza (No. Morfoespecies) de macroinvertebrados bentónicos a la densidad total en la ciénaga El Rincón.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de dicha ciénaga 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 Peces

En la ciénaga el Rincón se reportaron tres (3) especies ícticas vinculadas a un (1) phylum, una (1) clase, dos (2) órdenes e igual número de familias, la clasificación taxonómica se muestra en detalle en la **Tabla 222**.

**Tabla 222. Clasificación taxonómica de especies icticas reportadas en la ciénaga el rincón**

| Phylum   | Clase     | Orden        | Familia   | Especie                      |
|----------|-----------|--------------|-----------|------------------------------|
| Chordata | Teleostei | Cichliformes | Cichlidae | <i>Caquetaia kraussi</i>     |
|          |           |              |           | <i>Oreochromis niloticus</i> |
|          |           | Mugiliformes | Mugilidae | <i>Mugil liza</i>            |
| <b>1</b> | <b>1</b>  | <b>2</b>     | <b>2</b>  | <b>3</b>                     |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La especie de mayor abundancia fue *C.kraussi* con 30 individuos capturados en total, seguida de *Mugil liza* con 11 individuos **Tabla 223**.

**Tabla 223. Abundancia de las especies de peces reportadas en la ciénaga el Rincón.**

| Especie                      | P1           | P2          | P3          | P4           | P5          | P6          | Total        |
|------------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| <i>Caquetaia kraussi</i>     | 14,00        | 0,00        | 0,00        | 11,00        | 5,00        | 0,00        | 30,00        |
| <i>Mugil liza</i>            | 0,00         | 0,00        | 8,00        | 0,00         | 3,00        | 0,00        | 11,00        |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | 7,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 7,00         |
| <b>Total</b>                 | <b>21,00</b> | <b>0,00</b> | <b>8,00</b> | <b>11,00</b> | <b>8,00</b> | <b>0,00</b> | <b>48,00</b> |

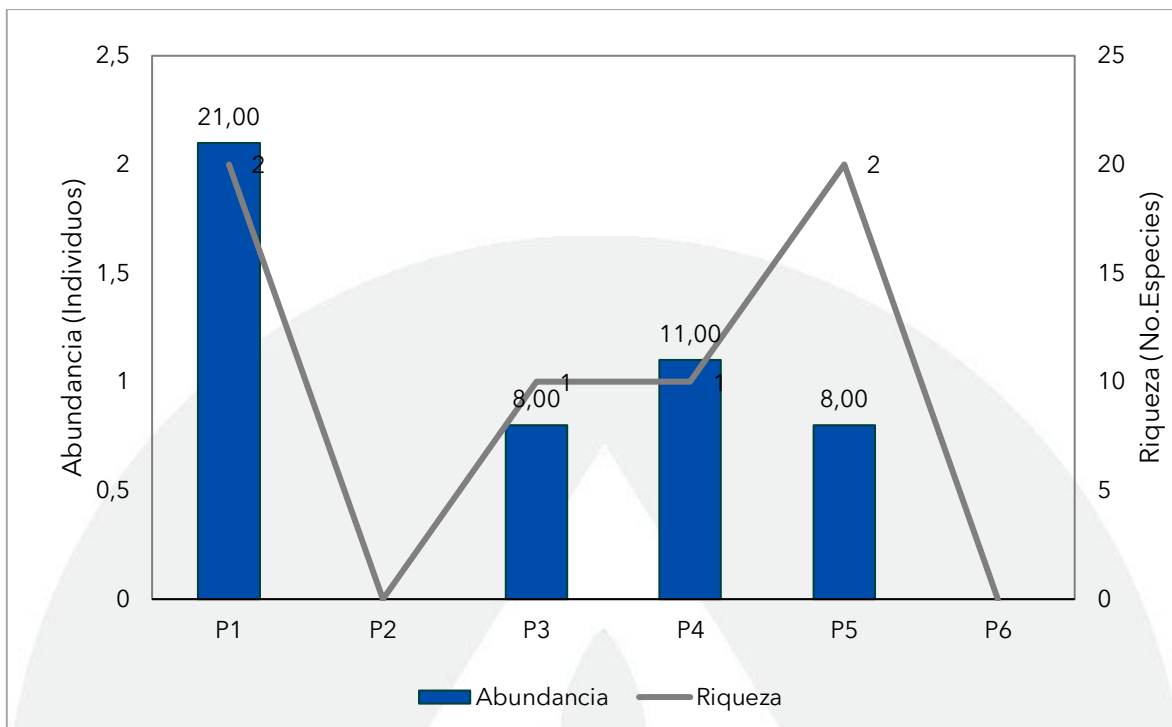
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

**Tabla 224. Abundancia relativa (%) de las especies de peces reportadas en la ciénaga el Rincón.**

| Especie                      | P1            | P2          | P3            | P4            | P5            | P6          |
|------------------------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| <i>Caquetaia kraussi</i>     | 66,67         | 0,00        | 0,00          | 100,00        | 62,50         | 0,00        |
| <i>Mugil liza</i>            | 0,00          | 0,00        | 100,00        | 0,00          | 37,50         | 0,00        |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | 33,33         | 0,00        | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00        |
| <b>Total</b>                 | <b>100,00</b> | <b>0,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>0,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Se reportaron ejemplares de peces en los puntos P1, P3, P4 y P5, la abundancia más alta se relacionó con P1, ya que registró 21,00 Individuos; mientras que la riqueza varió entre 1-2 morfoespecies, su máximo estuvo relacionado con P1 y P5 (**Gráfica 119**).



**Gráfica 119. Abundancia (No. Individuos) y Riqueza (No. Especies) de la comunidad de peces en la ciénaga de Luruaco.**

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

Dado que la riqueza de peces (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de dicha ciénaga 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.

### **5.3.3.6 Macrófitas acuáticas**

En la ciénaga el Rincón no se reportaron morfoespecies de macrófitas.



### 5.3.4 Ciénaga Balboa

#### 5.3.4.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la Ciénaga Balboa estuvo conformada por 11 morfoespecies, vinculadas a una (1) división, tres (3) clases, cinco (5) órdenes y seis (6) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 225**.

**Tabla 225. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Balboa.**

| División         | Clase             | Orden         | Familia            | Morfoespecie             |
|------------------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Heterokontophyta | Mediophyceae      | Biddulphiales | Biddulphiaceae     | <i>Biddulphia</i> sp1    |
|                  | Bacillariophyceae | Naviculales   | Naviculaceae       | <i>Navicula</i> sp1      |
|                  |                   |               |                    | <i>Navicula</i> sp2      |
|                  |                   |               |                    | <i>Gyrosigma</i> sp1     |
|                  |                   |               |                    | <i>Gyrosigma</i> sp2     |
|                  |                   |               | Pleurosigmaataceae | <i>Pleurosigma</i> sp. 1 |
|                  |                   |               |                    | <i>Pleurosigma</i> sp2   |





|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 355 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División | Clase               | Orden           | Familia          | Morfoespecie            |
|----------|---------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
|          |                     |                 |                  | <i>Pleurosigma</i> sp3  |
|          |                     | Bacillariales   | Bacillariaceae   | <i>Nitzschia</i> sp1    |
|          |                     | Lyrellales      | Lyrellaceae      | <i>Lyrella</i> sp       |
|          | Coscinodiscophyceae | Coscinodiscales | Coscinodiscaceae | <i>Coscinodiscus</i> sp |
| <b>1</b> | <b>3</b>            | <b>5</b>        | <b>6</b>         | <b>11</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia fue *Nitzschia* sp1 con 50516550,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Pleurosigma* sp3 con 30,00 Ind/L (Tabla 226).

El género *Nitzschia*, es cosmopolitas y se distribuye en gran variedad de ambientes, incluidos los eutróficos, de acuerdo con Pinilla (2000) el género indica turbulencia, sedimentos y conductividad altos.

**Tabla 226. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Balboa.**

| Morfoespecie             | Densidad (Ind/L) |                    |                    |                    |
|--------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                          | P1               | P2                 | P3                 | Total              |
| <i>Biddulphia</i> sp1    | 0,00             | 0,00               | 20000,00           | 20000,00           |
| <i>Navicula</i> sp1      | 0,00             | 20000,00           | 50000,00           | 70000,00           |
| <i>Navicula</i> sp2      | 40,00            | 180000,00          | 0,00               | 180040,00          |
| <i>Gyrosigma</i> sp1     | 10,00            | 50000,00           | 30000,00           | 80010,00           |
| <i>Gyrosigma</i> sp2     | 0,00             | 0,00               | 30000,00           | 30000,00           |
| <i>Pleurosigma</i> sp. 1 | 60,00            | 20000,00           | 0,00               | 20060,00           |
| <i>Pleurosigma</i> sp2   | 0,00             | 0,00               | 30000,00           | 30000,00           |
| <i>Pleurosigma</i> sp3   | 30,00            | 0,00               | 0,00               | 30,00              |
| <i>Nitzschia</i> sp1     | 36550,00         | 29310000,00        | 21170000,00        | 50516550,00        |
| <i>Lyrella</i> sp        | 0,00             | 110000,00          | 70000,00           | 180000,00          |
| <i>Coscinodiscus</i> sp  | 0,00             | 0,00               | 20000,00           | 20000,00           |
| <b>Total</b>             | <b>36690,00</b>  | <b>29690000,00</b> | <b>21420000,00</b> | <b>51146690,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

**Tabla 227. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Balboa.**

| Morfoespecie             | Abundancia relativa (%) |      |      |
|--------------------------|-------------------------|------|------|
|                          | P1                      | P2   | P3   |
| <i>Biddulphia</i> sp1    | 0,00                    | 0,00 | 0,09 |
| <i>Navicula</i> sp1      | 0,00                    | 0,07 | 0,23 |
| <i>Navicula</i> sp2      | 0,11                    | 0,61 | 0,00 |
| <i>Gyrosigma</i> sp1     | 0,03                    | 0,17 | 0,14 |
| <i>Gyrosigma</i> sp2     | 0,00                    | 0,00 | 0,14 |
| <i>Pleurosigma</i> sp. 1 | 0,16                    | 0,07 | 0,00 |



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 356 de 446

| Morfoespecie            | Abundancia relativa (%) |               |               |
|-------------------------|-------------------------|---------------|---------------|
|                         | P1                      | P2            | P3            |
| <i>Pleurosigma</i> sp2  | 0,00                    | 0,00          | 0,14          |
| <i>Pleurosigma</i> sp3  | 0,08                    | 0,00          | 0,00          |
| <i>Nitzschia</i> sp1    | 99,62                   | 98,72         | 98,83         |
| <i>Lyrella</i> sp       | 0,00                    | 0,37          | 0,33          |
| <i>Coscinodiscus</i> sp | 0,00                    | 0,00          | 0,09          |
| <b>Total</b>            | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton obtuvo una densidad total de 51146690,00Ind/L y esta fue mayor en el punto "P2" donde reportó 29690000,00 Ind/L. En cuanto a la riqueza, varió entre 5-8 morfoespecies, y su valor máximo se presentó en el punto "P3" (**Gráfica 120**).

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah et al., (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

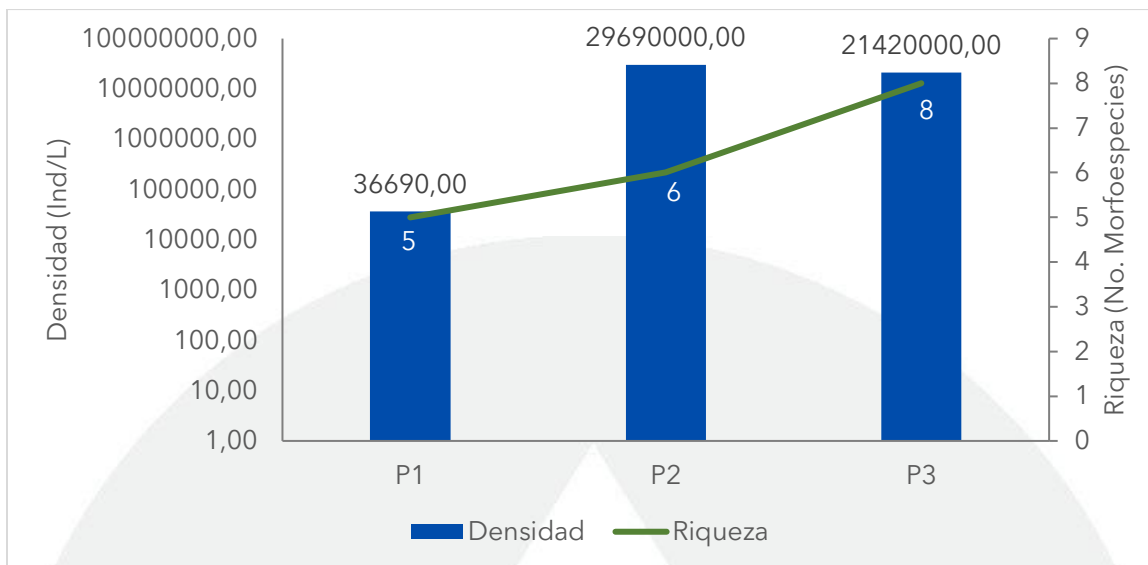
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 357 de 446



**Gráfica 120. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la Ciénaga Balboa.**

*\*: Los datos presentados en la gráfica se encuentran en escala logarítmica*

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la contribución de las divisiones Heterokontophyta presentó un 100% de la densidad total y se dividió en la clase Bacillariophyceae la cual obtuvo el 99,92% de proporción, seguido de Mediophyceae y Coscinodiscophyceae (0,04%) cada una (**Gráfica 121**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

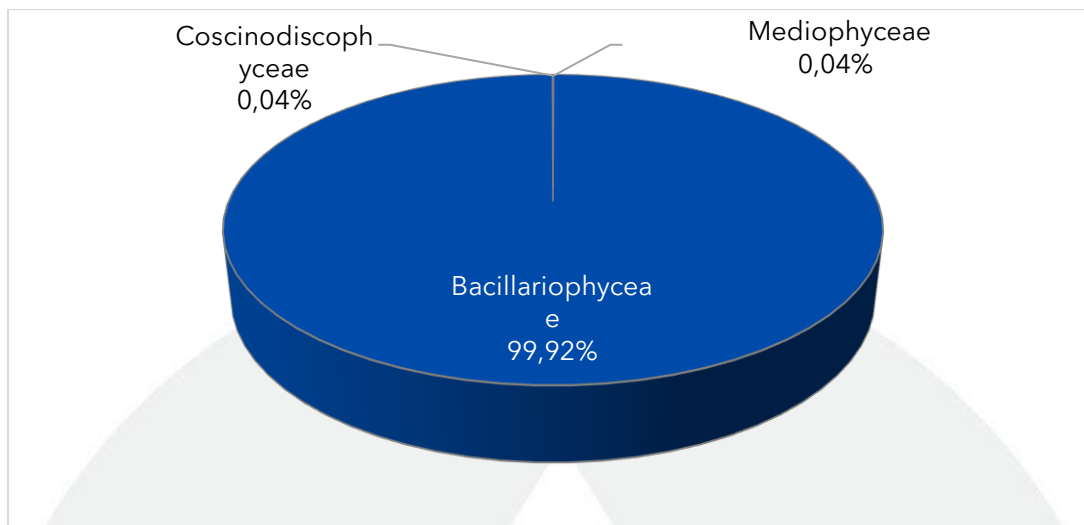
**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

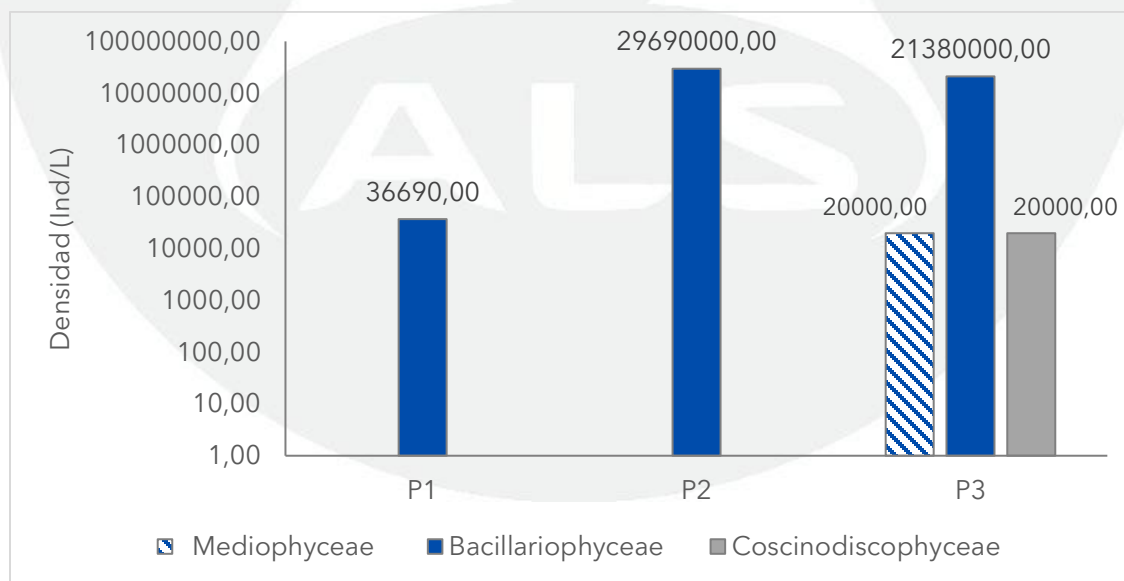
Página 358 de 446



**Gráfica 121. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga Balboa.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las morfoespecies de la clase Bacillariophyceae dominaron las densidades en los puntos muestreados; siendo mayor en el punto "P2" con 29690000,00 Ind/L, por su parte, Mediophyceae y Coscinodiscophyceae solo se reportaron en el punto "P3" con densidades iguales de 20000,00 Ind/L (**Gráfica 122**).



**Gráfica 122. Contribución a la densidad total de las clases fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga Balboa por punto de monitoreo.**

*\*: Los datos presentados en la gráfica se encuentran en escala logarítmica*

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0,03 y 0,09, siendo máximo en los puntos "P2 y P3"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo valores bajos de 0,02 a 0,05, siendo máximo en los puntos "P2 y P3" que se relacionan con las abundancias de las morfoespecies *Nitzschia* sp1, las cuales fueron significativamente superiores al resto de las morfoespecies en el ensamblaje fitoplanctónico. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores altos, lo anterior se encuentra explicado por las densidades de las morfoespecies antes mencionadas, demostrando así la conceptualidad inversa de este índice con el de equitatividad.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 228**).

**Tabla 228. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| <b>Índices</b> | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Taxa_S         | 5         | 6         | 8         |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 360 de 446

| Índices        | P1       | P2          | P3          |
|----------------|----------|-------------|-------------|
| Individuals    | 36690,00 | 29690000,00 | 21420000,00 |
| Dominance_D    | 0,99     | 0,97        | 0,98        |
| Shannon_H      | 0,03     | 0,09        | 0,09        |
| Margalef       | 0,38     | 0,29        | 0,41        |
| Equitability_J | 0,02     | 0,05        | 0,04        |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



### 5.3.4.2 Zooplancton

La comunidad de zooplancton en la ciénaga de Balboa estuvo representada por tres (3) morfoespecies, vinculadas a dos (2) phyla, igual número de clases y órdenes con un orden no determinado y una (1) familia con dos no determinadas y cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 229**.

**Tabla 229. Clasificación de las morfoespecies de zooplancton observadas en la ciénaga de Balboa.**

| Phylum     | Clase       | Orden      | Familia      | Morfoespecie                   |
|------------|-------------|------------|--------------|--------------------------------|
| Arthropoda | Maxillopoda | Cyclopoida | -            | Cyclopoida morfo 1             |
|            |             | -          | -            | Larva nauplio morfo 1          |
| Rotifera   | Eurotatoria | Ploima     | Brachionidae | <i>Brachionus calyciflorus</i> |
| <b>2</b>   | <b>2</b>    | <b>2</b>   | <b>1</b>     | <b>3</b>                       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie más abundante fue *Brachionus calyciflorus* con 1052,30 Ind/L su mayor valor se presentó en P3 con 418,20 Ind/L, seguido de Larva Nauplio morfo 1 con 980,90 Ind/L y su mayor valor se presentó en P2 con 363,80 y por último Cyclopoida morfo 1 con 91,80 Ind/L y su valor más elevado se presentó en P3 con 42,50 Ind/L (**Tabla 230**).

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.

**Tabla 230. 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     | Total   | P1                      | P2     | P3     |
| <i>Brachionus calyciflorus</i> | 266,90           | 367,20 | 418,20 | 1052,30 | 49,22%                  | 48,11% | 51,04% |
| Cyclopoida morfo 1             | 17,00            | 32,30  | 42,50  | 91,80   | 3,13%                   | 4,23%  | 5,19%  |
| Larva nauplio morfo 1          | 258,40           | 363,80 | 358,70 | 980,90  | 47,65%                  | 47,66% | 43,78% |



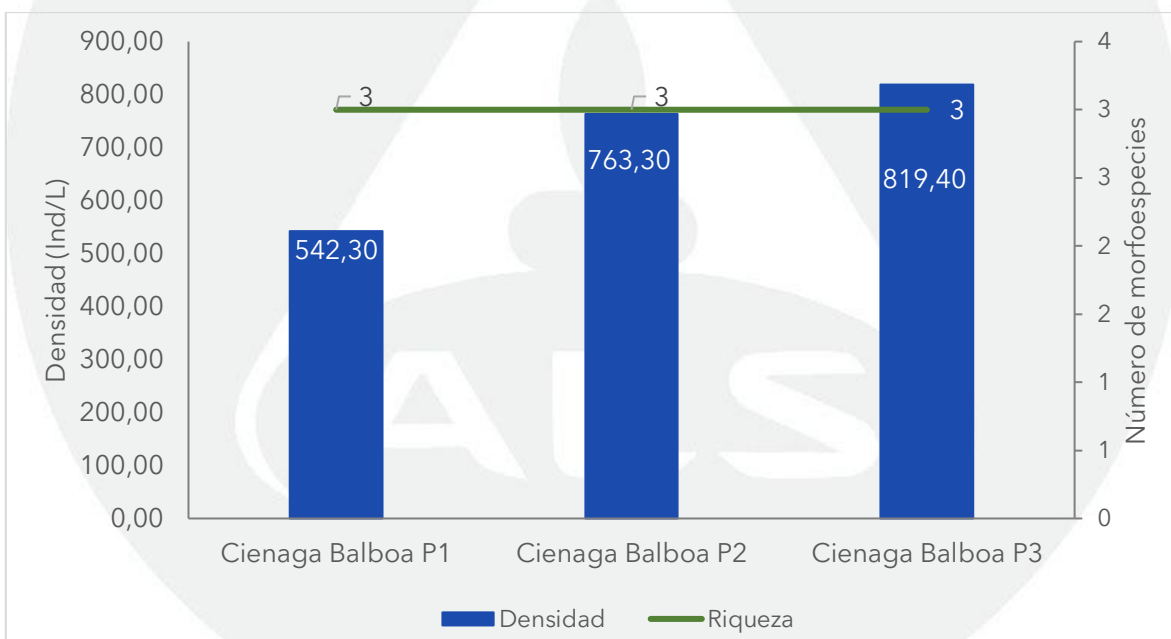


| Morfoespecie | Densidad (Ind/L) |               |               |                | Abundancia relativa (%) |            |            |
|--------------|------------------|---------------|---------------|----------------|-------------------------|------------|------------|
|              | P1               | P2            | P3            | Total          | P1                      | P2         | P3         |
| <b>Total</b> | <b>542,30</b>    | <b>763,30</b> | <b>819,40</b> | <b>2125,00</b> | <b>100</b>              | <b>100</b> | <b>100</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

El zooplancton tuvo una densidad total de 2125,00 Ind/L y el valor más alto de densidad se presentó en P3 con 819,40 Ind/L y la densidad más baja se presentó en P1 con 542,30 Ind/L; en cuanto a la riqueza se presentaron 3 morfoespecies en todos los puntos (**Gráfica 123**).

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 P3 existen condiciones fisicoquímicas, de recursos y de interacción biológica que permiten el establecimiento de un mayor número de individuos.



**Gráfica 123. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de zooplancton en la ciénaga de Balboa.**

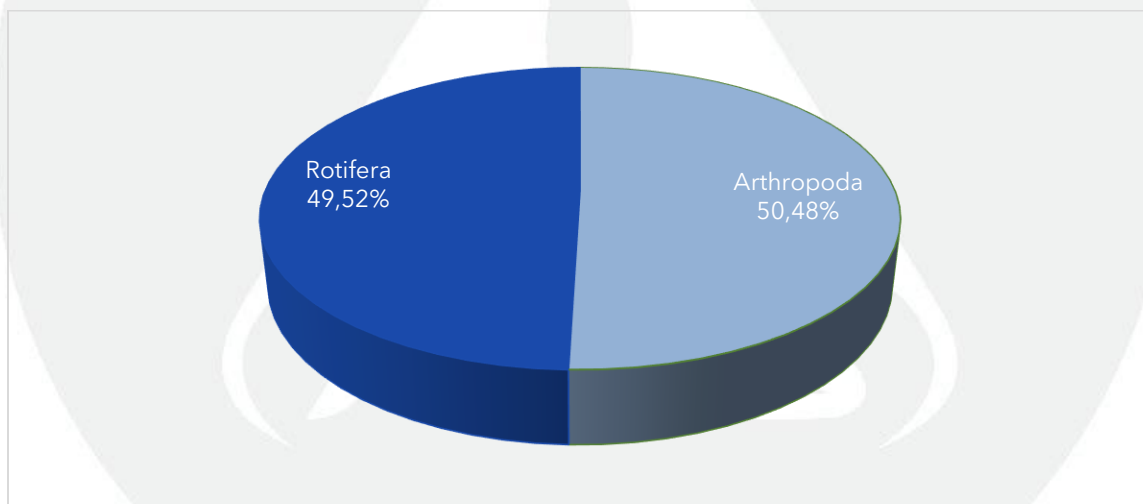
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

En cuanto a las contribuciones a la densidad total de cada phylum se obtuvo que, Artrópoda aportó al 50,48% de la misma y Rotífera con 49,52% (**Gráfica 124**). Los copépodos de Artrópoda 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.

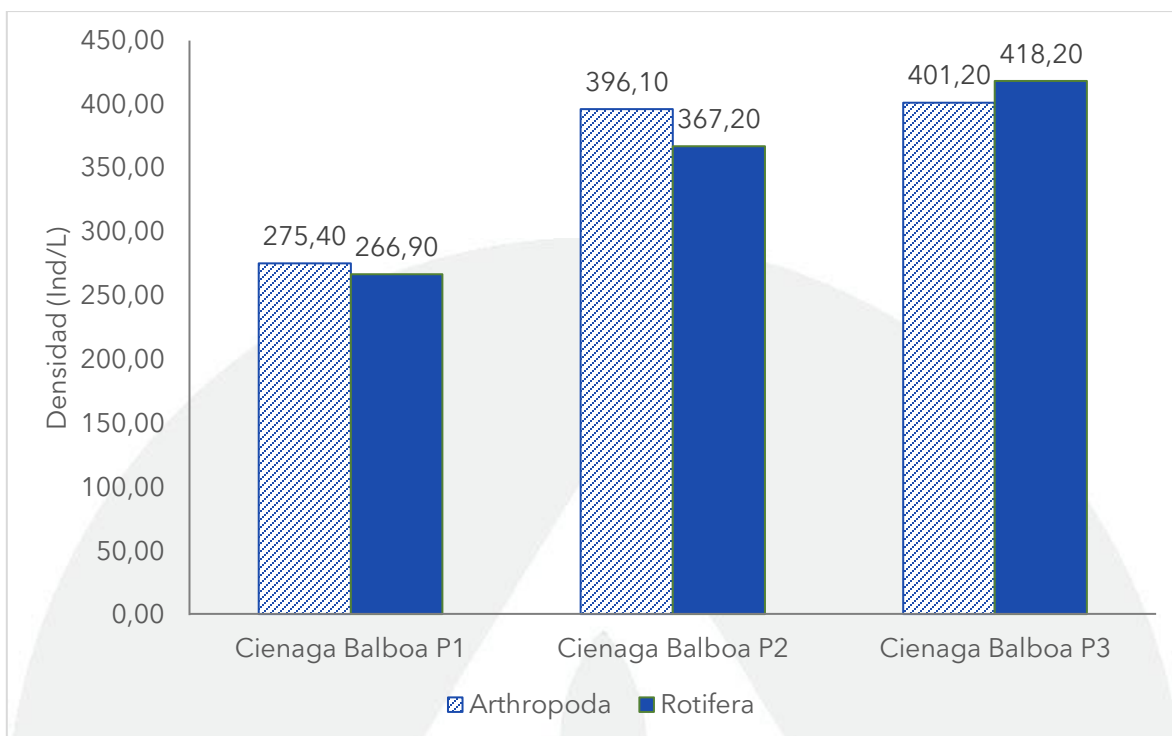


**Gráfica 124. Contribución porcentual de las phyla zooplanctónicos a la densidad total en la ciénaga de Balboa.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, los 2 phylum se registraron en los tres puntos de monitoreo. El punto de mayor representatividad de Arthropoda fue P3, donde obtuvo 401,20 Ind/L; mientras que sus aportes más bajos se relacionaron con P1 con 275,40 Ind/L, por su parte Rotifera presentó sus maximas contribuciones en el punto P3 con una densidad de 418,20 Ind/L (**Gráfica 125**).





**Gráfica 125. Contribución I de las phyla de zooplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga de Balboa.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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.

### 5.3.4.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 365 de 446

procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

A pesar del esfuerzo de muestreo no se reportaron morfoespecies de perifiton en la Ciénaga Balboa, el desarrollo de las algas del perifiton depende de factores abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros. La luz y la temperatura son factores importantes para el desarrollo de la comunidad perifítica. En la naturaleza ambos factores varían en forma concomitante, aunque la influencia de la luz se manifiesta en la longitud del período de fotosíntesis y la temperatura influye como factor acumulativo o de pérdida gradual, debido a la elevada inercia térmica que posee el cuerpo de agua. La disponibilidad de espacio para colonizar es esencial para el perifiton y afecta la productividad de la comunidad. Las comunidades adheridas a superficies con área de colonización fija (rocas, granos de arena) pueden estar limitadas por espacio, si el resto de los factores se hallan en condiciones óptimas (Wetzel, 2001).

#### **5.3.4.4 Macroinvertebrados bentónicos**

En la ciénaga Balboa no se reportaron morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos.

#### **5.3.4.5 Peces**



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

En la ciénaga de Balboa se reportó la especie *Mugil liza*, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 231**.

**Tabla 231. Clasificación taxonómica de la especie reportada en la ciénaga de Balboa**

| Phylum   | Clase     | Orden        | Familia   | Morfoespecie      |
|----------|-----------|--------------|-----------|-------------------|
| Chordata | Teleostei | Mugiliformes | Mugilidae | <i>Mugil liza</i> |
| <b>1</b> | <b>1</b>  | <b>1</b>     | <b>1</b>  | <b>1</b>          |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

En la **Tabla 232** se relaciona la abundancia y abundancia relativa de *M.liza* en los puntos de muestreo en la ciénaga de Balboa, siendo el punto P3 el único que registró ejemplares de *M.liza* (8 individuos).

*M.liza* es una especie bentopelágica, eurihalina encontrándose desde aguas dulces hasta ambientes hipersalinos (Santafé 2008), adicionalmente es de reconocida importancia comercial a nivel regional y su carne tiene elevado valor económico (Chasqui, et al., 2017).

**Tabla 232. Abundancia (Individuos) y Abundancia relativa de la especie reportada en la ciénaga de Balboa**

| Morfoespecie      | Abundancia (No, Individuos) |             |             | Abundancia relativa (%) |             |               |
|-------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------|---------------|
|                   | P1                          | P2          | P3          | P1                      | P2          | P3            |
| <i>Mugil liza</i> | 0,00                        | 0,00        | 8,00        | 0,00                    | 0,00        | 100,00        |
| <b>Total</b>      | <b>0,00</b>                 | <b>0,00</b> | <b>8,00</b> | <b>0,00</b>             | <b>0,00</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Dado que la riqueza de peces (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de dicha ciénaga 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.

#### 5.3.4.6 Macrófitas acuáticas

En la ciénaga Balboa no se reportaron morfoespecies de macrófitas



### 5.3.5 Ciénaga Los Manatíes

#### 5.3.5.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López et al., 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la Ciénaga Los Manatíes estuvo conformada por ocho (8) morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, cuatro (4) clases, seis (6) órdenes y siete (7) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 233**.

**Tabla 233. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la Ciénaga Los Manatíes.**

| División         | Clase             | Orden           | Familia            | Morfoespecie                               |
|------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------------------------|
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae      | Synechococcales | Merismopediaceae   | <i>Merismopedia</i> sp1                    |
|                  |                   | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae   | <i>Oscillatoria</i> sp3                    |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Naviculales     | Pleurosigmaataceae | <i>Pleurosigma</i> sp1                     |
|                  |                   |                 | Naviculaceae       | <i>Navicula</i> sp2<br><i>Navicula</i> sp4 |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 368 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División | Clase               | Orden               | Familia            | Morfoespecie              |
|----------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|
|          |                     | Thalassiosphaerales | Catenulaceae       | <i>Amphora</i> sp         |
|          | Coscinodiscophyceae | Coscinodisciales    | Coscinodiscaceae   | <i>Coscinodiscus</i> sp1  |
| Miozoa   | Dinophyceae         | Peridiniales        | Protoperidiniaceae | <i>Protoperidinium</i> sp |
| <b>3</b> | <b>4</b>            | <b>6</b>            | <b>7</b>           | <b>8</b>                  |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El fitoplancton reportó un valor total de 4320000,00 Ind/L y la morfoespecie de mayor abundancia fue *Protoperidinium* sp con 3566666,67 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Navicula* sp4 con 20000,00 Ind/L (**Tabla 234**).

*Protoperidinium*, diferentes especies se encuentran en diferentes hábitats y muchas ocurren estacionalmente (Jeong, H. & M. 1994).

**Tabla 234. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la Ciénaga Los Manatíes.**

| Morfoespecie              | Densidad (Ind/L)  | Abundancia relativa (%) |
|---------------------------|-------------------|-------------------------|
|                           | P1                | P1                      |
| <i>Merismopedia</i> sp1   | 20000,00          | 0,46                    |
| <i>Oscillatoria</i> sp3   | 140000,00         | 3,24                    |
| <i>Pleurosigma</i> sp1    | 13333,33          | 0,31                    |
| <i>Navicula</i> sp2       | 33333,33          | 0,77                    |
| <i>Navicula</i> sp4       | 20000,00          | 0,46                    |
| <i>Amphora</i> sp         | 113333,33         | 2,62                    |
| <i>Coscinodiscus</i> sp1  | 413333,33         | 9,57                    |
| <i>Protoperidinium</i> sp | 3566666,67        | 82,56                   |
| <b>Total</b>              | <b>4320000,00</b> | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah *et al.*, (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámica, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo

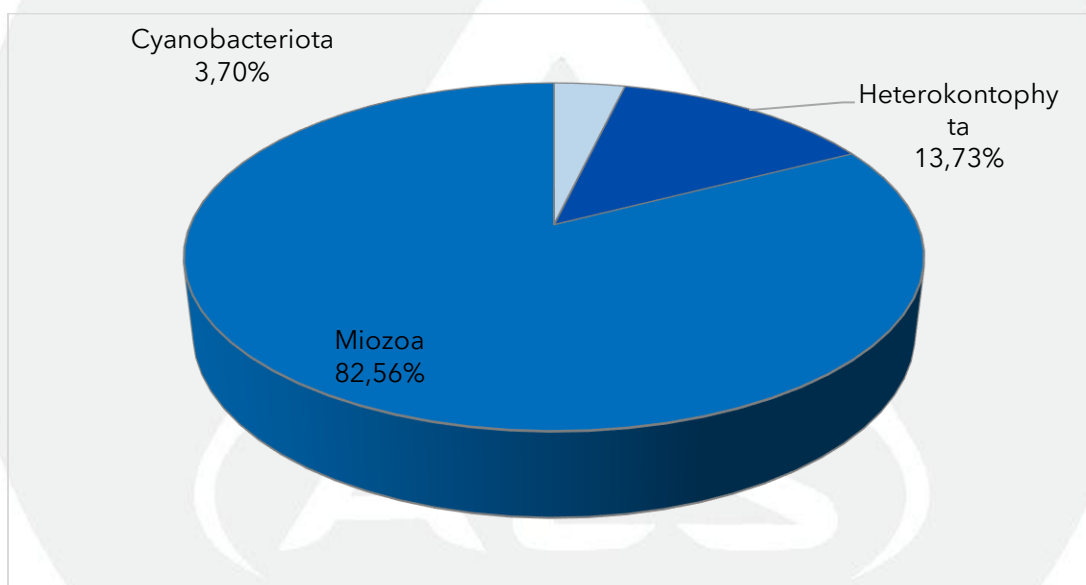




fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.

En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Miozoa obtuvo el 82,56% de proporción, seguido de Heterokontophyta (13,73%) y Cyanobacteriota (3,70%) (**Gráfica 126**).

Miozoa está conformado por organismos predominantemente unicelulares, móviles, eucarióticos y, en general, con presencia de flagelos. Hay especies fotosintéticas, mixotróficas y heterotróficas (Graham y Wilcox, 2000). Pueden encontrarse en hábitats variados y la mayoría son formas planctónicas y bentónicas (Taylor et al, 2008).



**Gráfica 126. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la Ciénaga Los Manatíes.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 0,69; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo un valor bajo de (0,33) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor alto siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.

El índice de Margalef registró un valor inferior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 235**).

**Tabla 235. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| <b>Índices</b> | <b>P1</b>  |
|----------------|------------|
| Taxa_S         | 8          |
| Individuals    | 4320000,00 |
| Dominance_D    | 0,69       |
| Shannon_H      | 0,69       |
| Margalef       | 0,46       |
| Equitability_J | 0,33       |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*



### 5.3.5.2 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) phyla, tres (3) clases, un (1) orden tres sin determinar y cuatro (4) familias no determinadas y cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada (**Tabla 236**).

**Tabla 236. Clasificación Taxonómica del zooplancton en la ciénaga Los Manatíes**

| Phylum    | Clase       | Orden      | Familia  | Morfoespecie          |
|-----------|-------------|------------|----------|-----------------------|
| Annelida  | Polychaeta  | -          | -        | Larva Polychaeta      |
| Artrópoda | Maxillopoda | Cyclopoida | -        | Cyclopoida morfo 2    |
|           |             | -          | -        | Larva nauplio morfo 1 |
|           | Ostrácoda   | -          | -        | Ostrácoda morfo 2     |
| <b>2</b>  | <b>3</b>    | <b>1</b>   | <b>-</b> | <b>4</b>              |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

La morfoespecie con mayor densidad en Los manatíes fue Larva Polychaeta con 620,50 Ind/L representando el 69,52% seguido de Larva nauplio morfo 1 con 161,50 Ind/L representando el 18,10% y la menos densa fue Ostrácoda morfo 2 con 8,50 Ind/L representando 0,95% (**Tabla 237**).

Los poliquetos son de los grupos más diversos y abundantes presente en todos los sistemas marinos desde zonas intermareales hasta grandes profundidades. Esto los hace vitales para la estructura, producción, dinámica y salud del bentos y ambiente marino. Además, ayudan en la deposición, descomposición, incorporación y recambio de materia orgánica en el lecho marino, contribuyendo al reciclaje de nutrientes en la columna de agua. (Liñero-Arana & Reyes-Vásquez 1979).

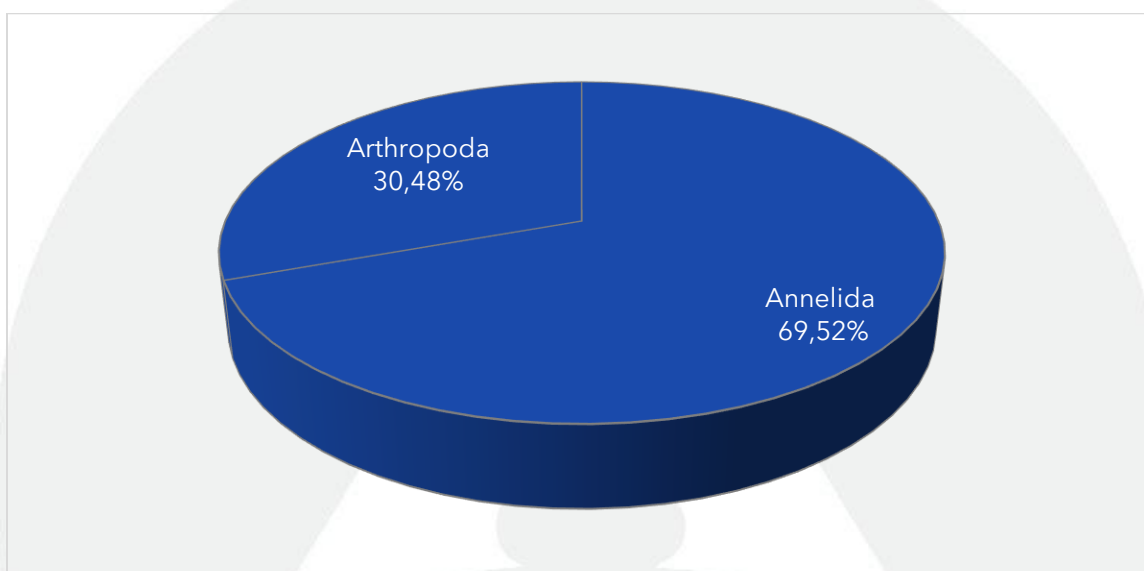
**Tabla 237. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Zooplancton en la ciénaga Los Manatíes**

| Morfoespecie          | Densidad (Ind/L) | Abundancia relativa (%) |
|-----------------------|------------------|-------------------------|
|                       | P1               | P1                      |
| Cyclopoida morfo 2    | 102,00           | 11,43                   |
| Larva Polychaeta      | 620,50           | 69,52                   |
| Larva nauplio morfo 1 | 161,50           | 18,10                   |
| Ostrácoda morfo 2     | 8,50             | 0,95                    |
| <b>Total</b>          | <b>892,50</b>    | <b>100,00</b>           |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*



En cuanto a la distribución porcentual de la densidad Annelida representó el 69,52% del total de las densidades el restante estuvo representado por Rotífera con 30,48% (**Gráfica 127**). El phylum Artrópoda el cual está representado mayormente en estos puntos por los copépodos 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).



**Gráfica 127. Contribución porcentual de la densidad total de los phylum zooplanctónicos en la ciénaga Los Manatíes**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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).

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de la ciénaga los manatíes fueron 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



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 373 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

que su cálculo resultaría en una sub o sobreestimación de los atributos ecológicos que relacionan los mismos.

### 5.3.5.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

A pesar del esfuerzo de muestreo no se reportaron morfoespecies de perifiton en la Ciénaga Los Manatíes, el desarrollo de las algas del perifiton depende de factores abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros. La luz y la temperatura son factores importantes para el desarrollo de la comunidad perifítica. En la naturaleza ambos factores varían en forma concomitante, aunque la influencia de la luz se manifiesta en la longitud del período de fotosíntesis y la temperatura influye como factor acumulativo o de pérdida gradual, debido a la elevada inercia térmica que posee el cuerpo de agua. La disponibilidad de

espacio para colonizar es esencial para el perifiton y afecta la productividad de la comunidad. Las comunidades adheridas a superficies con área de colonización fija (rocas, granos de arena) pueden estar limitadas por espacio, si el resto de los factores se hallan en condiciones óptimas (Wetzel, 2001).

#### 5.3.5.4 Macroinvertebrados bentónicos

No se registraron morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Los Manatíes.

#### 5.3.5.5 Peces

En la ciénaga Los Manatíes se reportó la especie *Mugil liza*, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 238**.

**Tabla 238. Clasificación taxonómica de la especie reportada en la ciénaga Los Manatíes.**

| Phylum   | Clase     | Orden        | Familia   | Morfoespecie      |
|----------|-----------|--------------|-----------|-------------------|
| Chordata | Teleostei | Mugiliformes | Mugilidae | <i>Mugil liza</i> |
| <b>1</b> | <b>1</b>  | <b>1</b>     | <b>1</b>  | <b>1</b>          |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

En la **Tabla 239** se relaciona la abundancia y abundancia relativa de *M.liza* en el punto de muestreo en la ciénaga Los Manatíes.

**Tabla 239. Abundancia (Individuos) y Abundancia relativa de la especie reportada en la ciénaga Los Manatíes**

| Morfoespecie      | Abundancia (No.Individuos) | Abundancia relativa (%) |
|-------------------|----------------------------|-------------------------|
|                   | <b>P1</b>                  |                         |
| <i>Mugil liza</i> | 8,00                       | 100,00                  |
| <b>Total</b>      | <b>8,00</b>                | <b>100,00</b>           |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Dado que la riqueza de peces (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo de dicha ciénaga 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.

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 375 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

### 5.3.5.6 Macrófitas acuáticas

No se registraron macrófitas acuáticas en la ciénaga Los Manatíes.

## 5.3.6 Ciénaga del Totumo

### 5.3.6.1 Fitoplancton

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua. El fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua. Así este puede usarse como grupo centinela, ya que sirve de indicador de la condición biológica (López *et al.*, 2016). Debido a su alta susceptibilidad a la variabilidad climática se observan adelantos o atrasos en sus ciclos estacionales, así como cambios en su concentración o composición.

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los sistemas acuáticos y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas; Los cambios de las condiciones fisicoquímicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Comas, 2009).

La comunidad fitoplanctónica en el en la ciénaga del Totumo estuvo conformada por seis (6) morfoespecies, vinculadas a dos (2) divisiones, cuatro (4) clases, igual número de órdenes y cinco (5) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 240**.

**Tabla 240. Clasificación taxonómica de las morfoespecies fitoplanctónicas observadas en la ciénaga del Totumo.**

| División         | Clase             | Orden       | Familia        | Morfoespecie          |
|------------------|-------------------|-------------|----------------|-----------------------|
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Naviculales | Pinnulariaceae | <i>Pinnularia</i> sp1 |
|                  |                   |             | Naviculaceae   | <i>Navicula</i> sp    |





|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 376 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

| División   | Clase               | Orden            | Familia           | Morfoespecie            |
|------------|---------------------|------------------|-------------------|-------------------------|
| Ochrophyta | Coscinodiscophyceae | Aulacoseirales   | Aulacoseiraceae   | <i>Aulacoseira</i> sp1  |
|            |                     |                  |                   | <i>Aulacoseira</i> sp2  |
|            | Mediophyceae        | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella</i> sp    |
|            | Xanthophyceae       | Mischococcales   | Sciadaceae        | <i>Centrictactus</i> sp |
| <b>2</b>   | <b>4</b>            | <b>4</b>         | <b>5</b>          | <b>6</b>                |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie de mayor abundancia fue *Aulacoseira* sp1 con 2676000,00 Ind/L; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Pinnularia* sp1 con 40000,00 Ind/L (**Tabla 241**).

El género *Aulacoseira* sp, ampliamente distribuido en cuerpos de agua epicontinentales (Ramírez y Caballero, 2019). Este es uno de los taxones de diatomeas de agua dulce más comunes. Es abundante en el plancton de lagos y grandes ríos (Spaulding y Edlund, 2009). Se relaciona con procesos de eutrofización, materia orgánica y turbulencia (Pinilla, 2000).

**Tabla 241. Densidad (Ind/L) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga del Totumo.**

| Morfoespecie            | Densidad (Ind/L)  |                   |                   |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                         | P1                | P2                | Total             |
| <i>Pinnularia</i> sp1   | 0,00              | 8000,00           | 8000,00           |
| <i>Navicula</i> sp      | 20000,00          | 0,00              | 20000,00          |
| <i>Aulacoseira</i> sp1  | 1096000,00        | 1580000,00        | 2676000,00        |
| <i>Aulacoseira</i> sp2  | 44000,00          | 16000,00          | 60000,00          |
| <i>Cyclotella</i> sp    | 48000,00          | 132000,00         | 180000,00         |
| <i>Centrictactus</i> sp | 4000,00           | 8000,00           | 12000,00          |
| <b>Total</b>            | <b>1212000,00</b> | <b>1744000,00</b> | <b>2956000,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

**Tabla 242. Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de fitoplancton en la ciénaga del Totumo.**

| Morfoespecie            | Abundancia relativa (%) |               |
|-------------------------|-------------------------|---------------|
|                         | P1                      | P2            |
| <i>Pinnularia</i> sp1   | 0,00                    | 0,46          |
| <i>Navicula</i> sp      | 1,65                    | 0,00          |
| <i>Aulacoseira</i> sp1  | 90,43                   | 90,60         |
| <i>Aulacoseira</i> sp2  | 3,63                    | 0,92          |
| <i>Cyclotella</i> sp    | 3,96                    | 7,57          |
| <i>Centrictactus</i> sp | 0,33                    | 0,46          |
| <b>Total</b>            | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

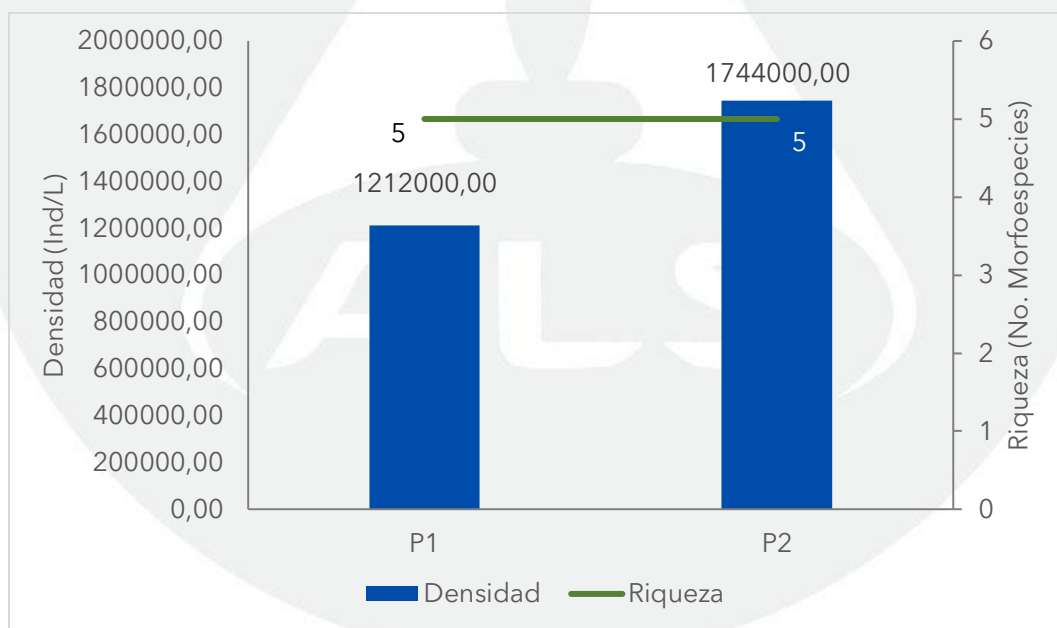
Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 377 de 446

El fitoplancton obtuvo una densidad total de 2956000,00 Ind/L y esta fue mayor en el punto "P2" donde reportó 1744000,00Ind/L. En cuanto a la riqueza, presentó cinco morfoespecies para cada punto (**Gráfica 128**).

Las variaciones en la composición fitoplanctónica a nivel espacial tienden a ser comunes en poblaciones naturales de este tipo, dado que cada grupo biológico cuenta con características ecofisiológicas que los hace exitosos en determinadas condiciones ambientales (Darley, 1991). Asimismo, Shiah et al., (1996), resalta que, la estructura de las poblaciones de fitoplancton es dinámicas, es decir, la abundancia y composición dependen de una serie de factores físicos e hidrológicos (luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton), químicos (nutrientes, materia orgánica, y mineralización) y biológicos (depredación, parasitismo fúngico), por lo cual, factores particulares en el punto de monitoreo "P1", pueden estar condicionando un fitoplancton compuesto con un mayor número de individuos.



**Gráfica 128. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. morfoespecies) de la comunidad fitoplanctonica en la ciénaga del Totumo.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

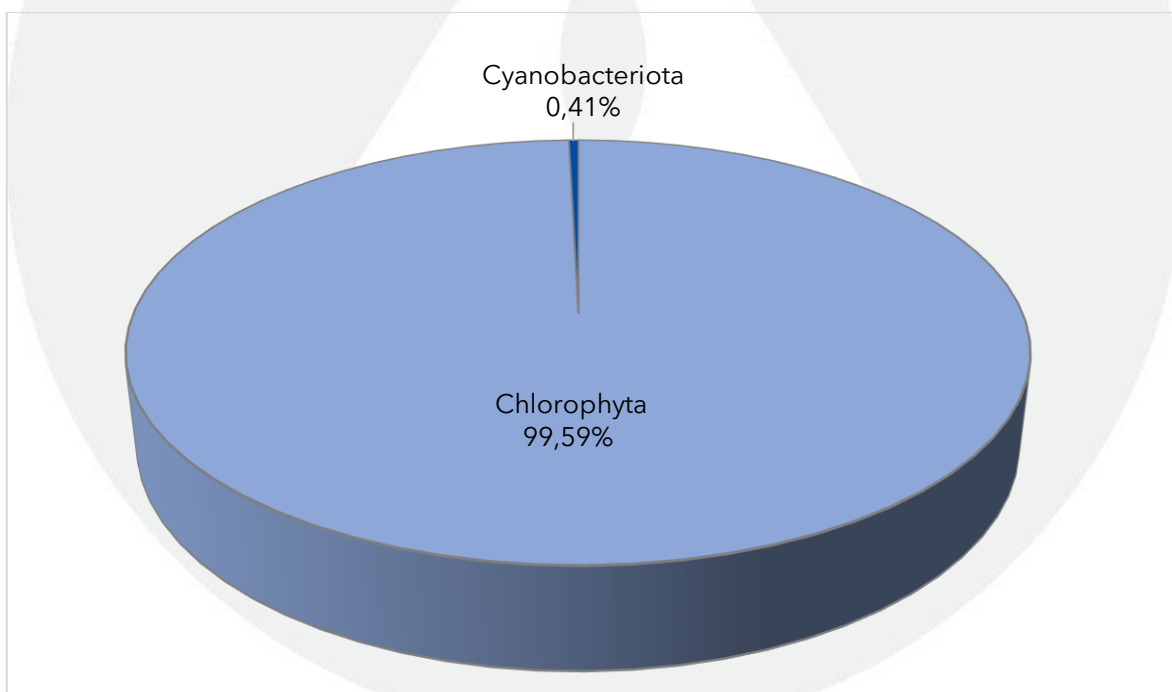
part of  
**ALS Limited**



En cuanto a la contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad total, se observó que la división Heterokontophyta obtuvo el 99,59% de proporción, seguido de Ochrophyta (0,41%) (**Gráfica 129**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).

Las algas Ochrophyta, aunque no tienen un índice de calidad de agua establecido, son empleadas como indicadores de la calidad del agua en un ecosistema. A mayor frecuencia en un ecosistema acuático, se considera que más limpia se encuentra el agua (Mora, 2001), por lo que una mayor abundancia sugiere alta diversidad y buenas condiciones (Branco, 1978).



**Gráfica 129. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registrados en la ciénaga del Totumo.**

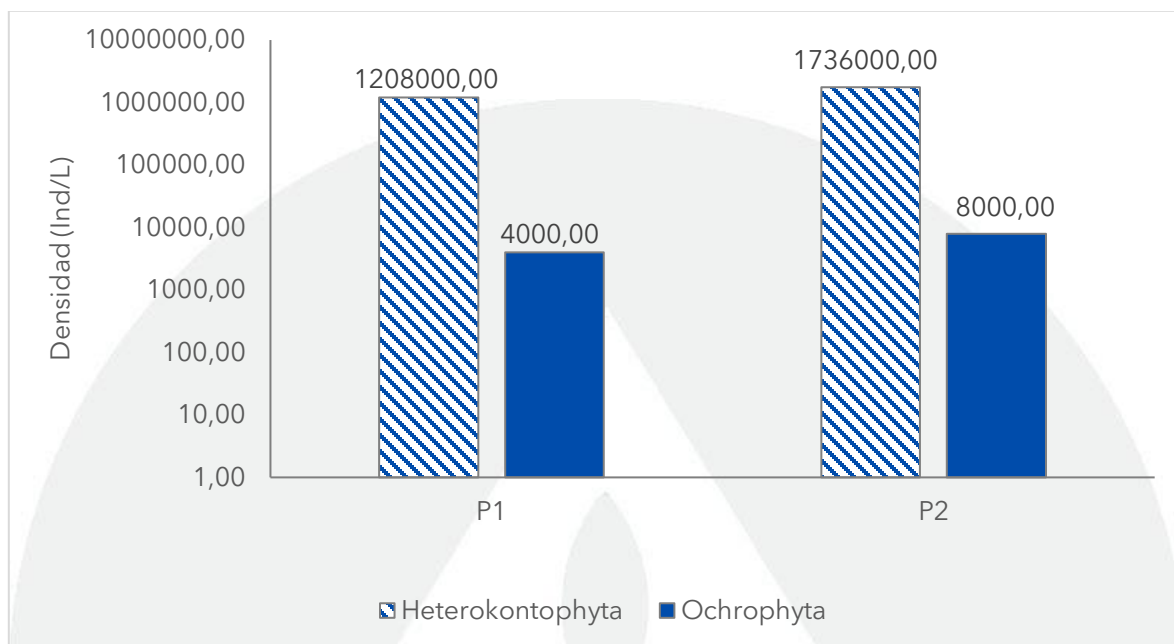
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

A nivel espacial, las morfoespecies de la división Heterokontophyta dominaron las densidades en los dos (2) puntos muestreados; siendo mayor en el punto "P2" con





1736000,00 Ind/L, así mismo, Ochrophyta registró su máximo en este mismo punto con 8000,00 Ind/L (**Gráfica 130**).



**Gráfica 130. Contribución a la densidad total de las divisiones fitoplanctónicas registradas en la ciénaga del Totumo por punto de monitoreo.**

*\*: Los datos presentados en la gráfica se encuentran en escala logarítmica*

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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. Considerando que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario 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).

El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0,38 y 0,43, siendo máximo en el punto "P1"; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, ya que la presencia de una gran variedad de individuos está directamente relacionada con la disponibilidad y amplitud de los recursos (Roldán y





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 380 de 446

Ramírez, 2008); valores superiores a dos (2) 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 obtuvo valores bajos de 0,23 a 0,26, siendo máximo en el punto "P1" que se relacionan con las abundancias de las morfoespecies *Aulacoseira sp1*, las cuales fueron significativamente superiores al resto de las morfoespecies en el ensamblaje fitoplanctónico. La dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo valores altos, lo anterior se encuentra explicado por las densidades de las morfoespecies antes mencionadas, demostrando así la conceptualidad inversa de este índice con el de equitatividad.

El índice de Margalef registró valores inferiores a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 243**).

**Tabla 243. Índices ecológicos aplicados a la comunidad fitoplanctónica.**

| <b>Índices</b> | <b>P1</b>  | <b>P2</b>  |
|----------------|------------|------------|
| Taxa_S         | 5          | 5          |
| Individuals    | 1212000,00 | 1744000,00 |
| Dominance_D    | 0,82       | 0,83       |
| Shannon_H      | 0,43       | 0,38       |
| Margalef       | 0,29       | 0,28       |
| Equitability_J | 0,26       | 0,23       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

### 5.3.6.2 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga el Totumo estuvo conformada por cinco (5) morfoespecies distribuidas en tres (3) phyla, cuatro (4) clases, cinco (5) órdenes y tres (3) familias con dos no determinadas, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 244**.

**Tabla 244. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton observadas en ciénaga el Totumo.**

| Phylum o División | Clase        | Orden         | Familia       | Taxa                   |
|-------------------|--------------|---------------|---------------|------------------------|
| Artrópoda         | Branchiopoda | Diplostraca   | Sididae       | <i>Diaphanosoma</i> sp |
|                   | Maxillopoda  | Cyclopoida    | -             | Cyclopoida morfo 1     |
|                   |              | Harpacticoida | -             | Larva nauplio morfo 1  |
| Protozoa          | Lobosa       | Arcellinida   | Centropxyidae | <i>Centropxyis</i> sp  |
| Rotífera          | Eurotatoria  | Ploima        | Brachionidae  | <i>Keratella</i> sp    |
| <b>3</b>          | <b>4</b>     | <b>5</b>      | <b>3</b>      | <b>5</b>               |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie más abundante fue *Keratella* sp con un total de 33,15 Ind/L y con un mayor aporte en el punto Totumo p1 de 17,85 Ind/L, seguida de Larva nauplio morfo 1 con 27,20 Ind/L y haciendo una mayor contribución en el punto Totumo p2 con 18,70 Ind/L (**Tabla 245**).

*Keratella* constituye uno de los géneros más abundantes y frecuentes entre los rotíferos y pueden encontrarse desde ambientes cálidos eutróficos hasta ambientes fríos oligotróficos (Pejler, 1980). Mientras que la larva nauplio, procedente de un desarrollo indirecto, se presenta en grupos como Copépoda, Decápoda, langosta, cangrejos y Euphausiacea. Se caracteriza por poseer tres segmentos que representan los primeros apéndices cefálicos: mandíbulas, antenas y anténulas, todas útiles para la locomoción. (Lagos, et al 2014).

**Tabla 245. Densidad (Ind/L) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga El Totumo**

| Morfoespecie           | Densidad (Ind/L) |       |       | Abundancia relativa (%) |       |
|------------------------|------------------|-------|-------|-------------------------|-------|
|                        | P1               | P2    | Total | P1                      | P2    |
| <i>Centropxyis</i> sp  | 1,70             | 0,00  | 1,70  | 4,76                    | 0,00  |
| Cyclopoida morfo 1     | 7,65             | 12,75 | 20,40 | 21,43                   | 25,86 |
| <i>Diaphanosoma</i> sp | 0,00             | 2,55  | 2,55  | 0,00                    | 5,17  |





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

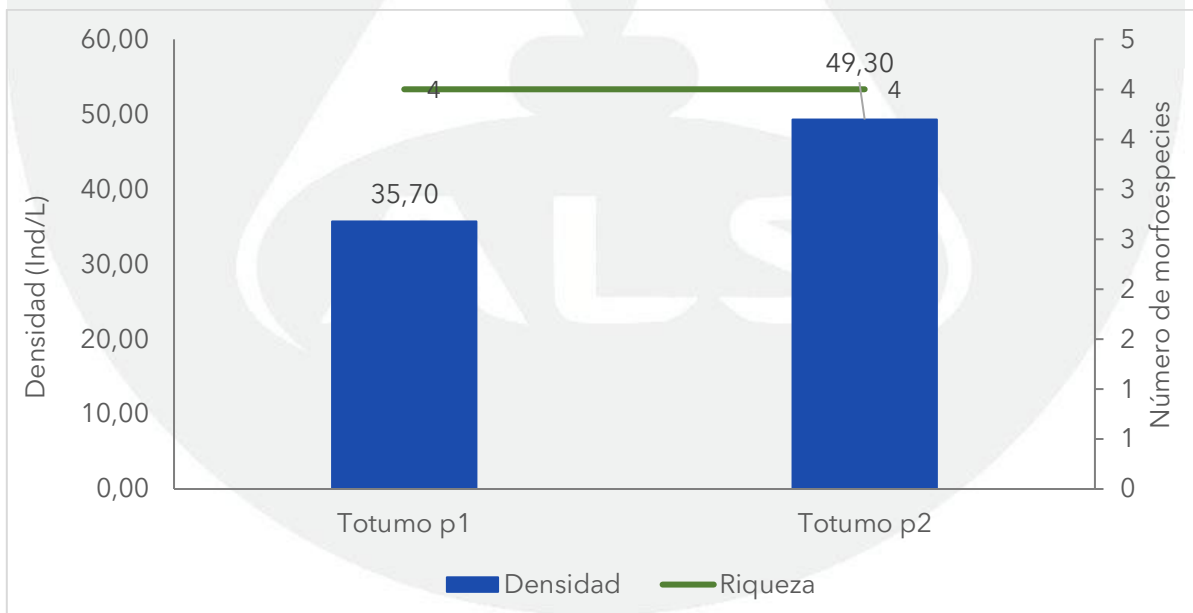
Fecha: 07/09/2023

Página 382 de 446

| Morfoespecie          | Densidad (Ind/L) |              |              | Abundancia relativa (%) |               |
|-----------------------|------------------|--------------|--------------|-------------------------|---------------|
|                       | P1               | P2           | Total        | P1                      | P2            |
| <i>Keratella</i> sp   | 17,85            | 15,30        | 33,15        | 50,00                   | 31,03         |
| Larva nauplio morfo 1 | 8,50             | 18,70        | 27,20        | 23,81                   | 37,93         |
| <b>Total</b>          | <b>35,70</b>     | <b>49,30</b> | <b>85,00</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El zooplancton en la ciénaga El Totumo obtuvo una densidad total de 85,00 Ind/L y fue más alta en el punto Totumo p2, donde registró 49,30 Ind/L; la riqueza por su parte reporte cuatro morfoespecies en ambos puntos de monitoreo (**Gráfica 131**). 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.



**Gráfica 131. Densidad (Ind/L) y Riqueza (No. Morfoespecies) de la comunidad de Zooplancton en la ciénaga el Totumo.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

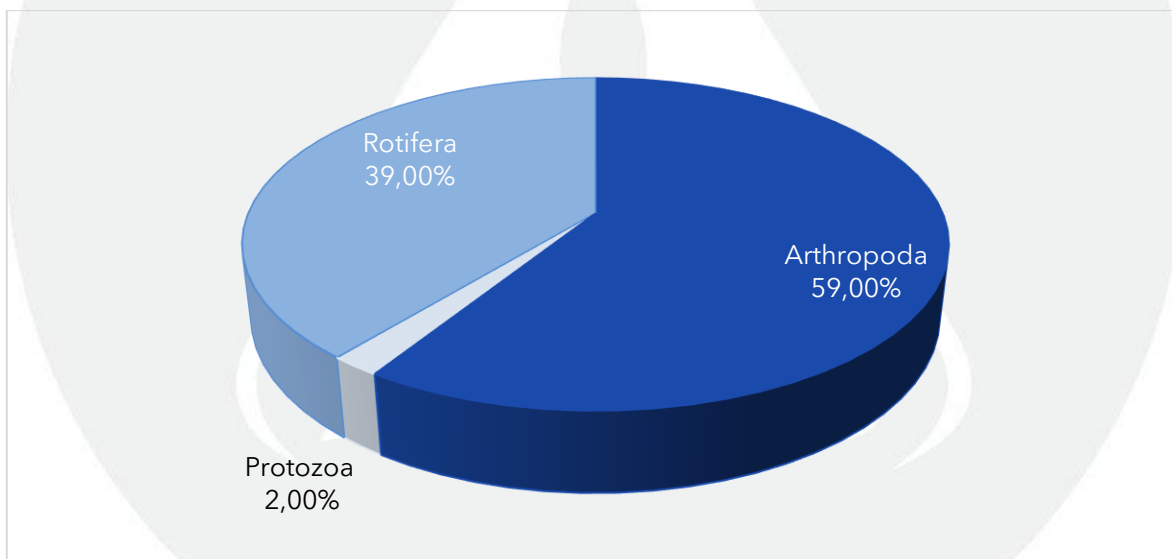




Las contribuciones a la densidad total estuvieron dominadas por aportes del phylum Artrópoda con 59,00%, seguida de Rotífera con 39,00%; mientras que Protozoa le correspondió el 2,00% restante (**Gráfica 132**).

El phylum Arthropoda se caracteriza por ser el más abundante y diverso del reino animal, esto se debe a que han logrado desarrollar estrategias para adaptarse a diversos tipos de ambientes, estas estrategias incluyen: pequeño tamaño, alta tasa reproductiva, exoesqueleto endurecido, entre otras (Lagos et al., 2014).

Para Matsumura-Tundisi y Tundisi (2005), la dominancia tanto de artrópodos como 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).



**Gráfica 132. Contribución porcentual de las phyla zooplanctónicas a la densidad total en la ciénaga el Totumo.**

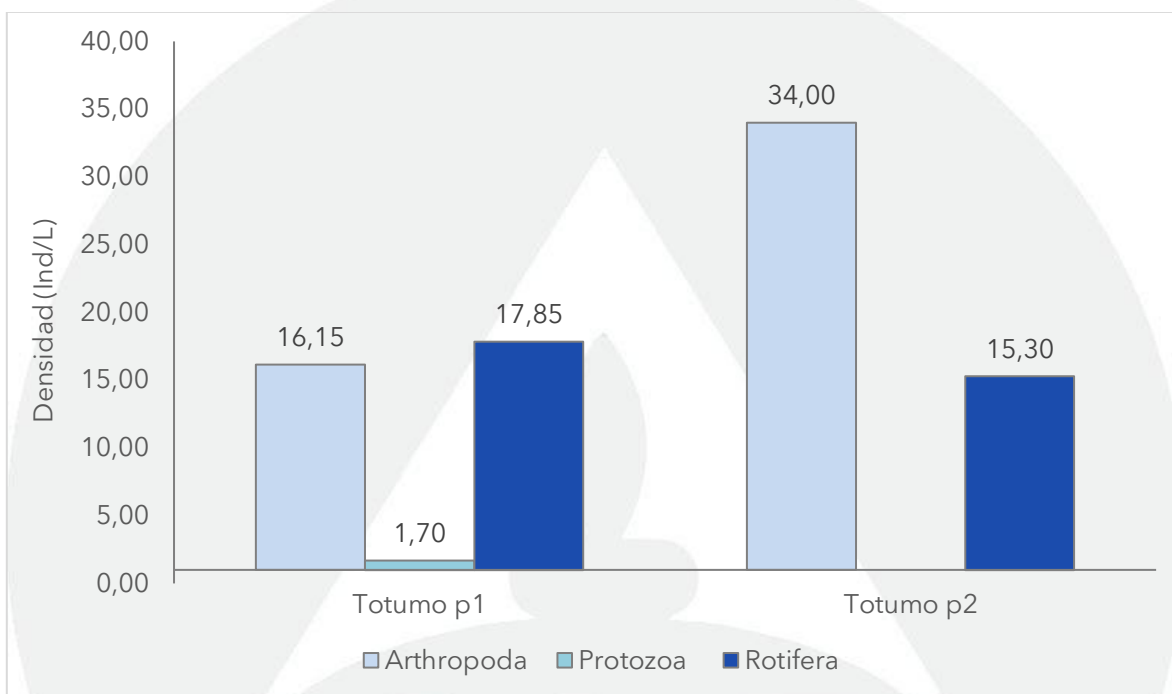
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

En cuanto a la contribución de las densidades por punto de monitoreo, se observa que Artrópoda presentó la mayor densidad en el punto Totumo p2 con 34,00 Ind/L, mientras que Rotífera obtuvo el mayor valor en el punto Totumo p1 con 17,85 Ind/L. Finalmente, Protozoa solo estuvo presente en este mismo punto con 1,70 Ind/L (**Gráfica 133**).





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 133.. Contribución de las phyla de zooplancton a la densidad total por punto de monitoreo en la ciénaga el Totumo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

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). Sin embargo, atendiendo a este



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 385 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

precepto los índices ecológicos para esta comunidad no fueron calculados para los puntos Totumo p1 y Totumo p2, debido a que se obtuvo una baja riqueza ( $S < 5$ ).

### 5.3.6.3 Perifiton

El perifiton es considerado como un biofilm o bioderma de variable espesor, de aspecto viscoso y variada tonalidad, constituido por una compleja mezcla de microalgas (vivas y muertas), bacterias, hongos, partículas de calcita (producto de algunas algas) y sedimentos inorgánicos consolidados por una matriz mucilaginosa producida por algas y bacterias (Burkholder, 1996). Constituye un componente fundamental de las comunidades bióticas de los sistemas acuáticos donde su nicho ecológico recae en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. "Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas" (Montoya & Aguirre 2013). Las algas constituyen la mayor parte del perifiton (Moschini *et al.*, 2001), estas son los productores dominantes en ecosistemas fluviales de orden inferior tales como arroyos o tributarios.

La comunidad perifítica en el área de estudio estuvo representada por nueve (9) morfoespecies vinculadas a tres (3) divisiones, igual número de clases, siete (7) órdenes y ocho (8) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 246**.

**Tabla 246. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton observadas en la Ciénaga del Totumo.**

| División         | Clase             | Orden           | Familia          | Morfoespecie            |
|------------------|-------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| Cyanobacteriota  | Cyanophyceae      | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria</i> sp4 |
|                  |                   |                 | Oscillatoriaceae | <i>Lyngbya</i> sp1      |
|                  |                   | Nostocales      | Nostocaceae      | <i>Anabaena</i> sp1     |
| Heterokontophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales   | Bacillariaceae   | <i>Nitzschia</i> sp1    |
|                  |                   | Cymbellales     | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema</i> sp1   |
|                  |                   |                 |                  |                         |
|                  |                   | Fragilariales   | Fragilariaceae   | <i>Synedra</i> sp1      |
|                  |                   | Eunotiales      | Eunotiaceae      | <i>Eunotia</i> sp1      |
|                  |                   |                 |                  | <i>Eunotia</i> sp2      |



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 386 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

|             |               |              |               |                      |
|-------------|---------------|--------------|---------------|----------------------|
| Chlorophyta | Chlorophyceae | Oedogoniales | Oedogoniaceae | <i>Oedogonium</i> sp |
| <b>3</b>    | <b>3</b>      | <b>7</b>     | <b>8</b>      | <b>9</b>             |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La comunidad perifítica registró un valor total de 4047,69 Ind/cm<sup>2</sup> y la morfoespecie más abundante fue *Nitzschia* sp1 con 1744,46 Ind/cm<sup>2</sup>, respectivamente; mientras que, la morfoespecie menos representativa fue *Eunotia* sp1 con 9,09 Ind/cm<sup>2</sup> (**Tabla 247**).

El género *Nitzschia*, es cosmopolitas y se distribuye en gran variedad de ambientes, incluidos los eutróficos, de acuerdo con Pinilla (2000) el género indica turbulencia, sedimentos y conductividad altos.

**Tabla 247. Densidad (Ind/cm<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies perifíticas en la Ciénaga del Totumo.**

| Morfoespecie            | Densidad (Ind/cm <sup>2</sup> ) | Abundancia relativa (%) |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                         | P1                              | P1                      |
| <i>Oscillatoria</i> sp4 | 985,80                          | 24,35                   |
| <i>Lyngbya</i> sp1      | 63,60                           | 1,57                    |
| <i>Anabaena</i> sp1     | 704,14                          | 17,40                   |
| <i>Nitzschia</i> sp1    | 1744,46                         | 43,10                   |
| <i>Gomphonema</i> sp1   | 240,77                          | 5,95                    |
| <i>Synedra</i> sp1      | 145,37                          | 3,59                    |
| <i>Eunotia</i> sp1      | 9,09                            | 0,22                    |
| <i>Eunotia</i> sp2      | 27,26                           | 0,67                    |
| <i>Oedogonium</i> sp    | 127,20                          | 3,14                    |
| <b>Total</b>            | <b>4047,69</b>                  | <b>100,00</b>           |

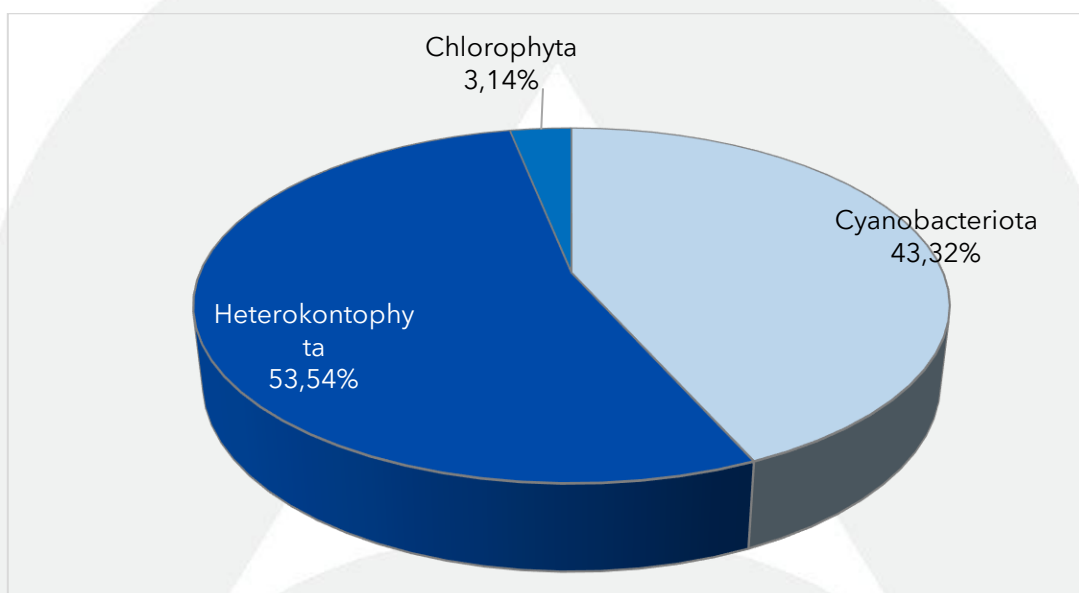
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

La distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson et al., 1996); así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova y Donald, 2002). Teniendo en cuenta lo mencionado, resulta probable que el área de estudio ofrezca gradientes ambientales que generan diferentes microhábitats en los puntos de muestreo, que permiten una mayor colonización y desarrollo de células en determinados puntos.



En cuanto a la contribución de cada división a la densidad total, se observó que Heterokontophyta obtuvo el mayor aporte, representado en un 53,54%, seguida de Cyanobacteriota (43,32%) y Chlorophyta (3,14%) (**Gráfica 134**).

Heterokontophyta esta división comprende a las algas pardo-doradas, verde-amarillentas y amarillas. la mayoría planctónicas, de agua dulce o salada, algunos habitan suelos húmedos (Cabral & Vallejos, 2014).



**Gráfica 134.. Contribución porcentual a la densidad total de las divisiones perifíticas registradas en la Ciénaga del Totumo.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*

El índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 1,52; los valores inferiores a dos (2) de este índice, se relacionan con sistemas de diversidad relativamente baja, 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) 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 obtuvo un valor medio de (0,69) y la dominancia de Simpson (Dominance\_D) obtuvo un valor bajo siendo consistente con el índice de equitatividad, dado que ambos índices son inversamente proporcionales.



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 388 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

El índice de Margalef registró un valor inferior a dos (2). Según Margalef (1983) estos valores hacen referencia a ecosistemas con riqueza baja, lo cual se puede relacionar con la cantidad de individuos distribuidos en un número determinado de morfoespecies (**Tabla 248**).

**Tabla 248. Índices ecológicos aplicados a la comunidad perifítica.**

| Índices        | P1      |
|----------------|---------|
| Taxa_S         | 9       |
| Individuals    | 5336,55 |
| Dominance_D    | 0,32    |
| Shannon_H      | 1,42    |
| Margalef       | 0,93    |
| Equitability_J | 0,65    |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

#### 5.3.6.4 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados en la ciénaga el Totumo estuvo representada por dos (2) morfoespecies vinculadas a un (1) phylum, dos (2) clases, dos (2) órdenes y familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 249**.

**Tabla 249. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos observados en ciénaga el Totumo.**

| Phylum   | Clase      | Orden      | Familia   | Morfoespecie                   |
|----------|------------|------------|-----------|--------------------------------|
| Mollusca | Bivalvia   | Venerida   | Cyrenidae | <i>Corbicula sp</i>            |
|          | Gastropoda | Cerithiida | Thiaridae | <i>Melanoides tuberculatus</i> |
| <b>1</b> | <b>2</b>   | <b>2</b>   | <b>2</b>  | <b>2</b>                       |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La morfoespecie más abundante fue *Corbicula sp* con 42,22 Ind/m<sup>2</sup> y el 52,05% de la abundancia relativa de P2. En el punto P1 no se observaron morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos (**Tabla 250**).

**Tabla 250. Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Abundancia relativa (%) de las morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Totumo.**

| Morfoespecie                   | Densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) |              |              | Abundancia relativa (%) |               |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------------------|---------------|
|                                | P1                             | P2           | Total        | P1                      | P2            |
| <i>Corbicula sp</i>            | 0,00                           | 42,22        | 42,22        | 0,00                    | 52,05         |
| <i>Melanoides tuberculatus</i> | 0,00                           | 38,89        | 38,89        | 0,00                    | 47,95         |
| <b>Total</b>                   | <b>0,00</b>                    | <b>81,11</b> | <b>81,11</b> | <b>0,00</b>             | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



**SERambiente**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

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.

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 facilitan una mayor oportunidad de encuentro.

Dado que la riqueza (Taxa\_S) en los puntos de monitoreo 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.

### 5.3.6.5 Peces

En la ciénaga del Totumo se observó una especie íctica, cuya clasificación taxonómica completa de esta especie se muestra en la **Tabla 252**.

**Tabla 251. Clasificación taxonómica de la especie reportada en la ciénaga del Totumo**

| Phylum   | Clase     | Orden        | Familia   | Morfoespecie                 |
|----------|-----------|--------------|-----------|------------------------------|
| Chordata | Teleostei | Cichliformes | Cichlidae | <i>Oreochromis niloticus</i> |
| <b>1</b> | <b>1</b>  | <b>1</b>     | <b>1</b>  | <b>1</b>                     |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





*O. niloticus* obtuvo abundancias de tres individuos en cada uno de los puntos muestreados en la ciénaga del Totumo (**Tabla 252**).

*Oreochromis* es un género de peces endémicos de África y Oriente Medio. Algunas especies se han introducido mucho más allá de su área de distribución nativa y son importantes en la acuicultura; aunque los peces del género *Oreochromis* son principalmente de agua dulce de ríos, lagos y hábitats similares, varias especies también pueden prosperar en aguas salobres y algunas incluso sobreviven en condiciones hipersalinas (Ford *et al.*, 2019).

**Tabla 252. Abundancia (Individuos) y abundancia relativa (%) de la especie íctica en la ciénaga del Totumo.**

| Morfoespecie                 | Abundancia (Individuos) |             |             | Abundancia relativa (%) |               |
|------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|---------------|
|                              | P1                      | P2          | Total       | P1                      | P2            |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | 3,00                    | 3,00        | 6,00        | 100,00                  | 100,00        |
| <b>Total</b>                 | <b>3,00</b>             | <b>3,00</b> | <b>6,00</b> | <b>100,00</b>           | <b>100,00</b> |

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

#### **5.3.6.6 Macrófitas acuáticas**

En la ciénaga del Totumo no se registraron morfoespecies de macrófitas acuáticas.





## 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 de Malambo

##### 6.1.1.1 Fitoplancton

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Cyanobacteriota, las cuales poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles. La morfoespecie más abundante fue *Arthrospira* sp, y el punto con mayor densidad fue "P1".

##### 6.1.1.2 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga de Malambo estuvo conformada por ocho (8) morfoespecies, vinculadas a tres (3) phyla. La morfoespecie más abundante fue *Brachionus havanaensis*. Las densidades zooplanctónicas máximas estuvieron relacionadas con el punto de monitoreo Malambo p1 y se evidenciaron niveles bajos de diversidad.

##### 6.1.1.3 Perifiton

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, el cual constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos. Las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula* sp1 y *Oscillatoria* sp3, son consideradas organismos heterotróficos, lo que les permite su reproducción y desarrollo en diferentes tipos de ecosistemas, el punto con mayor densidad "P1".





#### **6.1.1.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga de Malambo estuvo constituida por cuatro (4) morfoespecies, las más representativas fue *M.cornuarietis*. La dominancia de taxones del phylum Mollusca no es sorprendente en ecosistemas como la ciénaga de Malambo, 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.

#### **6.1.1.5 Peces**

Solo dos (2) especies icticas fueron reportadas, de las cuales dominó la mojarra amarilla *Caquetaia kraussii*, especie de importancia comercial, reconocida por su potencial colonizador que responde a estrategia reproductiva que constituye uno de sus principales rasgos adaptativos que asegura su éxito en ecosistemas cenagosos y planicies inundables del río Magdalena.

#### **6.1.1.6 Macrófitas acuáticas**

No se registraron macrófitas en la ciénaga de Malambo.

### **6.1.2 Ciénaga Mesolandia**

#### **6.1.2.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Cyanobacteriota, la cual poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles. La morfoespecie más abundante fue *Microcystis*, que se encuentra muy dominante en las floraciones cianobacterianas de agua dulce, y el punto con mayor densidad fue "P2".





### **6.1.2.2 Zooplancton**

La comunidad de zooplancton estuvo representada por cinco (5) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla, la morfoespecie más abundante fue Ostrácoda morfo 2. El punto de monitoreo de mayor diversidad fue P2

### **6.1.2.3 Perifiton**

Esta comunidad no presentó organismos, esta ausencia pudo verse visto influenciada por distintos factores, abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros.

### **6.1.2.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga de Malambo estuvo conformada por tres morfoespecies, las más abundante fue *Melanoides tuberculatus*, la cuales muestra una gran adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas, pero su establecimiento exitoso se asocia frecuentemente con ambientes eutróficos.

### **6.1.2.5 Peces**

En la ciénaga Mesolandia no se registraron capturas de ejemplares peces a pesar del esfuerzo de pesca.

### **6.1.2.6 Macrófitas acuáticas**

En la ciénaga Mesolandia no se registraron morfoespecies de macrófitas.

## **6.1.3 Ciénaga Sabanagrande**

### **6.1.3.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 394 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

sistemas acuáticos, así mismo son importantes bioindicadores dentro de un ecosistema, debido a la susceptibilidad a cambios y resistencia a muchas sustancias que de una u otra forma causan modificaciones en un determinado ambiente. La morfoespecie más abundante fue *Navicula*, la cual puede reproducirse y desarrollarse en diferentes tipos de ecosistemas, y el punto con mayor densidad fue "P1".

#### **6.1.3.2 Zooplancton**

En la ciénaga Sabanagrande, la comunidad de zooplancton estuvo representada por 13 morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla. Las morfoespecies más representativas fueron Larva nauplio morfo 1 y *Diaphanosoma* sp. El punto de monitoreo de mayor densidad fue P1, y según los índices niveles de diversidad intermedios.

#### **6.1.3.3 Perifiton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, el cual constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos. Las morfoespecies más abundantes fueron *Nitzschia* sp1, *Navicula* sp1 y *Fragilaria* sp y el punto con mayor densidad "P1".

#### **6.1.3.4 Macroinvertebrados bentónicos**

En la ciénaga Sabanagrande se reportaron dos morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos siendo la más dominante *M.tuberculatus*. Adicionalmente se registra la presencia de individuos de la familia Naididae asociada a condiciones de enriquecimiento orgánico.

#### **6.1.3.5 Peces**

En la ciénaga Sabanagrande se reportaron cuatro especies ícticas, la más abundante fue el bocachico *P.magdaleneae*, la cual cuenta con gran importancia económica en la región, esta especie se encuentra en categoría vulnerable según el libro rojo de peces dulceacuícolas por lo que se requieren medidas que implementen su conservación y regulación de talla mínima de captura.



### **6.1.3.6 Macrófitas acuáticas**

En la Ciénaga de Sabanagrande no se reportaron morfoespecies de macrófitas acuáticas.

## **6.1.4 Ciénaga de Santo Tomás**

### **6.1.4.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Cyanobacteriota, las cuales poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles. La morfoespecie más abundante fue *Anabaena sp* y el punto con mayor densidad fue "P2".

### **6.1.4.2 Zooplancton**

En la ciénaga Santo Tomás, la comunidad de zooplancton estuvo representada por 12 morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en cuatro (4) phyla, las morfoespecies más representativas fueron Larva nauplio morfo 1 y Cyclopoida morfo 1, por su parte, la mayor densidad estuvo asociada al punto Santo Tomás p2 y se evidenciaron niveles bajos de diversidad con una equidad de las morfoespecies.

### **6.1.4.3 Perifiton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, el cual constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos. Las morfoespecies más abundantes fueron *Nitzschia sp2* y *Navicula sp1* y el punto con mayor densidad "P2".

### **6.1.4.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga de Santo Tomás estuvo conformada por dos (2) morfoespecies, todas pertenecientes al phylum Mollusca. La prevalencia de este phylum bentónico en la ciénaga es resultado de sus condiciones de



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 396 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

carga orgánica y contenido de carbonatos, los cuales representan factores esenciales en el establecimiento y desarrollo de este grupo taxonómico.

#### **6.1.4.5 Peces**

En la ciénaga Santo Tomás se reportaron tres especies ícticas, siendo *Prochilodus magdalenae* la de mayor abundancia.

#### **6.1.4.6 Macrófitas acuáticas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga de Sabanagrande estuvo conformada por una (1) especie, *Eichhornia crassipes*, la cual obtuvo 100,00% de cobertura en el punto de monitoreo P1. *E. crassipes* presentan alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en la ciénaga.

### **6.1.5 Ciénaga El Uvero**

#### **6.1.5.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Cyanobacteriota, las cuales poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles. La morfoespecie más abundante fue *Pseudanabaena* sp, esta morfoespecie puede encontrarse en sistemas límnicos mesotróficos a eutróficos de todo el mundo.

#### **6.1.5.2 Zooplancton**

En la ciénaga El Uvero, la comunidad de zooplancton estuvo representada por once (11) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla. Calanoida morfo 1 fue la morfoespecie de mayor densidad en la ciénaga, se presentaron niveles de diversidad bajos con poblaciones equitativas en cuanto a las abundancias.

#### **6.1.5.3 Perifiton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, el cual constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 397 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

los sistemas acuáticos. Las morfoespecies más abundantes fueron *Gomphonema* sp1 y *Navicula* sp1.

#### **6.1.5.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga El uvero estuvo representada por dos morfoespecies del phylum Mollusca, siendo *Corbicula* sp la morfoespecie de mayor aporte a la densidad total de la ciénaga.

#### **6.1.5.5 Peces**

No se reportaron ejemplares de peces en la ciénaga el uvero.

#### **6.1.5.6 Macrófitas acuáticas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga el Uvero estuvo dominada al 100% por la especie *E.crassipes*, la cual se considera una especie altamente tolerante a carga orgánica y es típica de las planicies inundables del Río Magdalena.

### **6.1.6 Ciénaga la Luisa**

#### **6.1.6.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Cyanobacteriota, las cuales poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles. La morfoespecie más abundante fue *Aphanocapsa* sp, algunas de sus morfoespecies tienen distribución mundial, así mismo varias especies son limitadas por sus condiciones ecológicas y porque se encuentran en áreas geográficamente específicas.

#### **6.1.6.2 Zooplancton**

En la ciénaga La Luisa, la comunidad de zooplancton estuvo representada por cinco (5) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla. La morfoespecie más representativa fue *Diaphanosoma* sp y se presentaron bajos niveles de diversidad.



### **6.1.6.3 Perifiton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, el cual constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos. La morfoespecie más abundante fue *Gomphonema* sp1, ha sido reportada en cuerpos de agua eutróficos, siendo más tolerantes a la polución y eutroficación.

### **6.1.6.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga La Luisa estuvo conformada por una (1) morfoespecie, perteneciente al phylum Mollusca. *Melanoides tuberculatus* fue la especie 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.

### **6.1.6.5 Peces**

No se realizaron capturas de ejemplares de peces en la ciénaga La Luisa a pesar del esfuerzo de pesca implementado.

### **6.1.6.6 Macrófitas acuáticas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga la Luisa estuvo conformada por la especie *Eichhornia crassipes*, la cual presentan alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en la ciénaga.

## **6.1.7 Ciénaga La Larga**

### **6.1.7.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Cyanobacteriota, las cuales poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles. La morfoespecie más abundante fue *Oscillatoria* sp2, se consideran cosmopolitas y la mayoría son de agua dulce.





### **6.1.7.2 Zooplancton**

La comunidad zooplanctónica en esta ciénaga estuvo conformada por tres (3) morfoespecies distribuidas en un (1) phylum. La morfoespecie más representativa fue Cyclopoida morfo 1.

### **6.1.7.3 Perifiton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, el cual constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos. La morfoespecie más abundante fue *Navicula* sp, es considerada una diatomea heterotrófica facultativa, lo cual permite su reproducción y desarrollo en diferentes tipos de ecosistemas.

### **6.1.7.4 Macroinvertebrados bentónicos**

En la ciénaga La Larga no se reportaron morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos.

### **6.1.7.5 Macrófitas acuáticas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga La Larga estuvo dominada al 100% por la especie *E.crassipes*, la cual se considera una especie altamente tolerante a carga orgánica y es típica de las planicies inundables del Río Magdalena.

### **6.1.7.6 Peces**

En la ciénaga La Larga no se registraron peces a pesar del esfuerzo de pesca implementado.

## **6.1.8 Río Magdalena**

### **6.1.8.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Cyanobacteriota, las cuales poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles. La morfoespecie más abundante fue



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 400 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

*Microcystis* sp1, las morfoespecies de este género presentan distribución cosmopolita y aparecen de manera planctónica en aguas estancadas, dulces o moderadamente salinas, y con elevado nivel trófico, el punto con mayor densidad fue "P2".

#### **6.1.8.2 Zooplancton**

La comunidad de zooplancton en los puntos de monitoreo localizados en el Río Magdalena estuvo conformada por seis (6) morfoespecies vinculadas a dos (2) phyla. *Brachionus angularis* fue la morfoespecie más representativa. Las densidades zooplanctónicas máximas se relacionaron con el punto de monitoreo Río Magdalena p3, y se evidenciaron bajos niveles de diversidad para el punto Río Magdalena p1.

#### **6.1.8.3 Perifiton**

Esta comunidad no presentó organismos, esta ausencia pudo verse visto influenciada por distintos factores, abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros.

#### **6.1.8.4 Macroinvertebrados bentónicos**

En el río Magdalena no se registraron morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos durante el presente monitoreo.

#### **6.1.8.5 Peces**

La comunidad de peces en los puntos establecidos en el Río Magdalena estuvo conformada por dos especies, siendo la tilapia *O.niloticus* la de mayor representatividad en las capturas realizadas.

#### **6.1.8.6 Macrófitas acuáticas**

La comunidad de macrófitas en el río Magdalena estuvo conformada por la especie *Eichhornia crassipes* de alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en el sistema.



## **6.2 Cuenca Canal del Dique**

### **6.2.1 Embalse El Guájaro**

#### **6.2.1.1 Fitoplancton**

Esta comunidad presentó contribuciones altas y estuvo mayormente representada por las algas de la división Cyanobacteriota, las cuales poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles. La morfoespecie más abundante fue *Anabaena sp* y el punto con mayor densidad fue "P1".

#### **6.2.1.2 Zooplancton**

La comunidad de zooplancton en el embalse del Guájaro estuvo representada por 21 morfoespecies, distribuidas en tres (3) phyla. Las morfoespecies más representativas en el embalse fueron *Brachionus calicyflorus* y *Ceriodaphnia sp*. Las densidades máximas zooplanctónicas estuvieron relacionadas con el punto de monitoreo Guájaro p1, y la mayor riqueza se presentó en Guájaro P4 con 14 morfoespecies y se estimaron valores bajos de diversidad en la mayoría de los puntos de monitoreo.

#### **6.2.1.3 Perifiton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, el cual constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos. Las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula sp1*, *Gomphonema sp1* y *Nitzschia sp1* y el punto con mayor densidad "E Guájaro P8".

#### **6.2.1.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el embalse El Guájaro estuvo representada por cinco (5) morfoespecies pertenecientes a los phyla Mollusca y Artrópoda, *M. tuberculatus* fue la morfoespecie de mayor abundancia. En este sistema se resalta una composición bentónica mayormente estructurada, se observaron además de



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 402 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

moluscos insectos de la familia Polymitarcidae en P6, relacionados con aguas de buena calidad.

### **6.2.1.5 Peces**

En el Embalse El Guájaro se observaron seis (6) especies de peces, siendo *C.kraussi*, conocida como la mojarra amarilla la de mayor abundancia en el embalse. Esta especie es considerada bioindicador de contaminación orgánica, ya que es altamente tolerantes a condiciones adversas.

### **6.2.1.6 Macrófitas acuáticas**

La comunidad de macrófitas en el embalse El Guájaro estuvo conformada por una (1) especie, *Eichhornia crassipes*, la cual obtuvo su cobertura P6, P7, P8 y P9. *E. crassipes* presentan alta capacidad invasiva, indicativo de la necesidad de establecer medidas de evaluación y control sobre la macrófitas en el embalse.

## **6.2.2 Ciénaga San Juan de Tocagua**

### **6.2.2.1 Fitoplancton**

Esta comunidad presento contribuciones altas y estuvo mayormente representada por las algas de la división Cyanobacteriota, las cuales poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles. Las morfoespecies más abundantes fueron *Nitzschia* sp1, *Anabaena* sp y *Pseudanabaena* sp y el punto con mayor densidad fue "P2".

### **6.2.2.2 Zooplancton**

En la ciénaga de Tocagua la comunidad de zooplancton estuvo representada por dos (2) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla. La morfoespecie más representativa fue Cyclopoida morfo 1. El punto de monitoreo P1 presentó la mayor densidad zooplanctónica.





### **6.2.2.3 Perifiton**

Esta comunidad no presentó organismos, esta ausencia pudo verse influenciada por distintos factores, abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros.

### **6.2.2.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga San Juan de Tocagua estuvo representada por cuatro (4) morfoespecies, la más representativa fue *Melanoides tuberculatus*. Las máximas densidades bentónicas estuvieron relacionadas con el punto de monitoreo P1.

### **6.2.2.5 Macrófitas acuáticas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga de San Juan de Tocagua estuvo conformada por una (1) especie, *E.crassipes*, la cual obtuvo 100,00% de cobertura en los puntos de monitoreo.

### **6.2.2.6 Peces**

La comunidad de peces en la ciénaga de San Juan de Tocagua, estuvo representada por la especie *Caquetaia kraussi* considerada bioindicador de contaminación orgánica, ya que es altamente tolerantes a condiciones adversas.

## **6.2.3 Ciénaga Manatí**

### **6.2.3.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Las algas de la división Chlorophyta también llamadas algas verdes, estos organismos son abundantes en agua dulce, lagos y ríos, pueden vivir sujetas al fondo (bentos). La morfoespecie más abundante fue *Pediastrum duplex*, este género se define con





|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 404 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

distribución cosmopolita que se desarrolla en una gran variedad de cuerpos de agua, grandes o pequeños, estancados o de corriente lenta.

#### **6.2.3.2 Zooplancton**

En la ciénaga Manatí, la comunidad de zooplancton estuvo representada por tres (3) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en dos (2) phyla. Las morfoespecies más representativas fueron *Ceriodaphnia* sp y Larva nauplio morfo 1.

#### **6.2.3.3 Perifiton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos, así mismo son importantes bioindicadores dentro de un ecosistema, debido a la susceptibilidad a cambios y resistencia a muchas sustancias que de una u otra forma causan modificaciones en un determinado ambiente. Las morfoespecies más abundantes fueron *Pseudoanabaena* sp y *Navicula* sp1.

#### **6.2.3.4 Macroinvertebrados bentónicos**

En la ciénaga Manatí no se observaron morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos.

#### **6.2.3.5 Peces**

En la ciénaga Manatí no se observaron especies ícticas a pesar del esfuerzo de pesca.

#### **6.2.3.6 Macrófitas acuáticas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga Manatí estuvo conformada por una (1) especie, *E.crassipes*, la cual obtuvo 100,00% de cobertura en el punto de monitoreo.

### **6.2.4 Ciénaga Luruaco**

#### **6.2.4.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Cyanobacteriota, las cuales poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 405 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

que les permite adaptarse a condiciones difíciles. La morfoespecie más abundante fue *Pseudanabaena* sp, y el punto con mayor densidad fue "P2".

#### **6.2.4.2 Zooplancton**

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga de Luruaco estuvo conformada por seis (6) morfoespecies, vinculadas a dos (2) phyla. La morfoespecie más abundante fue Larva nauplio morfo 1 y *Brachionus havanaensis*. Las densidades zooplanctónicas máximas estuvieron relacionadas con el punto de monitoreo P1 y se evidenciaron niveles bajos de diversidad.

#### **6.2.4.3 Perifiton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, el cual constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos. La morfoespecie más abundante fue *Navicula* sp1, son consideradas organismos heterotróficos, lo que les permite su reproducción y desarrollo en diferentes tipos de ecosistemas, el punto con mayor densidad "P6".

#### **6.2.4.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga de Luruaco estuvo constituida por dos (2) morfoespecies, la más representativa fue *Melanoides tuberculatus*. La dominancia de estos taxones del phylum Mollusca no es sorprendente en ecosistemas como la ciénaga de Luruaco 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.

#### **6.2.4.5 Peces**

Solo cuatro (4) especies icticas fueron reportadas en este cuerpo de agua, de las cuales la mayoría son especies pequeñas, que han sido reconocidas como bioindicadores de altos grados de eutrofia. También se reconoce una reducción de la diversidad íctica debido principalmente por la degradación del sistema.





#### **6.2.4.6 Macrófitas acuáticas**

En la ciénaga de Luruaco no se reportaron morfoespecies de macrófitas.

### **6.3 Cuenca Litoral**

#### **6.3.1 Ciénaga Paraíso**

##### **6.3.1.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos, así mismo son importantes bioindicadores dentro de un ecosistema, debido a la susceptibilidad a cambios y resistencia a muchas sustancias que de una u otra forma causan modificaciones en un determinado ambiente. Las morfoespecies más abundantes fueron *Cyclotella* sp, *Navicula* sp1 y *Trachelomonas hispida*.

##### **6.3.1.2 Zooplancton**

En la ciénaga el Paraíso, la comunidad de zooplancton estuvo representada por ocho (3) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) phyla. La morfoespecie más representativa fue *Arcella* sp y se presentaron bajos niveles de diversidad.

##### **6.3.1.3 Perifiton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, el cual constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos. La morfoespecie más abundante fue *Navicula*, son organismos que pueden funcionar como bioindicadores del medio, es decir, la presencia del género *Navicula* podría facilitar la identificación de diferentes biotopos, teniendo en cuenta factores ambientales que pueden ejercer algún tipo de presión sobre las comunidades de diatomeas.





#### **6.3.1.4 Macroinvertebrados bentónicos**

En la ciénaga Paraíso no se observaron morfoespecies de Macroinvertebrados bentónicos.

#### **6.3.1.5 Peces**

La comunidad de peces en la ciénaga Paraíso estuvo representada por tres especies, siendo Loricariidae morfo 1 la de mayor abundancia en la ciénaga.

#### **6.3.1.6 Macrófitas acuáticas**

La comunidad de macrófitas en la ciénaga Paraíso estuvo conformada por una (1) especie, *E.crassipes*, la cual obtuvo 100,00% de cobertura en el punto de monitoreo.

### **6.3.2 Ciénaga Mallorquín**

#### **6.3.2.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Cyanobacteriota, la cual poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, lo que les permite adaptarse a condiciones difíciles. La morfoespecie más abundante fue *Pseudanabaena*, este género puede encontrarse en sistemas límnicos mesotróficos a eutróficos de todo el mundo, el valor máximo de densidad se reportó en el punto "P7".

#### **6.3.2.2 Zooplancton**

La comunidad de zooplancton en la ciénaga de Mallorquín estuvo representada por nueve (9) morfoespecies, distribuidas en cuatro (4) phyla. Las morfoespecies más abundantes fueron Larva Nauplio morfo 3 y Cyclopoida morfo 1. El punto de monitoreo P5 presentó la mayor densidad zooplanctónica, se evidenciaron bajos niveles de diversidad asociados posiblemente a la dominancia de algunas especies.

#### **6.3.2.3 Perifiton**

Esta comunidad no presentó organismos, esta ausencia pudo verse vista influenciada por distintos factores, abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus





componentes, la comunidad es cambiante por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros.

#### **6.3.2.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos de esta ciénaga se caracterizó por presentar una composición bentónica de especies eurihalinas como *Corbula caribaea*, *Mytilus sp*, *Chione sp* y *Corbicula sp*, por lo general tolerantes a variaciones en la salinidad.

#### **6.3.2.5 Peces**

No se registraron capturas de ejemplares de peces en la ciénaga de Mallorquín a pesar del esfuerzo de pesca implementado.

#### **6.3.2.6 Macrófitas acuáticas**

No se registraron morfoespecies de macrófitas acuáticas en la ciénaga de Mallorquín.

### **6.3.3 Ciénaga el Rincón**

#### **6.3.3.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Las algas de la división Chlorophyta también llamadas algas verdes son abundantes en agua dulce, lagos y ríos, pueden vivir sujetas al fondo (bentos). La morfoespecie más abundante fue *Chlamydomonas sp* este género puede encontrarse en sistemas límnicos mesotróficos a eutróficos de todo el mundo, y el punto de mayor densidad fue el punto "P2".

#### **6.3.3.2 Zooplancton**

La comunidad de zooplancton en la ciénaga del Rincón estuvo representada por nueve (2) morfoespecies, distribuidas en dos (2) phyla. Las morfoespecies más representativas en la ciénaga fueron *Brachionus havanaensis* y *Brachionus calyciflorus*. Las densidades



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 409 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

máximas zooplanctónicas estuvieron relacionadas con el punto de monitoreo El rincón p5 y se estimaron valores bajos de diversidad.

### **6.3.3.3 Perifiton**

Esta comunidad no presentó organismos, esta ausencia pudo verse visto influenciada por distintos factores, abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros.

### **6.3.3.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga El Rincón estuvo 100% representada por la especie *M.tuberculatus*.

### **6.3.3.5 Peces**

Se reportan solo tres especies (*Oreochromis niloticus*, *Caquetaia kraussi* y *Mugil liza*), 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.

### **6.3.3.6 Macrófitas acuáticas**

En la ciénaga el Rincón no se reportaron morfoespecies de macrófitas.

## **6.3.4 Ciénaga Balboa**

### **6.3.4.1 Fitoplancton**

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos, así mismo son importantes bioindicadores dentro de un ecosistema, debido a la susceptibilidad a cambios y resistencia a muchas sustancias que de una u otra

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 410 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

forma causan modificaciones en un determinado ambiente. La morfoespecie más abundante fue *Nitzschia* sp1 y la mayor densidad se presentó en el punto "P2".

#### **6.3.4.2 Zooplancton**

La comunidad de zooplancton en la ciénaga de Balboa estuvo representada por tres (3) morfoespecies vinculadas a dos (2) phyla. Las morfoespecies más representativas fueron *Brachionus calyciflorus* y Larva Nauplio morfo 1. El punto de monitoreo P3 presentó la mayor densidad zooplanctónica.

#### **6.3.4.3 Perifiton**

Esta comunidad no presentó organismos, esta ausencia pudo verse visto influenciada por distintos factores, abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros.

#### **6.3.4.4 Macroinvertebrados bentónicos**

En la ciénaga Balboa no se reportaron morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos.

#### **6.3.4.5 Peces**

En la ciénaga Balboa la comunidad íctica estuvo representada al 100% por la especie *M.liza*, la cual es reconocida por su importancia económica y comercial a nivel local.

#### **6.3.4.6 Macrófitas acuáticas**

En la ciénaga Balboa no se reportaron morfoespecies de macrófitas.





|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 411 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

### 6.3.5 Ciénaga Los Manatíes

#### 6.3.5.1 Fitoplancton

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Las algas de la división Miozoa la cual está conformada por organismos predominantemente unicelulares, móviles, eucarióticos y, en general, con presencia de flagelos. Hay especies fotosintéticas, mixotróficas y heterotróficas. La morfoespecie más abundante fue *Protoperdinium*, diferentes especies se encuentran en diferentes hábitats y muchas ocurren estacionalmente.

#### 6.3.5.2 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) phyla. Las morfoespecies más representativas fueron Larva Polychaeta y Larva nauplio morfo 1.

#### 6.3.5.3 Perifiton

Esta comunidad no presentó organismos, esta ausencia pudo verse visto influenciada por distintos factores, abióticos y bióticos que regulan el funcionamiento de sus componentes, la comunidad es cambiantes por la interacción dinámica de varios factores tales como la disponibilidad de la luz, estado trófico, temperatura, fluctuaciones hidrológicas, interacción con el sustrato, entre otros.

#### 6.3.5.4 Macroinvertebrados bentónicos

No se registraron morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Los Manatíes.

#### 6.3.5.5 Peces

En la ciénaga Los Manatíes la comunidad íctica estuvo representada por la especie *M.liza*, conocida como lisa, la cual hace parte de la variada gastronomía local.



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 412 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

### 6.3.5.6 Macrófitas acuáticas

No se registraron morfoespecies de macrófitas en la ciénaga Los Manatíes.

## 6.3.6 Ciénaga del Totumo

### 6.3.6.1 Fitoplancton

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos, así mismo son importantes bioindicadores dentro de un ecosistema, debido a la susceptibilidad a cambios y resistencia a muchas sustancias que de una u otra forma causan modificaciones en un determinado ambiente. La morfoespecie más abundante fue *Aulacoseira* sp, ampliamente distribuida en cuerpos de agua epicontinentales, es uno de los taxones de diatomeas de agua dulce más comunes y abundante en el plancton de lagos y grandes ríos, las densidades más altas se presentaron en el punto "P2".

### 6.3.6.2 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga El Totumo estuvo conformada por cinco (5) morfoespecies distribuidas en tres (3) phyla. Las morfoespecies más representativas fueron *Keratella* sp y Larva nauplio morfo 1. La máxima densidad zooplanctónica estuvo relacionada con el punto de monitoreo Totumo p2.

### 6.3.6.3 Perifiton

Esta comunidad estuvo mayormente representada por las algas de la división Heterokontophyta, el cual constituye uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos. La morfoespecie más abundante fue *Nitzschia*, es cosmopolitas y se distribuye en gran variedad de ambientes, incluidos los eutróficos, el género indica turbulencia, sedimentos y conductividad altos.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 413 de 446

#### **6.3.6.4 Macroinvertebrados bentónicos**

La composición de macroinvertebrados bentónicos de la ciénaga del Totumo estuvo dominada por los gasterópodos *Melanooides tuberculatus* y *Corbicula sp.* El primero habita en ríos, quebradas, arroyos, caños, canales y otros sistemas lénticos naturales y artificiales, incluidos los embalses.

#### **6.3.6.5 Peces**

La comunidad de peces en la ciénaga del Totumo, estuvo representada por la especie *O. niloticus*, conocida como tilapia del Nilo o mojarra, se consume localmente por lo que tiene importancia comercial. Es una especie invasora y altamente tolerante a factores de intervención antropogénica.

#### **6.3.6.6 Macrófitas acuáticas**

En la ciénaga del Totumo no se registraron morfoespecies de macrófitas acuáticas.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

Noviembre de 2023

INFORME VÁLIDO ÚNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S). LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DEBE HACERSE CON AUTORIZACIÓN EXPRESA DE SERAMBIENTE S.A.S. CUALQUIER TIPO DE OBSERVACIÓN REQUERIDA POR EL CLIENTE Y RELACIONADA CON LOS RESULTADOS EMITIDOS, SÓLO SERÁ ACEPTADA DENTRO DE LOS 4 DÍAS SIGUIENTES AL ENVÍO PARCIAL DE ESTE INFORME. SI NO SE RECIBE OBSERVACIÓN EN EL TIEMPO ESTABLECIDO, SE DA POR ACEPTADO EL INFORME Y SE PROCEDERÁ A SU IMPRESIÓN. FINALIZADO EL MONITOREO, LAS MUESTRAS SE CONSERVARÁN 10 DÍAS Y CUMPLIDO ESTE TÉRMINO EL LABORATORIO PROCEDERÁ A LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS MUESTRAS. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



## 7. BIBLIOGRAFÍA

- A.Burns D. S. Ryder (2001) Response of extracellular enzymes to artificial inundation of floodplain sediments from a regulated lowland river Freshwater Biology 46
- 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 teoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen* , 26 (5), 2166-2169.
- Ahmad, H., Sehgal, S., Mishra, A., & Gupta, R. (2012). Mimosa pudica L. (Laajvanti): an overview. *Pharmacognosy reviews*, 6(12), 115.
- Alison J. Smith, David J. Horne, Koen Martens, Isa Schön. 2015. Chapter 30 - Class Ostracoda, Editor(s): James H. Thorp, D. Christopher Rogers, Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates (Fourth Edition), Academic Press, Pages 757-780.
- Allan D. Stream ecology. Structure and Function of Running Waters. Londres: Chapman & Hall; 1995.
- 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).
- Álvarez, A. R. Los protozoos. 2006. Características generales y su rol como agentes patógenos. *Ciencia Veterinaria* Vol. 8, N° 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,
- 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
- Bere, T. & Tundisi, J. G. (2011). Epipsammic diatoms in streams influenced by urban pollution, São Carlos-SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70 (in press)





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 416 de 446

- 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.
- Blinn, D. & Herbst, D. 2003. Use of diatoms and soft algae as indicators of environmental determinants in the Lahontan Basin USA. Annual report for California state water resources board. Contract agreement 704558.01.CT776.
- 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.
- Bonilla, S. (2009). Cianobacterias planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión. Programa Hidrológico Internacional. Documento Técnico PHI N.º 16
- 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.
- Burkholder, J. (1996). Interactions of benthic algae with their substrata. En J. Stevenson, Algal Ecology. San Diego: Academic Press.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 417 de 446

- 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>.
- Cabral, E., & Vallejos, S. (2014). Algas Diversidad Vegetal. GUÍA DE CONSULTA - DIVERSIDAD VEGETAL- FACENA (UNNE).
- 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.
- Castro, D. Pinilla, G. 2014. Periphytic diatom index for assessing the ecological quality of the Colombian Andean urban wetlands of Bogotá. *Universidad nacional de Colombia. Limnetica*, 33 (2): 297-312.
- 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.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 418 de 446

- Chitsulo, L., Engels, D., Montresor, A., & Savioli, L. (2000). The global status of schistosomiasis and its control. *Acta tropica*, 77(1), 41-51.
- Chorus, J. Bartram. (1999). Toxic Cyanobacteria in Water World Health Organisation, E & FN Spon, London.
- Comas, Augusto. (2009). Comas, A. (2009): Catálogo de las algas y cianoprocariotas dulciacuícolas de Cuba. Ed. Universo Sur, Univ. Cienfuegos, 147 pp
- CONABIO, 2016, Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México, «*Pistia stratiotes* L., 1753», 2016, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/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 HIDROGRAFICA 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.
- Corchón, A. (2006). Crustáceos. Los Branquiópodos (Branchiopoda). [asturnatura.com](http://asturnatura.com). (Consultado: 20/12/2023). <https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/crustaceos/branquiopodos>.



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 419 de 446

- 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.
- Cox, E. (1994), Identification of Freshwater Diatoms from Live Material. Londres: Chapman & Hall.
- Curtis, H., Schnek, A., Barnes, S., & Massarini, A. (2008). Biología de Curtis. Editorial Médica Panamericana. 7a edición en español.
- Dahl G. (1971). Los peces del norte de Colombia. Bogotá: Inderena; 391 pp
- 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.
- Darley, W. Marshall. 1991. Biología de las algas enfoque fisiológico. México: Ed. Limusa
- 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.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 420 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

- De Bernardi R, Peters R (1987) Why Daphnia? En Peters R, De Bernardi R. (Eds.) Daphnia. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 45: 1-9.
- 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. (2007). Atlas de organismos planctónicos en los humedales de Andalucía. Dirección General de Desarrollo Sostenible. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía
- Díaz, J. M., & Puyana, M. (1994). Moluscos del Caribe colombiano. *Un catálogo ilustrado. COLCIENCIAS, Fundación Natura e INVEMAR, Bogotá, Colombia*.
- Díaz-Quiroz, K & Rivera-Rendón, C. (2004). Diatomeas De Pequeños Ríos Andinos Y Su Utilización Como Indicadoras De Condiciones Ambientales. *Caldasia* 26(2): 381-394.
- distribution. *Biodivers conserv.*, 17, 407-418.
- 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.
- Donato, Ch; Duque S.; Monsejo, L. (2005). Estructura y Dinámica del Fitoplancton de la laguna de Fúquene (Cundinamarca, Colombia). *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Volumen\_16 (62): 113-144.
- Dumont, H.J. 1977. Biotic factors in the population dynamics of rotifers. *Archiv fur Hydrobiologie*. 8:98-122.



- Dwirastina, M., & Ditya, Y. C. (2021, October). Sepat Siam fish community (Trichopodus pectoralis Regan, 1910) in Semayang Lake, East Kalimantan. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 890, No. 1, p. 012069). IOP Publishing.
- 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.
- Elías-Gutiérrez, M., E. Suárez, M. Gutiérrez, M. Silva, J. Granados and T. Garfia. 2008. Cladocera y Copepoda de las aguas continentales de México. Univ. Nal Autón. México, México D. F. 323 p.
- 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.
- Escobar S.M., Ossa O.P., Quintana M., Ospina A. (2013). Optimización de un protocolo de extracción de quitina y quitosano desde caparazones de crustáceos. *Revista Scientia et Technica*, 18(1), 260-266.
- Farfán, G. M. (2016). Las diatomeas del perifiton de la cuenca del Guadalquivir 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.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 422 de 446

- Ferrão-Filho A, Azevedo S, DeMott W (2000) Effects of toxic and non-toxic cyanobacteria on the life history of tropical and temperate cladocerans. *Freshwat. Biol.* 45: 1-19.
- Finlayson, C. (1984): Short-term responses of young *Typha domingensis* and *T. orientalis* plants to high level potassium chloride. *Aquatic Botany* 20:75-85.
- 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.
- Frimodt, C. (1995). Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England. 215 p
- 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). Zooplankton (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.
- 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.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 423 de 446

- 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.
- Giannuzzi, L. (2009). Cianobacterias y cianotoxinas: identificación, toxicología, monitoreo y evaluación de riesgo.
- González E, Ortaz M, Matos M, Mendoza J, Peñaherrera C, Carrillo V (2002) Zooplankton de dos embalses neotropicales con distintos estados tróficos. Interciencia 27: 551-558.
- Gordillo Guerra, J. G. (2014). Composición y estructura de la comunidad fitoperifítica de la cuenca del río Alvarado, Tolima Colombia.
- Graham, L. E., Wilcox, L. W. y Graham, J. (2016). Algae. (3rd ed.), San Francisco: Pearson Education Inc., Pearson Benjamin Cummings.
- 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.



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 424 de 446

- Guiry, M.D. y Guiry, G.M. (2020). World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Recuperado el 6 de julio de 2020 en <http://www.algaebase.org>
- 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 forereef along with implications for coral feeding. Coral Reefs volume 23, pages263-276.
- Heidelberg K., Sebens, K. Pursell. J, (2004). Composition and sources of near reef zooplankton on a Jamaican forereef along with implications for coral feeding. Coral Reefs volume 23, pages263-276.
- Henry, E. (2016). Rotíferos Fiables en acuicultura. [Acceso 22 de enero de 2019] Aquafeed. Disponible en: <http://www.aquafeed.co/rotiferos-fiables/>.
- Hickman, C. P, Roberts, L. S., Keen, S. L., Larson, A., l'Anson, H. & Eisenhour, D. J. (2008).
- Hillebrand, H., Durselen, C. D., Kirchstel, D., Pollingher, U., Zohary, T. (1999). Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. J. Phycol, 35, 403 - 424.
- Horner, R. R. & E. B. Welch, 1981. Stream pe-riphyton development in relation to current ve-
- Humes, A. G. 1994. How many copepods? Hydrobiologia, 292/293: 1-7.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 425 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

- Jaramillo-Villa. 2005. Actividad pesquera de la ciénaga de Tumarado. Tesis de pregrado, para obtener título de biólogo. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.
- Jeong, H. & Latz, M. (1994). Growth and grazing rates of the heterotrophic dinoflagellates *Protoperidinium* spp. on red tide dinoflagellates. Marine Ecology Progress Series, 106, 173-185. <http://dx.doi.org/10.3354/meps106173>
- 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.
- Kelly, M. Bennion, H. Cox, E. Gold-smith, J. Jamieson, D. Juggins, S. Mann, D. Telford, J. 2005. Common fresh-water diatoms of Britain and Ireland: an interactive key (electronic publication). Retrieved from the Environment Agency,



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 426 de 446

Bristol, England, United Kingdom: <http://craticula.ncl.ac.uk/EADiatomKey/html/index.html>.

- Kilham, P. y R. E. Hecky. 1988. Comparative ecology of marine and freshwater phytoplankton. *Limnology and Oceanography* 33:776-795
- Komárek J. (1992). Diversita a moderní klasifikace sinic (Cyanoprocaryota) [Diversity and modern classification of Cyanobacteria (Cyanoprokaryota). Inaugural Dissertation.
- Korovchinsky, N. M. 1992. Sididae and Holopedidae. SPB Academic Publishing, Amsterdam. 82 p.
- Kotov, A., L. Forró, N. M. Korovchinsky and A. Petrusek. 2013. World checklist of freshwater Cladocera species. <http://fada.biodiversity.be/group/show/17>. 20/10/2013.
- Lagarejo, R. M. 2005. Relación longitud -peso de la sardina robicolorada *Astyanax fasciatus*, en la Subceunca 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.
- Lagos, A., Angulo, A., Daza, A., Toro, D., Gonzalez, J., León, M., López, M., Naar, O., Polanco, P., Londoño, R. y Quiroga, S. (2014). Zooplancton. *InfoZoa Boletín de Zoología*, Volumen 3 / Enero - marzo de 2014. Issn: 2346-1837.
- Lane, C. R. & M. T. Brown. 2007. Diatoms as indicators of isolated herbaceous wetland condition in Florida, USA. *Ecological Indicators*, 7: 521- 540.
- 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.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 427 de 446

- 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. DoNascimento, 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.
- Liñero-Arana I., G. Reyes -Vázquez (1979) Nereidae (Polichaeta, Errantia) del golfo de Cariaco, Venezuela Boletín Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente 18: 3-12.
- Liukkonen, M., T. Kairesalo & E. Y. Haworth. (1997). Changes in the diatom community, including the appearance of *Actinocyclus normanii* f. *subsalsus*, during



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 428 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

the biomanipulation of Lake Vesijärvi, Finland. European Journal of Phycology, 32: 353- 36

- locity and nutrients. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38: 449-457.
- 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).
- López, F., & Altamirano, M. (2011). Diatomeas bentónicas de los oasis de Baja California Sur. México D.F.: Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- López, J., Manzano, M., Hurtado, M., Piña, P., Hernandez, O., Zatarian, O., & Hernandez, F. (2016). Fitoplancton: pequeños centinelas del Océano. Ciencias, 1-9.
- Lubzens, E. y Zmora, O. 2007. Production and Nutritional Value of Rotifers, in Live Feeds in Marine Aquaculture. (eds J. G. Støttrup and L. A. McEvoy), Blackwell Science Ltd, Oxford, UK. 336 pp..
- Magurran, A.E. (1989), 1ª edición. Ediciones Vedra, 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.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 429 de 446

- 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. (1986). *Limnología del lago Enriquillo* (República Dominicana). *Oecologia aquatica*, 8(8), 1-10.
- 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
- 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.
- 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.
- Miracle, M. (2015). Clase Maxillopoda: Subclase Copepoda: Orden Cyclopoida. *Revista IDE@ - SEA*, n° 95 (30-06-2015): 1-19.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 430 de 446

- Mojica C., J. I. (1999) Lista preliminar de las especies dulceacuícolas de Colombia  
Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23  
(Suplemento especial): 547-566.
- Mojica 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 dulceacuícolas de Colombia  
2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt,  
Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF  
Colombia y Universidad de Manizales Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.
- Mojica, J. I., C. Castellanos, J. S. Usma y R. Álvarez-León (Eds). 2002. Libro Rojo de  
Peces Dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de  
Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia,  
Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.
- Montoya Moreno, Yimmy; Aguirre R., Néstor Estado del arte del conocimiento  
sobre perifiton en Colombia Gestión y Ambiente, vol. 16, núm. 3, diciembre, 2013,  
pp. 91-117 Universidad Nacional de Colombia Medellín, Colombia.
- Montoya, Y., & Aguirre, N. (2013). Estado del arte del conocimiento sobre  
perifiton en Colombia. Gestión y Ambiente, Vol. 16 , 91-117.
- 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.



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 431 de 446

- 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.
- Moschini-C, Pompêo M, Henry ER. Periphyton on Natural Substratum in the Jurumirim reservoir (São Paulo, Brasil): Community Biomass and Primary Productivity. *Intern J Ecol. Envir Sci.* 2001; 27:171-177. Doi: 10.1023/A:1004086623922
- 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, 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.
- Neville, L. A., Christie, D. G., McCarthy, F. M. G., & MacKinnon, M. D. 2010. Biogeographic variation in Thecamoebian (Testate amoeba) assemblages in lakes within various vegetation zones of Alberta, Canada. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 2, 215-224.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 432 de 446

- Ogden Cg (1991) Gas vacuole and flotation in the testate amoeba *Arcelia discoides*. Journal of Protozoology 38: 269-270.
- Oliva-Martínez, M. G., Ramírez-Martínez, J. G., Garduño-Solórzano, G., Cañetas-Ortega, J., & Ortega, M. M. (2005). Caracterización diatomológica en tres cuerpos de agua de los humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca, Estado de México. Hidrobiológica, 15(1), 01-26.
- 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.
- Ortiz-Lerín, R. & Cambra, J. 2007. Distribution and taxonomic notes on Eunotia Ehrenberg 1837 (Bacillariophyceae) in rivers and streams of Northern Spain. Limnética 26 (2): 415-434. (AEP, ESP, Diatomophyceae, Tax, Corol).
- 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
- Pascal, E. 2018. Insectos acuáticos y contaminación (Revista Mundo Artrópodo. ISSN: 2530-9404, N° 4).



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 433 de 446

- 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).
- Payne Ai. The ecology of tropical lakes and rivers. Londres: John Wiley & Sons; 1986.
- Peinador, Mariano. Las cianobacterias como indicadores de contaminación orgánica. Rev. biol. trop [online]. 1999, vol.47, n.3, pp.381-391.
- Pejler, B. (1980). Variation in the genus Keratella. Hydrobiologia, 73: 207 - 213.
- Peña, E. J. & M. L. Palacios. 2009. El régimen de caudal y su influencia en las comunidades del perifiton. Cap. 8. págs. 199-223. en: J. R. Cantera, Y. Carvajal & L. M. Castro. Caudal ambiental. Conceptos, experiencias y desafíos. Universidad del Valle. Cali.
- Peralta, P., & Fuentes, V. (2005). Fitobentos, fitoplancton y zooplancton litoral del bañado de Carilauquen, Cuenca de Llancanelo, Mendoza, Argentina. Limnetica, 24(1-2), 183-198.
- 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](http://www.cofc.edu/~dillonr/FMCSGastropodID.pdf)).
- Pérez-Eiriz, M., M. Pubillones, V. Romanenko y J. Plasencia (1989a): Características microbiológicas de los embalses La Fe, Del Medio Las Nuevas y Viet Nam Heróico en la Isla de la Juventud. Ed: Academia, La Habana, 56p.
- Perkins, J. L. (1983). Bioassay evaluation of diversity and community comparison indexes. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 522-530.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



- 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. Compilación bibliográfica. Centro de Investigaciones Científicas, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Pp 67
- Pinilla, G. (2000). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. *Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano*.
- 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.
- Potapova, M. G., & Charles, D. F. (2002). Benthic diatoms in USA rivers: distributions along spatial and environmental gradients. *Journal of biogeography*, 29(2), 167-187.
- Quirós, J. A., Arias, J. E., & Rodríguez, E. R. (2017). Gastrópodos asociados a *Eichhornia crassipes* en el complejo cenagoso del bajo Sinú (Córdoba, Colombia).
- Quiróz, 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.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 435 de 446

- Rais, A. H., Sawestri, S., & Muthmainnah, D. (2020). Dinamika pertumbuhan sepat siam (*Trichopodus pectoralis*, Regan 1910) di perairan Rawa Banjiran Patra Tani Sumatra Selatan The dynamic growth of the sepat siam (*Trichopodus pectoralis*, Regan 1910) in Patra Tani Flood Plain, South Sumatera.
- 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, N., Caballero M. (2019). Género Aulacoseira. En: Diatomeas : Clase: Coscinodiscophyceae. Portal de internet del Laboratorio de Paleolimnología, Instituto de Geofísica, UNAM.
- 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.
- Reynolds, Cs., Tundisi, Jg. And Hino, K. 1983. Observations on the metalimnetic *Lyngbya* population in a stably stratified tropical lake (Lagoa Carioca, Eastern Brazil). *Archive fur Hydrobiologie*, vol. 97, p. 7-17.
- Riato, L., & Leira, M. (2020). Heterogeneity of epiphytic diatoms in shallow lakes: Implications for lake monitoring. *Ecological Indicators*, 111, 105988.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 436 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

- 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 A.W., Gómez R.E. & Monterrosa A.J. 2010. Consideraciones generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales ríos de El Salvador. En Sermeño, J.M. & M. Springer (eds.). Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos [Proyecto Universidad de El Salvador (UES) - Organización de los Estados Americanos (OEA)]. San Salvador: Universidad de El Salvador.
- 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.
- Rivera Rondón, C. A., & Díaz Quirós, C. (2004). Grandes Taxones De Fitobentos y su Relación Con La Hidrología, Física y Química de Pequeños ríos



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 437 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

Andinos. Universitas Scientiarum, 9, 75-86. Retrieved from <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/5027>

- 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.
- Rodrigues, L.; Bicudo, D. C. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Botany* v. 24, p. 235-248, 2001.
- 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](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.
- Roldán, P. G. y Ramírez, J. J., 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Universidad de Antioquia, Medellín. 2 a Ed. 440 P.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 438 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

- Roman, M.R. 1991. Pathways of carbon incorporation in marine copepods: effects of development stage and food quality. *Limnol. Oceanogr.* 36: 796-807.
- Román-Valencia Cesar & Perdomo Alvaro. 2004. Ecología trófica y reproductiva de *Argopleura magdalenensis* (Pisces: Characidae) en la cuenca alta de 10s Rios Cauca y Magdalena, Colombia. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat., 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), 2219-2222.
- Romero, M. D. (2010). Atlas de Microorganismos Planctónicos Presentes en los Humedales Andaluces. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- 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.
- Sánchez, R., (2011) Evaluación del humedal artificial de la hostería Cuicocha, utilizado para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.







**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 439 de 446

- Sánchez-Guillén, N. A. (2 de 07 de 2021). Larva nauplio, características, desarrollo y alimentación. Obtenido de <https://invertebrados.animalesbiologia.com/informacion/larva-nauplio-nauplius>
- 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.
- Scagel RF, Bandoni RJ, Maze JR, Rouse GE, Schofield WB and Stein JR (1987) El Reino Vegetal: los grupos de plantas y sus relaciones evolutivas. Ed. Omega, S.A., Barcelona, España. 778 Pp.
- Scheffer, M. 1998. Ecology of shallow lakes. Chapman & Hall, London, UK.
- 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.
- Segers H. 2007. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. Zootaxa 1564: 1-104.
- 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.
- Shaffer, M. (1998). Ecology of Shallow lakes. Chapman and Hall, London
- Shapiro, Leo, and Kleber Baita. "Descriptions and Articles about the Rotifers (Rotifera)." Encyclopedia of Life. N.p., n.d. Web. 01 Dec. 2015. <http://eol.org/pages/6851/details>.



**SERambiente**<sup>®</sup>  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 440 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

- 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
- Shiah, F.K., Kao, S.J., Gong, G.C., Liu, K.K., 1996. Spatial variability of phytoplankton production and the implications of its controlling mechanisms in the coastal zone near the river mouth of the Lanyang Hsi. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 37, 9-15
- Sipauba-Tavares, L.H., and Banchion, M.A. (2001). Population growth and development of two species of Cladocera, *Moina micrura* and *Diaphanosoma birgei*, In Laboratory: Centro de aquicultura. Sp. Brazil. 18p.
- Sladecek, 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.
- SO Kullander. (2003). Familia Cichlidae. En: Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr CJ (editores). Lista de verificación de los peces de agua dulce de América del Sur y Central. Porto Alegre (Brasil): Editora da Pontifícia Universidade católica do Rio Grande do Sul-EDIPUCRS. pag. 605-654
- Sommer, U. 1985. Comparación entre constante Competencia estatal y no estable: Experimentos con fitoplancton natural. Limnología y Oceanografía 30(2):335-346
- Spaulding, S., E dlund, M. (2009). Amphipleura. In Diatoms of North America. Recuperado el 20 de junio 2020, en [https:// diatoms.org/genera/amphipleura](https://diatoms.org/genera/amphipleura)





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 441 de 446

- 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.
- Stevenson RJ, Bothwell ML, Lowe RL, editors. Algal Ecology - Freshwater Benthic Ecosystems. Academic Press. USA; 1996. 788 p.
- 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.
- Taylor J, F, R. M. Hoppenrath y J. F. Saldarriaga. (2008). Dinoflagellate. Diversity and
- Thomaz, S.M. & Cunha, E.R. (2010). The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity. *Acta Limnol. Bras.* 22(2):218-236.
- 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](http://www.flmnh.ufl.edu/malacology/fl-snail/snails1.htm)).
- Torrentera, L., Tacon, A. (1989) La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura, una diagnosis. Programa cooperativo gubernamental FAO- Italia.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**

|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 442 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

- Treviño, I. F. (2008). Estudios taxonômicos en algas verdes cicales del sur de España. 324 p. Tese de Doctorado, Universidad de Granada, España.
- Uherkovich, G. y H. Rai. (1979). Aigen aus dem Río Negro und seinen Nebenflüssen. Amazoniana, 6, 611-638.
- 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



|                                                                                   |                                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE<br/>CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES<br/>HIDROBIOLÓGICAS</b> | Código: FO-PO-PSM-74-01<br>Versión: 03<br>Fecha: 07/09/2023<br>Página 443 de 446 |
|                                                                                   | <b>OT-8933-2-B-1348</b>                                                                     |                                                                                  |

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). *Simthsonian Contributions to Zoology* 529: 1-148.
- Vari, RP. (1995). La familia de peces neotropicales Ctenoluciidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): relaciones filogenéticas supra e intrafamiliares, con un estudio de revisión. *Smithson. Contr. Zool.* núm. 564, 97 pág
- 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://www.elacuario.org/pez/roebooides-dayi>. las fechas 2 y 3 de julio del 2015.
- Wacklin, P., L. Hoffmann & J. Komárek, 2006. Nomenclatural validation of the genetically revised cyanobacterial genus *Dolichospermum* (Ralfs ex Bornet et Flahault) comb. nova. *Fottea* 9(1): 59-64.
- Walter, T. C. & G. Boxshall 2014. World of Copepods database. Accesible (2014) en: <http://www.marinespecies.org/copepoda>





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 444 de 446

- Wanganeo, A., Kumar, P., Wanganeo, R. y Sonallah, 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.
- Wetzel RG. (2001). Limnology: Lake and river ecosystems. 3a ed. Academic Press. San Diego, E.U. A.
- Wetzel, R. & G. E. Likens. 2000. Limnological Analyses, 3rd. Edition. Springer-Verlag.
- 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.
- Whitton, B. 1992. Diversity, ecology and taxonomy of the cyanobacteria. In: Mann N, Carr N, Eds. Photosy. proka. Plenum Press; pp. 1-37.
- Whitton, B.A. & E. Rott. 1996. Use of algae for monitoring rivers II. E. Rott, Publisher, Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Innsbruck, Austria
- 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.
- Zuloaga, F. O. y O. Morrone. 2005. Revisión de las especies de Paspalum para América del Sur austral (Argentina, Bolivia, sur del Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monogr.Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 102: 1-297.



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

**ALS Limited**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 445 de 446

## 8. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 253** se presentan los anexos del presente informe técnico.

**Tabla 253. Anexos del informe técnico.**

| Anexo                                         | Laboratorio       | Archivo                    | Páginas |
|-----------------------------------------------|-------------------|----------------------------|---------|
| Anexo 1. reporte de laboratorio               | SERAMBIENTE S.A.S | Reporte SERAMBIENTE S.A.S. | 138     |
| Anexo 2. Formatos de campo                    |                   | Cadena de custodia         | 2       |
|                                               |                   | Formatos de campo          | 50      |
| Anexo 3. Resolución de acreditación del IDEAM |                   | Resolución 2577 de 2023    | 30      |
|                                               |                   | Prorroga                   | 2       |
| Anexo 4. Registro fotográfico                 |                   |                            |         |
| Anexo 5. Hoja de cálculo incertidumbre        |                   |                            |         |

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.*



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES  
HIDROBIOLÓGICAS**

**OT-8933-2-B-1348**

Código: FO-PO-PSM-74-01

Versión: 03

Fecha: 07/09/2023

Página 446 de 446

## 9. HISTÓRICOS DE CAMBIOS

**Tabla 254. Históricos de cambios.**

| Versión | Fecha      | Descripción de la modificación | Revisado por                 | Aprobado por           |
|---------|------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 01      | 15/03/2024 | NA                             | María Angélica Oviedo Prasca | María José Silva Mejía |

**(FIN DEL INFORME)**



**SERambiente®**  
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of  
**ALS Limited**