



Informe HB-0387

**CARACTERIZACIÓN DE ENSAMBLAJES HIDROBIOLÓGICOS PRESENTES EN LOS CUERPOS DE AGUA
SUPERFICIAL LÓTICOS Y LÉNTICOS DE MAYOR IMPORTANCIA DEL DEPARTAMENTO DEL
ATLÁNTICO (COLOMBIA) EN EL PERIODO DE LLUVIAS DE NOVIEMBRE DE 2024.**

CLIENTE: CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL ATLANTICO – CRA

NIT: 802000339

Dirección: CALLE 66 # 54 43 - BARRANQUILLA

Teléfono: 6053490649

Barranquilla, 16 de marzo del 2025

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 2 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Contenido

1.	INTRODUCCION	32
2.	OBJETIVOS	33
2.1.	Objetivo general	33
2.2.	Objetivos específicos	33
3.	ÁREA DE ESTUDIO	33
4.	METODOLOGIA.....	76
4.1.	Fase de campo	78
4.1.1.	Fitoplancton.....	78
4.1.2.	Zooplancton.....	78
4.1.3.	Perifiton	79
4.1.4.	Macroinvertebrados bentónicos	80
4.1.5.	Macrófitas acuáticas.....	81
4.1.6.	Ictiofauna.....	81
4.2.	Fase de laboratorio	83
4.2.1.	Fitoplancton y Perifiton	83
4.2.2.	Zooplancton.....	83
4.2.3.	Macroinvertebrados bentónicos	84
4.2.4.	Ictiofauna.....	85
4.3.	Fase de análisis de datos	85
4.3.1.	Índice de Dominancia de Simpson	85
4.3.2.	Índice de Shannon-Wiener	86
4.3.3.	Índice de Uniformidad o Equitatividad de Pielou.....	86
4.3.4.	Índice BMWP/Col	87
5.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	89
5.1.	Cuenca Río Magdalena	89
5.1.1.	Ciénaga Mesolandia	89
5.1.2.	Ciénaga de Malambo.....	117
5.1.3.	Ciénaga de Sabanagrande	145
5.1.4.	Ciénaga de Santo Tomás	162

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 3 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.5.	Ciénaga El Convento.....	182
5.1.6.	Ciénaga El Paraíso.....	199
5.1.7.	Ciénaga El Uvero.....	219
5.1.8.	Ciénaga La Luisa.....	242
5.1.9.	Ciénaga Manatí.....	262
5.1.10.	Ciénaga La Larga.....	281
5.1.11.	Río Magdalena	301
5.2.	Cuenca Canal del Dique	334
5.2.1.	Ciénaga de Luruaco	334
5.2.2.	Ciénaga San Juan de Tocagua	354
5.2.3.	Embalse del Guájaro.....	375
5.3.	Cuenca Litoral	410
5.3.1.	Ciénaga del Totumo.....	410
5.3.2.	Ciénaga de Balboa	441
5.3.3.	Ciénaga de Mallorquín	460
5.3.4.	Ciénaga Los Manatíes.....	493
5.3.5.	Ciénaga del Rincón	511
5.3.6.	Arroyo León.....	534
6.	HISTORICOS	554
6.1.	Cuenca Río Magdalena	554
6.1.1.	Ciénaga del Mesolandia	554
6.1.2.	Ciénaga de Malambo.....	559
6.1.3.	Ciénaga de Sabanagrande	564
6.1.4.	Ciénaga de Santo Tomás	569
6.1.5.	Ciénaga Convento.....	573
6.1.6.	Ciénaga Paraíso	578
6.1.7.	Ciénaga El Uvero.....	583
6.1.8.	Ciénaga Luisa	588
6.1.9.	Ciénaga Manatí.....	592

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 4 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

6.1.10.	Ciénaga Larga	597
6.1.11.	Rio Magdalena	601
6.2.	Cuenca Canal del Dique	606
6.2.1.	Ciénaga de Luruaco	606
6.2.2.	Ciénaga de Tocagua.....	611
6.2.3.	Embalse el Guájaro.....	616
6.3.	Cuenca Litoral	620
6.3.1.	Ciénaga del Totumo.....	620
6.3.2.	Ciénaga de Balboa	626
6.3.3.	Ciénaga de Mallorquín	630
6.3.4.	Ciénaga Los Manaties.....	635
6.3.5.	Ciénaga del Rincón	640
7.	CONCLUSIONES	646
7.1.	Cuenca Rio Magdalena	646
7.1.1.	Ciénaga del Mesolandia	646
7.1.2.	Ciénaga de Malambo.....	647
7.1.3.	Ciénaga de Sabanagrande	648
7.1.4.	Ciénaga de Santo Tomás	650
7.1.5.	Ciénaga Convento.....	651
7.1.6.	Ciénaga Paraíso	652
7.1.7.	Ciénaga El Uvero.....	654
7.1.8.	Ciénaga Luisa	655
7.1.9.	Ciénaga Manatí.....	656
7.1.10.	Ciénaga Larga	657
7.1.11.	Rio Magdalena	659
7.2.	Cuenca Canal del Dique	660
7.2.1.	Ciénaga de Luruaco	660
7.2.2.	Ciénaga de Tocagua.....	661
7.2.3.	Embalse el Guájaro.....	662

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 5 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

7.3.	Cuenca Litoral	664
7.3.1.	Ciénaga del Totumo.....	664
7.3.2.	Ciénaga de Balboa	665
7.3.3.	Ciénaga de Mallorquín	666
7.3.4.	Ciénaga Los Manaties.....	668
7.3.5.	Ciénaga del Rincón	669
7.3.6.	Arroyo León	670
6	BIBLIOGRAFÍA.....	672
7	EQUIPO DE TRABAJO.....	688
8	ANEXOS	689

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 6 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Lista de tablas

Tabla 1. Puntos de muestreo, coordenadas, ID de referencia del punto y códigos de análisis.....	41
Tabla 2. Trazabilidad de fechas para cada punto de monitoreo.....	43
Tabla 3. Fechas de análisis de los parámetros	43
Tabla 4. Descripción de los puntos de muestreo.	44
Tabla 5. Parámetros analizados, unidades y metodología aplicada.	77
Tabla 6. Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo con el índice BMWP.....	88
Tabla 7. Puntajes por Familias de acuerdo con el índice BMWP	88
Tabla 8. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en ciénaga Mesolandia.	89
Tabla 9. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico de la C. de Mesolandia (Bahía). Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	92
Tabla 10. Índices de diversidad de fitoplancton de la C. de Mesolandia (Bahía).....	95
Tabla 11. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga Mesolandia.	96
Tabla 12. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga Mesolandia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	98
Tabla 13. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga Mesolandia. ...	100
Tabla 14. Taxonomía del ensamblaje Perifítico registrado en el C. de Mesolandia (Bahía).	101
Tabla 15. Densidad y abundancia del ensamblaje perifítico de la C. de Mesolandia (Bahía).....	103
Tabla 16. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en la C. de Mesolandia (Bahía).	105
Tabla 17. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Mesolandia (Bahía).	106
Tabla 18. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la en la C. de Mesolandia (Bahía).	108
Tabla 19. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la en la C. de Mesolandia (Bahía).	110
Tabla 20. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Mesolandia (Bahía). Fuente LABORMAR S.A.S. 2023.....	111
Tabla 21. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	113
Tabla 22. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.	113
Tabla 23. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	113
Tabla 24. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	114
Tabla 25. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en Mesolandia.....	116
Tabla 26. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en Mesolandia.	116
Tabla 27. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada C. de Malambo.	117
Tabla 28. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la C. de Malambo. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	119
Tabla 29. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. de Malambo.	122
Tabla 30. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga de Malambo.....	123

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 7 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 31. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga de Malambo. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).....	125
Tabla 32. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga de Malambo...	127
Tabla 33. Taxonomía del ensamblaje perifítico registrado en el Ciénaga de Malambo.	128
Tabla 34. Densidad y abundancia del ensamblaje perifítico registrado en la C. de Malambo. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	130
Tabla 35. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en la C. de Malambo.	132
Tabla 36. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Malambo.	133
Tabla 37. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Malambo.	135
Tabla 38. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Malambo.	138
Tabla 39. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Malambo.	139
Tabla 40. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	140
Tabla 41. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.	140
Tabla 42. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	141
Tabla 43. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	141
Tabla 44. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas de C. Malambo	143
Tabla 45. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en Mesolandia.	143
Tabla 46. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada C. de Sabanagrande.....	145
Tabla 47. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la C. de Sabanagrande. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	147
Tabla 48. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. de Sabanagrande.....	149
Tabla 49. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga de Sabanagrande.	150
Tabla 50. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónica registrado en la ciénaga de Sabanagrande. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	151
Tabla 51. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga Sabanagrande.	153
Tabla 52. Taxonomía del ensamblaje Perifítico registrado en la C. Sabanagrande. LABORMAR S.A.S. 2024.....	154
Tabla 53. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. Sabanagrande. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).....	156
Tabla 54. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en C. Sabanagrande.	156
Tabla 55. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Sabanagrande.....	157
Tabla 56. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Sabanagrande.....	158

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 8 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 57. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Sabanagrande.....	160
Tabla 58. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Sabanagrande.....	161
Tabla 59. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en Sabanagrande.	161
Tabla 60. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en Sabanagrande.....	161
Tabla 61. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en la C. Santo Tomás.	162
Tabla 62. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado C. Santo Tomás, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).....	163
Tabla 63. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. Santo Tomás Colombia.....	165
Tabla 64. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga de Santo Tomás.	166
Tabla 65. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga de Santo Tomás. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	167
Tabla 66. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga Santo Tomás...	169
Tabla 67. Taxonomía del ensamblaje Perifítico registrado en la C. Santo Tomás.	169
Tabla 68. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. Santo Tomás. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).....	172
Tabla 69. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en C. de Santo Tomas.	173
Tabla 70. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Santo Tomás.....	174
Tabla 71. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Santo Tomás.	175
Tabla 72. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. Santo Tomás.....	177
Tabla 73. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Santo Tomás.....	178
Tabla 74. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.....	178
Tabla 75. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.	179
Tabla 76. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	179
Tabla 77. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	179
Tabla 78. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en Santo Tomás.....	180
Tabla 79. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en Santo Tomás.....	180
Tabla 80. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en C. El Convento.	182
Tabla 81. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado C. El Convento. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	183
Tabla 82. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. El Convento.	185
Tabla 83. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga El Convento.....	186
Tabla 84. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga El Convento. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	187

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 9 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 85. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga El Convento. ...	189
Tabla 86. Taxonomía del ensamblaje Perifítico registrado en la C. el Convento. LABORMAR S.A.S. 2024.....	190
Tabla 87. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. el Convento. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).....	192
Tabla 88. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en C. el Convento.....	193
Tabla 89. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Convento.	194
Tabla 90. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Convento.....	195
Tabla 91. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Convento.	196
Tabla 92. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Convento.	197
Tabla 93. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	197
Tabla 94. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.	197
Tabla 95. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	197
Tabla 96. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	198
Tabla 97. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Convento.....	198
Tabla 98. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Convento.	199
Tabla 99. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en C. El Paraíso.	199
Tabla 100. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado C. El Paraíso. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	199
Tabla 101. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. El paraíso, Colombia.....	200
Tabla 102. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga El Paraíso.	201
Tabla 103. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga El Paraíso. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	203
Tabla 104. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga El Paraíso.....	205
Tabla 105. Taxonomía del ensamblaje perifítico registrado en la C. Paraíso. LABORMAR S.A.S. 2024.	206
Tabla 106. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. Paraíso. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).....	209
Tabla 107. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en C. Paraíso.	210
Tabla 108. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Paraíso.	211
Tabla 109. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Paraíso.	212
Tabla 110. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Paraíso.	214

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 10 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 111. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Paraíso.	215
Tabla 112. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	216
Tabla 113. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.	216
Tabla 114. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	216
Tabla 115. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	217
Tabla 116. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Paraíso.	217
Tabla 117. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Paraíso.	217
Tabla 118. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en C. el Uvero.	219
Tabla 119. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado C. el Uvero, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	221
Tabla 120. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. el Uvero, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	223
Tabla 121. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga El Uvero.	224
Tabla 122. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga El Uvero. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	225
Tabla 123. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga El Uvero.	227
Tabla 124. Taxonomía del ensamblaje Perifítico registrado en la C. Totumo. LABORMAR S.A.S. 2024.	228
Tabla 125. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. del Uvero. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	230
Tabla 126. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en C. del Uvero.	232
Tabla 127. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Uvero.	233
Tabla 128. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Uvero.	234
Tabla 129. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Uvero.	236
Tabla 130. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Uvero.	237
Tabla 131. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	238
Tabla 132. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.	238
Tabla 133. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	239
Tabla 134. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Uvero.....	240
Tabla 135. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Uvero.	240
Tabla 136. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en C. la Luisa.	242
Tabla 137. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en C. la Luisa, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	244
Tabla 138. Índices de diversidad de fitoplancton en el C. la Luisa Colombia.....	246

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 11 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 139. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga La Luisa.	247
Tabla 140. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga La Luisa. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	248
Tabla 141. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga La Luisa.	250
Tabla 142. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en Ciénaga La Luisa, Atlántico, Colombia	251
Tabla 143. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénaga la Luisa, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	253
Tabla 144. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga la Luisa, Atlántico, Colombia.	256
Tabla 145. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. La Luisa.	257
Tabla 146. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C La Luisa.	258
Tabla 147. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C La Luisa.	259
Tabla 148. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C La Luisa.	260
Tabla 149. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en C- La Luisa.	260
Tabla 150. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C- La Luisa.	260
Tabla 151. Taxonomía del fitoplancton registrado en la ciénaga Manatí.	262
Tabla 152. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la ciénaga Manatí.	264
Tabla 153. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga Manatí.	266
Tabla 154. Taxonomía del zooplancton registrado en la Ciénaga Manatí.	267
Tabla 155. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la Ciénaga Manatí.	268
Tabla 156. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga Manatí.	270
Tabla 157. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en ciénaga Manatí, Atlántico, Colombia	271
Tabla 158. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la ciénaga Manatí, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	272
Tabla 159. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga Manatí, Atlántico, Colombia.	275
Tabla 160. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.	276
Tabla 161. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.	277

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 12 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 162. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. Manatí.	279
Tabla 163. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.	279
Tabla 164. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Manatí.	280
Tabla 165. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Manatí.	280
Tabla 166. Taxonomía del fitoplancton registrado en la ciénaga Larga.	281
Tabla 167. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en C. la Larga, Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	283
Tabla 168. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga Larga.	285
Tabla 169. Taxonomía del zooplancton registrado en la Ciénaga la Larga.	286
Tabla 170. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la Ciénaga la Larga.	287
Tabla 171. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga la Larga.	289
Tabla 172. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en ciénaga la Larga, Atlántico, Colombia	290
Tabla 173. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la ciénaga la Larga, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	291
Tabla 174. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga la Larga, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024	294
Tabla 175. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. La Larga.	295
Tabla 176. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. La Larga.	296
Tabla 177. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. La Larga.	298
Tabla 178. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. La Larga.	298
Tabla 179. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. La Larga.	299
Tabla 180. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. La Larga.	300
Tabla 181. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en el Río Magdalena.	301
Tabla 182. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en Río Magdalena, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	304
Tabla 183. Índices de diversidad de fitoplancton en el Río Magdalena- Colombia.	308
Tabla 184. Taxonomía del zooplancton registrado en el río Magdalena.	309
Tabla 185. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en el río Magdalena. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	311
Tabla 186. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en el río Magdalena.	315
Tabla 187. Taxonomía del ensamblaje perifítico registrado en el Río Magdalena.	316

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 13 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 188. Densidad y abundancia del ensamblaje perifítico registrado en el Rio Magdalena. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	318
Tabla 189. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en Rio Magdalena.	321
Tabla 190. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.....	322
Tabla 191. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado los puntos de monitoreo asociados al Tramo 5.....	325
Tabla 192. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo.	327
Tabla 193. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.	328
Tabla 194. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	329
Tabla 195. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.	330
Tabla 196. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	330
Tabla 197. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	331
Tabla 198. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en Rio Magdalena.	332
Tabla 199. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en Rio Magdalena.....	333
Tabla 200.. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la Ciénaga de Luruaco.	334
Tabla 201. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la Ciénaga de Luruaco.....	335
Tabla 202. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco...	337
Tabla 203. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga de Luruaco.	338
Tabla 204. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga de Luruaco. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	339
Tabla 205. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga de Luruaco. ..	341
Tabla 206. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en la Ciénaga El Luruaco, Atlántico, Colombia	342
Tabla 207. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénaga El Luruaco, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	344
Tabla 208. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga El Luruaco, Atlántico, Colombia.....	345
Tabla 209. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Luruaco.....	346
Tabla 210. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Luruaco.	347
Tabla 211. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Luruaco.	349
Tabla 212. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Luruaco.....	349

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 14 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 213. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	350
Tabla 214. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Luruaco.	351
Tabla 215. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	351
Tabla 216. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	352
Tabla 217. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Luruaco.	352
Tabla 218. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Luruaco.	353
Tabla 219. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la C San Juan de Tocagua.....	354
Tabla 220. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la San Juan de Tocagua.	355
Tabla 221. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la San Juan de Tocagua.	357
Tabla 222. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénega San Juan de Tocagua.....	358
Tabla 223. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénega San Juan de Tocagua. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).....	359
Tabla 224. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénega San Juan de Tocagua.	361
Tabla 225. Taxonomía del ensamblaje perifítico registrado en la C. San Juan de Tocagua.	361
Tabla 226. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. San Juan de Tocagua. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	364
Tabla 227. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en C. del Totumo.....	366
Tabla 228. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.	366
Tabla 229. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.	367
Tabla 230. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. Manatí.	369
Tabla 231. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.	370
Tabla 232. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	371
Tabla 233. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.	371
Tabla 234. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	371
Tabla 235. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	372
Tabla 236. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Tocagua.....	373
Tabla 237. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Tocagua.	373
Tabla 238. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en el Embalse del Guájar.	375
Tabla 239. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado el Embalse del Guájar, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).....	378
Tabla 240. Índices de diversidad de fitoplancton en el el Embalse del Guájar,.....	384
Tabla 241. Taxonomía del zooplancton registrado en el Embalse del Guájar.	386

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 15 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 242. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en el Embalse del Guájaro. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	388
Tabla 243. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en el Embalse del Guájaro.	391
Tabla 244. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en el Embalse del Guajaro, Atlántico, Colombia.	392
Tabla 245. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Embalse del Guájaro, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	394
Tabla 246. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en el Embalse del Guájaro, Atlántico, Colombia.	398
Tabla 247. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.....	399
Tabla 248. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado los puntos de monitoreo.	402
Tabla 249. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo.	404
Tabla 250. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.	405
Tabla 251. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	406
Tabla 252. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.	406
Tabla 253. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	407
Tabla 254. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	407
Tabla 255. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en E. Guájaro.....	408
Tabla 256. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en E. Guájaro.	409
Tabla 257. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la ciénaga del Totumo.	410
Tabla 258. Densidad y abundancia del ensamble fitoplanctónico registrado en la ciénaga del Totumo.	413
Tabla 259. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga del Totumo. .	418
Tabla 260. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga del Totumo.	419
Tabla 261. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la ciénaga del Totumo.	421
Tabla 262. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga del Totumo...	424
Tabla 263. Taxonomía del ensamblaje perifítico registrado en la C. Totumo.	425
Tabla 264. Densidad y abundancia del ensamblaje perifítico de la C. del Totumo. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).....	428
Tabla 265. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en C. del Totumo.....	430
Tabla 266. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.....	430
Tabla 267. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado los puntos de monitoreo asociados.....	433

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 16 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 268. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo.	435
Tabla 269. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.	436
Tabla 270. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	437
Tabla 271. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.	437
Tabla 272. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	438
Tabla 273. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.	438
Tabla 274. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Totumo.	439
Tabla 275. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Totumo.	439
Tabla 276. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la ciénaga de Balboa.	441
Tabla 277. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la ciénaga de Balboa.	443
Tabla 278. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga de Balboa.	445
Tabla 279. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga de Balboa.	446
Tabla 280. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la ciénaga de Balboa.	447
Tabla 281. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga de Balboa.	449
Tabla 282. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en la Ciénaga de Balboa, Atlántico, Colombia.	450
Tabla 283. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénaga de Balboa, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	451
Tabla 284. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga de Balboa, Atlántico, Colombia.	453
Tabla 285. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. de Balboa.	454
Tabla 286. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. de Balboa.	455
Tabla 287. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la c. de Balboa.	457
Tabla 288. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. de Balboa.	457
Tabla 289. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	458
Tabla 290. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.	458
Tabla 291. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	458
Tabla 292. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.	459
Tabla 293. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la ciénaga de mallorquín.	460
Tabla 294. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la ciénaga de Mallorquín.	463

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 17 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 295. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga de Mallorquín.	467
Tabla 296. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga de mallorquín.	468
Tabla 297. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la ciénaga de mallorquín.	470
Tabla 298. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga de mallorquín.	474
Tabla 299. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en la Ciénaga de Mallorquín, Atlántico, Colombia	475
Tabla 300. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénaga de Mallorquín, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	477
Tabla 301. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga de Mallorquín, Atlántico, Colombia.	481
Tabla 302. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.	482
Tabla 303. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado los puntos de monitoreo.	485
Tabla 304. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo.	487
Tabla 305. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.	488
Tabla 306. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	489
Tabla 307. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.	489
Tabla 308. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	490
Tabla 309. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.	492
Tabla 310. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la ciénaga los Manatíes.	493
Tabla 311. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la ciénaga los Manatíes.	494
Tabla 312. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga los Manatíes.	496
Tabla 313. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga los Manatíes.	496
Tabla 314. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la ciénaga los Manatíes.	497
Tabla 315. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga los Manatíes.	499
Tabla 316. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en la Ciénaga Los Manatíes, Atlántico, Colombia	500
Tabla 317. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénaga Los Manatíes, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	501
Tabla 318. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga de Manatíes, Atlántico, Colombia.	503

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 18 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 319. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. los Manatíes.....	504
Tabla 320. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. los Manatíes.....	505
Tabla 321. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la c. los Manatíes.....	508
Tabla 322. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. los Manatíes.	508
Tabla 323. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	509
Tabla 324. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.	509
Tabla 325. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	509
Tabla 326. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	510
Tabla 327. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la ciénaga del Rincón.....	511
Tabla 328. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la ciénaga del Rincón.....	512
Tabla 329. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga del Rincón. ...	515
Tabla 330. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga del Rincón.	516
Tabla 331. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la ciénaga del Rincón.....	517
Tabla 332. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga del Rincón. ...	520
Tabla 333. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia	521
Tabla 334. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).	522
Tabla 335. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	525
Tabla 336. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. del Rincón.....	526
Tabla 337. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. del Rincón.	527
Tabla 338. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la c. del Rincón.	529
Tabla 339. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. del Rincón.....	530
Tabla 340. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.	530
Tabla 341. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.	531
Tabla 342. Medidas morfométricas de la ictiofauna.	531
Tabla 343. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.....	531
Tabla 344. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. El Rincón.	532

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 19 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 345. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en la C. El Rincón. 532

Tabla 346. Taxonomía del Fitoplancton registrado en el arroyo León. 534

Tabla 347. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en el arroyo León. 536

Tabla 348. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en el arroyo León..... 540

Tabla 349. Taxonomía del zooplancton registrado en el arroyo León..... 541

Tabla 350. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en el arroyo León. 542

Tabla 351. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en el arroyo León. 544

Tabla 352. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en Arroyo león, Atlántico, Colombia... 545

Tabla 353. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en el Arroyo león, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR)..... 547

Tabla 354. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024 548

Tabla 355. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en el arroyo León..... 549

Tabla 356. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en el arroyo León. 550

Tabla 357. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en el arroyo León. 552

Tabla 358. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en el arroyo León. 552

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 20 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Lista de figuras

Figura 1. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en la ciénaga de Mesolandia.	90
Figura 2. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en C. de Mesolandia (Bahía).....	94
Figura 3. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga Mesolandia..	97
Figura 4. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga Mesolandia.....	99
Figura 5. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en C. de Mesolandia (Bahía).	102
Figura 6. Densidad total de las morfoespecies de Perifiton en la C. de Mesolandia (Bahía).....	104
Figura 7. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. de Mesolandia (Bahía).	107
Figura 8. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Mesolandia (Bahía). Fuente. LABORMAR S.A.S. 2024.....	109
Figura 9. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en Mesolandia.	116
Figura 10. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en la C. de Malambo.	118
Figura 11. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en la C. de Malambo.	121
Figura 12. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga de Malambo.	124
Figura 13. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga de Malambo.	126
Figura 14. Riqueza del ensamblaje perifítico a nivel de División en la C. de Malambo.	129
Figura 15. Densidad total de las morfoespecies de perifiton en la C. de Malambo.	131
Figura 16. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. de Malambo.	134
Figura 17. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Malambo. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	137
Figura 18. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en Malambo.....	144
Figura 19. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en la C. de Sabanagrande.	146
Figura 20. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en en la C. de Sabanagrande.....	148
Figura 21. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga del Sabanagrande.....	151
Figura 22. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga Sabanagrande.	152
Figura 23. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en la C. Sabanagrande.....	155
Figura 24. Densidad total de las morfoespecies de Perifiton en la C. Sabanagrande.....	155
Figura 25. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. de Sabanagrande.....	158
Figura 26. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Sabanagrande. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	159
Figura 27. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en el punto monitoreado.	163

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 21 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

<i>Figura 28.</i> Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en el punto de monitoreo C. Santo Tomás.	164
<i>Figura 29.</i> Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga Santo Tomás.	167
<i>Figura 30.</i> Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga Santo Tomás.....	168
<i>Figura 31.</i> Riqueza del ensamblaje perifítico a nivel de División en la C. Santo Tomás.....	171
<i>Figura 32.</i> Densidad total de las morfoespecies de perifiton en la C. Santo Tomás.	171
<i>Figura 33.</i> Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. Santo Tomás.	175
<i>Figura 34.</i> Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. Santo Tomás. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	176
<i>Figura 35.</i> Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en Santo Tomás.	181
<i>Figura 36.</i> Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en la C. El Convento.	183
<i>Figura 37.</i> Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en la C. El Convento.	184
<i>Figura 38.</i> Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga El Convento.	187
<i>Figura 39.</i> Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga El Convento.	189
<i>Figura 40.</i> Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en la C. el Convento.	191
<i>Figura 41.</i> Densidad total de las morfoespecies de Perifiton en la C. el Convento.	191
<i>Figura 42.</i> Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. El Convento.	194
<i>Figura 43.</i> Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Convento. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	195
<i>Figura 44.</i> Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga El Paraíso.	202
<i>Figura 45.</i> Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga El Paraíso.	204
<i>Figura 46.</i> Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en la C. Paraíso.....	207
<i>Figura 47.</i> Densidad total de las morfoespecies de Perifiton en la C. Paraíso.	208
<i>Figura 48.</i> Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. El Paraíso.	212
<i>Figura 49.</i> Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Paraíso. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	213
<i>Figura 50.</i> Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. Paraíso.	218
<i>Figura 51.</i> del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en el punto monitoreado C. el Uvero.	220
<i>Figura 52.</i> Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en la C. el Uvero.	222
<i>Figura 53.</i> Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga El Uvero... ..	225
<i>Figura 54.</i> Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga El Uvero.	226
<i>Figura 55.</i> Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en la C. el Uvero.	229
<i>Figura 56.</i> Densidad total de las morfoespecies de Perifiton en la C. del Uvero	231

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 22 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Figura 57. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. El Uvero.....	234
Figura 58. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Uvero. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	235
Figura 59. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. Uvero.	241
Figura 60. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en la C. la Luisa.....	243
Figura 61. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en C. la Luisa.....	245
Figura 62. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga La Luisa. ...	248
Figura 63. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga La Luisa.	249
Figura 64. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrado en la Ciénaga La Luisa, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	252
Figura 65. Densidad total de las morfoespecies de Perifíton en registrado en la Ciénaga La Luisa, Atlántico, Colombia.....	255
Figura 66. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. La Luisa.....	257
Figura 67. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C La Luisa. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	258
Figura 68. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. la Luisa.	261
Figura 69. Riqueza de la comunidad Fitoplanctónica a nivel de División en la ciénaga Manatí.	263
Figura 70. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga Manatí.....	265
Figura 71. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la Ciénaga Manatí. ...	268
Figura 72. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la Ciénaga Manatí.....	269
Figura 73. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrada ciénaga Manatí, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	272
Figura 74. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga Manatí, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	274
Figura 75. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. Manatí.	276
Figura 76. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. Manatí. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	278
Figura 77. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga Larga.	282
Figura 78. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga Larga.	284
Figura 79. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la Ciénaga la Larga....	286
Figura 80. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la Ciénaga la Larga.....	288
Figura 81. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrado ciénaga La Larga, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	291
Figura 82. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga la Larga, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	293

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 23 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Figura 83. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. La Larga.....	295
Figura 84. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. La Larga. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	297
Figura 85. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. La Larga.....	300
Figura 86. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en el punto monitoreado.	303
Figura 87. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en el punto de monitoreo Río Magdalena. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	307
Figura 88. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en el río Magdalena.	310
Figura 89. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en el río Magdalena.	314
Figura 90. Riqueza del ensamblaje perifítico a nivel de División en el Río Magdalena.	317
Figura 91. Densidad total de las morfoespecies de perifiton en el punto monitoreado.	320
Figura 92. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en los puntos monitoreados.....	323
Figura 93. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	324
Figura 94. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en Río Magdalena.	332
Figura 95. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la Ciénaga de Luruaco.	335
Figura 96. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco.....	336
Figura 97. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga de Luruaco.	339
Figura 98. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga de Luruaco.....	341
Figura 99. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrado en la Ciénaga El Luruaco, Atlántico, Colombia.	343
Figura 100. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga El Luruaco, Atlántico, Colombia.....	344
Figura 101. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. de Luruaco.....	346
Figura 102. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Luruaco. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	348
Figura 103. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. Luruaco.	353
Figura 104. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la San Juan de Tocagua.	355
Figura 105. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la San Juan de Tocagua.	356
Figura 106. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga San Juan de Tocagua.	359
Figura 107. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga San Juan de Tocagua.	360

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 24 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Figura 108. Riqueza del ensamblaje perifítico a nivel de División en C. San Juan de Tocagua.....	363
Figura 109. Densidad total de las morfoespecies de perifiton en la C. San Juan de Tocagua.	365
Figura 110. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. Manatí.	367
Figura 111. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. Manatí. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	368
Figura 112. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. Tocagua.....	374
Figura 113. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en el punto monitoreado.	377
<i>Figura 114.</i> Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en el Embalse del Guájaro, ...	383
Figura 115. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en el Embalse del Guájaro.	387
Figura 116. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en el Embalse del Guájaro.	390
Figura 117. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los puntos monitoreados registrado en el Embalse del Guajaro, Atlántico, Colombia.	393
Figura 118. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en el embalse del Guájaro, Atlántico, Colombia.	397
Figura 119. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados a nivel de División en los puntos monitoreados registrado en el Embalse del Guajaro, Atlántico, Colombia.....	400
Figura 120. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo.....	401
Figura 121. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en E. del Guájaro.	409
Figura 122. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga del Totumo.	412
<i>Figura 123.</i> Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga del Totumo.	417
Figura 124. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga del Totumo.	420
Figura 125. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga del Totumo.	423
Figura 126. Riqueza del ensamblaje perifítico a nivel de División en la C. Totumo.....	426
Figura 127. Densidad total de las morfoespecies de perifiton en la C. Totumo.	429
Figura 128. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	432
Figura 129. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. Totumo.	440
<i>Figura 130.</i> Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga de Balboa.	442
<i>Figura 131.</i> Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga de Balboa.....	444
Figura 132. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga de Balboa.	447
Figura 133. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga de Balboa.	448

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 25 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Figura 134. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrado en la Ciénaga de Balboa, Atlántico, Colombia.	451
Figura 135. Densidad total de las morfoespecies del Perifiton en registrado en la Ciénaga de Balboa, Atlántico, Colombia.	452
Figura 136. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la c. de Balboa.....	454
Figura 137. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la c. de Balboa. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	456
<i>Figura 138.</i> Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga de Mallorquín.	462
<i>Figura 139.</i> Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga de Mallorquín. ...	466
Figura 140. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga de Mallorquín.	469
Figura 141. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga de Mallorquín....	473
Figura 142. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los puntos monitoreados registrado en la Ciénaga de Mallorquín, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. ...	476
Figura 143. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga de Mallorquín, Atlántico, Colombia.	480
Figura 144. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	484
<i>Figura 145.</i> Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga los Manatíes.	493
<i>Figura 146.</i> Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga los Manatíes.	495
Figura 147. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga los Manatíes.	497
Figura 148. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga los Manatíes.	498
Figura 149. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrado en la Ciénaga los Manatíes, Atlántico, Colombia.....	501
Figura 150. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga Los Manatíes, Atlántico, Colombia.	502
Figura 151. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la c. los Manatíes.....	505
Figura 152. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la c. los Manatíes. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	507
<i>Figura 153.</i> Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga del Rincón.	512
<i>Figura 154.</i> Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga del Rincón.	514
Figura 155. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga del Rincón.	517

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 26 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Figura 156. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga del Rincón.....	519
Figura 157. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los tres puntos monitoreados registrado en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia.	522
Figura 158. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	524
Figura 159. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la c. del Rincón.....	527
Figura 160. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la c. del Rincón. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	528
Figura 161. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. El Rincón. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	533
<i>Figura 162. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en el arroyo León.....</i>	<i>535</i>
Figura 163. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en el arroyo León.....	539
Figura 164. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en el arroyo León.	542
Figura 165. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en el arroyo León.	543
Figura 166. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los tres puntos monitoreados registrado Arroyo león, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	546
Figura 167. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.	547
Figura 168. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en el arroyo León.	549
Figura 169. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en el arroyo León. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.....	551
Figura 170. Histórico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Mesolandia.....	555
Figura 171. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Mesolandia	556
Figura 172. Historico de la densidad y la riqueza de la C. Mesolandia	556
Figura 173. Historico de la densidad y la riqueza de Macroinvertebrados bentónicos de la C. Mesolandia.....	557
Figura 174. Historico de la densidad y la riqueza de de Peces de la C. Mesolandia.	558
Figura 175. Historico de la riqueza de macrofitas acuáticas de la C. Mesolandia	558
Figura 176. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Malambo.	559
Figura 177. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Malambo.....	561
Figura 178. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Malambo.....	562
Figura 179. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Malambo.....	563
Figura 180. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Malambo.	563
Figura 181. Historico de la riqueza de peces de la C. Malambo	564
Figura 182. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. de Sabanagrade.....	565
Figura 183. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Sabanagrade	566
Figura 184. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Sabanagrade	566

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 27 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Figura 185. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Sabanagrande	567
Figura 186. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Sabanagrande	568
Figura 187. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. sabanagrande	568
Figura 188. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. de Santo Tomás	569
Figura 189. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Santo Tomás	570
Figura 190. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Santo tomas	571
Figura 191. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Santo Tomas.	571
Figura 192. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Santo Tomas.	572
Figura 193. Historico de la riqueza dezooplancton de la C. santo tomas	573
Figura 194. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Convento.	574
Figura 195. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Convento.....	575
Figura 196. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. El Convento	576
Figura 197. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. El Convento.....	576
Figura 198. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. convento	577
Figura 199. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. convento	578
Figura 200. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Paraíso	579
Figura 201. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. El Paraíso.....	580
Figura 202. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. El Paraíso.....	581
Figura 203. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Paraíso	582
Figura 204. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Paraíso.	582
Figura 205. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. paraíso	583
Figura 206. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. el Uvero.	584
Figura 207. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. El Uvero.....	585
Figura 208. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. El Uvero.....	585
Figura 209. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Uvero	586
Figura 210. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Uvero.	587
Figura 211. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. Uvero	587
Figura 212. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Luisa.....	588
Figura 213. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. La Luisa.....	589
Figura 214. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. La Luisa	590
Figura 215. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. La Luisa.	590
Figura 216. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. La Luisa.	591
Figura 217. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. la luisa	592
Figura 218. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Manatí.	593
Figura 219. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Manatí.....	594
Figura 220. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Manatí.....	594
Figura 221. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Manatí.....	595
Figura 222. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Manatí	596
Figura 223. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. Manatí.....	596

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 28 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Figura 224. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Larga	597
Figura 225. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. La Larga	598
Figura 226. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. La Larga	599
Figura 227. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. La Larga	600
Figura 228. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. La Larga	600
Figura 229. Historico de la riqueza de macrofitas acuáticas de la C. la larga	601
Figura 230. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton en el río Magdalena.	602
Figura 231. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton del río Magdalena.....	603
Figura 232. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton del Río Magdalena.....	603
Figura 233. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton del Río Magdalena.....	604
Figura 234. Historico de la densidad y la riqueza de Peces del río Magdalena.....	605
Figura 235. Historico de la riqueza de zooplancton del río Magdalena.....	605
Figura 236. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. de Luruaco.....	606
Figura 237. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Luruaco	607
Figura 238. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Luruaco	608
Figura 239. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Luruaco	609
Figura 240. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Luruaco	610
Figura 241. Historico de la riqueza de zooplancton de la C. Luruaco	610
Figura 242. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. de Tocagua.	611
Figura 243. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Tocagua.....	612
Figura 244. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Tocagua.....	613
Figura 245. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Tocagua.....	614
Figura 246. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Tocagua	615
Figura 247. Historico de la riqueza de zooplancton de la C. Tocagua	615
Figura 248. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton en el Embalse el Guájaro.....	616
Figura 249. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton del Embalse del Guajaro.....	617
Figura 250. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton del Embalse del Guajaro.....	618
Figura 251. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton del Embalse Del Guajaro	618
Figura 252. Historico de la densidad y la riqueza de Peces del Embalse del Guajaro.....	619
Figura 253. Historico de la riqueza de zooplancton del embalse del guajaro.	620
Figura 254. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. del Totumo.	621
Figura 255. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Totumo	622
Figura 256. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Totumo	623
Figura 257. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Totumo	624
Figura 258. Historico de la densidad y la riqueza de peces de la C. Totumo	625
Figura 259. Historico de la riqueza de zooplancton de la C. totumo	625
Figura 260. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. de Balboa.....	626
Figura 261. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Balboa	627
Figura 262. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. de Balboa	628

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 29 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Figura 263. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Balboa 629

Figura 264. Historico de la densidad y la riqueza de peces de la C. Balboa 630

Figura 265. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Mallorquín. 631

Figura 266. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Mallorquín 632

Figura 267. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Mallorquín 633

Figura 268. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Mallorquín 634

Figura 269. Historico de la densidad y la riqueza de peces de la C. Mallorquín 635

Figura 270. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. los Manatíes. 636

Figura 271. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Mesolandia 637

Figura 272. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Los Manatíes 638

Figura 273. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Manatíes. 639

Figura 274. Historico de la densidad y la riqueza de peces de la C. Los manatíes 640

Figura 275. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. del Rincón. 641

Figura 276. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. El Rincón. 642

Figura 277. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. El Rincón. 643

Figura 278. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Rincón 644

Figura 279. Historico de la densidad y la riqueza de peces de la C. El Rincón 645

Figura 280. Historico de la riqueza macrofitas acuáticas de la C. el rincón. 645

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 30 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Distribución de los puntos de monitoreo. Ciénaga Mesolandia (La Bahía) y Ciénaga de Malambo. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.	34
Ilustración 2. Distribución de los puntos de monitoreo. Ciénaga Sabanagrande y Ciénaga Santo Tomás. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.	34
Ilustración 3. Distribución de los puntos de monitoreo. Ciénaga del Convento. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.....	35
Ilustración 4. Distribución de los puntos de monitoreo. Ciénaga del Uvero. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.....	35
Ilustración 5. Distribución de los puntos de monitoreo. Ciénaga del Paraíso, Manatí, Larga y Luisa. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.	36
Ilustración 6. Distribución de los puntos de monitoreo. Río Magdalena. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.....	36
Ilustración 7. Distribución de los puntos de monitoreo. C. Totumo. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.	37
Ilustración 8. Distribución de los puntos de monitoreo. C. Balboa. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.	37
Ilustración 9. Distribución de los puntos de monitoreo. C. Mallorquin. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.....	38
Ilustración 10. Distribución de los puntos de monitoreo. C. Los Manatíes. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.....	38
Ilustración 11. Distribución de los puntos de monitoreo. C. El Rincón y Arroyo León (P2). Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.	39
Ilustración 12. Distribución de los puntos de monitoreo. Arroyo León (P2 y P3). Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.....	39
Ilustración 13. Distribución de los puntos de monitoreo. C. Luruaco y C. Tocagua. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.	40
Ilustración 14. Distribución de los puntos de monitoreo. Embalse del Guajaro. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.....	40
Ilustración 15. Toma de muestra de fitoplancton en campo. Fuente Labormar S.A.S. 2024.	78
Ilustración 16. Toma de muestra de zooplancton en campo. Fuente Labormar S.A.S. 2024.	79
Ilustración 17. Toma de muestra de Perifiton en campo. Fuente Labormar S.A.S. 2024.	79
Ilustración 18. Toma de muestra de macroinvertebrados bentónicos en campo.	80
Ilustración 19. Muestreo de macrófitas acuáticas en campo. Fuente Labormar S.A.S. 2024.	81
Ilustración 20. Muestreo de peces – Técnica de pesca. Fuente Labormar S.A.S. 2024.	82
Ilustración 21. Identificación de fitoplancton y perifiton. Fuente LABORMAR 2024.....	83
Ilustración 22. Identificación de zooplancton. Fuente LABORMAR 2024	84
Ilustración 23. Identificación de macroinvertebrados bentónicos. Fuente LABORMAR 2024	84

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 31 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Modificación del informe		
Modificación	Descripción	Fecha

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 32 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

1. INTRODUCCION

El presente informe de resultados contiene las actividades de campo y laboratorio encaminadas a evaluar las características hidrobiológicas en los principales cuerpos de agua lénticos y lóticos del departamento del Atlántico, evaluando 3 bloques principales: Cuenca río Magdalena, cuenca canal del Dique y cuenca litoral.

Dada la gran diversidad de factores que influyen en la dinámica de los ecosistemas acuáticos, es necesario emplear metodologías que permitan diagnosticar el estado actual de las cuencas hidrográficas, no solo mediante el uso de parámetros físicoquímicos sino biológicos. Por esta razón, se ha señalado la importancia de utilizar ciertos organismos como bioindicadores de la calidad del agua, dado que muchos de estos ocupan hábitats con ciertas exigencias ambientales; como son el plancton, perifiton, macroinvertebrados, macrófitas acuáticas y peces; los cuales, desempeñan roles ecológicos determinantes en la estabilidad de los ecosistemas.

De acuerdo con las especificaciones descritas en los términos de referencia para la primera campaña, se evaluaron los componentes de fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados bentónicos, ictiofauna y macrófitas acuáticas. La toma de muestras se realizó del 16 de noviembre al 29 de noviembre de 2024 (**Anexo 1 Planillas de campo**) y se efectuó de acuerdo a la solicitud y especificaciones hechas por La Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA. Los reportes de resultados se asocian al **Anexo 2**, con complemento fotográfico en el **Anexo 2.1**.

El laboratorio LABORMAR se encuentra acreditado para la realización, caracterización, seguimiento y monitoreo de los distintos componentes hidrobiológicos en cuerpos de agua lénticos, lóticos y marinos, bajo la Resolución 0580 del 05 de mayo de 2023, la cual se encuentra relacionada en el **Anexo 3**, con extensión de la vigencia de dicha Resolución de acreditación a Labormar, descrita en el **Anexo 3.1**.

El presente documento contiene información detallada de las mediciones realizadas en campo, ensayos de laboratorio, tablas, gráficas y análisis de resultados.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 33 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Caracterizar el recurso hidrobiológico presente en los 20 Cuerpos de agua (2 lóticos y 18 lénticos) más grandes y de mayor interés socio-ambiental del departamento del Atlántico, durante el año 2024, basados en las normativas y técnicas vigentes para el estudio y análisis de los diferentes ensamblajes que componen el recurso.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar los grupos taxonómicos presentes dentro de los ensamblajes evaluados (fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados bentónicos, macrófitas acuáticas e ictiofauna), asociados a los cuerpos de agua.
- Determinar la abundancia y riqueza de los individuos presentes en cada uno de los ensamblajes en cada cuerpo de agua.
- Calcular y analizar los índices ecológicos de los ensamblajes hidrobiológicos monitoreados en cada cuerpo de agua.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El monitoreo se llevó a cabo en los cuerpos de agua lóticos y lénticos de mayor importancia y extensión del departamento del Atlántico – Colombia. En la **Ilustración 1** a la **Ilustración 14** se pueden observar los puntos de muestreo dentro de cada ecosistema. El muestreo se realizó según los requerimientos de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico, los cuales expresan la toma de muestra de parámetros hidrobiológicos (Fitoplancton, Zooplancton, Perifiton, Macroinvertebrados bentónicos, Macrófitas acuáticas y Peces) en 72 puntos ubicados en el departamento del Atlántico, con el objetivo de caracterizar las comunidades hidrobiológicas de los diferentes sistemas lénticos y lóticos, para dar cumplimiento a sus obligaciones ambientales.

Con ayuda de un geoposicionador satelital (GPS) marca Garmin modelo GPSMAP® 64s, se realizó la ubicación de los puntos de monitoreo hidrobiológico y los recorridos entre los puntos, con base en la red de monitoreo y coordenadas establecidas en los pliegos de condiciones de la CRA.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 34 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

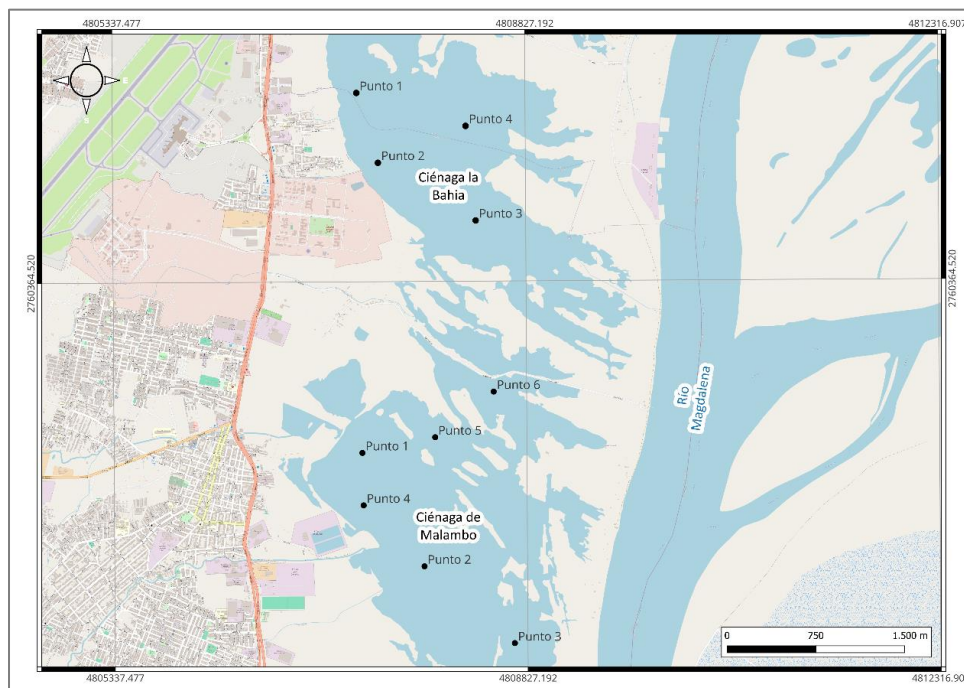


Ilustración 1. Distribución de los puntos de monitoreo. Ciénaga Mesolandia (La Bahía) y Ciénaga de Malambo. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

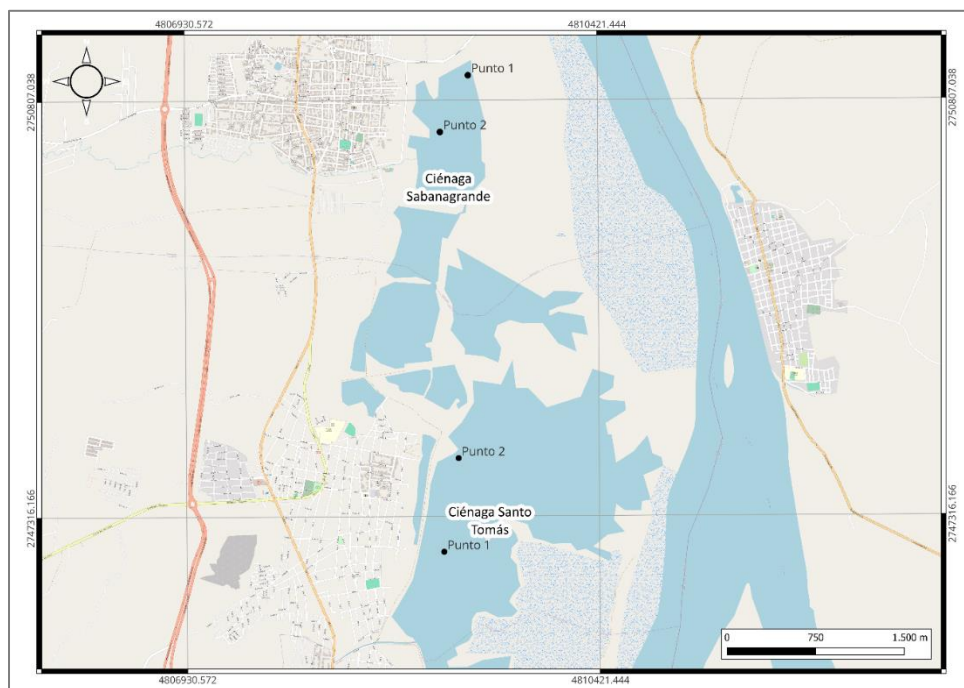


Ilustración 2. Distribución de los puntos de monitoreo. Ciénaga Sabanagrande y Ciénaga Santo Tomás. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 35 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

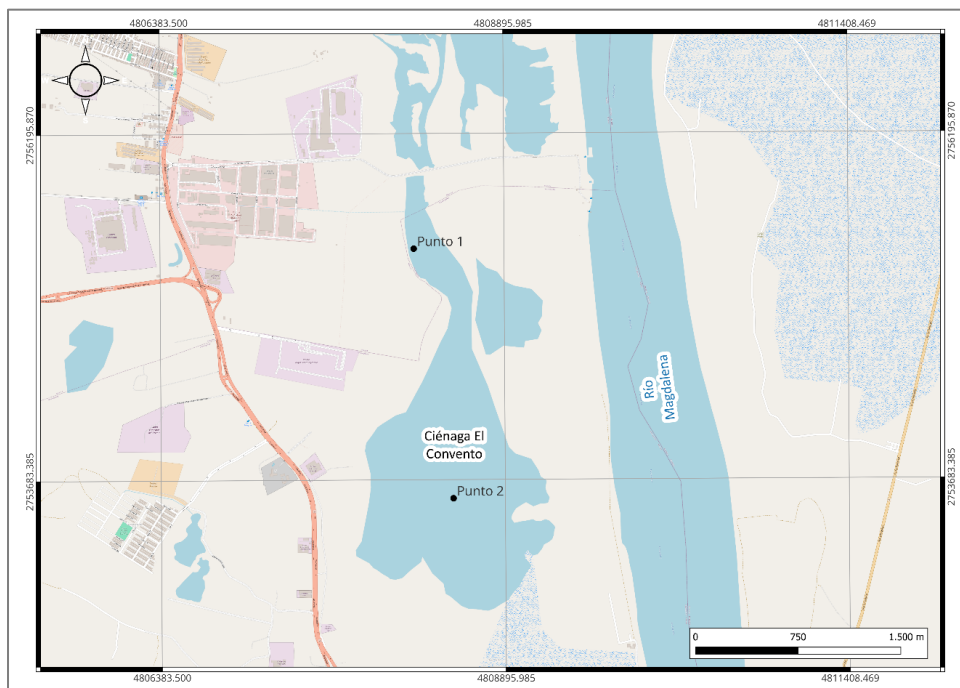


Ilustración 3. Distribución de los puntos de monitoreo. Ciénaga del Convento. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

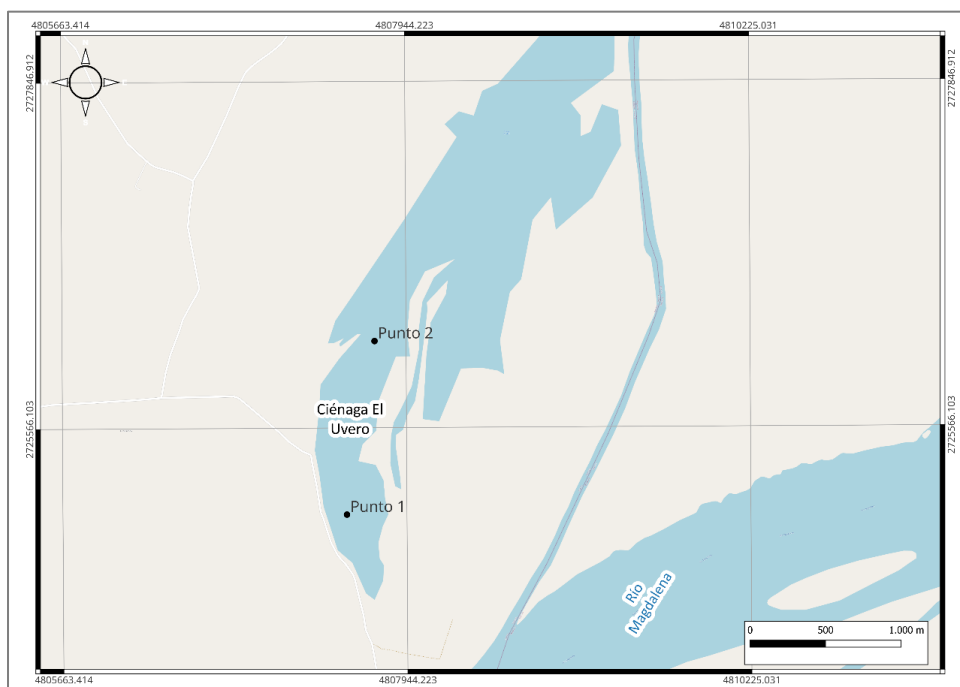


Ilustración 4. Distribución de los puntos de monitoreo. Ciénaga del Uvero. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 36 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024



Ilustración 5. Distribución de los puntos de monitoreo. Ciénaga del Paraíso, Manatí, Larga y Luisa. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

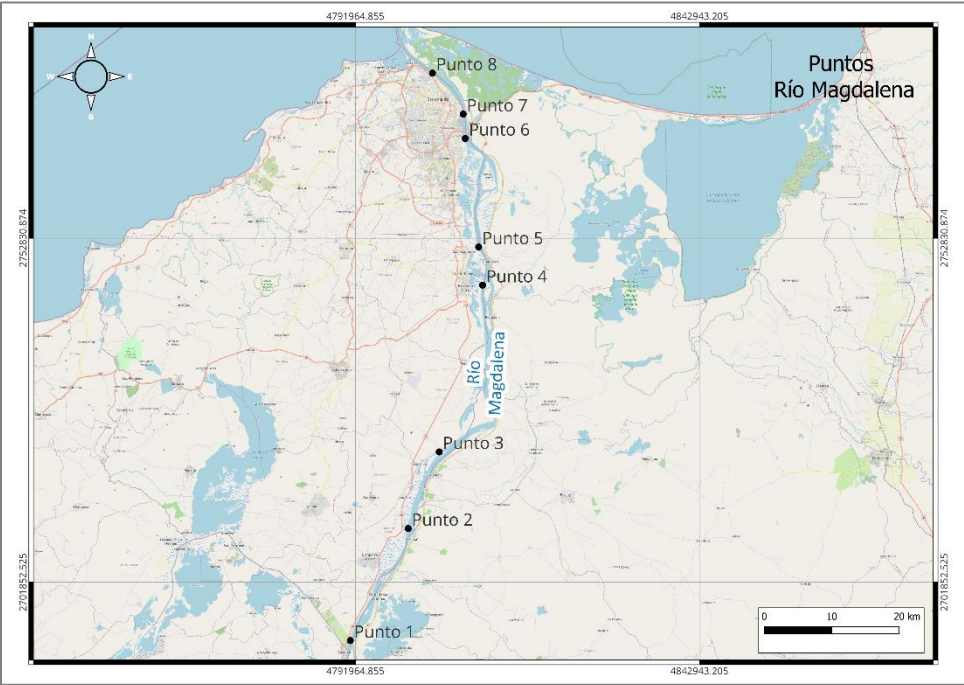


Ilustración 6. Distribución de los puntos de monitoreo. Río Magdalena. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 37 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

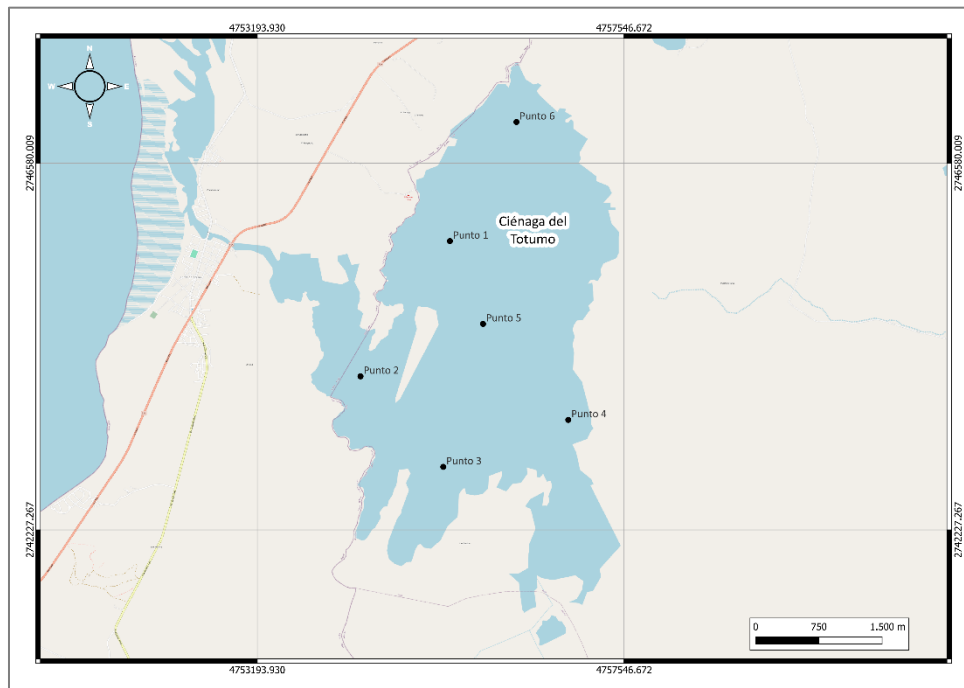


Ilustración 7. Distribución de los puntos de monitoreo. C. Totumo. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

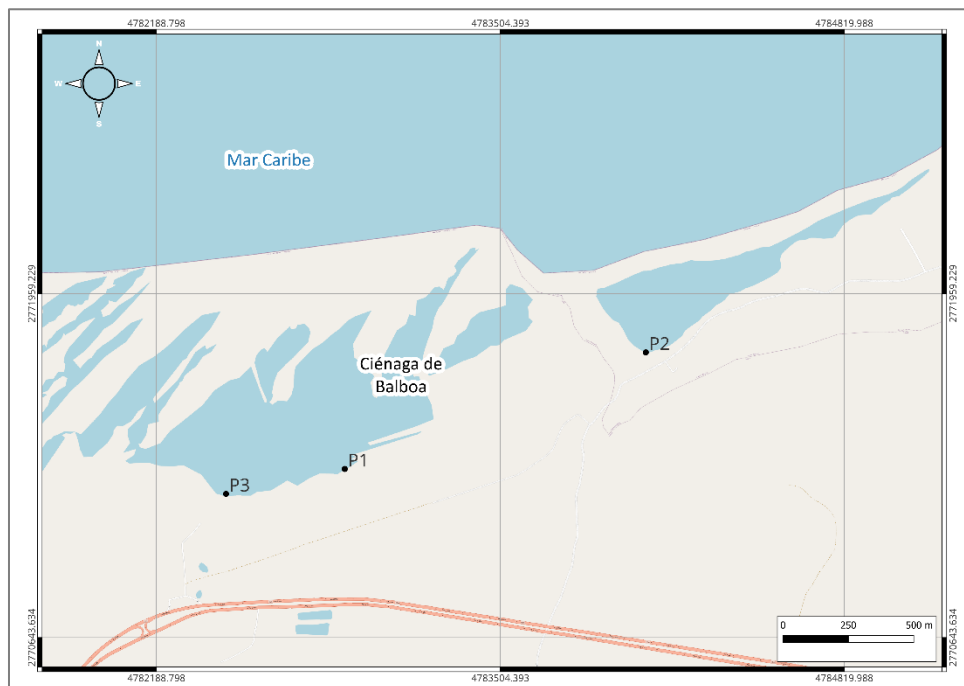


Ilustración 8. Distribución de los puntos de monitoreo. C. Balboa. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 38 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

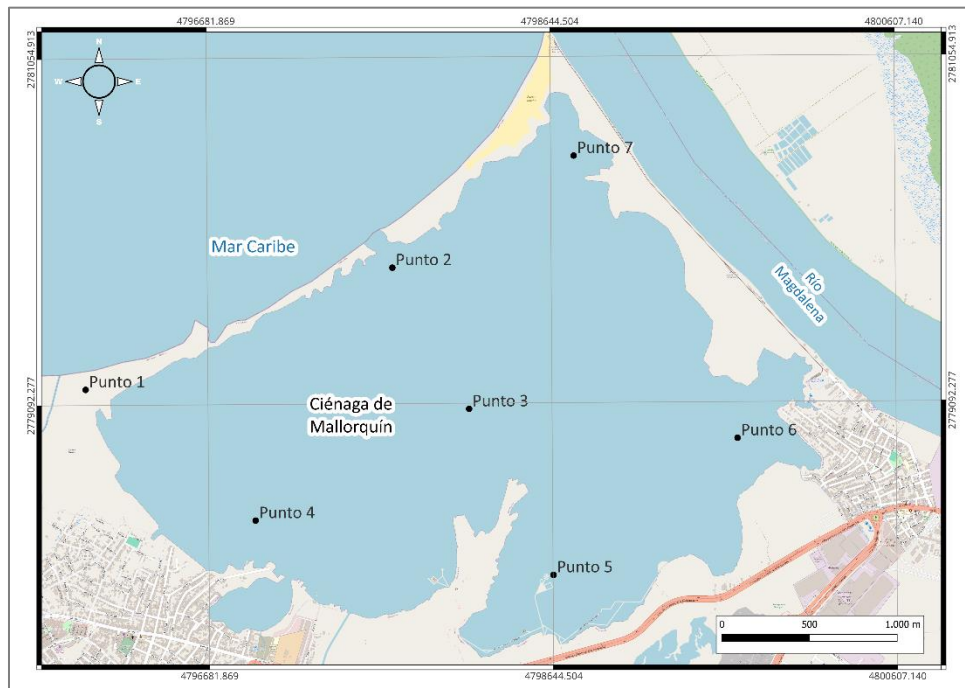


Ilustración 9. Distribución de los puntos de monitoreo. C. Mallorquin. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

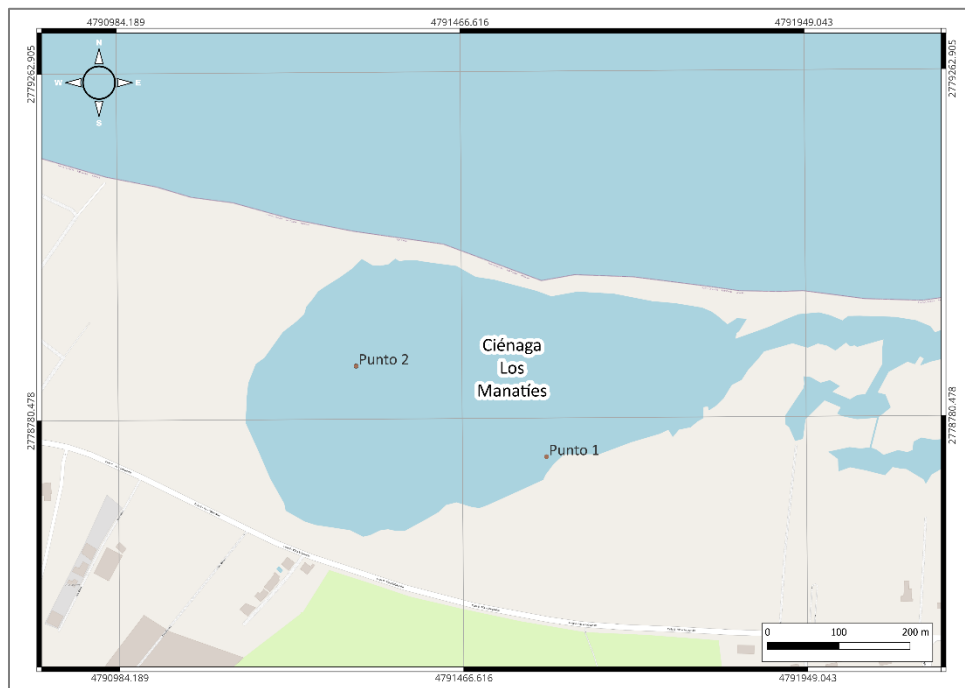


Ilustración 10. Distribución de los puntos de monitoreo. C. Los Manatíes. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 39 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

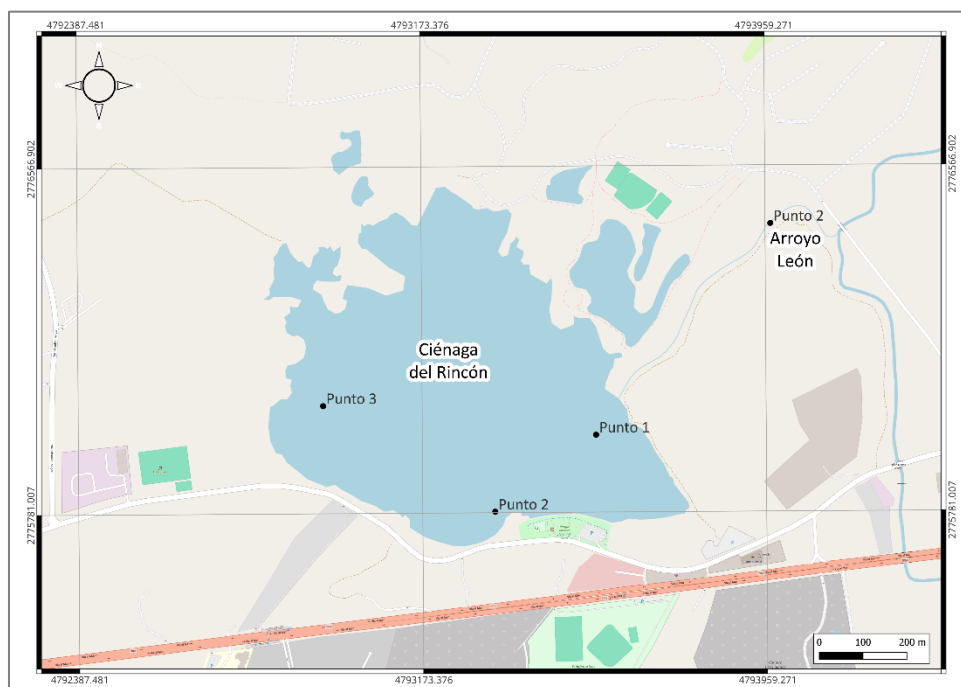


Ilustración 11. Distribución de los puntos de monitoreo. C. El Rincon y Arroyo león (P2). Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

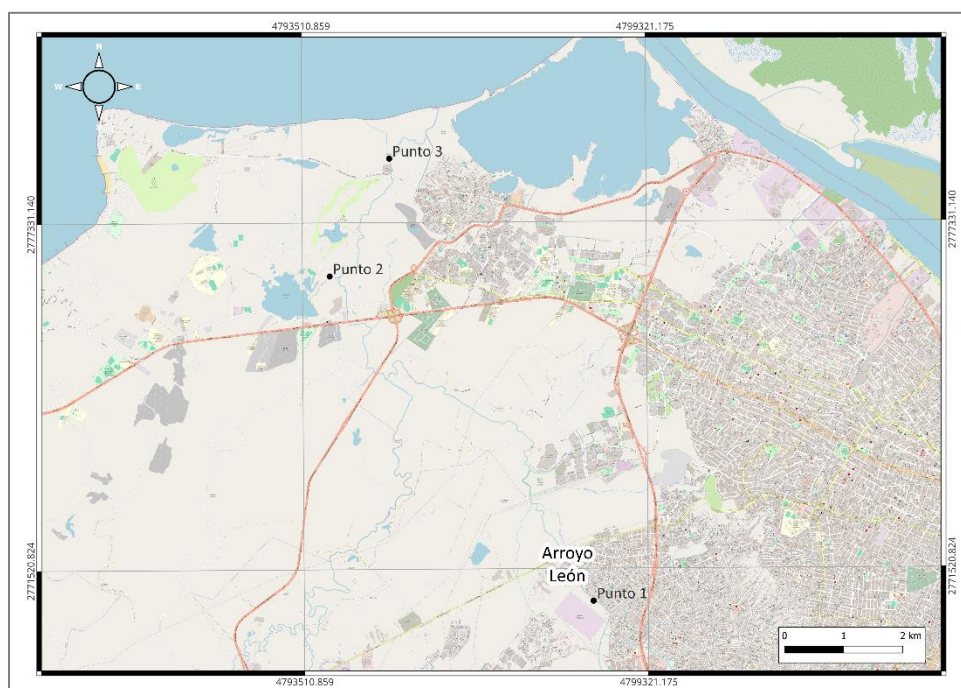


Ilustración 12. Distribución de los puntos de monitoreo. Arroyo león (P2 y P3). Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 40 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

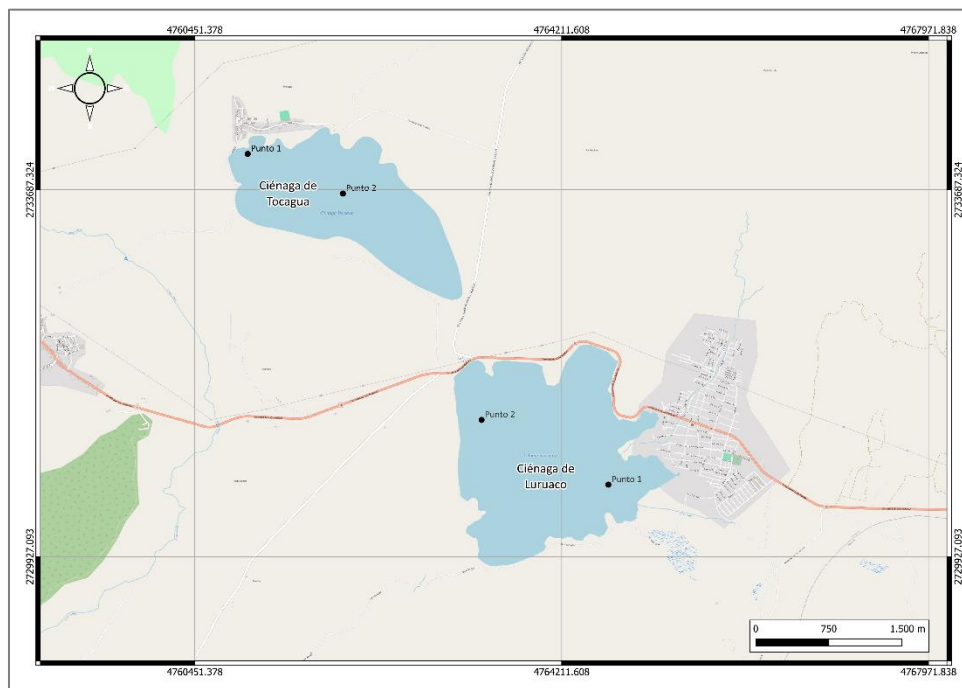


Ilustración 13. Distribución de los puntos de monitoreo. C. Luruaco y C. Tocagua. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

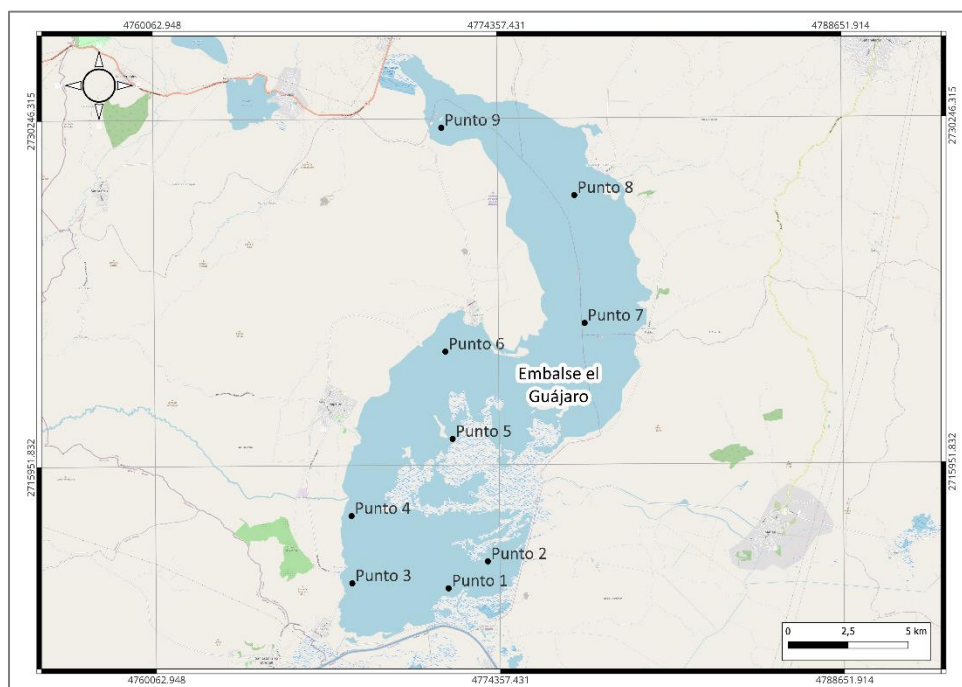


Ilustración 14. Distribución de los puntos de monitoreo. Embalse del Guajaro. Puntos negros: Sitios de muestreo del proyecto. Fuente: QGIS, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 41 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Las coordenadas correspondientes a cada punto se encuentran descritas a continuación en la **Tabla 1**, para los efectos de análisis y graficas se identificaron con el nombre del punto (dato suministrado por el cliente), unido al código de análisis de la muestra, ejemplo: P1_699606.

Tabla 1. Puntos de muestreo, coordenadas, ID de referencia del punto y códigos de análisis.

NOMBRE DE PUNTO	COD_ANALISIS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ID_PUNTO
		Latitud N	Longitud W	
Ciénaga del Rincón Punto 1	699606	11°00'57,44"	74°53'24,58"	P1_699606
Ciénaga del Rincón Punto 2	699607	11°00'51,75"	74°53'32,17"	P2_699607
Ciénaga del Rincón Punto 3	699608	11°00'59,55"	74°53'45,13"	P3_699608
Arroyo León P1	699609	10°58'16,33"	74°50'44,58"	P1_699609
Arroyo León P2	699610	11° 1'13,09"	74°53'11,47"	P2_699610
Arroyo León P3	699611	10°58'16,33"	74°50'44,58"	P3_699611
Ciénaga del Totumo Punto 1	699612	10°44'22,63"	75°14'12,18"	P1_699612
Ciénaga del Totumo Punto 2	699613	10°43'30,14"	75°14'46,72"	P2_699613
Ciénaga del Totumo Punto 3	699614	10°42'55,41"	75°14'14,13"	P3_699614
Ciénaga del Totumo Punto 4	699615	10°43'13,90"	75°13'25,45"	P_4699615
Ciénaga del Totumo Punto 5	699616	10°43'50,73"	75°13'59,01"	P5_699616
Ciénaga del Totumo Punto 6	699617	10°45'8,79"	75°13'46,53"	P6_699617
Rio Magdalena Punto 1	699618	10°16'4,22"	10°16'4,22"	P1_699618
Rio Magdalena Punto 2	699619	10°25'5,68"	74°49'46,83"	P2_699619
Rio Magdalena Punto 3	699620	10°31'16,40"	74°47'17,68"	P3_699620
Rio Magdalena Punto 4	699621	10°44'41,88"	74°43'50,68"	P4_699621
Rio Magdalena Punto 5	699622	10°47'45,89"	74°44'11,06"	P5_699622
Rio Magdalena Punto 6	699623	10°56'28,81"	74°45'19,25"	P6_699623
Rio Magdalena Punto 7	699624	10°58'26,27"	74°45'30,39"	P7_699624
Rio Magdalena Punto 8	699625	11° 1'43,61"	74°48'1,56"	P8_699625
Rio Magdalena Punto 9	699626	11° 49,65"	74°49'43,59"	P9_699626
Embalse del Guájaro P1	699627	10°25'33,98"	75° 4'53,57"	P1_699627
Embalse del Guájaro P2	699628	10°26'10,24"	75° 3'59,94"	P2_699628
Embalse del Guájaro P3	699629	10°25'40,64"	75° 7'5,20"	P3_699629
Embalse del Guájaro P4	699630	10°27'11,10"	75° 7'6,18"	P4_699630
Embalse del Guájaro P5	699631	10°28'54,75"	75° 4'48,08"	P5_699631
Embalse del Guájaro P6	699632	10°30'52,01"	75° 4'58,08"	P6_699632
Embalse del Guájaro P7	699633	10°31'30,63"	75° 1'47,76"	P7_699633
Embalse del Guájaro P8	699634	10°34'22,33"	75° 2'1,91"	P8_699634
Embalse del Guájaro P9	699635	10°35'52,62"	75° 5'3,69"	P9_699635
Ciénaga de Mallorquín P1	699652	11°02'42,91"	74°52'05,71"	P1_699652
Ciénaga de Mallorquín P2	699654	11°03'05,46"	74°51'08,05"	P2_699654
Ciénaga de Mallorquín P3	699656	11°02'39,42"	74°50'53,62"	P3_699656
Ciénaga de Mallorquín P4	699655	11°02'18,80"	74°51'33,75"	P4_699655
Ciénaga de Mallorquín P5	699657	11°02'08,78"	74°50'37,75"	P5_699657
Ciénaga de Mallorquín P6	699658	11°02'34,09"	74°50'3,15"	P6_699658

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 42 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

NOMBRE DE PUNTO	COD_ANALISIS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ID_PUNTO
		Latitud N	Longitud W	
Ciénaga de Mallorquín P7	699653	11°03'26,15"	74°50'33,97"	P7_699653
Ciénaga de Balboa P1	N.A.	10°59'03,52"	74°57'57,97"	N.A.
Ciénaga de Balboa P2	699659	10°58'44,55"	74°58'36,30"	P2_699659
Ciénaga de Balboa P3	699660	10°58'24,96"	74°59'32,89"	P3_699660
Ciénaga de Santo Tomás P1	699661	10°45'18,41"	74°44'47,16"	P1_699661
Ciénaga de Santo Tomás P2	699662	10°45'43,99"	74°44'43,15"	P2_699662
Ciénaga de Sabanagrande P1	699663	10°47'28,53"	74°44'40,62"	P1_699663
Ciénaga de Sabanagrande P2	699664	10°47'13,03"	74°44'48,39"	P2_699664
Ciénaga Paraíso P1	699666	10°42'9,07"	74°44'20,32"	P1_699666
Ciénaga Paraíso P2	699665	10°42'19,49"	74°44'28,58"	P2_699665
Ciénaga Manatí P1	699636	10°42'50,77"	74°44'29,87"	P1_699636
Ciénaga Manatí P2	699637	10°43'3,66"	74°44'21,42"	P2_699637
Ciénaga La Luisa P1	699667	10°44'43,86"	74°44'48,87"	P1_699667
Ciénaga La Luisa P2	699668	10°43'38,73"	74°44'39,12"	P2_699668
Ciénaga la Bahía (Mesolandia) P1	699638	10°53'24,20"	74°45'46,10"	P1_699638
Ciénaga la Bahía (Mesolandia) P2	699639	10°53'5,10"	74°45'40,10"	P2_699639
Ciénaga la Bahía (Mesolandia) P3	699640	10°52'49,35"	74°45'12,89"	P3_699640
Ciénaga la Bahía (Mesolandia) P4	699641	10°53'15,19"	74°45'15,69"	P4_699641
Ciénaga de Malambo P1	699642	10°51'45,8"	74°45'44,40"	P1_699642
Ciénaga de Malambo P2	699643	10°51'14,8"	74°45'27,1"	P2_699643
Ciénaga de Malambo P3	699644	10°50'53,81"	74°45'1,95"	P3_699644
Ciénaga de Malambo P4	699645	10°51'31,46"	74°45'44,04"	P4_699645
Ciénaga de Malambo P5	699646	10°51'50,09"	74°45'24,15"	P5_699646
Ciénaga de Malambo P6	699647	10°52'2,58"	74°45'7,85"	P6_699647
Ciénaga del Convento P1	699650	10°49'49,81"	74°45'17,37"	P1_699650
Ciénaga del Convento P2	699651	10°48'50,87"	74°45'7,77"	P2_699651
Ciénaga los Manatíes P1	699648	11°02'27,20"	74°54'30,60"	P1_699648
Ciénaga los Manatíes P2	699649	11°02'31,30"	74°54'39,40"	P2_699649
Ciénaga de Luruaco P1	699669	10°36'16,90"	75° 9'5,60"	P1_699669
Ciénaga de Luruaco P2	699670	10°36'38,20"	75° 9'48,50"	P2_699670
Ciénaga de Tocagua P1	699671	10°38'6,40"	75°11'8,00"	P1_699671
Ciénaga de Tocagua P2	699672	10°37'53,40"	75°10'35,80"	P2_699672
Ciénaga la Larga P1	699673	10°43'19,74"	74°44'38,78"	P1_699673
Ciénaga la Larga P2	699674	10°42'43,37"	74°44'48,62"	P2_699674
Ciénaga el Uvero P1	699675	10°33'21,1"	74°45'34,4"	P1_699675
Ciénaga el Uvero P2	699676	10°33'58,3"	74°45'28,4"	P2_699676

Fuente: LABORMAR S.A.S 2024

El trabajo de campo se efectuó del 16 al 29 de noviembre del 2024, con plan de muestreo aprobado como se muestra en el **Anexo 1**. En la **Tabla 2**, se describe: fechas de muestreo, número del plan de muestreo, fecha y lugar de recepción. En la **Tabla 3**, se describe: fecha de inicio y fin de los análisis de laboratorio de los grupos objeto de estudio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 43 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 2. Trazabilidad de fechas para cada punto de monitoreo

PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MONITOREO	No. PLAN DE MUESTREO	FECHA DE RECEPCIÓN	LUGAR DE RECEPCIÓN
Ciénaga del Rincón	2024-11-16	1007	2024-11-18	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga del Totumo	2024-11-18	1007	2024-11-19	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Arroyo León	2024-11-18	1007	2024-11-19	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Rio Magdalena	2024-11-19	1007	2024-11-20	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Embalse el Guájaro	2024-11-20	1007	2024-11-21	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Balboa	2024-11-21	1007	2024-11-22	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Mallorquín	2024-11-21	1007	2024-11-22	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Santo Tomás	2024-11-22	1007	2024-11-23	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Sabanagrande	2024-11-22	1007	2024-11-23	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Paraíso	2024-11-23	1007	2024-11-25	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Manatí	2024-11-23	1007	2024-11-25	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga del Mesolandia	2024-11-25	1007	2024-11-26	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Luisa	2024-11-25	1007	2024-11-26	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Convento	2024-11-26	1007	2024-11-27	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Malambo	2024-11-26	1007	2024-11-27	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Manaties	2024-11-27	1007	2024-11-28	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Tocagua	2024-11-28	1007	2024-11-29	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Luruaco	2024-11-28	1007	2024-11-29	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Larga	2024-11-29	1007	2024-11-30	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga El Uvero	2024-11-29	1007	2024-11-30	Labormar - Área de Recepción de Muestras

Fuente: LABORMAR S.A.S 2024

Tabla 3. Fechas de análisis de los parámetros

PARÁMETRO	INICIO ANÁLISIS	FIN ANÁLISIS	LUGAR DE ANÁLISIS
Fitoplancton	2024-12-03	2025-01-31	Labormar - Área Hidrobiología
Zooplancton	2024-12-03	2025-01-31	Labormar - Área Hidrobiología

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 44 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

PARÁMETRO	INICIO ANÁLISIS	FIN ANÁLISIS	LUGAR DE ANÁLISIS
Perifiton	2024-12-03	2025-01-31	Labormar - Área Hidrobiología
Macroinvertebrados bentónicos	2024-12-03	2025-01-31	Labormar - Área Hidrobiología
Ictiofauna	2024-12-03	2025-01-31	Labormar - Área Hidrobiología
Macrófitas acuáticas	2024-12-03	2025-01-31	Labormar - Área Hidrobiología

Fuente: LABORMAR S.A.S 2024

En la **Tabla 4** se realiza una breve descripción de los puntos de monitoreo objeto de estudio.

Tabla 4. Descripción de los puntos de muestreo.

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Luruaco	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	Este cuerpo de agua es fundamental para la provisión de recursos pesqueros y recibe aportes del arroyo Limón. En este punto de monitoreo se evidenció una abundante presencia de macrófitas, con algunos parches despejados donde se realizó la toma de muestras. La profundidad registrada fue de 3,1 m, y el agua presentaba una apariencia clara. Día nublado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 45 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Luruaco	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 2 	En este punto de monitoreo se evidenció una abundante presencia de macrófitas, sin olores perceptibles ni material flotante. En las orillas del cuerpo de agua se observaron asentamientos de viviendas. La profundidad registrada fue de 4,8 m, con una apariencia del agua clara. Día nublado.

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Tocagua	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	Este cuerpo de agua se alimenta de múltiples fuentes hídricas, formando parte del complejo cenagoso del municipio de Luruaco. En este punto se evidenció una alta abundancia de macrófitas, así como la presencia de árboles y arbustos en las orillas. Asimismo, se observaron asentamientos de viviendas en los alrededores. La profundidad registrada fue de 2,8 metros, con un aspecto del agua verdoso. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 46 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Tocagua	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 2 	En este punto se observó una gran cantidad de macrófitas, así como la presencia de árboles y arbustos a lo largo de las orillas. La profundidad registrada fue de 2,6 m, y el agua presentaba una apariencia verdosa con ausencia de olores y material flotante. Día soleado.

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga la Bahía (Mesolandia)	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	Este cuerpo de agua se alimenta principalmente del río Magdalena y está interconectado con diversas ciénagas a lo largo de la región. En este punto de monitoreo se registró ausencia de macrófitas, pero se evidenció la presencia de árboles y vegetación arbustiva. No se percibieron olores ni se observó material flotante. La profundidad registrada fue de 1,7 metros, con un aspecto del agua turbio y de tonalidad verdosa. Día soleado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 47 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga la Bahía (Mesolandia)	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 2 	En este punto se observó la presencia de macrófitas acuáticas, sin evidencias de olores ni material flotante. El registro de pesca fue tomado de los pescadores presentes en la zona, quienes utilizaron trasmallo. La profundidad registrada fue de 1,8 metros, con un aspecto del agua turbio y de tonalidad verdosa. Día soleado.
Punto 3 	En este punto se observó la presencia de macrófitas acuáticas, sin evidencias de olores ni material flotante. La profundidad registrada fue de 1,8 m, con un aspecto del agua turbio y de tonalidad verdosa. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 48 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga la Bahía (Mesolandia)	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 4 	En este punto se observó abundante presencia de macrófitas acuáticas, sin evidencias de olores ni material flotante. La profundidad registrada fue de 1,7 m, con un aspecto del agua turbio y de tonalidad verdosa. Día soleado.

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga La larga	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	Este cuerpo de agua se alimenta principalmente por escorrentías en temporadas de lluvia. En este punto se evidenció una alta abundancia de vegetación macrófita, así como la presencia de arbustos y herbáceas en sus alrededores. La profundidad registrada fue de 0,5 m con un aspecto del agua turbia y tonalidad opaca. Día soleado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 49 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga La larga	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 2 	En este punto se observó una gran cantidad de macrófitas, así como la presencia de árboles y arbustos a lo largo de las orillas. La profundidad registrada fue de 0,4 m, y el agua presentaba una apariencia turbia con tonalidad opaca. Día soleado.

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga del Rincón	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	Este cuerpo de agua es principal receptor de las aguas del arroyo León, además de nutrirse de lluvias y escorrentías en temporadas secas. En este punto se observó una alta abundancia de macrófitas acuáticas, junto con la presencia de arbustos y una cantidad reducida de plantas herbáceas. Asimismo, se reportaron asentamientos de condominios en las orillas. El sustrato se señaló de textura lodosa. La profundidad registrada fue de 2,8 m con un aspecto del agua levemente turbia. Día nublado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 50 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga del Rincón	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 2 	En este punto se observó una gran cantidad de macrófitas, sin evidencia de olores y material flotante. Igualmente se evidencio asentamientos de condóminos en las orillas. El sustrato se señaló de textura lodosa. La profundidad registrada fue de 3,1 m, y el agua presentaba una apariencia levemente turbia. Día nublado.
Punto 3 	En este punto se observó una gran cantidad de macrófitas, junto con la presencia de una cantidad reducida de plantas herbáceas. El sustrato se señaló de textura lodosa. La profundidad fue de 3,2 m con una apariencia del agua levemente turbia. Día nublado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 51 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Arroyo León	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	Este cuerpo de agua es fundamental en la gestión hídrica de la región, recibiendo aportes de diversos arroyos y drenajes urbanos. En este punto se registró la presencia de bosque tipo ripario, así como algunas plantas herbáceas. El sustrato se reportó de tipo arenoso. La profundidad registrada fue de 0,70 m y el agua presentaba una apariencia turbia. Día soleado.
Punto 2 	En este punto se registró la presencia de bosque tipo ripario, así como algunas plantas herbáceas. Adicionalmente se evidencian olores y material flotante (plásticos, residuos de alimentos, envases). El sustrato se reportó de tipo lodoso. La profundidad registrada fue de 1,20 m y el agua presentaba una apariencia turbia. Día soleado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 52 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Arroyo León	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 3 	En este punto se registró la presencia de bosque tipo ripario, así como algunas plantas herbáceas. Asimismo, se evidencio presencia de olores, espuma en la película de agua y material flotante (plásticos, residuos de alimentos, envases). El sustrato fue de tipo arenoso. La profundidad registrada fue de 1,0 m y el agua presentaba una apariencia ligeramente turbia. Día soleado.

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga del Totumo	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	Este ecosistema de humedal maneja una interacción entre agua dulce y agua salada, que es mediada por unas compuertas que no funcionan correctamente, por lo que la ciénaga es principalmente de agua dulce por el mayor aporte de escorrentías continentales. Se evidenció una abundante vegetación macrófita y un lecho con estructura lodosa. El punto de monitoreo presentó una profundidad de 2,4 m, con una apariencia del agua clara-verdosa. Día nublado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 53 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga del Totumo	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 2  18/11/2024 10.726013450000002N 75.24750126666666W Cartagena-Barranquilla Loma de Arena Santa Catalina Bolívar Ciénaga del Totumo P2	Este punto se encuentra influenciado por el canal que conduce agua desde y hacia las compuertas que separan la ciénaga del sistema marino. Se registró abundante vegetación de macrófitas y un lecho con estructura lodosa. Así mismo se evidencio ausencia de olores y material flotante. La profundidad fue de 1, 8 m con una apariencia del agua turbia-verdosa. Día soleado.
Punto 3  18/11/2024 10.715497466666667N 75.23760265W Ciénaga del Totumo P3	En este punto se registró abundante vegetación de macrófitas. Se evidencio ausencia de olores y material flotante. Se detecto estructura del lecho tipo lodoso. La profundidad fue de 1,7 m con una apariencia del agua clara-verdosa. Día soleado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 54 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga del Totumo	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 4 	El punto presentó poca vegetación de macrófita acuáticas. Sin olores ni material flotante. Asimismo, se detectó una estructura del lecho lodoso. La profundidad fue de 2,0 m y el agua presentó una apariencia clara-verdosa. Día soleado.
Punto 5 	El punto presentó alta abundancia de macrófitas. La profundidad fue de 2,4 m y el agua reporto una apariencia clara-verdosa. El tipo de sustrato se detectó de textura lodosa. Día soleado.
Punto 6 	El punto presentó alta abundancia de macrofitas. La profundidad fue de 2,6 m, y el agua se notó de aspecto clara-verdosa. El tipo de sustrato reporto textura lodosa. Día nublado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 55 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Río Magdalena	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	Este cuerpo de agua atraviesa 18 departamentos en el país y sus numerosos afluentes hacen un constante abastecimiento. No hubo presencia de vegetación macrófita, ni presencia de olores y material flotante. Se observó estructura del lecho de textura lodosa y una apariencia del agua turbia. Día soleado.
Punto 2 	Se registró abundante vegetación de macrófitas, un lecho con estructura lodosa y una apariencia del agua turbia. Se evidenció ausencia de olores y material flotante. Finalmente, no hubo captura de peces debido a la fuerte corriente en el caudal. Día soleado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 56 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Río Magdalena	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 3  19/11/2024 10.525851N 74.78117916666666W Río Magdalena P3	En este punto se registró abundante vegetación de macrófitas. Se evidenció ausencia de olores y material flotante. Se detecto estructura del lecho tipo lodoso y el agua presentó una apariencia turbia. Adicionalmente no hubo captura de peces debido a las fuertes corrientes del río. Día soleado.
Punto 4  19/11/2024 10.74444105N 74.73302948333334W Río Magdalena P4	El punto presentó abundante vegetación macrófita. Sin olores ni material flotante. Asimismo, se detectó una estructura del lecho lodoso y el agua presentó una apariencia turbia. Día soleado.
Punto 5  19/11/2024 10.794225383333332N 74.73611458333333W Río Magdalena P5	El punto presentó abundante vegetación de macrófitas. Sin olores ni material flotante. Asimismo, se detectó una estructura del lecho lodoso y el agua presentó una apariencia turbia. Día soleado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 57 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Río Magdalena	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 6 	El punto presentó abundante vegetación macrófita, con presencia de material flotante (plástico, icopor). La profundidad fue de 3,5 m, y el agua se notó de aspecto turbio. El tipo de sustrato fue de textura lodosa. Día soleado.
Punto 7 	El punto mostró una abundante presencia de vegetación acuática, con una profundidad de 14,3 metros y agua de apariencia turbia. El sustrato fue de textura lodosa. Día soleado.
Punto 8 	El punto se caracterizó por presentar una profundidad de 15,2 metros y agua de aspecto turbio. El sustrato presentó una textura lodosa-arenosa. Día soleado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 58 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Río Magdalena	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 9 	El punto se caracterizó por presentar una profundidad de 15,2 metros y agua de aspecto turbio. El sustrato presentó una textura lodosa. Día soleado.

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Embalse del Guajaro	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1  20/11/2024 10.432670499999999N 75.08675365W E. del Guajaro P1	El punto presentó una abundante cobertura de macrófitas, con una profundidad de 1,1 metros y agua de apariencia clara con tonalidad verdosa. El sustrato fue de textura lodosa. Día nublado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 59 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Embalse del Guajaro	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 2  20/11/2024 10.4030805N 75.0693278W E. del Guajaro P2	El punto presentó abundante cobertura de macrófitas acuáticas. La profundidad fue de 1,5 m y el agua mostró una apariencia clara verdosa. El tipo de sustrato fue de textura lodosa. Día nublado
Punto 3  20/11/2024 10.428560049999998N 75.11837978333332W E. del Guajaro P3	El punto presentó abundante cobertura de macrófitas acuáticas. La profundidad fue de 1,6 m y el agua mostró una apariencia clara verdosa. El tipo de sustrato fue de textura lodosa. Día nublado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 60 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Embalse del Guajaro	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 4 	El punto presentó abundante cobertura de macrófitas acuáticas. La profundidad fue de 1,5 m y el agua mostró una apariencia clara verdosa. El tipo de sustrato fue de textura lodosa. Día nublado
Punto 5 	El punto de monitoreo se caracterizó por presentar una profundidad de 1,6 metros. El agua mostró una apariencia clara con tonalidad verdosa. El tipo de sustrato fue de textura lodosa. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 61 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Embalse del Guajaro	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 6 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 2,4 m, con agua de aspecto clara con tonalidad verdosa y un sustrato de textura lodosa. Día soleado
Punto 7 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 3,2 m, con agua de aspecto clara con tonalidad verdosa y un sustrato de textura lodosa-arenosa. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 62 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Embalse del Guajaro	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 8 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 3,1 m, con agua de aspecto clara con tonalidad verdosa y un sustrato de textura lodosa-arenosa. Día soleado
Punto 9 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 2,2 m, con agua de aspecto clara con tonalidad verdosa y un sustrato de textura lodosa-arenosa. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 63 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Mallorquín	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	El punto presentó una profundidad de 0,4 m, con agua de apariencia clara. El tipo de sustrato fue de textura lodosa-arenosa. Día nublado
Punto 2 	El punto presentó una profundidad de 0,4 m, con agua de apariencia clara. El tipo de sustrato fue de textura lodosa. Día nublado
Punto 3 	El punto presentó una profundidad de 1,1 m, con agua de apariencia clara. El tipo de sustrato fue de textura lodosa-arenosa. Día nublado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 64 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Mallorquín	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 4 	El punto presentó una profundidad de 0,6 m, con agua de apariencia clara. El tipo de sustrato fue de textura lodosa-arenosa. Día nublado
Punto 5 	El punto presentó una profundidad de 1,1 m, con agua de apariencia clara. El tipo de sustrato fue de textura lodosa-arenosa. Día nublado
Punto 6 	El punto presentó una profundidad de 0,6 m, con agua de apariencia clara. El tipo de sustrato fue de textura lodosa-arenosa. Día nublado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 65 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Mallorquín	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 7 	El punto presentó una profundidad de 0,6 m, con un aspecto del agua claro. El tipo de sustrato fue de textura lodosa-arenosa. Día nublado

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Balboa	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1  21/11/2024 10.984303366666666N 74.9659545W Ciénaga de Balboa P1	El punto de monitoreo se encontró seco.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 66 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Balboa	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 2  21/11/2024 10.97699893333334N 74.97721381666666W Puerto Colombia Ciénaga de Balboa P2	El punto presentó una profundidad de 0,15 m, con un aspecto del agua turbia. El tipo de sustrato fue de textura lodosa. Día soleado.
Punto 3  21/11/2024 10.972208516666667N 74.99158033333333W Puerto Colombia Ciénaga de Balboa P3	El punto presentó una profundidad de 0,50 m, con un aspecto del agua turbia. El tipo de sustrato fue de textura lodosa-arenosa. Día soleado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 67 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Santo Tomás	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	El punto de monitoreo presentó una alta cobertura de macrófitas acuáticas. La profundidad registrada fue de 1,6 metros. El agua mostró una apariencia turbia con tonalidad verdosa. El tipo de sustrato fue de textura lodosa. Día soleado
Punto 2 	El punto de monitoreo presentó una cobertura abundante de macrófitas acuáticas. La profundidad registrada fue de 1,6 metros. El agua mostró una apariencia turbia con tonalidad verdosa. El tipo de sustrato fue de textura lodosa. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 68 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Sabanagrande	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1  22/11/2024 10.791528166666668N 74.74508906666667W Sabanagrande C. Sabanagrande P1	El punto de monitoreo presentó una densa cobertura de macrófitas acuáticas. Se registró una profundidad de 1,8 metros, con agua de aspecto claro. El sustrato presentó una textura lodosa. Día soleado
Punto 2  22/11/2024 10.786927466666668N 74.74689268333333W Sabanagrande C. Sabanagrande P2	El punto de monitoreo presentó una densa cobertura de macrófitas acuáticas. Se registró una profundidad de 1,2 metros, con agua de aspecto claro. El sustrato presentó una textura lodosa. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 69 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga Paraíso	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	El punto de monitoreo presentó una densa cobertura de macrófitas acuáticas. Se registró una profundidad de 0,7 metros, con agua de aspecto claro. El sustrato presentó una textura lodosa. Día soleado
Punto 2 	El punto de monitoreo presentó una densa cobertura de macrófitas acuáticas. Se registró una profundidad de 1,5 metros, con agua de aspecto claro. El sustrato presentó una textura lodosa. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 70 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga Manatí	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	El punto se encontraba mayormente cubierto por vegetación acuática, presentando una profundidad de 0,2 metros y agua de apariencia clara. El sustrato presentó una textura lodosa. Día soleado
Punto 2 	El punto se encontraba mayormente cubierto por vegetación acuática, presentando una profundidad de 0,25 metros y agua de apariencia clara. El sustrato presentó una textura lodosa. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 71 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga La Luisa	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	El punto de monitoreo presentó abundante cobertura de macrófitas acuáticas. Se registró una profundidad de 1,2 metros, con agua de aspecto claro. El sustrato presentó una textura lodosa. Día soleado
Punto 2 	El punto de monitoreo presentó abundante cobertura de macrófitas acuáticas. Se registró una profundidad de 1,2 metros, con agua de aspecto claro. El sustrato presentó una textura lodosa. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 72 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Malambo	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 1,2 m, con agua de aspecto turbio (verde) y un sustrato de textura lodosa-arenosa. Se observó presencia de macrófitas acuáticas. Día soleado
Punto 2 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 1,1 m, con agua de aspecto turbio (verde) y un sustrato de textura lodosa-arenosa. Se observó presencia de macrófitas acuáticas. Día soleado
Punto 3 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 1,3 m, con agua de aspecto turbio (verde) y un sustrato de textura lodosa-arenosa. Se observó presencia de macrófitas acuáticas. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 73 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga de Malambo	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 4 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 1,3 m, con agua de aspecto turbio (verde) y un sustrato de textura lodosa-arenosa. Se observó presencia de macrófitas acuáticas. Día soleado
Punto 5 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 1,1 m, con agua de aspecto turbio (verde) y un sustrato de textura lodosa-arenosa. Se observó presencia de macrófitas acuáticas. Día soleado
Punto 6 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 1,2 m, con agua de aspecto turbio (verde) y un sustrato de textura lodosa-arenosa. Se observó presencia de macrófitas acuáticas. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 74 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga del Convento	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 1,8 m, con agua de aspecto turbio (verde) y un sustrato de textura lodoso. Se observó presencia de macrófitas acuáticas. Día soleado
Punto 2 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 1,7 m, con agua de aspecto turbio (verde) y un sustrato de textura lodoso. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 75 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga los Manatíes	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 0,21 m, con agua de aspecto turbio con tonalidad verdosa y un sustrato de textura lodosa. Día soleado
Punto 2 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 0,20 m, con agua de aspecto turbio con tonalidad verdosa y un sustrato de textura lodosa. Día soleado

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 76 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

DESCRIPCIÓN PUNTOS DE MUESTREO – Ciénaga el Uvero	
LUGAR	DESCRIPCIÓN
Punto 1 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 1,1 m, con agua de aspecto claro y un sustrato de textura lodosa. Día soleado
Punto 2 	El punto de monitoreo presentó una profundidad de 1,4 m, con agua de aspecto claro y un sustrato de textura lodosa. Día soleado.

4. METODOLOGIA

La metodología se basó en las propuestas para la colecta, manipulación, almacenaje y análisis de los diferentes ensamblajes hidrobiológicos establecidos por el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edición 23 (2017) y las del protocolo “Rapid Bioassessment Protocols for use in Streams and Wadeable Rivers” (Barbour *et al.*, 1999). Así mismo todos los procedimientos están elaborados con base en lo aprobado por la Resolución de Acreditación No. 0580 del 05 de mayo de 2023 del IDEAM descrita en el **Anexo 3**, con extensión de la vigencia de dicha Resolución de acreditación a Labormar, descrita en el **Anexo 3.1**.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 77 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

En la **Tabla 5**, se relacionan los parámetros analizados, unidades, metodologías aplicadas en campo y laboratorio.

Tabla 5. Parámetros analizados, unidades y metodología aplicada.

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE MUESTREO	MÉTODO DE ANÁLISIS	LABORATORIO SUBCONTRATADO
Fitoplancton	Ind/mL	SM 10200 B	SM 10200 F	N. A
Macrófitas Acuáticas	%cobertura	SM 10400 B	SM 10400 C, D	N. A
Macroinvertebrados Bentónicos	Ind/m ²	SM 10500 B	SM 10500 C	N. A
Peces	Ind	SM 10600 B	SM 10600 C, D	N. A
Perifiton	Ind/cm ²	SM 10300 B	SM 10300 C	N. A
Zooplancton	Ind/mL	SM 10200 B	SM 10200 B G	N. A

N.A: No aplica.

Nota 1. Cuando se requiera realizar adiciones, desviaciones o exclusiones del método, esto será notificado vía correo electrónico o cualquier otro medio escrito para aprobación del cliente.

Nota 2: Las fuentes de incertidumbres serán presentadas y estarán disponibles por correo electrónico, en el reporte de ensayo, informe o cualquier otro medio escrito cuando el cliente lo solicite.

Nota 3. Cuando la muestra es tomada por LABORMAR, los procedimientos de toma de muestra están definidos en los procedimientos PTT-HB 001-010, los cuales están disponibles para el cliente cuando se requieran.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 78 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

4.1. Fase de campo

En esta fase se contó con los equipos y material necesario para la toma de muestras biológicas establecidos en los procedimientos de campo PTT-HB 001, PTT-HB 002, PTT-HB 003, PTT-HB 004 y PTT-HB 005, basados en el Standard Methods for the examination of water and wastewater, 23rd Edición (2017) y las del protocolo “Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers” (Barbour *et al.*, 1999).

4.1.1. Fitoplancton

Para la colecta de fitoplancton se tomaron muestras puntuales de superficie utilizando una red cónica con ojo de malla de 25 μm , mediante técnica de baldeo (**Ilustración 15**). El producto de esto fue envasado en recipientes opacos de 250 ml. Se preservó con formalina al 4%, con relación 1:1, entre el resultado del filtrado y el presentante. Adicionalmente, para la tinción de estructuras en el fitoplancton se adicionó Lugol.



Ilustración 15. Toma de muestra de fitoplancton en campo. Fuente Labormar S.A.S. 2024.

4.1.2. Zooplancton

Para la colecta de zooplancton se tomaron muestras puntuales de superficie utilizando una red cónica con ojo de malla de 65 μm , mediante la técnica de baldeo (**Ilustración 16**). El producto fue envasado en recipientes opacos de 250 ml, los organismos fueron sedados con agua carbonatada y posteriormente preservado con formalina al 4%.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 79 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024



Ilustración 16. Toma de muestra de zooplankton en campo. Fuente Labormar S.A.S. 2024.

4.1.3. Perifiton

Para este ensamblaje se empleó la metodología de remoción, utilizando un cuadrante de acetato con área conocidas de 3 X 3 cm, delimitándose el área a remover con un cepillo de dientes de cerdas suaves. Se determinó un máximo de 90 cm², correspondientes a 10 cuadrantes por punto de muestreo (**Ilustración 17**). Empleando un máximo de 50 ml de agua destilada o agua potable previamente depositada en el recipiente de muestra. El producto de la remoción fue envasado en recipientes plásticos opacos de 250 ml. Se agregó Lugol para teñir las estructuras de las algas y se preservó con formalina al 4%, con relación 1:1 (entre el resultado del filtrado y dicho preservante).



Ilustración 17. Toma de muestra de Perifiton en campo. Fuente Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 80 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

4.1.4. Macroinvertebrados bentónicos

La colecta de organismos se llevó a cabo con una draga Petersen con un área de 0,05 m² (**Ilustración 18**). El material colectado se tamizó a 300 µm para eliminar la mayor cantidad de sedimentos posible y luego se almacenó en bolsas plásticas resellables previamente rotuladas. Los individuos fueron narcotizados con agua carbonatada y posteriormente fijados con etanol al 70% con Rosa de Bengala para su tinción. Se colocaron en una nevera de poliestireno para su transporte al laboratorio.



Ilustración 18. Toma de muestra de macroinvertebrados bentónicos en campo.
Fuente Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 81 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

4.1.5. Macrófitas acuáticas

Se realizó una inspección visual de la presencia o ausencia de macrófitas acuáticas en el sitio de monitoreo. Una vez identificado los puntos focales se marcó un transecto de 5 metros a lo largo de los parches; demarcando el área mediante el uso de un cuadrante de 0,50 x 0,50 metros (**Ilustración 19**). Se hicieron mediciones intercaladas a lo largo del transecto y se registró el porcentaje de cobertura por especie en cada cuadrante. La identificación se realizó *in situ*. En los casos que no se logró identificar una especie en campo, se colectó un ejemplar de la morfoespecie, procurando la presencia de su raíz, tallo, hojas y flores de ser posible, para su identificación en laboratorio o en su defecto se realizó un registro fotográfico detallado de Hojas, tallo, raíz, flor, fruto o inflorescencia, etc.



Ilustración 19. Muestreo de macrófitas acuáticas en campo. Fuente Labormar S.A.S. 2024.

4.1.6. Ictiofauna

Por cada punto de muestreo se realizaron entre 4 a 8 lances con atarrayas, de preferencia propias de los pescadores de cada cuerpo de agua. En caso de capturar organismos, se procedió a narcotizarlos con solución de clavo de olor (0,8 ml eugenol/litro de agua), para facilitar la identificación y realizar las mediciones morfométricas, incluyendo longitud estándar (LS), longitud total (LT) y peso (g), además del registro fotográfico. Todos estos pasos se llevaron a cabo de manera rápida, velando por la seguridad de los especímenes, los cuales fueron devueltos al medio inmediatamente. Es importante mencionar que se tuvo especial cuidado con las especies raras y en peligro de extinción, las cuales están protegidas por la Resolución 0126 del 06 de febrero de 2024 (**Ilustración 20**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 82 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024



Ilustración 20. Muestreo de peces – Técnica de pesca. Fuente Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 83 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

4.2. Fase de laboratorio

4.2.1. Fitoplancton y Perifiton

Para el conteo e identificación cada muestra fue homogenizada con suaves movimientos, posteriormente se tomaron alícuotas de 1 ml que fueron depositadas en una placa Sedgwick Rafter (SR) y cubiertas sin dejar espacio a burbujas de aire. Cada placa se dejó sedimentar por 15 minutos y luego fue analizada en un microscopio binocular Leica DM 500 (**Ilustración 21**). Los datos fueron consignados en formatos de datos primarios, con los respectivos cálculos de abundancia, densidad y riqueza por punto de muestreo.



Ilustración 21. Identificación de fitoplancton y perifiton. Fuente LABORMAR 2024.

4.2.2 Zooplancton

Para el conteo e identificación del zooplancton la muestra fue agitada con movimientos suaves verticales y horizontales hasta lograr la total homogenización de la muestra, posteriormente fueron tomadas alícuotas de 1 ml depositadas en cámaras SR, esto se llevó a cabo con ayuda de microscopio binocular Leica DM 500 (**Ilustración 22**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 84 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024



Ilustración 22. Identificación de zooplancton. Fuente LABORMAR 2024

4.2.3 Macroinvertebrados bentónicos

Para la separación de los macroinvertebrados y restos de sedimento del primer tamizaje en campo, se efectuó un segundo lavado en tamices de mano con ojo de malla de 300 μm , colocando poco a poco la muestra y lavando con cuidado a una presión baja de agua y/o spray hasta limpiar los organismos retenidos, evitando daños o pérdidas de muestra. Los organismos se aislaron con ayuda de pinzas y/o agujas entomológicas, se preservaron con etanol al 70% y se guardaron en recipientes agrupados por punto de muestreo para su posterior identificación.

La identificación se hizo a través del estereoscopio marca Nikon SMZ745T (**Ilustración 23**), clasificando por grupo taxonómicos con las claves propuestas por Gutiérrez & Díaz 2015, Roldan 1996; Gamarra *et al.*, 2012; Domínguez & Fernández 2009; Triplehorn & Johnson 2005; Fernández & Domínguez 2001. Se tuvo en cuenta la lista de reporte de especies para la zona y la base de datos taxonómica Integrated Taxonomy Information System (ITIS).



Ilustración 23. Identificación de macroinvertebrados bentónicos. Fuente LABORMAR 2024

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 85 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

4.2.4 Ictiofauna

Para este grupo la identificación fue basada en la propuesta desarrollada por la EPA/600/R-92/111 y con la ayuda de la literatura especializada y claves taxonómicas teniendo en cuenta las referencias correspondientes a la zona y cuenca hidrográfica.

Para corroborar la clasificación taxonómica se utilizó la base de datos electrónica Eschmeyer's Catalog of Fishes de la Academia de Ciencias de California, Integrated Taxonomy Information System (ITIS) y el FishBase. Así como los listados de la IUCN y CITES para las especies de importancia ecológica y económica, especies migratorias, en veda, endémicas y/o amenazadas de acuerdo a la resolución 0126 de 2024 de Minambiente y las resoluciones subsecuentes emitidas por la Autoridad Nacional Pesquera AUNAP para cada zona del país.

4.3. Fase de análisis de datos

Se construyeron hojas de cálculos en Excel y en tablas dinámicas se organizó la información sobre taxonomía, abundancia, riqueza y densidad de cada uno de los ensamblajes hidrobiológicos evaluados. Siguiendo la propuesta metodológica de Moreno (2001), se estimaron los índices ecológicos: diversidad Shannon-Wiener, diversidad de Margalef, dominancia de Simpson y equidad de Pielou. Seguidamente se correlacionaron los parámetros fisicoquímicos (Conductividad (*in situ*) [CE], DBO₅, Oxígeno Disuelto (*in situ*) [OD], pH (*in situ*), Sólidos Suspendidos (*in situ*) [SS], Temperatura (*in situ*) [Tem] y Turbidez [Turb]) con los datos biológicos a través del análisis de correspondencia canónica (ACC). Los análisis se realizaron con los programas Excel (Windows 2016) y el programa de PAST® versión 4.03.

4.3.1. Índice de Dominancia de Simpson

Influenciado por la importancia de las especies más dominantes de la muestra, manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Obtenido mediante la siguiente formula:

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 86 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde: p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Este índice suele variar entre 0 y 1; cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta (Roldán & Ramírez, 2008).

Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Lande, 1996).

4.3.2. Índice de Shannon-Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. En la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5.

Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio (Moreno, 2001).

Se calcula de la siguiente manera:

$$\hat{H} = - \sum P_i \log P_i$$

Donde

P_i = es la porción de individuos de cada especie en el número total de organismos registrada para la especie i .

4.3.3. Índice de Uniformidad o Equitatividad de Pielou

Se considera la uniformidad o equitatividad como el grado de equilibrio que puede alcanzar un ecosistema dado. Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 87 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Este índice aplicado es la equitativita o uniformidad, que corresponde al cociente entre la diversidad real y la máxima, indicando en los valores próximos a uno (1) que la comunidad está equilibrada.

Se calcula de la siguiente manera:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

4.3.4. Índice BMWP/Col

Para evaluar la calidad de agua se utilizó el índice BMWP/Colombia (Roldán, 2003); Los valores del BMWP se correlacionan con cinco grados de contaminación y con cinco colores que los representan en la cartografía de calidad de las aguas (ver **Tabla 6**).

Para el cálculo del índice BMWP se hizo la suma de las puntuaciones ecológicas de las familias de Macroinvertebrados acuáticos según su grado de tolerancia a la contaminación (ver **Tabla 7**).

En cuanto a los peces, en algunos puntos no se registraron capturas a partir del esfuerzo de muestreo. Sin embargo, esto no debe interpretarse como ausencia total de peces. Es decir, se realizó el esfuerzo de muestreo con atarraya, pero sin capturas de individuos, lo que pudo estar asociado a interferencias con la efectividad del arte de pesca a pesar de su baja selectividad, como la presencia de vegetación, la profundidad de la columna de agua, el tamaño de los peces o la baja densidad de estos.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 88 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 6. Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo con el índice BMWP.

Clase	Calidad	Valor del BMWP	Significado	Col
I	Buena	<150 >101	Aguas muy limpias, no contaminadas o poco alteradas de manera sensible	Azul
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy Critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo
Fuente: Roldan, 2003.				

Tabla 7. Puntajes por Familias de acuerdo con el índice BMWP

FAMILIAS	Puntaje BMWP
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnassiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polytoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae Hydrobiidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsyvhidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeriidae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae.	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae.	2
Tubificidae.	1
Fuente: Roldan, 2003.	

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 89 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con los datos obtenidos en la fase de laboratorio se generaron las matrices correspondientes para los análisis de datos. Con los datos brutos se construyeron tablas y graficas (por medio del programa Excel) descriptivas para mostrar la composición y abundancia de cada comunidad, igualmente se determinaron los índices ecológicos riqueza de Margalef, dominancia de Simpson, Equidad de Pielou y diversidad de Shannon-Wiener. Posteriormente, se generaron las interpretaciones, análisis y conclusiones para determinar el comportamiento y dinámica de cada ensamblaje en las diferentes estaciones muestreadas para cada cuerpo de agua (agrupando los resultados por cuenca).

5.1. Cuenca Río Magdalena

5.1.1. Ciénaga Mesolandia

5.1.1.1. Fitoplancton

El fitoplancton en ecosistemas dulceacuícolas juega un papel fundamental en la dinámica ecológica de cuerpos de agua como lagos, embalses, ríos y ciénagas. Estos microorganismos autótrofos constituyen la base de la cadena trófica y contribuyen significativamente a la producción primaria, influyendo en la disponibilidad de oxígeno y en los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y fósforo (Reynolds, 2006). Para ciénaga Mesolandia, se registró una densidad total de 228,338 Ind/ml y una abundancia de 2238 individuos, agrupados en siete (7) morfoespecies, cinco (5) familias, cuatro (4) órdenes, tres (3) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 8**).

Tabla 8. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en ciénaga Mesolandia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis sp.</i>
				<i>Raphidiopsis sp.</i>
				<i>Arthrospira sp.</i>
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 90 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

La división más representativa fue Cyanobacteria o algas verdeazules aportando el 71,43% de las morfoespecies descritas, (**Figura 1**). seguido del phylum Heterokontophyta (conocidas diatomeas). Estas se destacan como buenos indicadores debido a su alta tasa reproductiva y respuesta rápida a los cambios de las condiciones de los cuerpos del agua (Céspedes-Vargas *et al.*, 2016; Lobo *et al.*, 2010). Las cianobacterias son microorganismos ampliamente distribuidos que habitan en diversos ecosistemas acuáticos, incluyendo aguas dulces, salobres y marinas. Su crecimiento es favorecido en cuerpos de agua con temperaturas altas, escasa circulación y una elevada concentración de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, condiciones típicas de entornos eutrofizados. Además, su proliferación excesiva las convierte en bioindicadores del deterioro de la calidad del agua, ya que su presencia en grandes cantidades suele estar vinculada a un incremento en los niveles de nutrientes, generalmente derivados de actividades humanas como la agricultura y el vertimiento de aguas residuales (Paerl & Otten, 2013).

Finalmente, las Charophyta son un grupo microalgal que prefiere condiciones oligotróficas (Roldan y Ramirez, 2008).

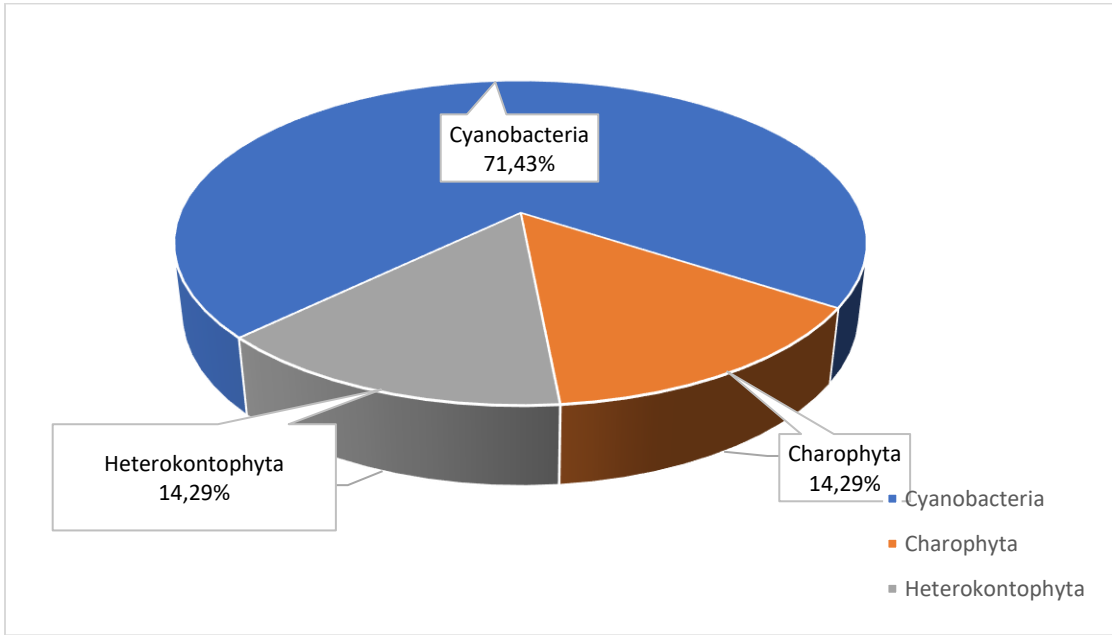


Figura 1. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en la ciénaga de Mesolandia.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 91 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

A nivel espacial en la riqueza del área de estudio, se aprecia que en el punto P4_699641 presentó el mayor valor con seis (6) morfoespecies del mismo modo, los puntos P2_699639 y P3_699640 presentaron la misma cantidad de taxa (3), así mismo el valor más bajo se registró en P1_699638.

En cuanto a la densidad de individuos, los valores más altos se registraron en el P4_699641 con un valor de 99,440 Ind/ml, seguido de P1_699638, P2_699639 y P3_699640 que poseen densidades de 44,417 Ind/ml, 43,596 Ind/ml y 40,885 Ind/ml respectivamente (**Tabla 9**),

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 92 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 9. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico de la C. de Mesolandia (Bahía). Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699638			P2_699639			P3_699640			P4_699641		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Closterium sp.</i>										3	0,678	0,68
<i>Cylindrospermopsis sp.</i>										2	0,452	0,45
<i>Raphidiopsis sp.</i>				4	0,336	0,77	10,00	0,65	1,59	56	12,656	12,73
<i>Arthrospira sp.</i>				15	1,260	2,89	7,00	0,46	1,11			
<i>Planktothrix sp.</i>	650	44,417	100,00	500	42,000	96,34	612,00	39,78	97,30	359	81,134	81,59
<i>Oscillatoria sp.</i>										18	4,068	4,09
<i>Nitzschia sp.</i>										2	0,452	0,45
Riqueza (S)		1			3			3			6	
Abundancia (No. Ind)		650			519			629			440	
Densidad (Ind/ml)		44,417			43,596			40,885			99,440	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 93 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

En cuanto a las morfoespecies se observa que *Planktothrix* sp registró la mayor densidad en todos los puntos muestreados en la ciénaga (**Figura 2**), alcanzando 207,331 Ind/ml, seguida por *Raphidiopsis* sp. y *Oscillatoria* sp. con densidades de 13,642 y 4,068 Ind/ml, respectivamente (**Tabla 9**). En contraste, las menores densidades *Closterium* sp, *Cylindrospermopsis* sp y *Nitzschia* sp presentaron 0,678 Ind/ml, 0,452Ind/ml y 0,452Ind/ml respectivamente.

El género *Planktothrix* es una cianobacteria que se encuentra comúnmente en ambientes acuáticos eutróficos, especialmente en sistemas someros donde hay una mezcla continua de agua y baja disponibilidad de luz. Estas condiciones son típicas de cuerpos de agua como lagos, embalses y estanques que reciben una gran cantidad de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, lo que favorece el crecimiento y proliferación de esta cianobacteria (Bonilla, 2009).

Las microalgas del género *Oscillatoria* son procariotas fotosintéticos con una notable diversidad morfológica y fisiológica, lo que les permite adaptarse a una amplia gama de condiciones ambientales, incluyendo variaciones en temperatura, humedad, salinidad, irradiación solar y pH (Whitton & Potts, 2000). Este género es frecuente formando tapetes de ecosistemas marinos y dulceacuícolas, especialmente en entornos con altas concentraciones de materia orgánica (Fuenmayor et al., 2009).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 94 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

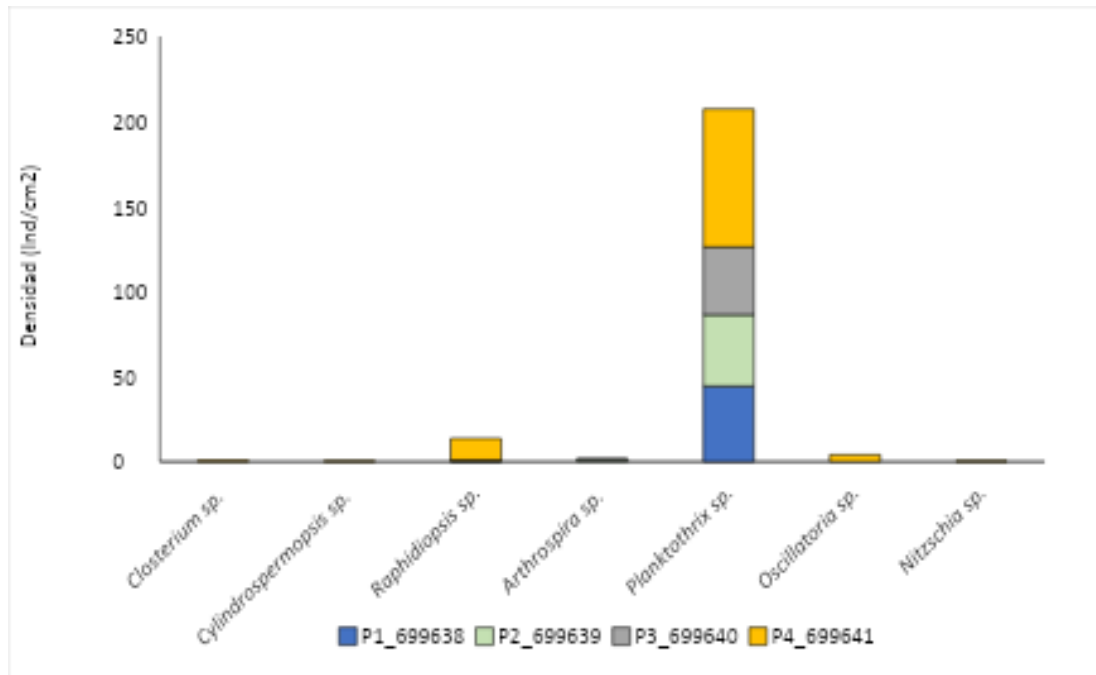


Figura 2. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en C. de Mesolandia (Bahía).

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.1.1.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos a partir de los índices de diversidad aplicados para los puntos monitoreados (P1_699638, P2_699639, P3_699640, P4_699641) reflejaron una comunidad ecológica caracterizada por una baja diversidad, con valores de Shannon y Margalef inferiores a 2 bits/individuo (Tabla 10).

Por otro lado, los valores inferiores a 0,4 en el índice de equidad de Pielou indican una baja equitatividad, lo que sugiere que la distribución de las especies en cada punto es desigual. En este caso, unas pocas especies dominan la comunidad, mientras que otras están presentes en proporciones mucho menores, lo que puede estar relacionado con condiciones ambientales específicas o la influencia de factores como la competencia y la disponibilidad de recursos.

Del mismo modo el punto P1 presenta el valor máximo posible en el índice de dominancia de Simpson (1), al registrar la presencia de un único taxón. En contraste, el punto P4, con la mayor riqueza de especies (6), exhibe la dominancia más baja del muestreo (0.682), aunque sigue siendo relativamente alta.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 95 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 10. Índices de diversidad de fitoplancton de la C. de Mesolandia (Bahía).
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	P1_699638	P2_699639	P3_699640	P4_699641
Taxa_S	1	3	3	6
Individuals	650	519	629	440
Dominance_D	1,000	0.9289	0.947	0.6829
Shannon_H		0.1778	0.1442	0.6478
Margalef		0.3199	0.3104	0.8215
Equitability_J		0.1601	0.1298	0.3584

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 96 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.1.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 493 individuos con una densidad total de 2,08 Ind/ml, agrupados en 10 morfoespecies, 10 familias, de las cuales cuatro (4) fueron no determinadas (ND), ocho (8) órdenes (con dos no determinados), cinco (5) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 11**). El Phylum Arthropoda aportó la mayor riqueza de morfoespecies con un 60 %, seguido de Rotifera y Protozoa con 30% y 10 %, respectivamente (**Figura 3**).

Tabla 11. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga Mesolandia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphniidae Mf</i>
			Moinidae	<i>Moinidae Mf</i>
	Maxillopoda	Calanoida	ND	<i>Calanoida Mf</i>
		Cyclopoida	ND	<i>Cyclopoida Mf</i>
		ND	ND	<i>Larva nauplio</i>
	Ostracoda	ND	ND	<i>Ostracoda Mf</i>
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp.</i>
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp.</i>
		Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna sp.</i>
			Brachionidae	<i>Keratella sp.</i>

A nivel de phylum, se observó que el grupo Arthropoda fue el más representativo en cuanto a la contribución de la riqueza con seis (6) morfoespecies. Para el grupo Protozoa se presentó la clase Lobosa, la cual incluye los organismos conocidos como Tecamebas, que corresponden a los protozoos de comunidades acuáticas de agua dulce o salobre. A nivel de bioindicación, algunas especies prefieren lagos oligotróficos con leve acidez porque son muy sensibles principalmente a cambios de pH o presencia de metales pesados; sin embargo, las especies tolerantes se emplean para determinar el grado de eutrofia de lagos (Zapata-Madrid, 2006) y su presencia se asocia a cuerpos de agua ricos en materia orgánica, corriente reducida y eutrofia (Pinilla, 2000). Por otra parte, las especies del phylum Arthropoda son excelentes indicadores de la calidad ambiental ya que por la abundancia y riqueza de sus especies se puede determinar el grado de intervención o impacto ambiental que esté sufriendo un ecosistema (Ten Hagen *et al.*, 2022).

El phylum Rotifera es muy diverso en las zonas tropicales y tiene un papel importante en el flujo de energía de la red trófica, además, su alta tasa de crecimiento le permite responder rápidamente a cambios ambientales en la columna de agua (Conde *et al.*, 2004).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 97 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

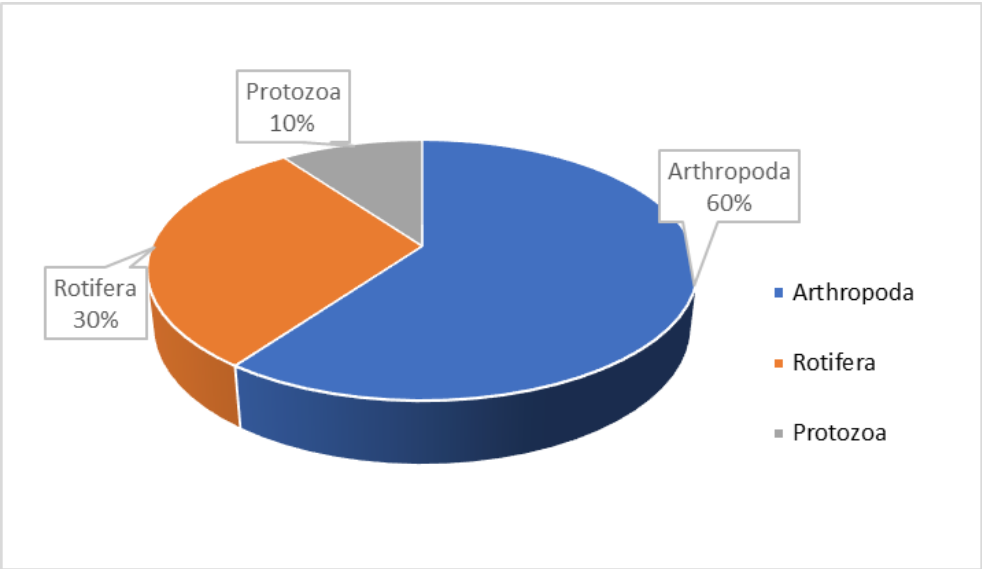


Figura 3. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga Mesolandia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

En la **Tabla 12** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica la ciénaga Mesolandia.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 98 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 12. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga Mesolandia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699638			P2_699639			P3_699640			P4_699641		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
<i>Daphniidae Mf</i>	14	0,0504	35,8974	41	0,1427	37,2727	6	0,0285	16,2162	76	0,3420	24,7557
<i>Moinidae Mf</i>							1,00	0,0048	2,7027	5	0,0225	1,6287
<i>Calanoida Mf</i>				5	0,0174	4,5455				13	0,0585	4,2345
<i>Cyclopoida Mf</i>	2	0,0072	5,1282	2	0,0070	1,8182	2,00	0,0095	5,4054	22	0,0990	7,1661
Larva nauplio	16	0,0576	41,0256	26	0,0905	23,6364	8	0,0380	21,6216	65	0,2925	21,1726
<i>Ostracoda Mf</i>				20	0,0696	18,1818	3	0,0143	8,1081	70	0,3150	22,8013
<i>Arcella sp.</i>							2,00	0,0095	5,4054			
<i>Filinia sp.</i>	6	0,0216	15,3846	14	0,0487	12,7273	14	0,0665	37,8378	44	0,1980	14,3322
<i>Asplanchna sp.</i>	1	0,0036	2,5641				1,00	0,0048	2,7027	12	0,0540	3,9088
<i>Keratella sp.</i>				2	0,0070	1,8182						
Riqueza (S)	5			7			8			8		
Abundancia (No.Ind)	39			110			37			307		
Densidad (Ind/ml)	0,140			0,383			0,176			1,382		

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 99 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

A nivel de morfoespecies se observó que la morfoespecie de Daphniidae y las larvas nauplio fueron las más representativas, con densidades de 0,654 y 0,479 Ind/ml, respectivamente, mientras que las morfoespecies restantes presentaron densidades por debajo de 0,400 Ind/l.

La familia Daphniidae, constituye un grupo de organismos conocidos como pulgas de agua, se alimentan de microalgas, bacterias y detritus, como lo afirma Sala, García-de-Lomas y Alonso (2015). La familia Daphnidae, particularmente las especies del género Daphnia, ha demostrado ser excepcionalmente útil como bioindicador ambiental debido a su alta sensibilidad frente a diversas sustancias contaminantes. *Daphnia magna* es ampliamente utilizada en ensayos ecotoxicológicos para evaluar la calidad de efluentes dulciacuícolas, constituyendo un estándar internacional para la determinación de toxicidad aguda, como lo indican Núñez y Hurtado (2005). Adicionalmente, los dáfnidos también responden a otros factores ambientales como la radiación ultravioleta (RUV), temperatura y disponibilidad de alimento, lo que amplía su utilidad como bioindicadores integrales Wolinski, *et al.*, (2019).

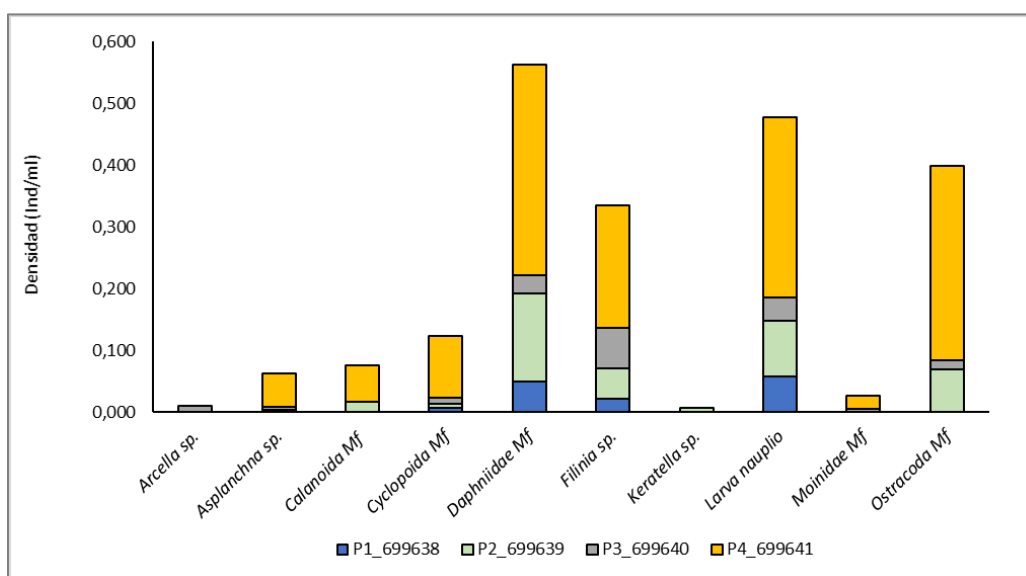


Figura 4. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga Mesolandia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 100 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.1.2.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos, según Shannon y Margalef, muestran una diversidad baja para el punto monitoreado, con valores por debajo de 2 bits/Individuos, siendo mayor en el P3. Estos valores indican que la comunidad zooplanctónicas es poco variada y escasamente diversa. Por otra parte, el índice de Pielou, indica que la comunidad presenta densidades con tendencia a la equitatividad, con valores entre 0,819 y 0,874; lo cual es ratificado por el índice de dominancia de Simpson, cuyos valores entre 0,185 y 0,306 indican que la comunidad presenta baja dominancia de especies (**Tabla 13**).

Tabla 13. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga Mesolandia.

	P1_699638	P2_699639	P3_699640	P4_699641
Taxa_S	5	7	8	8
Individuals	39	110	37	307
Dominance_D	0,306	0,240	0,209	0,185
Shannon_H	1,319	1,595	1,803	1,818
Margalef	1,092	1,276	1,939	1,222
Equitability_J	0,819	0,820	0,867	0,874

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 101 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.1.3. Perifiton

El ensamblaje Perifítico en los sistemas lóticos es el principal punto de entrada de energía y actúa como indicador de la calidad del agua además de ser un componente esencial en la trama trófica, sirviendo de alimento para diferentes organismos heterótrofos (Ramírez & Viña, 1998). Para el ensamblaje perifítico en la ciénaga de Mesolandia (Bahía), reportó un total 136 individuos con una densidad total 151,578 Ind/cm², agrupados en 8 morfoespecies, 8 familias, 7 órdenes, 4 clases y 4 Phyla (**Tabla 14**).

Tabla 14. Taxonomía del ensamblaje Perifítico registrado en el C. de Mesolandia (Bahía).

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiáles	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

La división Heterokontophyta (antes denominada Bacillariophyta) fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 50,00%, seguida de Cyanobacteria con 25,00%. Mientras que, Euglenozoa y Charophyta con 12,50% presentaron los valores más bajos (**Figura 5**).

Las diatomeas (Heterokontophyta), son los productores primarios más abundantes y juegan un importante rol en la red trófica bentónica constituyendo una fuente alimenticia sustancial para los organismos que se alimentan de ellas (Gómez *et al.*, 2009). Lowe & Laliberte (1996) indicaron que las diatomeas son el grupo más abundante entre las algas bentónicas (en los microhábitats epipélicos). Entre los indicadores biológicos son los que poseen tiempos de generación más cortos respondiendo rápidamente a los cambios ambientales. Por otra parte, las Cyanobacterias, por ser productores primarios juegan un papel fundamental en las redes tróficas y además contribuyen en el ciclo de nutrientes, en procesos metabólicos como la fijación de oxígeno, también se caracterizan por presentar un buen balance energético, lo que les permite realizar sus funciones con poco suministro de energía, lo cual les confiere cierta ventaja, en especial en aquellos cuerpos de agua con alto grado de turbidez, ya sea por crecimiento de otros organismos planctónicos, o por el aporte continuo de sedimentos(Fay 1992 en Comba-Gonzáles, 2009).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 102 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

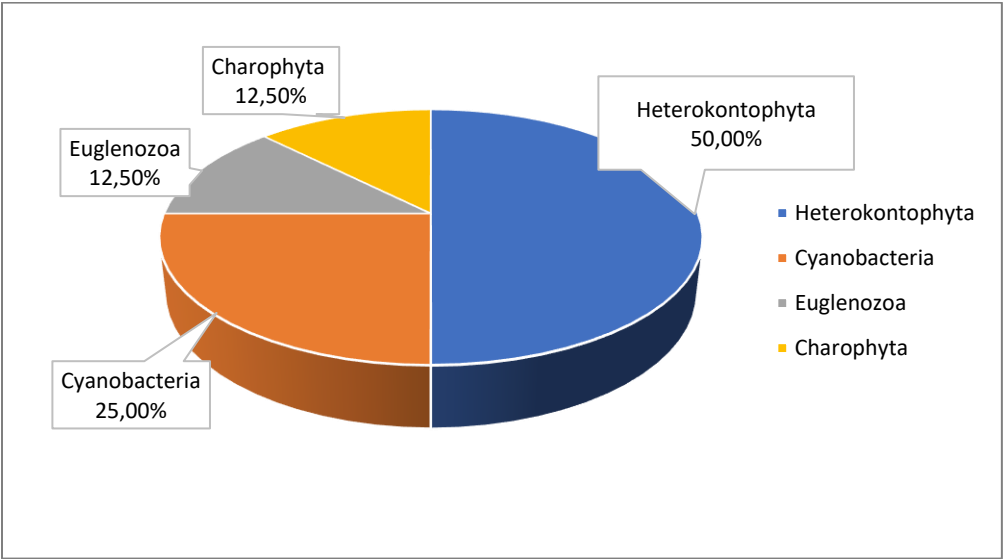


Figura 5. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en C. de Mesolandia (Bahía).
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Sphaerocystis* sp y *Lyngbya* sp con las mayores densidades con valores de 89,333 Ind/cm² y 34,711 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Gomphosphaeria* sp. (12,400Ind/cm²) sp y *Aphanocapsa* sp (8,933 Ind/cm²). Por otra parte, *Mougeotia* sp registró el valor más bajo de densidad con 0,556 Ind/cm² (**Figura 6**)

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 103 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 15. Densidad y abundancia del ensamblaje perifítico de la C. de Mesolandia (Bahía).
Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699638			P2_699639			P3_699640			P4_699641		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ³	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Staurastrum sp.</i>	1	0,556	33,33									
<i>Planktothrix sp.</i>				44	48,889	51,76	25,00	28,89	78,13	10	11,556	62,50
<i>Oscillatoria sp.</i>	2	1,111	66,67	6	6,667	7,06	2,00	2,31	6,25	2	2,311	12,50
<i>Lepocinclis sp.</i>							1,00	1,16	3,13			
<i>Nitzschia sp.</i>				25	27,778	29,41	4,00	4,62	12,50	2	2,311	12,50
<i>Gomphonema sp.</i>				7	7,778	8,24				1	1,156	6,25
<i>Eunotia sp.</i>				2	2,222	2,35						
<i>Navicula sp.</i>				1	1,111	1,18				1	1,156	6,25
Riqueza (S)		2			6			4			5	
Abundancia (No.Ind)		3			85			32			16	
Densidad (Ind/cm²)		1,667			94,444			36,978			18,489	

Fuente: Labormar,2023.

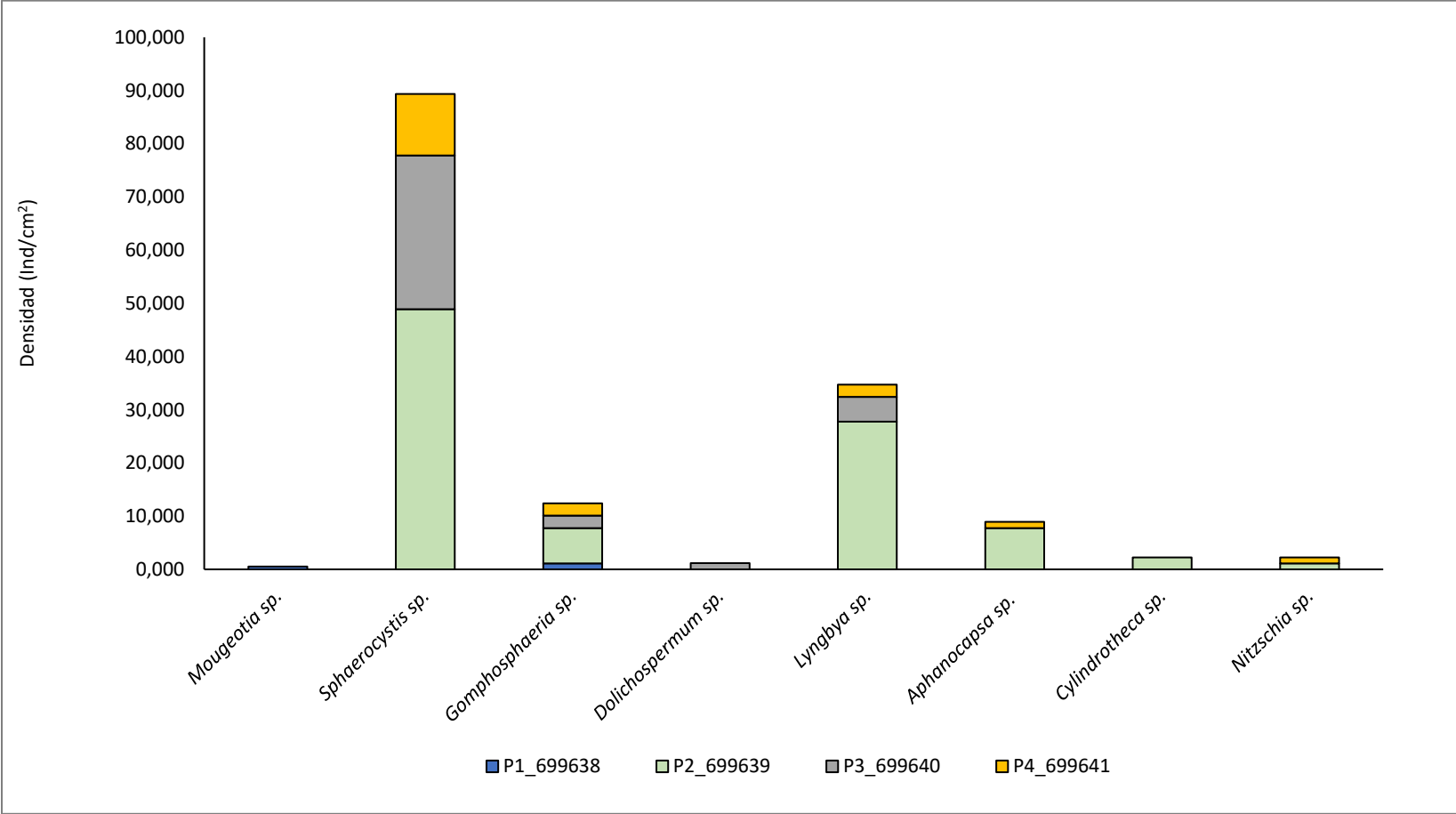


Figura 6. Densidad total de las morfoespecies de Perifiton en la C. de Mesolandia (Bahía).
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 105 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.1.1.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 16** se muestran los índices ecológicos calculados para los puntos de la ciénaga de Mesolandia (bahía) del ensamblaje Perifítico, en el cual se puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, para todos los puntos de muestreo. El valor más alto que se registró fue 1,234 bits/individuo; mientras que el valor más bajo fue 0,637 bits/individuo según el índice de Shannon_H, esto en los puntos P2_699639 y P1_699638 respectivamente. Mientras que, para Margalef, el valor más alto que se registró fue 1,443 en el punto P4_699641 y el valor más bajo fue 0,866 en el P3_699640.

Por otra parte, el índice de dominancia de Simpson registró un punto con una dominancia baja (P2_699639). Y los otros 3 puntos con dominancia moderada. El valor más alto que se registró fue 0,631 en el punto P3_699640. Mientras que el valor más bajo fue 0,367 en el punto P2_699639.

Por último, el índice de equidad registró 2 puntos con una equidad moderada (P2_699639 y P3_699640) y 2 puntos con equidad moderada (P1_699638 y P4_699641). El valor más alto que se registró fue 0,918 en el punto P1_699638; Mientras que el valor más bajo fue 0,530 en el punto P3_699640.

Tabla 16. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en la C. de Mesolandia (Bahía).

	P1_699638	P2_699639	P3_699640	P4_699641
Taxa_S	2	6	4	5
Individuals	3	85	32	16
Dominance_D	0,556	0,367	0,631	0,430
Shannon_H	0,637	1,234	0,734	1,160
Margalef	0,910	1,125	0,866	1,443
Equitability_J	0,918	0,689	0,530	0,721

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 106 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.1.4. Macroinvertebrados bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se obtuvo una densidad de 46960,000 Ind/m² y abundancia de 4696 individuos, distribuidos en doce (12) morfoespecies, ocho (8) familias, siete (7) órdenes, tres (3) clases y dos (2) Phylum (**Tabla 17**).

Tabla 17. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Mesolandia (Bahía).

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae Mf (Larva)
		Sphaeriida	Sphaeriidae	Sphaeriidae Mf
	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Corbicula</i> sp.
		Architaenioglossa	Ampullariidae	Ampullariidae Mf
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	Physidae Mf
			Planorbidae	Planorbidae Mf
			Planorbidae	Planorbidae Mf 1
			Cerithiida	<i>Melanoides</i> sp.
		Littorinimorpha	Thiaridae	<i>Melanoides</i> sp.1
			Cochliopidae	Cochliopidae Mf
				<i>Pyrgophorus</i> sp.

Fuente: Labormar, 2024

El phylum Mollusca representó el 91,67 % de las morfoespecies registradas, seguido de Arthropoda, con el 8,33 % restante (**Figura 7**).

El phylum Mollusca abarca una gran diversidad de organismos que desempeñan distintos roles en el ecosistema a través de relaciones tróficas complejas. Además, contribuyen a la bioacumulación de sustancias tóxicas, lo que los convierte en indicadores útiles de contaminación (Regoli & Giuliani, 2014). Los bivalvos filtran partículas del agua, favoreciendo su purificación y el equilibrio del ecosistema (Gutiérrez *et al.*, 2003), mientras que los gasterópodos desempeñan un papel clave en la descomposición de materia orgánica y la regulación de algas (Strong *et al.*, 2008)."

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 107 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

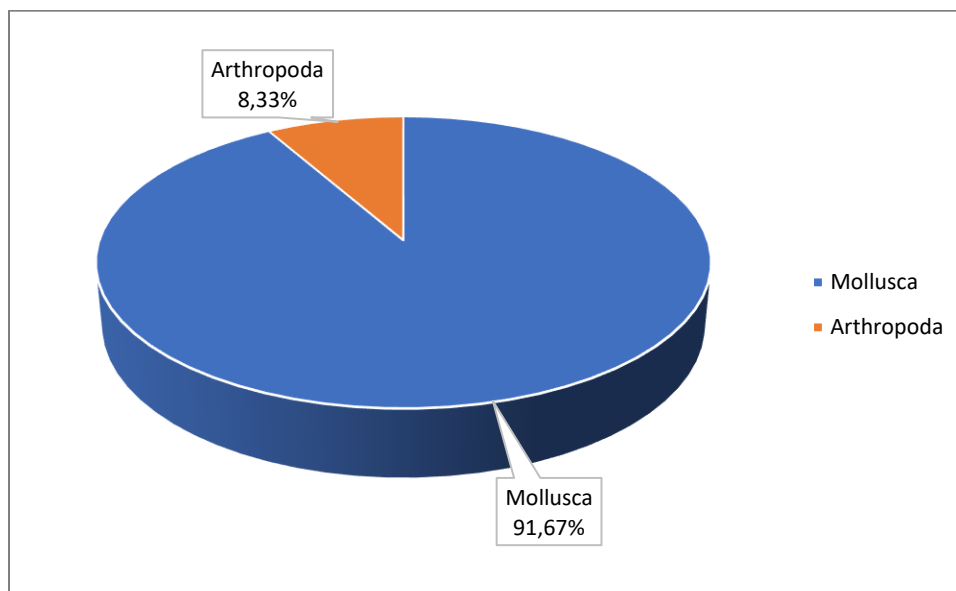


Figura 7. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. de Mesolandia (Bahía).

Las morfoespecies que registraron la mayor densidad fueron *Pyrgophorus* sp. y *Melanooides* sp. con valores de 22040,000 Ind/m² y 14040,000 Ind/m², respectivamente. En contraste la morfoespecie menos representativa fue *Marisa* sp. con una densidad total de 40,000 Ind/m² (**Figura 8**).

Las especies del género *Pyrgophorus* son consideradas potencialmente invasoras debido a su capacidad para alcanzar densidades poblacionales muy altas, lo que les permite competir de manera agresiva por recursos con otras especies acuáticas nativas. Este fenómeno ha sido reportado por diversos estudios, como el de Nava *et al.* (2011), que destaca la rapidez con la que estas especies pueden expandirse y establecerse en nuevos ambientes. El impacto de *Pyrgophorus* en las comunidades acuáticas nativas es considerable, ya que no solo compiten por recursos como alimento y espacio, sino que también pueden alterar el hábitat y ejercer presión sobre otras especies a través de la depredación (Ng *et al.*, 2016).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 108 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 18. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la en la C. de Mesolandia (Bahía).

MORFOESPECIE	P1_699638			P2_699639			P3_699640			P4_699641		
	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR
Chironomidae Mf (Larva)	36	360,000	2,92				20	200,000	2,22	80	800,000	6,71
Sphaeriidae Mf	88	880,000	7,14									
<i>Corbicula</i> sp.	48	480,000	3,90				8	80,000	0,89			
Ampullariidae Mf	12	120,000	0,97	16	160,000	1,17				4	40,000	0,34
<i>Marisa</i> sp.										4	40,000	0,34
Physidae Mf	4	40,000	0,32	16	160,000	1,17						
Planorbidae Mf	4	40,000	0,32	56	560,000	4,08	8	80,000	0,89	8	80,000	0,67
Planorbidae Mf 1							12	120,000	1,33	12	120,000	1,01
<i>Melanoides</i> sp.	272	2720,000	22,08	116	1160,000	8,45	428	4280,000	47,56	588	5880,000	49,33
<i>Melanoides</i> sp.1	192	1920,000	15,58	36	360,000	2,62	244	2440,000	27,11	108	1080,000	9,06
Cochliopidae Mf							28	280,000	3,11	44	440,000	3,69
<i>Pyrgophorus</i> sp.	576	5760,000	46,75	1132	11320,000	82,51	152	1520,000	16,89	344	3440,000	28,86
Riqueza (S)	9			6			8			9		
Abundancia (No.Ind)	1232			1372			900			1192		
Densidad (Ind/m²)	12320,000			13720,000			9000,000			11920,000		

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

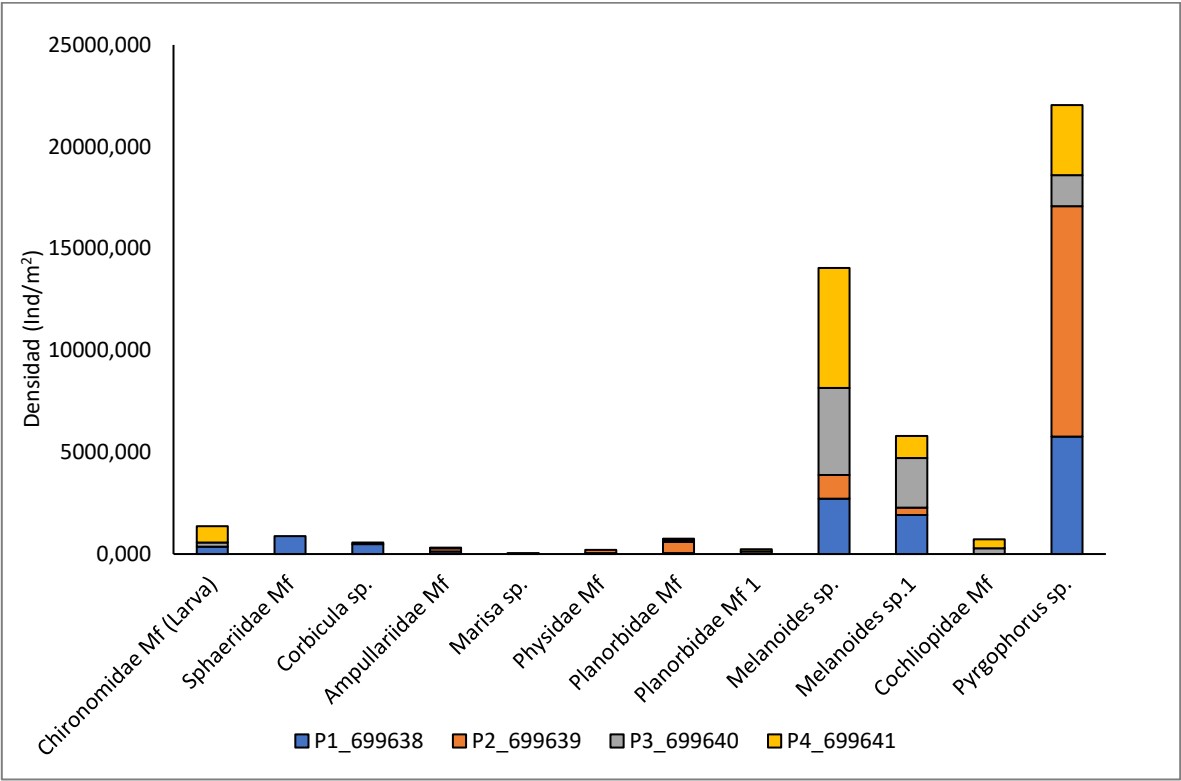


Figura 8. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Mesolandia (Bahía). Fuente. LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.1.4.1. Índices ecológicos.

En la **Tabla 19** se presentan los valores de los índices ecológicos calculados para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mesolandia.

El índice de Shannon-H registró valores entre 0,697 bits/Ind y 1,479 bits/Ind, con un máximo en el punto P1_699638, lo que indica una baja diversidad. De manera similar, el índice de Margalef, que evalúa la riqueza específica, presentó valores entre 0,692 bits/Ind y 1,129 bits/Ind, reafirmando la limitada cantidad de especies en los puntos muestreados.

Por otro lado, el índice de Pielou mostró una equitatividad moderada en los puntos P1_699638, P3_699640 y P4_699641. Sin embargo, en el punto P2_699639 se registró una equitatividad baja y una alta dominancia, posiblemente debido a la elevada abundancia de *Pyrgophorus* sp. en este sitio. La predominancia de esta morfoespecie sugiere la existencia

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 110 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

de condiciones ambientales particulares, como contaminación orgánica, eutrofización o alteraciones en la calidad del hábitat.

Tabla 19. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Mesolandia (Bahía).

	P1_699638	P2_699639	P3_699640	P4_699641
Taxa_S	9	6	8	9
Individuals	1232	1372	900	1192
Dominance_D	0,299	0,691	0,330	0,341
Shannon_H	1,479	0,697	1,342	1,346
Margalef	1,124	0,692	1,029	1,129
Equitability_J	0,673	0,389	0,645	0,613

Fuente: Labormar, 2024.

5.1.1.4.1. Índice BMWP (Col).

Los resultados del índice BMWP/Col para la ciénaga de Mesolandia indican una alta carga de contaminación en los puntos de monitoreo. Los puntos P1, P2 y P3 fueron clasificados como aguas muy contaminadas de calidad crítica (Clase IV), mientras que el punto P4 presento aguas fuertemente contaminadas de calidad muy crítica (Clase V) (**Tabla 20**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 111 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 20. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Mesolandia (Bahía). Fuente LABORMAR S.A.S. 2023.

Puntos de Muestreo	P1_699638	Puntaje	P2_699639	Puntaje	P3_699640	Puntaje	P4_699641	Puntaje
Familias	Ampullariidae	9	Ampullariidae	9	Chironomidae	2	Ampullariidae	9
	Chironomidae	2	Physidae	3	Planorbidae	5	Chironomidae	2
	Physidae	3	Planorbidae	5	Thiaridae	5	Planorbidae	5
	Planorbidae	5	Thiaridae	5			Thiaridae	5
	Sphaeriidae	4						
	Thiaridae	5						
BMWP	28		22		12		21	
Calidad	Critica		Critica		Muy Critica		Critica	
Clase	IV		IV		V		IV	
Significado	Aguas Muy Contaminadas		Aguas Muy Contaminadas		Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Muy Contaminadas	

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 112 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.1.1.5. Ictiofauna

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga Mesolandia, estuvo conformada por cuatro morfoespecies, pertenecientes a cuatro (4) familias, cuatro (4) ordenes, una (1) clase y un phylum (**Tabla 21**).

Se identificaron las morfoespecies *Triportheus magdalenae*, *Caquetaia kraussii*, *plagioscion magdalenae* y *Trichopodus pectoralis*. Estas se capturaron en el punto P2_699639, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la **Tabla 23**, se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados. El individuo de la morfoespecie *Triportheus magdalenae* tuvo una longitud total (LT) de 18,7 cm, una longitud estándar (LE) de 16,0 cm y un peso (W) de 66,0 g. El individuo de *Caquetaia kraussii* tuvo 18,5 cm de LT y 15,0 de LE y un Peso de 128,0 g. El individuo de *Plagioscion magdalenae* tuvo 24,0 cm de LT y 19,0 cm de LE y un Peso de 95,0. El individuo de *Trichopodus pectoralis* tuvo 17,7 cm de LT, 14,5 cm de LE y un Peso de 77,0 g.

Entre las especies capturadas se resalta a *Caquetaia kraussii* comúnmente conocida como mojarra amarilla, pertenece a un género ampliamente distribuido, nativa de Colombia y Venezuela. Habita en aguas tranquilas de tierras bajas (ciénagas), quebradas con poca corriente y aguas dulces o de salinidad muy baja (Dahl, 1971). Presenta hábitos omnívoros con una amplia tolerancia ambiental, habitando cuerpos con altas concentraciones de materia orgánica (Galvis *et al.*, 1997). Esta especie presenta alta tasa de reproducción durante todo el año (Olaya-Nieto *et al.*, 2004), lo que le confiere una mayor permanencia en el paso del tiempo.

Por su parte, *T. magdalenae* habita principalmente en humedales de agua dulce con bajos valores de dióxido de carbono y acidez moderada. La especie juega un papel importante en el entramado trófico de los ecosistemas acuáticos como regulador del plancton, a partir del cual es posible que obtenga la energía y nutrientes necesarios para su ciclo de vida, que ocurre de forma asincrónica y multiporcional. Además de su importancia ecológica y ambiental, la arenca históricamente ha sido fuente de proteína para muchas poblaciones que habitan en la cuenca, y actualmente ha sido identificado el uso potencial de algunos de sus derivados para aplicaciones en la industria alimenticia y farmacéutica. Sin embargo, la actual presión pesquera y ambiental puede estar comprometiendo la viabilidad de su población en el futuro (Villegas, J. C. V. 2018).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 113 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 21. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Triportheidae	Triportheus	<i>Triportheus magdalenae</i>
		Blenniiformes	Cichlidae	Caquetaia	<i>Caquetaia kraussii</i>
		Acanthuriformes	Sciaenidae	Plagioscion	<i>Plagioscion magdalenae</i>
		Anabantiformes	Osphronemidae	Trichopodus	<i>Trichopodus pectoralis</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 22. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P2_699639
<i>Triportheus magdalenae</i>	1
<i>Caquetaia kraussii</i>	1
<i>plagioscion magdalenae</i>	1
<i>Trichopodus pectoralis</i>	1
Riqueza (S)	4
Abundancia (No. Ind)	4

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 23. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre comun	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P2_699639	Arenca	<i>Triportheus magdalenae</i>	18,7	16,0	N. A.	66,0
	Mojarra amarilla	<i>Caquetaia kraussii</i>	18,5	15,0	N. A.	128,0
	Corbina	<i>Plagioscion magdalenae</i>	24,0	19,0	N. A.	95,0
	Gurami de piel de serpiente	<i>Trichopodus pectoralis</i>	17,7	14,5	N. A.	77,0

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 114 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.1.5.1. Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 24** se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

Tabla 24. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORIAS DE AMENAZA				USOS		Distribución
		RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN	CON	
<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca	N. I.	N. E.	LC	N. E.		X	E
<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	N. I.	NE	LC	NE	X	X	R
<i>Plagioscion magdalenae</i>	Bagre	N. I.	NE	LC	NE		X	R
<i>Trichopodus pectoralis</i>	Gurami de piel de serpiente	N. I.	NE	LC	NE		X	C

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endémica (CE) y Endémica (E).

5.1.1.5.2. Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que solo se registró una sola morfoespecie.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 115 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.1.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue baja, registrándose tres morfoespecies (*Pontederia crassipes*, *Pistia stratiotes* y *Salvinia* sp.) pertenecientes a las familias Pontederiaceae, Araceae y Salviniaceae. De los órdenes Commelinales, Alismatales y Salviniaceae. Del dos clases Magnoliopsida y Polypodiopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta.

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Pontederia crassipes* con 88,79%, seguida de *Pistia stratiotes* con 8,69% y *Salvinia* sp. con 2,52% (**Tabla 25**).

Pontederia crassipes (anteriormente conocida como *Eichhornia crassipes*) es una planta acuática que tolera amplias variaciones en la concentración de nutrientes, temperatura y pH (Rodríguez-Lara, 2022). El pH óptimo para su desarrollo se encuentra entre 6 y 8; crece en un rango de temperatura que va de 1 hasta 40 °C, parece que es sensible a temperaturas menores de 1 °C. Su desarrollo óptimo se encuentra entre 25 y 27,5 °C (Malik, 2007) y a temperaturas mayores a 33 °C se reduce su tasa de reproducción (Gakwavu *et al.*, 2012). Su crecimiento se ve favorecido con el nitrógeno (Heard & Winterton, 2000). Altas concentraciones de sal (6-8 %) tienen efecto letal inhibitorio para su crecimiento (Malik, 2007). Además, una baja humedad relativa del aire (15-40 %) puede ser un factor limitante para su crecimiento (Gakwavu *et al.*, 2012).

Pontederia crassipes se considera una maleza nociva, provoca un fuerte impacto al ambiente, a la salud humana y al desarrollo económico (Malik, 2007). Ha invadido los sistemas de agua dulce en los cinco continentes y, según los modelos de cambio climático, su distribución puede expandirse a latitudes más altas a medida que aumentan las temperaturas (Hellmann *et al.*, 2008; Rahel & Olden, 2008; Rodríguez-Gallego *et al.*, 2004). Sin embargo, esta maleza es considerada un recurso de inmenso potencial. La enorme biomasa se ha empleado en el tratamiento de aguas residuales, la remediación de metales pesados, la eliminación de tinte, como fuente de biocombustible, en la generación de electricidad, las industrias, en alimentos humanos y antioxidantes, en medicamentos, en la alimentación animal, la agricultura, la alelopatía y la fabricación de artículos del hogar (Patel, 2012).

Por su parte, *Pistia stratiotes* es una planta acuática que puede impactar directamente a las plantas nativas sumergidas y reducir la biodiversidad al impedir el paso de luz solar y el intercambio de oxígeno. También dificulta actividades como la navegación y la pesca. Además, es considerada una de las peores malezas en los cultivos de arroz (Dray & Center, 2002).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 116 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 25. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en Mesolandia.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>
		Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>
	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia sp.</i>

Fuente: Labormar,2024.

Tabla 26. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en Mesolandia.

MORFOESPECIE	P2_699639	P3_699640	P4_699641
	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Pontederia crassipes</i>	95,0	96,0	62,5
<i>Pistia stratiotes</i>			24,8
<i>Salvinia sp.</i>			7,2
Riqueza (S)	1	1	3
Cobertura (%)	95,0	96,0	94,5

Fuente: Labormar, 2024.

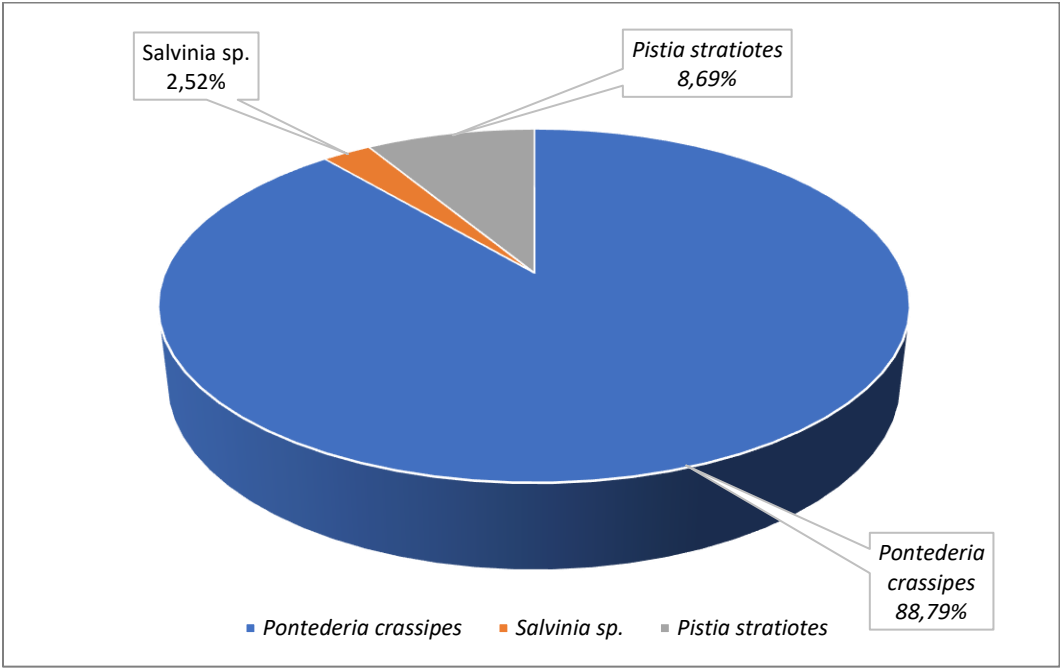


Figura 9. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en Mesolandia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 117 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.2. Ciénaga de Malambo

5.1.2.1. Fitoplancton

El ensamblaje de los fotosintetizadores planctónicos con un total de 1203.57 Ind/ml identificados, estuvo conformado por 24 morfoespecies, 17 familias, 11 órdenes, ocho (8) clases y seis (6) Phyla (**Tabla 27**) de los cuales Chlorophyta, Cyanobacteria y Euglenozoa fueron las más ricas con 33.33%, 29.17% y 20.83% de las taxa (**Figura 10**) seguidas por Heterokontophyta con dos morfoespecies y finalmente por Dinoflagellata y Charophyta con un integrante.

Tabla 27. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada C. de Malambo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiáles	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
			Hydrodictyceae	<i>Tetraedron sp.</i>
			Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales		<i>Coelastrum sp.</i>
			Scenedesmaceae	<i>Tetrademus sp.</i>
			Selenastraceae	<i>Selenastrum sp.</i>
	Trebouxiophyceae	Chlorellales		<i>Actinastrum sp.</i>
			Chlorellaceae	<i>Micractinium sp.</i>
			Oocystaceae	<i>Oocystis sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis sp.</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis sp.</i>
				<i>Dolichospermum sp.</i>
				<i>Raphidiopsis sp.</i>
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp.</i>
Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>
				<i>Trachelomonas sp.</i>
			Phacaceae	<i>Lepocinclis sp.</i>
				<i>Phacus sp.</i>
				<i>Phacus sp. 1</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 118 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Las clorofitas presentan una amplia variedad de formas (unicelulares, coloniales, filamentosas) y estrategias metabólicas que les permiten adaptarse a diferentes condiciones ambientales, como la disponibilidad de luz, nutrientes y la hidrodinámica del sistema (Guiry, 2012). Las euglenozoas comunes en ecosistemas acuáticos tropicales lénticos, pueden reportar altas densidades como respuesta a condiciones de materia orgánica, estados de eutrofización y bajos niveles de oxígeno (Osorio-Ávila et al., 2018; Parra et al., 2021).

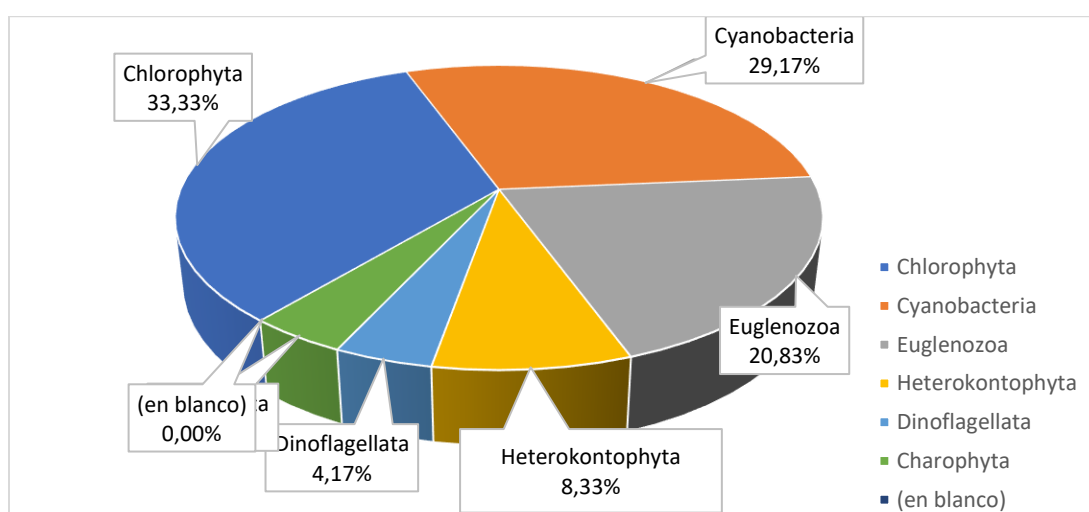


Figura 10. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en la C. de Malambo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

La **Tabla 28** presenta la contribución de cada morfoespecie a la abundancia total en cada punto de muestreo, evidenciando una marcada variabilidad en la densidad fitoplanctónica. Los valores registrados oscilan entre 58,320 Ind/ml en el punto P3 y 360,661 Ind/ml en P6, lo que sugiere posibles heterogeneidades en las condiciones ambientales y la disponibilidad de recursos entre los sitios muestreados.

Del mismo modo, la riqueza presentó en P5_699646 ocho (8) morfoespecies y en P2_699643 el máximo número de taxa con 14 morfoespecies

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 119 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 28. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la C. de Malambo. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699642			P2_699643			P3_699644			P4_699645		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Closterium sp.</i>	3	0,856	0,83							3	0,776	0,36
<i>Tetraedron sp.</i>	4	1,141	1,10									
<i>Golenkinia sp.</i>										3	0,776	0,36
<i>Tetrademus sp.</i>	1	0,285	0,28	1	0,253	0,16						
<i>Selenastrum sp.</i>							2	0,432	0,74			
<i>Actinastrum sp.</i>	6	1,712	1,65	5	1,267	0,81				8	2,069	0,97
<i>Micractinium sp.</i>				2	0,507	0,32	4	0,864	1,48			
<i>Microcystis sp.</i>				2	0,507	0,32						
<i>Cylindrospermopsis sp.</i>							3	0,648	1,11			
<i>Raphidiopsis sp.</i>	9	2,568	2,48	2	0,507	0,32				5	1,293	0,60
<i>Planktothrix sp.</i>	201	57,352	55,37	315	79,800	50,97	154	33,264	57,04	430	111,227	52,00
<i>Oscillatoria sp.</i>	23	6,563	6,34	10	2,533	1,62	15	3,240	5,56	16	4,139	1,93
<i>Spirulina sp.</i>	81	23,112	22,31	211	53,453	34,14	46	9,936	17,04	323	83,549	39,06
<i>Peridinium sp.</i>				2	0,507	0,32						
<i>Euglena sp.</i>				13	3,293	2,10	13	2,808	4,81	2	0,517	0,24
<i>Trachelomonas sp.</i>	2	0,571	0,55									
<i>Lepocinclis sp.</i>				11	2,787	1,78						
<i>Phacus sp.</i>	1	0,285	0,28	6	1,520	0,97	2	0,432	0,74			
<i>Phacus sp. 1</i>				1	0,253	0,16						
<i>Nitzschia sp.</i>	1	0,285	0,28							7	1,811	0,85
<i>Cyclotella sp.</i>	31	8,845	8,54	37	9,373	5,99	31	6,696	11,48	30	7,760	3,63
Riqueza (S)		12			14			9			10	
Abundancia (No.Ind)		363			618			270			827	
Densidad (Ind/ml)		103,576			156,560			58,320			213,917	

Fuente: Labormar,2024.

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 120 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

		P5_699646			P6_699647		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	
<i>Closterium sp.</i>				1	0,285	0,08	
<i>Tetraedron sp.</i>				5	1,427	0,40	
<i>Coelastrum sp.</i>				2	0,571	0,16	
<i>Actinastrum sp.</i>				17	4,851	1,34	
<i>Oocystis sp.</i>				3	0,856	0,24	
<i>Microcystis sp.</i>	3	1,368	0,44				
<i>Cylindrospermopsis sp.</i>				4	1,141	0,32	
<i>Dolichospermum sp.</i>	5	2,280	0,73				
<i>Raphidiopsis sp.</i>	26	11,856	3,82				
<i>Planktothrix sp.</i>	389	177,384	57,12	622	177,477	49,21	
<i>Oscillatoria sp.</i>	21	9,576	3,08	33	9,416	2,61	
<i>Spirulina sp.</i>	200	91,200	29,37	533	152,083	42,17	
<i>Euglena sp.</i>	4	1,824	0,59	4	1,141	0,32	
<i>Cyclotella sp.</i>	33	15,048	4,85	40	11,413	3,16	
Riqueza (S)		8			11		
Abundancia (No.Ind)		681			1264		
Densidad (Ind/ml)		310,536			360,661		

Fuente: Labormar,2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 121 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

El ensamblaje fitoplanctónico estuvo dominado por cianobacterias filamentosas, las cuales representaron más del 80% de la abundancia relativa, Dentro de este grupo, *Planktothrix* y *Spirulina* fueron los géneros predominantes (*Figura 11*), ambos caracterizados por su amplia distribución cosmopolita y su capacidad para regular la flotabilidad (Bellinger & Sigee, 2010).

Planktothrix sp., debido a sus ventajas competitivas, puede proliferar en grandes cantidades, formando floraciones de algas masivas o “blooms”, especialmente en cuerpos de agua eutróficos. Además, su capacidad potencial para producir toxinas la incluye dentro del grupo de especies formadoras de floraciones algales nocivas (FAN), las cuales pueden comprometer la calidad del agua, afectar la biodiversidad y alterar el funcionamiento ecosistémico (Salomón, Rivera-Rondón & Zapata, 2020).

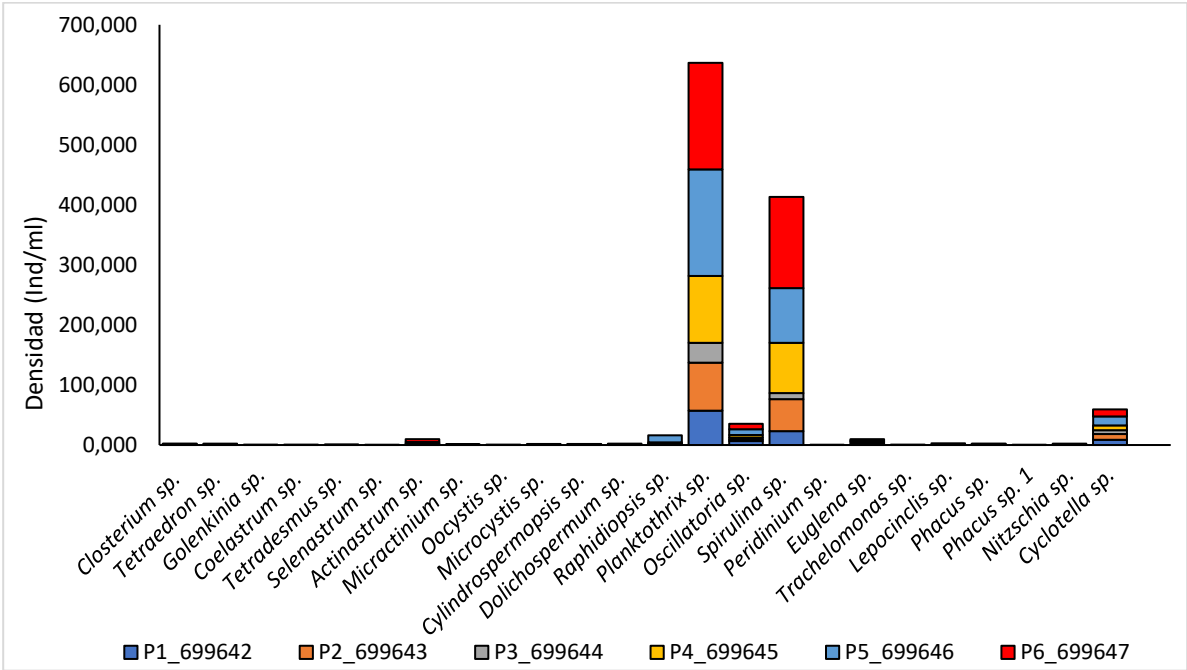


Figura 11. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en la C. de Malambo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 122 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.2.1.1. Índices ecológicos

El ensamblaje fitoplanctónico de la ciénaga presentó, en términos generales, una baja diversidad, según el índice de Shannon, cuyos valores oscilaron entre 1,081 bits en P4 y 1,388 bits en P2 (**Tabla 29**) Esta baja diversidad se debe a la alta concentración de abundancias en pocas morfoespecies, reflejando un marcado patrón de dominancia.

En P4, *Planktothrix* sp. y *Spirulina* sp. representaron el 91,05% del total de individuos, lo que justifica la menor diversidad y una distribución desigual de abundancias ($J = 0,467$). En este punto, el ensamblaje mostró la mayor dominancia (0,4241), lo que sugiere condiciones ambientales que favorecen la proliferación de pocas especies sobre el resto.

El índice de equidad varió entre 0,4437 y 0,6199, lo que indica una distribución de abundancias con tendencia a la heterogeneidad. Solo en P3, las morfoespecies dominantes redujeron su aporte al 74,07%, evidenciando una mayor equidad con referencia a los otros puntos.

Tabla 29. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. de Malambo.

	P1_699642	P2_699643	P3_699644	P4_699645	P5_699646	P6_699647
Taxa_S	12	14	9	10	8	11
Individuals	363	618	270	827	681	1264
Dominance_D	0,3671	0,3802	0,3711	0,4241	0,4166	0,4214
Shannon_H	1,388	1,288	1,377	1,081	1,154	1,068
Margalef	1,866	2,023	1,429	1,34	1,073	1,4
Equitability_J	0,5526	0,4841	0,6199	0,467	0,5523	0,4437

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 123 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.2.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 829 individuos con una densidad total de 5,844 Ind/ml, agrupados en 13 morfoespecies, distribuidas en 11 familias, incluidas tres (3) no determinadas (ND); ocho (8) órdenes, con tres (3) no determinados; cinco (5) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 30**).

Tabla 30. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga de Malambo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphniidae Mf
			Moinidae	Moinidae Mf
	Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva nauplio
	Ostracoda	ND	ND	Ostracoda Mf
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp.
		ND	Philodinidae	<i>Philodina</i> sp.
		Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i> sp.
			Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.
				<i>Brachionus</i> sp. 1
				<i>Keratella</i> sp.
			Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

A nivel de phylum, se observó que el grupo Rotifera fue el más representativo, con una riqueza de siete (7) morfoespecies, que representan el 54% de la riqueza total, seguido por el Phylum Arthropoda, que aportó cinco (5) morfoespecies, el 38 % y con menor proporción el Phylum Protozoa, con una (1) morfoespecie, que correspondió al 8 %, como se observa en la **Figura 12**.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 124 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

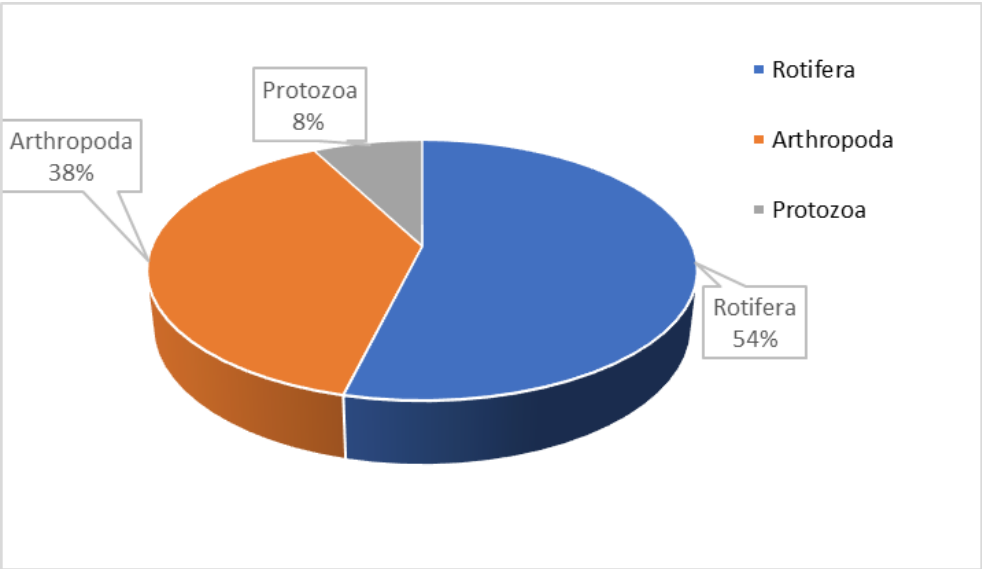


Figura 12. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga de Malambo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

En la **Tabla 31** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica la ciénaga de Malambo.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 125 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 31. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga de Malambo. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699642			P2_699643			P3_699644			P4_699645			P5_699646			P6_699647		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
<i>Daphniidae Mf</i>	16	0,085	18,824	35	0,263	24,648	76	0,426	34,862	68	0,479	27,419	11	0,129	20,000	13	0,114	16,049
<i>Moinidae Mf</i>										4	0,028	1,613				1	0,009	1,235
<i>Cyclopoida Mf</i>				3	0,023	2,113	12	0,067	5,505	17	0,120	6,855				7	0,062	8,642
<i>Larva nauplio</i>	12	0,064	14,118	18	0,135	12,676	14	0,078	6,422	12	0,084	4,839	5	0,059	9,091	7	0,062	8,642
<i>Ostracoda Mf</i>				6	0,045	4,225	11	0,062	5,046	1	0,007	0,403						
<i>Arcella sp.</i>	1	0,005	1,176	1	0,008	0,704										1	0,009	1,235
<i>Filinia sp.</i>				2	0,015	1,408	4	0,022	1,835	15	0,106	6,048	6	0,071	10,909	10	0,088	12,346
<i>Philodina sp.</i>	3	0,016	3,529	3	0,023	2,113	10	0,056	4,587	3	0,021	1,210	7	0,082	12,727	7	0,062	8,642
<i>Asplanchna sp.</i>				8	0,060	5,634	20	0,112	9,174	37	0,260	14,919	6	0,071	10,909	5	0,044	6,173
<i>Brachionus sp.</i>	40	0,213	47,059	9	0,068	6,338	24	0,134	11,009	36	0,253	14,516	17	0,200	30,909	20	0,176	24,691
<i>Brachionus sp. 1</i>	3	0,016	3,529	3	0,023	2,113	3	0,017	1,376	4	0,028	1,613				4	0,035	4,938
<i>Keratella sp.</i>	8	0,043	9,412	54	0,405	38,028	39	0,218	17,890	51	0,359	20,565	3	0,035	5,455	6	0,053	7,407
<i>Lecane sp.</i>	2	0,011	2,353				5	0,028	2,294									
Riqueza (S)	8			11			11			11			7			11		
Abundancia (No.Ind)	85			142			218			248			55			81		
Densidad (Ind/ml)	0,453			1,065			1,221			1,746			0,646			0,713		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 126 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

A nivel de morfoespecies se evidenció que la morfoespecie de Daphniidae y *Keratella* sp. fueron las más representativas, con densidades de 1,496 y 1,113 Ind/ml, respectivamente, seguidas por *Brachionus* sp., con 1,044 Ind/ml; mientras que las morfoespecies restantes presentaron densidades por debajo de 0,600 Ind/l.

La familia Daphniidae, constituye un grupo de organismos conocidos como pulgas de agua, se alimentan de microalgas, bacterias y detritus, como lo afirma Sala, García-de-Lomas y Alonso (2015). La familia Daphnidae, particularmente las especies del género *Daphnia*, ha demostrado ser excepcionalmente útil como bioindicador ambiental debido a su alta sensibilidad frente a diversas sustancias contaminantes. *Daphnia magna* es ampliamente utilizada en ensayos ecotoxicológicos para evaluar la calidad de efluentes dulciacuícolas, constituyendo un estándar internacional para la determinación de toxicidad aguda, como lo indican Núñez y Hurtado (2005). Adicionalmente, los dáfnidos también responden a otros factores ambientales como la radiación ultravioleta (RUV), temperatura y disponibilidad de alimento, lo que amplía su utilidad como bioindicadores integrales Wolinski, *et al.*, (2019).

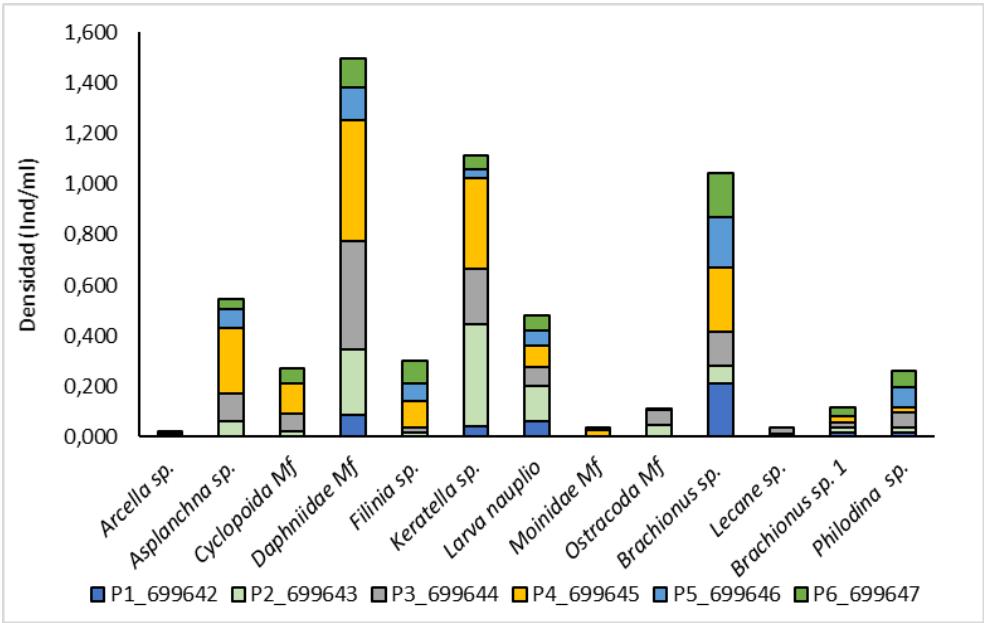


Figura 13. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga de Malambo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 127 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.2.2.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos, según Shannon, muestran una diversidad baja para la mayoría de los puntos monitoreados en la ciénaga, con excepción de los puntos P3 y P6, que presentan valores mayores a 2 bits/Individuos, indicando diversidad alta. Sin embargo, el índice de Margalef, indica mayores diversidades en el P6 y P2. Estos valores indican que la comunidad zooplanctónicas es poco variada y escasamente diversa en la mayoría de los puntos. Por otra parte, el índice de equidad de Pielou, indica que la comunidad presenta densidades con tendencia a la equitatividad, con valores entre 0,759 y 0,957; lo cual es ratificado por el índice de dominancia de Simpson, cuyos valores entre 0,126 y 0,280 indican que la comunidad presenta baja dominancia de especies (**Tabla 32**).

Tabla 32. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga de Malambo.

	P1_699642	P2_699643	P3_699644	P4_699645	P5_699646	P6_699647
Taxa_S	8	11	11	11	7	11
Individuals	85	142	218	248	55	81
Dominance_D	0,280	0,227	0,183	0,169	0,172	0,126
Shannon_H	1,586	1,820	2,007	1,973	1,862	2,216
Margalef	1,576	2,018	1,857	1,814	1,497	2,276
Equitability_J	0,763	0,759	0,837	0,823	0,957	0,924

Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 128 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.2.3. Perifiton

El ensamblaje Perifítico en los sistemas lóticos es el principal punto de entrada de energía y actúa como indicador de la calidad del agua además de ser un componente esencial en la trama trófica, sirviendo de alimento para diferentes organismos heterótrofos (Ramírez & Viña, 1998). Para el ensamblaje perifítico en la ciénaga de malambo, reportó un total 811 individuos con una densidad total 3567,889Ind/cm², agrupados en 13 morfoespecies, 11 familias, 10 órdenes, 5 clases y 5 Phyla (**Tabla 33**).

Tabla 33. Taxonomía del ensamblaje perifítico registrado en el Ciénaga de Malambo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematomyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>
		Oscillatoriales		<i>Arthrospira sp.</i>
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus sp.</i>
				<i>Lepocinclis sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>eunotia sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

La división Cyanobacteria fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 38,46%, seguida de Heterokontophyta (antes denominada Bacillariophyta) con 30,77% y Euglenozoa con 15,38%. Mientras que, Chlorophyta y Charophyta presentaron los valores más bajo con 7,69% cada una (**Figura 14**).

Las Cyanobacterias, por ser productores primarios juegan un papel fundamental en las redes tróficas y además contribuyen en el ciclo de nutrientes, en procesos metabólicos como la fijación de oxígeno, también se caracterizan por presentar un buen balance energético, lo que les permite realizar sus funciones con poco suministro de energía, lo cual les confiere cierta ventaja, en especial en aquellos cuerpos de agua con alto grado de turbidez, ya sea por crecimiento de otros organismos planctónicos, o por el aporte continuo de sedimentos(Fay 1992 en Comba-Gonzáles, 2009). Mientras que las diatomeas

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 129 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

(Heterokontophyta), son los productores primarios más abundantes y juegan un importante rol en la red trófica bentónica constituyendo una fuente alimenticia sustancial para los organismos que se alimentan de ellas (Gómez *et al.*, 2009). Lowe & Laliberte (1996) indicaron que las diatomeas son el grupo más abundante entre las algas bentónicas (en los microhábitats epipélicos). Entre los indicadores biológicos son los que poseen tiempos de generación más cortos respondiendo rápidamente a los cambios ambientales.

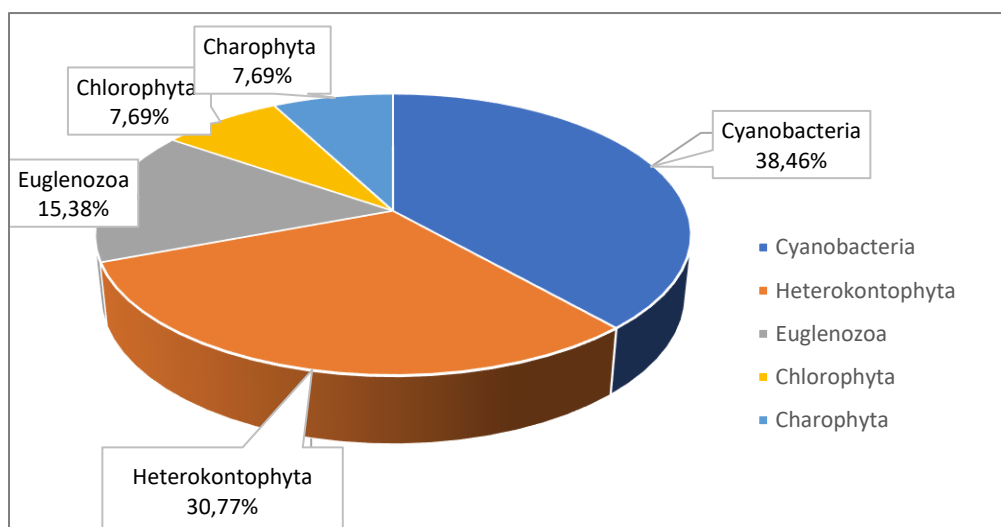


Figura 14. Riqueza del ensamblaje perifítico a nivel de División en la C. de Malambo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Planktothrix* sp y *Nitzschia* sp con las mayores densidades con valores de 1297,778 Ind/cm² y 1206,500 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Oscillatoria* sp. sp. (643,944 Ind/cm²) sp y *Arthrospira* sp (286,056 Ind/cm²). Por otra parte, *Gomphonema* sp registró el valor más bajo de densidad con 0,944 Ind/cm² (**Figura 15**). Las morfoespecies del género *Planktothrix* se asocian con altas concentraciones de materia orgánica y altas concentraciones de sedimentos y alta conductividad (Pinilla, 2000), prefiere intensidades de luz bajas para su crecimiento (Chorus & Bartram 1999). Por otra parte, los organismos asociados al género *Nitzschia*, son comunes en sistemas meso a eutróficos, tolerantes a altos contenidos de sedimentos y conductividades (Bellinger & Sigee, 2010). Por último, es de resaltar que las cianobacterias pertenecientes al género *Oscillatoria* es descrita por Pinilla (2000), como un género asociado a cuerpos de agua estratificados, en estados de sucesión avanzada, con alta concentración de sedimentos y altos valores de conductividad; y con cuerpos de agua ricos en nutrientes que se caracterizan por frecuentes proliferaciones de algas y poca transparencia.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 130 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 34. Densidad y abundancia del ensamblaje perifítico registrado en la C. de Malambo. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699642			P2_699643			P3_699644			P4_699645			P5_699646			P6_699647		
	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR
<i>Mougeotia sp.</i>																3	2,833	5,00
<i>Actinastrum sp.</i>	1	10,000	0,44															
<i>Anabaena sp.</i>													1	5,278	2,17	6	5,667	10,00
<i>Arthrospira sp.</i>	16	160,000	7,11	9	11,000	5,84	5	34,722	6,85	31	39,611	12,25	7	36,944	15,22	4	3,778	6,67
<i>Planktothrix sp.</i>	25	250,000	11,11	134	163,778	87,01	63	437,500	86,30	206	263,222	81,42	29	153,056	63,04	32	30,222	53,33
<i>Oscillatoria sp.</i>	61	610,000	27,11										5	26,389	10,87	8	7,556	13,33
<i>Spirulina sp.</i>				2	2,444	1,30												
<i>Phacus sp.</i>				1	1,222	0,65												
<i>Lepocinclis sp.</i>							1	6,944	1,37									
<i>Nitzschia sp.</i>	117	1170,000	52,00	6	7,333	3,90	2	13,889	2,74				2	10,556	4,35	5	4,722	8,33
<i>Gomphonema sp.</i>																1	0,944	1,67
<i>eunotia sp.</i>							2	13,889	2,74	6	7,667	2,37	2	10,556	4,35	1	0,944	1,67
<i>Navicula sp.</i>	5	50,000	2,22	2	2,444	1,30				10	12,778	3,95						
Riqueza (S)	6			6			5			4			6			8		
Abundancia (No.Ind)	225			154			73			253			46			60		
Densidad (Ind/cm²)	2250,000			188,222			506,944			323,278			242,778			56,667		

Fuente: Labormar,2023.

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

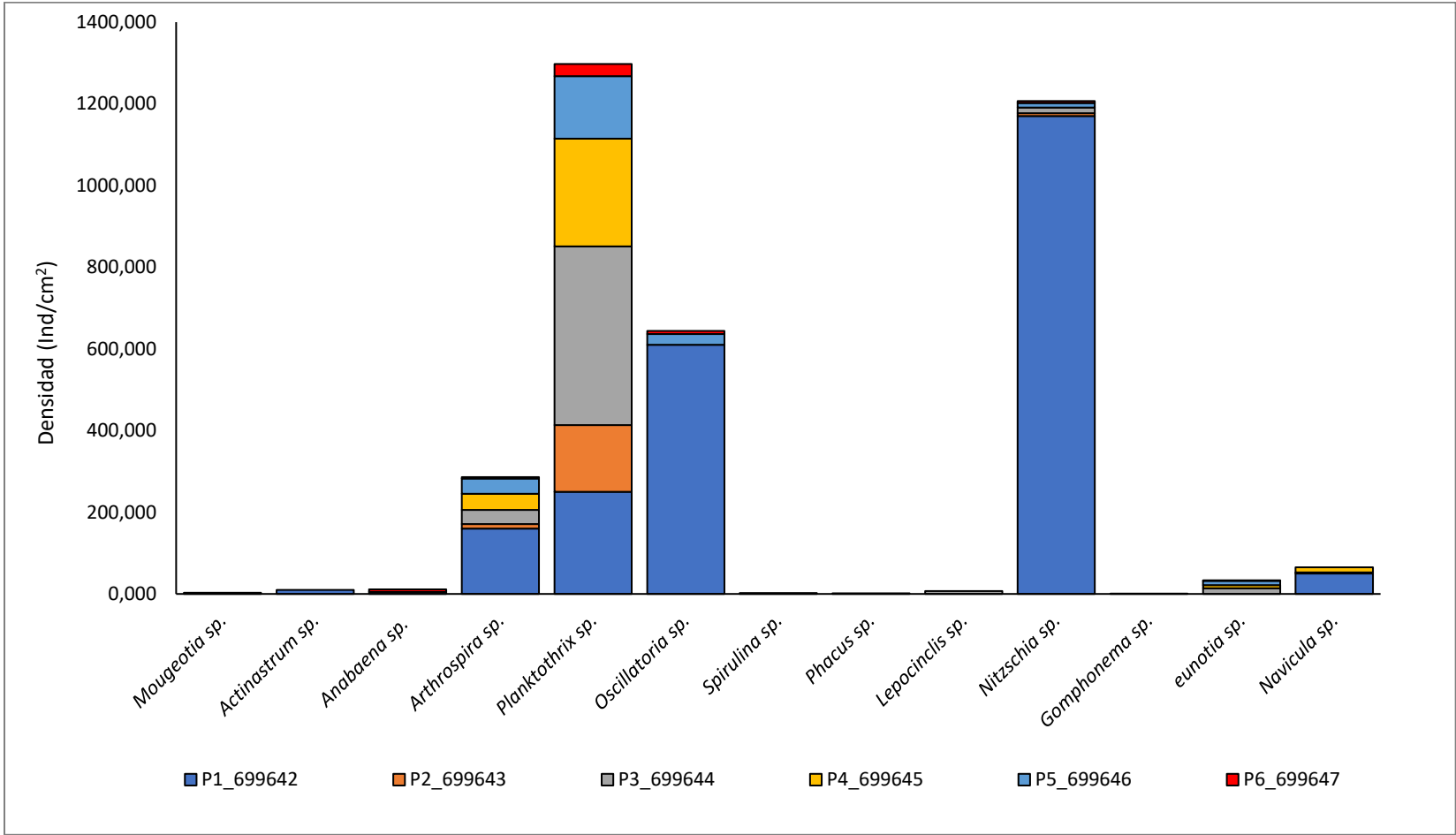


Figura 15. Densidad total de las morfoespecies de perifiton en la C. de Malambo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 132 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.1.2.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 35** se muestran los índices ecológicos calculados para los puntos de la ciénaga de Malambo del ensamblaje Perifítico, en el cual se puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, para todos los puntos de muestreo. El valor más alto que se registró fue 1,508 bits/individuo; mientras que el valor más bajo fue 0,559 bits/individuo según el índice de Shannon_H, esto en los puntos P6_699647 y P2_699643 respectivamente. Mientras que, para Margalef, el valor más alto que se registró fue 1,710 en el punto P6_699647 y el valor más bajo fue 0,542 en el P4_699645.

Por otra parte, el índice de dominancia de Simpson registró 2 puntos con una dominancia baja (P1_699642 y P6_699647). Con 2 puntos con dominancia moderada (P4_699645 y P5_699646) y 2 con dominancia alta (P2_699643 y P3_699644). El valor más alto que se registró fue 0,762 en el punto P2_699643. Mientras que el valor más bajo fue 0,327 en el punto P6_699647.

Por último, el índice de equidad registró 2 puntos con una equidad baja (P2_699643 y P3_699644). Con 3 puntos con equidad moderada (P1_699642; P5_699646 y P6_699647) y uno con equidad alta (P6_699647). El valor más alto que se registró fue 0,725 en el punto P6_699647; Mientras que el valor más bajo fue 0,312 en el punto P2_699643.

Tabla 35. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en la C. de Malambo.

	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P1_699642	6	225	0,362	1,235	0,923	0,689
P2_699643	6	154	0,762	0,559	0,993	0,312
P3_699644	5	73	0,751	0,567	0,932	0,352
P4_699645	4	253	0,680	0,641	0,542	0,462
P5_699646	6	46	0,437	1,174	1,306	0,656
P6_699647	8	60	0,327	1,508	1,710	0,725

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 133 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.2.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se registró una densidad de 5580,000 Ind/m² y abundancia de 558 individuos, distribuidos en veinte (20) morfoespecies, doce (12) familias (dos no determinadas), once (11) órdenes, cuatro (4) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 36**).

Tabla 36. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Malambo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Annelida	Clitellata	Arhynchobdellida	ND	Arhynchobdellida Mf
		Hirudinida	ND	Rhynchobdellida Mf
		Tubificida	Naididae	Naididae Mf
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Noteridae	Noteridae Mf (Adulto)
				Noteridae Mf 1 (Adulto)
			Curculionidae	Curculionidae Mf (Adulto)
		Diptera		Chironomidae Mf (Larva)
			Chironomidae	Chironomidae Mf (Pupa)
				Chironomidae Mf 1 (Larva)
			Culicidae	Culicidae Mf (Larva)
		Hemiptera	Pleidae	Pleidae Mf (Adulto)
		Odonata	Aeshnidae	Aeshnidae Mf (Ninfa)
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Corbicula</i> sp.
	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	Physidae Mf 1
			Planorbidae	<i>Drepanotrema</i> sp.
				<i>Drepanotrema</i> sp. 1
		Cerithiida	Thiaridae	<i>Melanoides</i> sp.
				<i>Melanoides</i> sp. 1
		Littorinimorpha	Cochliopidae	Cochliopidae Mf
				<i>Pyrgophorus</i> sp.

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 134 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

En cuanto a la contribución de las divisiones del ensamblaje bentónico a la densidad total en la ciénaga de Malambo, se observó que los phyla Arthropoda y Mollusca dominan la comunidad bentónica, representando el 45,00% y el 40,00%, respectivamente, seguidos por Annelida, con el 15,00% restante (**Figura 16**).

Este predominio de Arthropoda y Mollusca podría reflejar su adaptabilidad a las condiciones del hábitat, como la presencia de sustratos adecuados o su tolerancia a las condiciones de contaminación. Los artrópodos se consideran uno de los grupos más exitosos a nivel mundial, debido a sus amplias ventajas evolutivas (Viejo-Montesinos, 2011), que les han permitido participar en diversos procesos ecológicos y formar parte fundamental de la mayoría de las cadenas tróficas en todos los ambientes (Ribera & Foster, 1997).

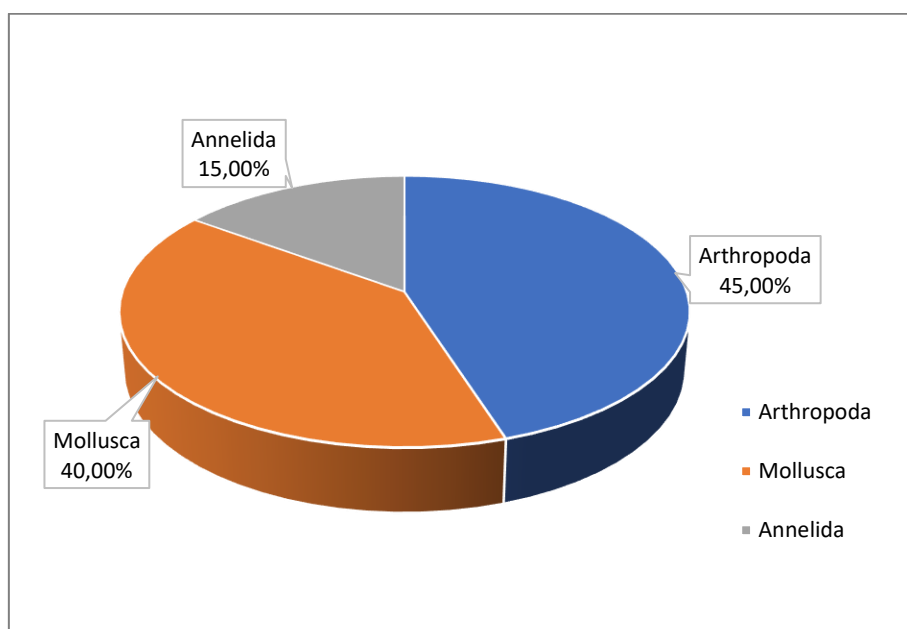


Figura 16. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. de Malambo.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 135 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 37. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Malambo.

		P1_699642			P2_699643			P3_699644		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	
Rhynchobdellida Mf				1	10,000	1,35				
Naididae Mf				2	20,000	2,70				
Chironomidae Mf (Larva)	13	130,000	8,72	10	100,000	13,51				
Chironomidae Mf (Pupa)				1	10,000	1,35				
Chironomidae Mf 1 (Larva)				8	80,000	10,81				
Corbicula sp.	5	50,000	3,36	6	60,000	8,11				
Drepanotrema sp.	51	510,000	34,23	10	100,000	13,51	4	40,000	23,53	
Drepanotrema sp. 1	2	20,000	1,34	2	20,000	2,70				
Melanoides sp.	7	70,000	4,70	5	50,000	6,76	1	10,000	5,88	
Melanoides sp. 1	1	10,000	0,67							
Cochliopidae Mf	37	370,000	24,83	5	50,000	6,76	2	20,000	11,76	
Pyrgophorus sp.	33	330,000	22,15	24	240,000	32,43	10	100,000	58,82	
Riqueza (S)		8			11			4		
Abundancia (No.Ind)		149			74			17		
Densidad (Ind/m²)		1490,000			740,000			170,000		
		P4_699645			P5_699646			P6_699647		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	
Arhynchobdellida Mf				1	10,000	0,85				
Naididae Mf	1	10,000	0,99							

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 136 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P4_699645			P5_699646			P6_699647		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Noteridae Mf (Adulto)				7	70,000	5,98			
Noteridae Mf 1 (Adulto)				1	10,000	0,85			
Curculionidae Mf (Adulto)				1	10,000	0,85			
Chironomidae Mf (Larva)	9	90,000	8,91				1	10,000	1,00
Chironomidae Mf 1 (Larva)	1	10,000	0,99						
Culicidae Mf (Larva)				1	10,000	0,85			
Pleidae Mf (Adulto)				1	10,000	0,85			
Aeshnidae Mf (Ninfa)				1	10,000	0,85			
<i>Corbicula</i> sp.	2	20,000	1,98	1	10,000	0,85			
Physidae Mf 1							1	10,000	1,00
<i>Drepanotrema</i> sp.	17	170,000	16,83	26	260,000	22,22	21	210,000	21,00
<i>Drepanotrema</i> sp. 1	5	50,000	4,95	9	90,000	7,69	3	30,000	3,00
<i>Melanoides</i> sp.	2	20,000	1,98						
Cochliopidae Mf	43	430,000	42,57	54	540,000	46,15	61	610,000	61,00
<i>Pyrgophorus</i> sp.	21	210,000	20,79	14	140,000	11,97	13	130,000	13,00
Riqueza (S)		9			12			6	
Abundancia (No. Ind)		101			117			100	
Densidad (Ind/m²)		1010,000			1170,000			1000,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 137 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Las morfoespecies con la mayor densidad en la ciénaga fueron Cochliopidae Mf, *Drepanotrema* sp. y *Pyrgophorus* sp., con valores totales de 2020,000 Ind/m², 1290,000 Ind/m² y 1150,000 Ind/m², respectivamente. Por otra parte, las menores densidades se registraron para las morfoespecies Arhynchobdellida Mf, Rhynchobdellida Mf, Noteridae Mf 1 (Adulto), Curculionidae Mf (Adulto), Chironomidae Mf (Pupa), Culicidae Mf (Larva), Pleidae Mf (Adulto), Aeshnidae Mf (Ninfa), Physidae Mf 1 y *Melanoides* sp. 1, cada una con densidades de 10,000 Ind/m² (**Figura 17**).

Los moluscos del género *Drepanotrema* son conocidos por su capacidad de habitar en ambientes acuáticos tanto lénticos (como lagos, estanques y lagunas) como lóticos (ríos y arroyos), generalmente asociados a macrófitas acuáticas (Lasso *et al.*, 2019; Coelho *et al.*, 2024). Su presencia en zonas aparentemente contaminadas sugiere una tolerancia a ciertas condiciones ambientales adversas. Algunas especies de *Drepanotrema* pueden resistir ambientes con bajos niveles de oxígeno (anóxicos) e incluso soportar períodos de sequía, lo que les permite colonizar hábitats temporales o con fluctuaciones extremas en sus condiciones (Kotzian & Amaral 2013).

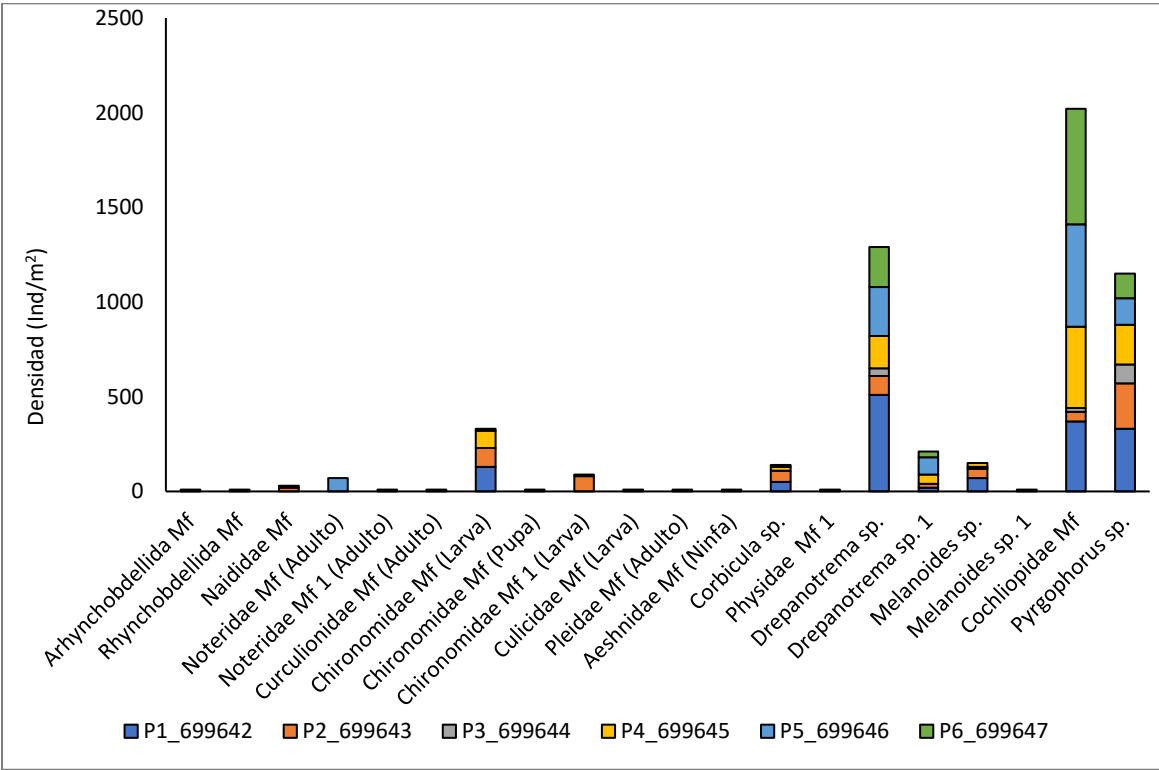


Figura 17. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Malambo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 138 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.2.4.1. Índices ecológicos.

El índice de Shannon-H mostró una diversidad baja en los puntos monitoreados, con valores inferiores a 2 bits/Ind, excepto en el P2_699643, donde se registró una diversidad moderada (2,026 bits/Ind). De manera similar, el índice de Margalef también indicó una diversidad baja, con excepción de los puntos P2_699643 y P5_699646, que presentaron una diversidad moderada, con valores de 2,323 bits/Ind y 2,310 bits/Ind, respectivamente. Estos resultados sugieren que, aunque la mayoría de los puntos monitoreados presentan una diversidad limitada, algunos sitios como P2_699643 y P5_699646 tienen condiciones relativamente más favorables para la proliferación de especies, lo que se traduce en una diversidad más alta.

El índice de equidad mostró valores altos en los puntos P1, P2, P3 y P4, y moderados en P5 y P6, lo que indica una distribución relativamente equilibrada de las morfoespecies. Por otro lado, la dominancia de Simpson (Dominance_D) fue baja y estuvo congruente con los valores de equidad, lo que reafirma la ausencia de especies dominantes y resalta la uniformidad en la distribución de la comunidad bentónica. Estos resultados sugieren que, aunque la diversidad en términos de riqueza es limitada, la comunidad bentónica presenta una buena distribución de las especies, lo que podría reflejar condiciones ambientales que favorecen la coexistencia de varias especies (**Tabla 38**).

Tabla 38. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Malambo.

	P1_699642	P2_699643	P3_699644	P4_699645	P5_699646	P6_699647
Taxa_S	8	11	4	9	12	6
Individuals	149	74	17	101	117	100
Dominance_D	0,239	0,171	0,419	0,264	0,287	0,434
Shannon_H	1,609	2,026	1,071	1,601	1,596	1,092
Margalef	1,399	2,323	1,059	1,733	2,310	1,086
Equitability_J	0,774	0,845	0,773	0,729	0,642	0,609

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 139 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.2.4.2. Índice BMWP (Col).

De acuerdo con el índice BMWP/Col (Roldán, 2003), se registraron los puntajes asignados por familia según las morfoespecies reportadas. El punto P5 presentó aguas muy contaminadas, clasificadas como de calidad crítica (Clase IV), mientras que los puntos P1, P2, P3, P4 y P6 mostraron aguas fuertemente contaminadas, con calidad muy crítica (**Tabla 39**).

Tabla 39. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Malambo.

Puntos de Muestreo	P1_699642	Puntaje	P2_699643	Puntaje	P3_699644	Puntaje
Familias	Chironomidae	2	Chironomidae	2	Planorbidae	5
	Planorbidae	5	Planorbidae	5	Thiaridae	5
	Thiaridae	5	Thiaridae	5		
BMWP	12		12		10	
Calidad	Muy Critica		Muy Critica		Muy Critica	
Clase	V		V		V	
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Fuertemente Contaminadas	

Puntos de Muestreo	P4_699645	Puntaje	P5_699646	Puntaje	P6_699647	Puntaje
Familias	Chironomidae	2	Aeshnidae	6	Chironomidae	2
	Planorbidae	5	Culicidae	2	Physidae	3
	Thiaridae	5	Noteridae	4	Planorbidae	5
			Planorbidae	5		
BMWP	12		17		10	
Calidad	Muy Critica		Critica		Muy Critica	
Clase	V		IV		V	
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Muy Contaminadas		Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 140 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.2.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga de malambo, estuvo conformada por dos morfoespecies, pertenecientes a dos (2) familias, dos (2) ordenes, una (1) clase y un phylum (**Tabla 40**).

Se identificaron las morfoespecies *Andinoacara latifrons* y *Trichopodus pectoralis*. Estás se capturaron en el punto P2_699643, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la **Tabla 42**, se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados. El individuo de la morfoespecie *Andinoacara latifrons* tuvo una longitud total (LT) de 12,0 cm, una longitud estándar (LE) de 9,5 cm y un peso (W) de 31,0 g. Uno de los individuos de *Caquetaia kraussii* tuvo 15,5 cm de LT, 13 cm de LE y un Peso de 51 g. Mientras que, el otro individuo tuvo 16,5 cm de LT, 13,5 cm de LE y un Peso de 53, 0 g.

Las morfoespecies del género *Andinoancara* pertenecientes al orden de los Cichliformes (Cichlidae), cuenta con alrededor de 251 géneros y más de 1730 especies válidas (Fricke et al., 2022). La composición de la dieta de *Andinoacara latifrons* (especie asociada al género de la morfoespecie reportada es omnívora con tendencia a insectívora, con preferencia por el consumo animal (insectos, moluscos, crustáceos, restos de peces), mientras los ítems de origen vegetal son escasos, siendo principalmente algas filamentosas *Microsphora* sp. (Morales & García-Alzate, 2016).

Tabla 40. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Cichliformes	Cichlidae	Andinoacara	<i>Andinoacara latifrons</i>
		Anabantiformes	Osphronemidae	Trichopodus	<i>Trichopodus pectoralis</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 41. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P2_699643
<i>Andinoacara latifrons</i>	1
<i>Trichopodus pectoralis</i>	2
Riqueza (S)	2
Abundancia (No. Ind)	3

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 141 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 42. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre comun	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P2_699643	Mojarra Piedra- cabeza azul	<i>Andinoacara latifrons</i>	12	9,5	N. A.	31
	Gurami de piel de serpiente	<i>Trichopodus pectoralis</i>	15,5	13	N. A.	51
	Gurami de piel de serpiente	<i>Trichopodus pectoralis</i>	16,5	13,5	N. A.	53

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

5.2.1.1 Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 43** se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

Tabla 43. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORIAS DE AMENAZA				USOS		Distribución
		RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN	CON	
<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra Piedra- cabeza azul	NI	NE	LC	NE	X	X	R
<i>Trichopodus pectoralis</i>	Gurami de piel de serpiente	NI	NE	LC	NE		X	C

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endémica (CE) y Endémica (E).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 142 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.2.5.1. Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

5.1.2.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue baja, registrándose cuatro morfoespecies (*Pontederia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia sp.* y *Typha sp.*) pertenecientes a las familias Pontederiaceae, Araceae, Salviniaceae y Typhaceae. De los órdenes Commelinales, Alismatales, Salviniiales y Poales respectivamente. De las clases Polypodiopsida y Magnoliopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta.

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Pontederia crassipes* con 49,02%, seguida de *Typha sp.* con 33,26%, *Pistia stratiotes* con 12,56 y *Salvinia sp.* con 5,16% (Tabla 44).

Pontederia crassipes ha invadido los sistemas de agua dulce en los cinco continentes y, según los modelos de cambio climático, su distribución puede expandirse a latitudes más altas a medida que aumentan las temperaturas (Hellmann *et al.*, 2008; Rahel & Olden, 2008; Rodríguez-Gallego *et al.*, 2004). Sin embargo, esta maleza es considerada un recurso de inmenso potencial. La enorme biomasa se ha empleado en el tratamiento de aguas residuales, la remediación de metales pesados, la eliminación de tinte, como fuente de biocombustible, en la generación de electricidad, las industrias, en alimentos humanos y antioxidantes, en medicamentos, en la alimentación animal, la agricultura, la alelopatía y la fabricación de artículos del hogar (Patel, 2012).

Por otra parte, *Pistia stratiotes* posee una producción de semillas, la cual es fundamental porque pueden permanecer latentes durante meses y resistir la sequía o la congelación (McCann *et al.*, 1996). Además, estas plantas pueden bioacumular cantidades considerables de metales pesados, por lo que el detritus bajo algunas esteras podría ser tóxico (Dray & Center, 2002).

Por otro lado, el género *Typha* está compuesto de Macrófitas emergentes de distribución cosmopolita con aproximadamente 13 especies, se encuentran en hábitats someros dulciacuícolas y ligeramente salinos como pantanos, lagos, ríos y ciénagas (Bonilla-Barbosa & Araúz 2012, Madriñán *et al.*, 2017). Este género está adaptado para colonizar condiciones edáficas diferentes, llegando a vivir en suelos con alto y bajos contenidos de materia orgánica y salinidad (Fraga, 2018). Se les ha considerado en algunas partes del mundo como

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 143 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

plagas o malezas acuáticas por cubrir grandes extensiones de terrenos y obstaculizar el riego, la pesca y la navegación (Mora *et al.*, 2018, Bonilla-Barbosa & Araúz 2012).

Tabla 44. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas de C. Malambo

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>
		Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>
		Poales	Typhaceae	<i>Typha sp.</i>
	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia sp.</i>

Fuente: Labormar,2024.

Tabla 45. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en Mesolandia.

MORFOESPECIE	P1_699642	P2_699643	P3_699644	P4_699645	P5_699646	P6_699647
	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Pontederia crassipes</i>	14,5	13,0	26,3	51,8	3	81,5
<i>Pistia stratiotes</i>	4,5	5,5	6,7	14,5	9,5	8,0
<i>Typha sp.</i>			50,0		79	
<i>Salvinia sp.</i>	1,5		4,5	6	3,5	4,5
Riqueza (S)	3	2	4	3	4	3
Cobertura (%)	20,5	18,5	87,5	72,3	95,0	94,0

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 144 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

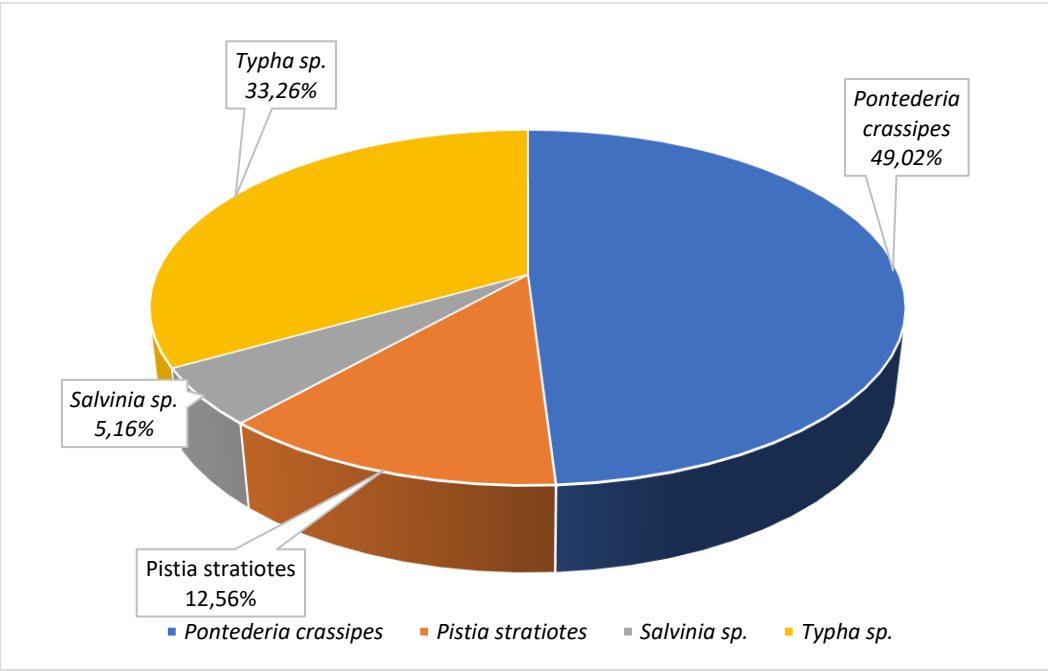


Figura 18. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en Malambo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 145 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.3. Ciénaga de Sabanagrande

5.1.3.1. Fitoplancton

El fitoplancton de la ciénaga estuvo compuesto por 16 morfoespecies, distribuidas en 12 familias, 10 órdenes, 7 clases y 4 phyla (**Tabla 46**). Dentro de estos, el grupo más diverso fue Chlorophyta, que representó el 37,50% de las morfoespecies identificadas, seguido por Euglenozoa con 31,25%, Heterokontophyta con 18,75% y Cyanobacteria con 12,50% (*Figura 19*).

Tabla 46. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada C. de Sabanagrande

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp.</i>
		Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Tetraedron sp.</i>
			Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp.</i>
			Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp.</i>
				<i>Scenedesmus sp.</i>
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Micractinium sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>
				<i>Strombomonas sp.</i>
			Phacaceae	<i>Lepocinclis sp.</i>
				<i>Phacus sp.</i>
				<i>Phacus sp. 1</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Amphiprora sp.</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Entre los phyla con mayor riqueza, Chlorophyta representa un grupo funcional clave en la producción primaria, contribuyendo significativamente a la biomasa fitoplanctónica. Su distribución abarca ambientes mesotróficos y eutróficos, donde pueden desempeñar un papel dominante o codominante en la sucesión del fitoplancton, particularmente en la transición entre la fase de aguas claras y los eventos de floración algal mixta durante el verano (Bellinger & Sigee, 2010).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 146 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Las Euglenozoa, por su parte, presentan una marcada afinidad por ecosistemas acuáticos con elevadas temperaturas y altas concentraciones de materia orgánica disuelta, lo que favorece su proliferación en condiciones de eutrofización avanzada (Pereira & Azeteiro, 2003 en Huertas-Farías, Guevara & Reinoso-Flórez, 2023). Su capacidad para tolerar variaciones en la disponibilidad de oxígeno y compuestos orgánicos disueltos les permite colonizar sistemas acuáticos con fluctuaciones ambientales significativas.

Finalmente, las Heterokontophyta, representadas principalmente por las diatomeas, constituyen uno de los grupos fitoplanctónicos más exitosos tanto en términos de diversidad específica como de biomasa generada. Su amplio rango ecológico y su capacidad para explotar diferentes nichos ecológicos les permite prosperar en una variedad de sistemas acuáticos, desde ambientes lóticos hasta lénticos, desempeñando un papel fundamental en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas acuáticos, así como en los ciclos biogeoquímicos globales (Kooistra et al., 2011).

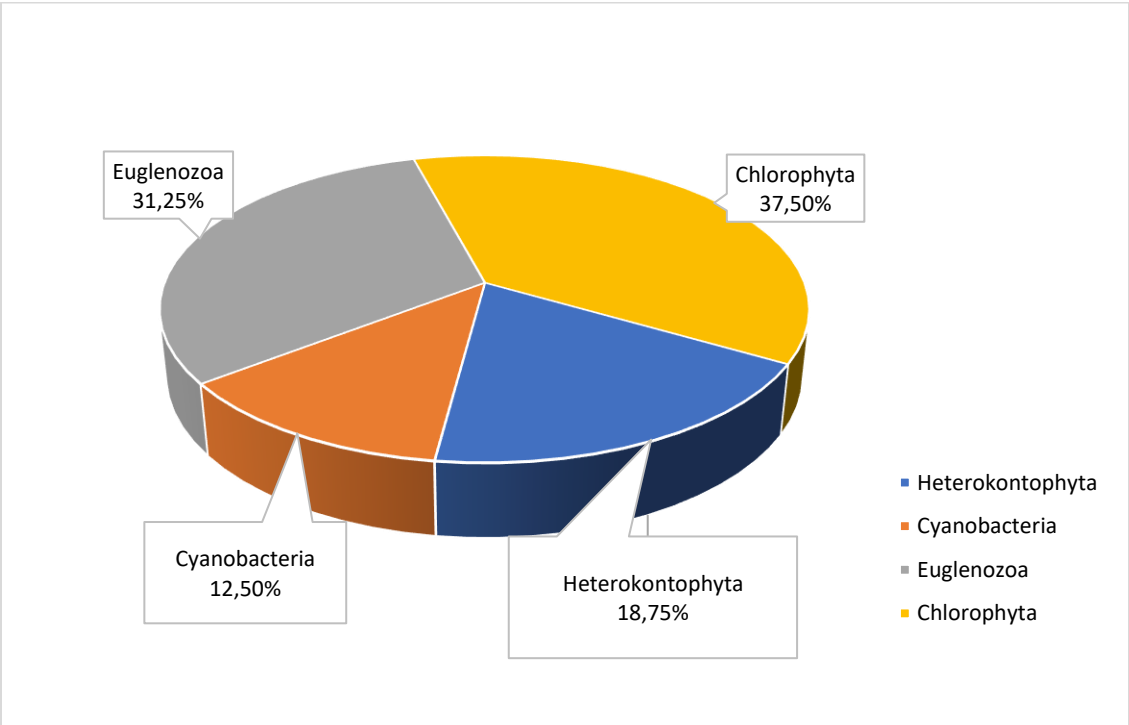


Figura 19. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en la C. de Sabanagrande.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 147 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

En el análisis de la densidad y riqueza del ensamblaje en los diferentes puntos de monitoreo, se observó que ambos poseen 12, sin embargo, vemos una diferencia no marcada entre las densidades siendo el punto P1-699663 con 7,9 Ind/ml y P-699664 un valor de 5,74 Ind/ml.

Tabla 47. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la C. de Sabanagrande.
Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699663			P2_699664		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Eudorina sp.</i>	7	0,233	2,95			
<i>Tetradron sp.</i>				4	0,093	1,63
<i>Golenkinia sp.</i>				2	0,047	0,81
<i>Coelastrum sp.</i>	6	0,200	2,53			
<i>Scenedesmus sp.</i>	6	0,200	2,53	2	0,047	0,81
<i>Micractinium sp.</i>	2	0,067	0,84			
<i>Planktothrix sp.</i>	54	1,800	22,78	117	2,730	47,56
<i>Spirulina sp.</i>	5	0,167	2,11	4	0,093	1,63
<i>Euglena sp.</i>	1	0,033	0,42	5	0,117	2,03
<i>Strombomonas sp.</i>	5	0,167	2,11	2	0,047	0,81
<i>Lepocinclis sp.</i>	7	0,233	2,95	2	0,047	0,81
<i>Phacus sp.</i>	8	0,267	3,38	6	0,140	2,44
<i>Phacus sp. 1</i>	2	0,067	0,84			
<i>Amphiprora sp.</i>				1	0,023	0,41
<i>Aulacoseira sp.</i>				3	0,070	1,22
<i>Cyclotella sp.</i>	134	4,467	56,54	98	2,287	39,84
Riqueza (S)		12			12	
Abundancia (No.Ind)		237			246	
Densidad (Ind/ml)		7,900			5,740	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En cuanto a morfoespecies más representativas fueron: *Cyclotella sp.* registró la mayor densidad con 6,753 Ind/ml, seguido de *Planktothrix sp.* y *Phacus sp.* las cuales presentaron una densidad de 4,530 Ind/ml y 0.407 Ind/ml respectivamente (**Figura 20**).

Las diatomeas del género *Cyclotella sp* son indicadoras de aguas con moderada eutrofización y estabilidad térmica, destacándose en sistemas lénticos con bajo dinamismo (Winder et al., 2009). Por otro lado, la cianobacteria *Planktothrix sp.*, mencionada en ocasiones anteriores, puede formar floraciones potencialmente nocivas (Sivonen & Jones,

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 148 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

1999). Finalmente, los organismos del género *Phacus*, pertenecientes al grupo Euglenozoa, son asociados con ambientes enriquecidos en materia orgánica (Huertas-Farías, Guevara & Reinoso-Flórez, 2023)

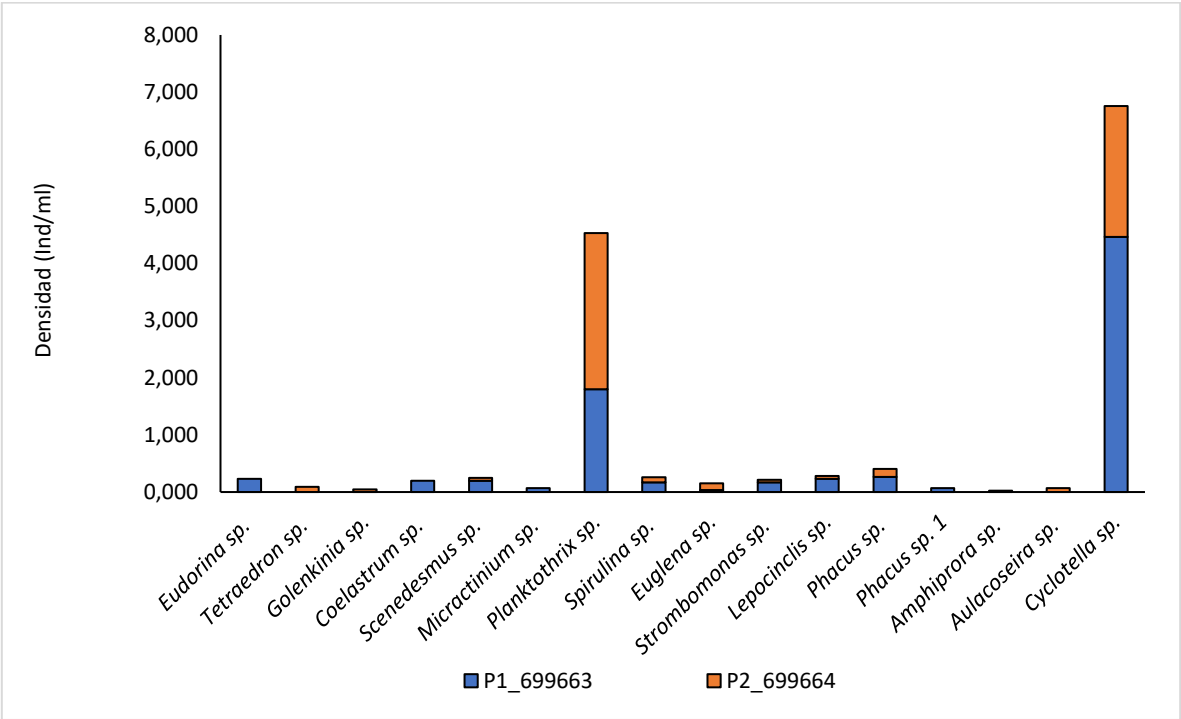


Figura 20. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en en la C. de Sabanagrande
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.3.1.1. Índices ecológicos

Los índices de Margalef y de Shannon reportaron bajos valores del promedio de los datos (2,005 bits y 1,3685 respectivamente), indicando de esta manera una comunidad fitoplanctónica es un poco variada y escasamente diversa, donde valores inferiores a 2,0 son relacionados con zonas de baja diversidad y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

Por otra parte, el índice de Pielou, registró una equitatividad moderada con promedio de 0,5414 considerando que este índice toma valores de 0 a 1, donde los valores más cercanos a 1 muestran mayor uniformidad, condición que igualmente se refleja el bajo valor obtenido para el índice de dominancia de Simpson (0,379) que sugiere que no hay una marcada dominancia de una sola especie en la comunidad. Sin embargo, las especies con mayor abundancia relativa, *Cyclotella* sp. y *Planktothrix* sp., contribuyeron con menos del 88% de

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 149 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

la abundancia total, lo que sugiere que, aunque existe una tendencia a la dominancia de ciertas morfoespecies, aún persiste cierta heterogeneidad en la composición fitoplanctónica.

Tabla 48. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. de Sabanagrande.

	P1_699663	P2_699664
Taxa_S	12	12
Individuals	237	246
Dominance_D	0,374	0,384
Shannon_H	1,458	1,279
Margalef	2,012	1,998
Equitability_J	0,577	0,506

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 150 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.3.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 553 individuos con una densidad total de 2,59 Ind/ml, agrupados en 14 morfoespecies, 10 familias, de las cuales dos (2) fueron no determinadas (ND), ocho (8) órdenes (con uno no determinados), cuatro (4) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 49**). El Phylum Rotifera aportó la mayor riqueza de morfoespecies con nueve (9) morfoespecies que correspondió al 67 %, seguido de Arthropoda y Protozoa con 29 y 5 %, respectivamente (**Figura 21**).

Tabla 49. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga de Sabanagrande.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphniidae Mf</i>
			Moinidae	<i>Moinidae Mf</i>
	Maxillopoda	Calanoida	ND	<i>Calanoida Mf</i>
		Cyclopoida	ND	<i>Cyclopoida Mf</i>
		ND	ND	<i>Larva nauplio</i>
Protozoa	Ostracoda	ND	ND	<i>Ostracoda Mf</i>
	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp.</i>
		Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp.</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna sp.</i>
			Brachionidae	<i>Keratella sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

A nivel de phylum, se observó que el grupo Rotifera fue el más representativo, con una contribución del 67 % de la riqueza total, este grupo se caracteriza por tener una corona ciliada, que le da un movimiento giratorio característico (Guerrero, *et al.*, (2013)) son buenos como indicadores de la calidad del agua, considerando características específicas de cada especie, pueden ser indicadores de materia orgánica o saprobididad, así como de condiciones oligotróficas, mesotrófica y eutróficas, variaciones de temperatura, entre otros (Sládecek, 1983). Le siguió Arthropoda con el 28 % de la riqueza, sus especies son excelentes indicadores de la calidad ambiental, ya que por la abundancia y riqueza de sus especies se puede determinar el grado de intervención o impacto ambiental que esté sufriendo un ecosistema (Ten Hagen *et al.*, 2022).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 151 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

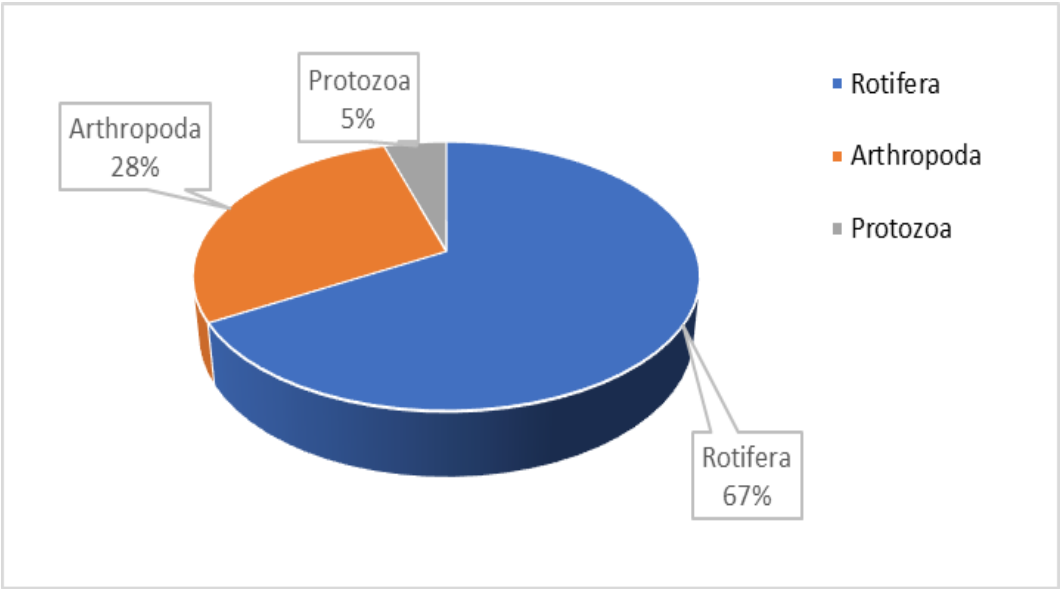


Figura 21. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga del Sabanagrande.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

En la **Tabla 50** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica la ciénaga de Sabanagrande.

Tabla 50. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónica registrado en la ciénaga de Sabanagrande. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699663			P2_699664		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND2	Ind/ml3	AR4
<i>Daphniidae Mf</i>	8	0,053	2,228			
<i>Moina sp.</i>				8	0,009	4,124
<i>Cyclopoida Mf</i>	6	0,040	1,671	4	0,005	2,062
<i>Larva nauplio</i>	8	0,053	2,228	5	0,006	2,577
<i>Arcella sp.</i>				5	0,006	2,577
<i>Filinia sp.</i>	36	0,237	10,028	12	0,014	6,186
<i>Philodinidae Mf</i>				39	0,046	20,103
<i>Asplanchna sp.</i>	2	0,013	0,557	47	0,055	24,227
<i>Brachionus sp.</i>	133	0,876	37,047	23	0,027	11,856
<i>Brachionus sp. 1</i>	68	0,448	18,942	21	0,025	10,825
<i>Brachionus sp. 2</i>	49	0,323	13,649	30	0,035	15,464
<i>Brachionus sp. 3</i>	28	0,184	7,799			
<i>Brachionus sp. 4</i>	15	0,099	4,178			
<i>Lecane sp.</i>	6	0,040	1,671			
Riqueza (S)		11			10	
Abundancia (No.Ind)		359			194	
Densidad (Ind/ml)		2,363			0,226	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 152 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

A nivel de morfoespecies se observó que la morfoespecie de *Brachionus* sp. fue la más representativa, con una densidad de 0,902 Ind/ml, seguida por *Brachionus* sp.1 con 0,472 Ind/ml, mientras que las morfoespecies restantes presentaron densidades por debajo de 0,360 Ind/l.

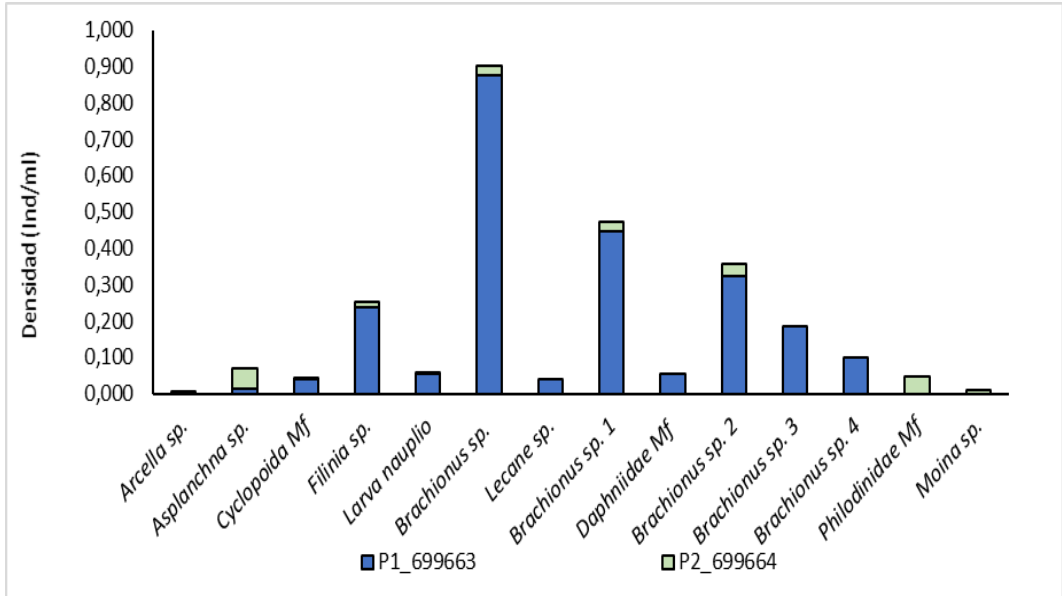


Figura 22. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga Sabanagrande.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 153 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.3.2.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos, según Shannon y Margalef, muestran una diversidad baja para el punto P1, (1,866 bits/individuo), indicando una diversidad baja, es decir, poco variada; mientras que en el P2 (2,044 bits/individuo) indica una diversidad media. Por otra parte, el índice de Pielou, indica que la comunidad presenta densidades con tendencia a la equitatividad, con valores entre 0,700 y 0,708; lo cual es ratificado por el índice de dominancia de Simpson, cuyos valores entre 0,209 y 0,152, los que indican que la comunidad presenta baja dominancia de especies (**Tabla 51**).

Tabla 51. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga Sabanagrande.

	P1_699663	P2_699664
Taxa_S	11	10
Individuals	359	194
Dominance_D	0,209	0,152
Shannon_H	1,866	2,044
Margalef	1,700	1,708
Equitability_J	0,778	0,888

Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 154 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.3.3. Perifiton

Para el ensamblaje perifítico de la ciénaga de Sabanagrande, se reportó un total 340 individuos con una densidad total 2172,222 Ind/cm², agrupados en 8 morfoespecies, 8 familias, 7 órdenes, 3 clases y 3 Phyla (**Tabla 52**). Cabe mencionar, que solo fue posible la toma de perifiton en uno de los dos puntos de muestreo debido a que no se encontró sustrato en el punto dos.

Tabla 52. Taxonomía del ensamblaje Perifítico registrado en la C. Sabanagrande. LABORMAR S.A.S. 2024.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>
			Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>
		Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

La división Heterokontophyta fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 75,00%, seguida de Cyanobacteria y Euglenozoa con 12,50% (**Figura 23**). En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Nitzschia* sp. con la de mayor densidad con un valor de 1859,167 Ind/cm². Seguida de *Oscillatoria* sp. y *Eunotia* sp. con 83,056 Ind/cm² y 70,278 Ind/cm² respectivamente. Por otra parte, *Phacus* sp y *Pinnularia* sp. registró el valor más bajo de densidad con 12,778 Ind/cm² (**Figura 24**).

En cuanto al género *Nitzschia*, es común en sistemas meso a eutróficos, tolerante a contenidos de sedimentos y conductividades altas (Bellinger & Sigee, 2010). Presente en ambientes con alta turbulencia, carga sedimentaria y conductividad alta (Pinilla, 2000). Se ha evidenciado que contienen morfotipos tolerantes a medios contaminados y son reconocidos por ser indicadores de enriquecimiento orgánico dado que son heterótrofas de nitrógeno (Wehr & Sheath, 2003).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 155 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

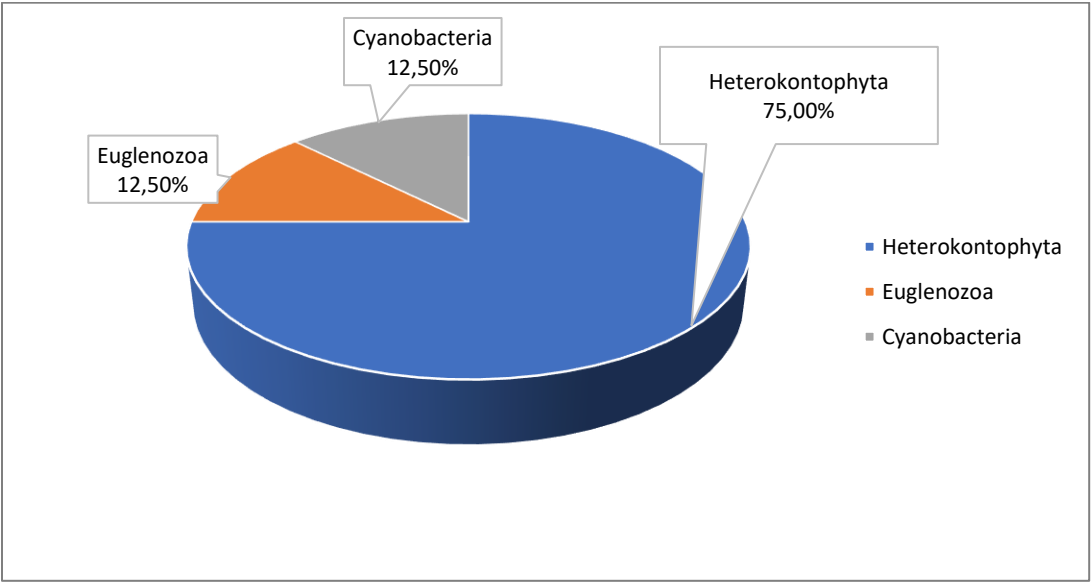


Figura 23. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en la C. Sabanagrande.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

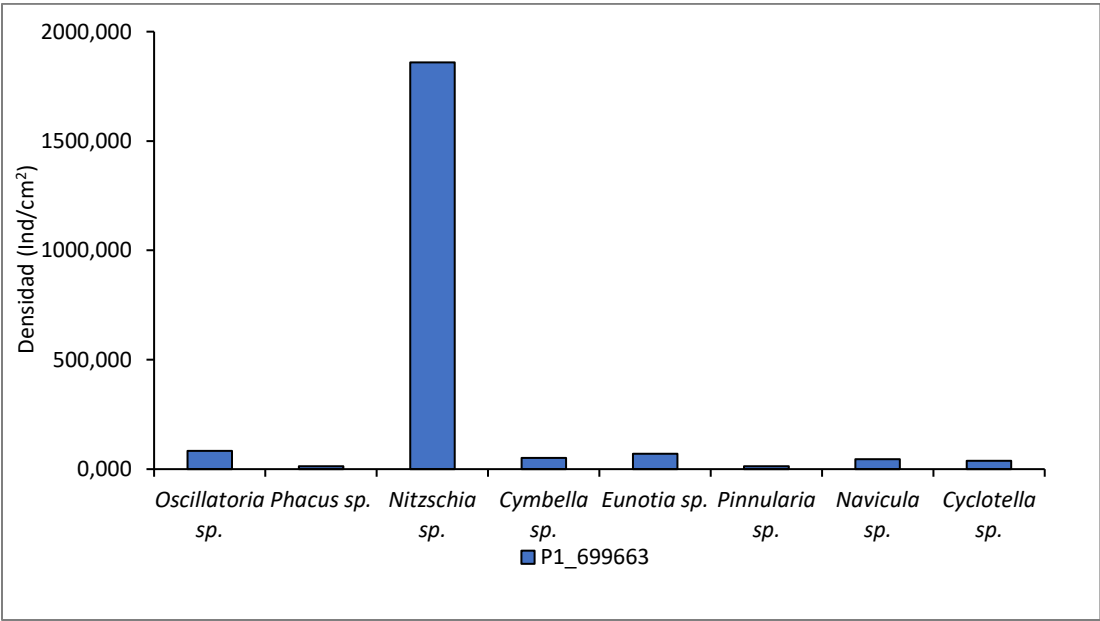


Figura 24. Densidad total de las morfoespecies de Perifiton en la C. Sabanagrande.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 156 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 53. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. Sabanagrande. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699663		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Oscillatoria sp.</i>	13	83,056	3,82
<i>Phacus sp.</i>	2	12,778	0,59
<i>Nitzschia sp.</i>	291	1859,167	85,59
<i>Cymbella sp.</i>	8	51,111	2,35
<i>Eunotia sp.</i>	11	70,278	3,24
<i>Pinnularia sp.</i>	2	12,778	0,59
<i>Navicula sp.</i>	7	44,722	2,06
<i>Cyclotella sp.</i>	6	38,333	1,76
Riqueza (S)		8	
Abundancia (No.Ind)		340	
Densidad (Ind/cm²)		2172,222	

Fuente: Labormar,2024.

5.1.3.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 54**, se muestran los índices ecológicos calculados del ensamblaje perifítico en C. de Sabanagrande, en el cual, se puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el único punto con resultados, indica baja diversidad según estos índices, con un valor de 0,669 bit/individuo y 1,201 bit/individuo respectivamente.

Por su parte, el índice de dominancia de Simpson indica que existe una dominancia, dado que el valor registrado para el punto en cuestión registró 0,736. Se puede explicar este resultado por la gran diferencia entre la abundancia de *Nitzschia sp.* y las demás morfoespecies registradas.

Lo anterior, se corrobora con el índice de Pielou, el cual registró un valor bajo, confirmado que no hay equidad en las abundancias de las morfoespecies registradas.

Tabla 54. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en C. Sabanagrande.

	P1_699663
Taxa_S	8
Individuals	340
Dominance_D	0,736
Shannon_H	0,669
Margalef	1,201
Equitability_J	0,322

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 157 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.3.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se registró una densidad de 1280,000 Ind/m² y abundancia de 128 individuos, distribuidos en siete (7) morfoespecies, seis (6) familias, cinco (5) órdenes, tres (3) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 55**). El phylum Mollusca registró el mayor número de morfoespecies, con un 85,71 %, seguido de Annelida, con el 14,29 % restante (**Figura 25**).

Tabla 55. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Sabanagrande.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	Naididae Mf
	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Corbicula</i> sp.
		Basommatophora	Planorbidae	Planorbidae Mf
Mollusca	Gastropoda	Cerithiida	Thiaridae	<i>Melanoides</i> sp.
				<i>Melanoides</i> sp. 1
		Littorinimorpha	Hydrobiidae	Hydrobiidae Mf
			Cochliopidae	<i>Pyrgophorus</i> sp.

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

La división Mollusca es considerado el grupo de invertebrados más rico en número de especies conocidas, después de los artrópodos (Bouchet, 1997, Lasso *et al.*, 2009). Se distribuyen en grandes cantidades en hábitats marinos, estuarinos y de agua dulce, sin embargo, su radiación les ha permitido colonizar ambientes terrestres (Holguín-Quñones & González-Pedraza, 1994, Lasso *et al.*, 2009).

El Phylum Annelida está compuesto por los gusanos segmentados, que comprende animales eumetazoos bilaterales, protostomados, esquizocelomados y metaméricos. Actualmente se divide en dos clases principales: Polychaeta y Clitellata, esta última incluyendo las subclases Hirudinea y Oligochaeta (Brusca & Brusca, 2005). Estos organismos juegan un papel fundamental en las redes tróficas de los ecosistemas acuáticos, siendo parte importante de la dieta de peces bentófagos y contribuyendo significativamente al alimento consumido por especies de peces de valor económico, así como por macroinvertebrados y otros poliquetos (Gray & Elliott, 2009; Liñero-Arana & Díaz-Díaz, 2011).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 158 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

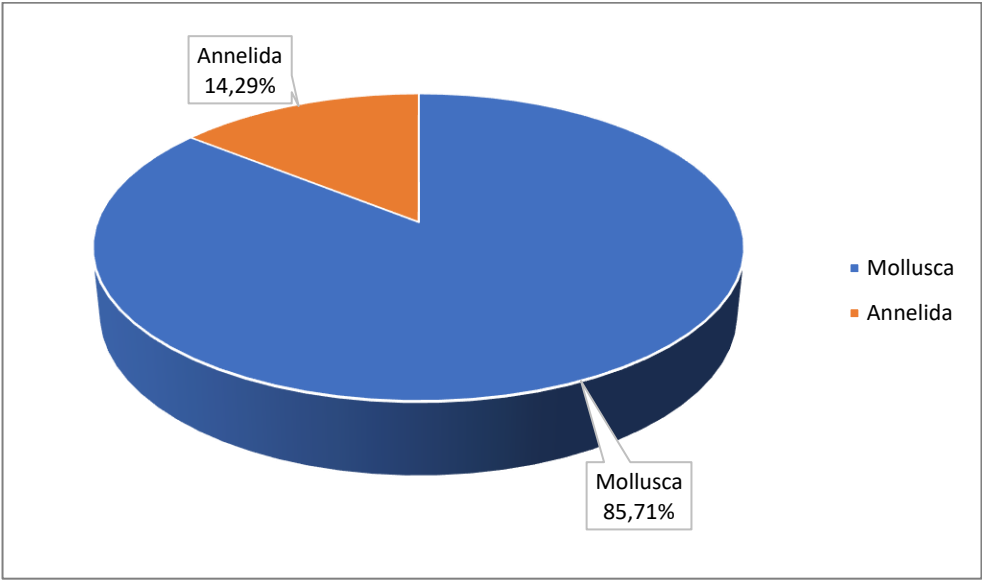


Figura 25. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. de Sabanagrande.

Tabla 56. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Sabanagrande.

MORFOESPECIE	P1_699663			P2_699664		
	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR
Naididae Mf				1	10,000	0,79
<i>Corbicula</i> sp.				2	20,000	1,59
Planorbidae Mf	1	10,000	50,00	2	20,000	1,59
<i>Melanoides</i> sp.				48	480,000	38,10
<i>Melanoides</i> sp. 1				29	290,000	23,02
Hydrobiidae Mf	1	10,000	50,00			
<i>Pyrgophorus</i> sp.				44	440,000	34,92
Riqueza (S)		2			6	
Abundancia (No.Ind)		2			126	
Densidad (Ind/m²)		20,000			1260,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

Las morfoespecies con la mayor densidad fueron *Melanoides* sp. y *Pyrgophorus* sp. con valores de 480,000 Ind/m² y 440,000 Ind/m², respectivamente, presentes únicamente en el punto P2_699664. En el punto P1_699663 se registraron dos morfoespecies: Hydrobiidae Mf y Planorbidae Mf, cada una con densidades de 10,000 Ind/m² (**Figura 26**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 159 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

El género *Melanoides* es un grupo de moluscos gasterópodos de la familia Thiaridae, ampliamente distribuido en ambientes de agua dulce y con la capacidad de tolerar aguas contaminadas con desechos de origen orgánicos y eutrofizadas (Linares *et al.*, 2018). En particular, *Melanoides tuberculata* ha sido ampliamente reconocida como una especie invasora, debido a su gran capacidad de adaptación, reproducción acelerada y competencia por recursos, lo que representa una amenaza para la biodiversidad y el equilibrio ecológico de los ecosistemas acuáticos. (Dundee & Paine, 1977; Quirós-Rodríguez et al., 2018).

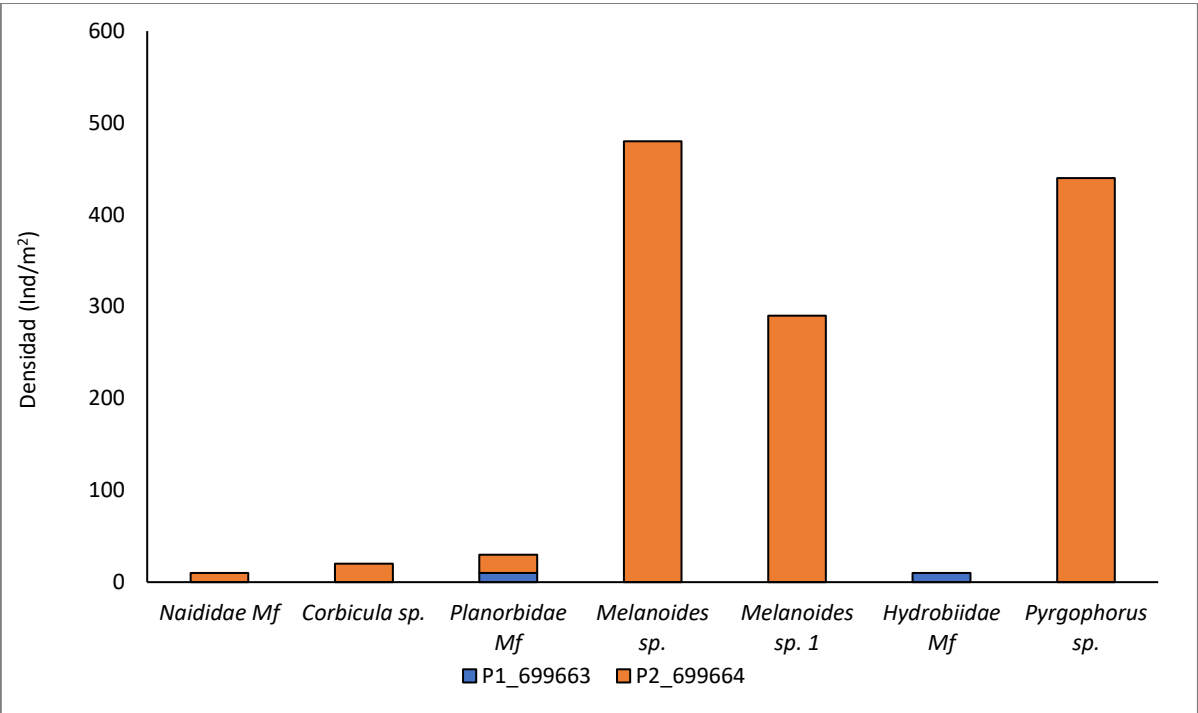


Figura 26. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Sabanagrande. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 160 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.3.4.1. Índices ecológicos

Los índices de Shannon-H y Margalef registraron una diversidad baja en el área de estudio, con valores inferiores a 2 bits/Ind. En cuanto a la equidad, el índice de Pielou mostró una equilibrada distribución de las morfoespecies en el punto P1, con un valor de $J'=1,000$, lo que indica una alta equitatividad, es decir, una distribución bastante uniforme de los individuos entre las especies. En contraste, en el punto P2, la equitatividad fue moderada ($J'=0,694$), lo que sugiere que la distribución de los individuos es menos uniforme, probablemente debido a la presencia de especies más abundantes que compiten por los recursos.

Por otra parte, índice de Simpson, que mide la dominancia, mostró una baja dominancia en el área de estudio, lo cual es congruente con los valores de equidad registrados por el índice de Pielou. Este patrón indica que, aunque la diversidad de especies es baja, no existe una especie dominante (**Tabla 57**).

Tabla 57. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Sabanagrande.

	P1_699663	P2_699664
Taxa_S	2	6
Individuals	2	126
Dominance_D	0,500	0,321
Shannon_H	0,693	1,243
Margalef	1,443	1,034
Equitability_J	1,000	0,694

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.1.3.4.2. Índice BMWP (Col).

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga de Sabanagrande muestra aguas fuertemente contaminadas de calidad muy crítica (Clase V) en el punto P1. No obstante, en el punto P2, el índice arrojó aguas muy contaminadas de calidad crítica (Clase IV) (**Tabla 58**). Estos resultados indican que la calidad del agua en ambos puntos de monitoreo está severamente deteriorada, con altos niveles de contaminación que afectan la biodiversidad acuática. La clasificación de calidad crítica y muy crítica refleja un impacto significativo en los ecosistemas acuáticos.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 161 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 58. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Sabanagrande.

Puntos de Muestreo	P1_699663	Puntaje	P2_699664	Puntaje
Familias	Hydrobiidae	8	Aeshnidae	6
	Planorbidae	5	Planorbidae	5
			Thiaridae	5
BMWP	13		16	
Calidad	Muy Critica		Critica	
Clase	V		IV	
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Muy Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.3.5. Peces

En cuanto a los peces, no hubo capturas de estos, en los puntos objeto de estudio. Sin embargo, esto no debe interpretarse como ausencia total de peces. Es decir, se realizó el esfuerzo de muestreo con atarraya sin capturas de individuos.

5.1.3.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue baja, registrándose una morfoespecie (*Pontederia crassipes*) pertenecientes a las familias Pontederiaceae. Del orden Commelinales. De clase Magnoliopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta (Tabla 59).

La cobertura total de Macrófitas acuáticas fue de 50,00% (Tabla 60).

Tabla 59. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en Sabanagrande.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>

Fuente: Labormar,2024.

Tabla 60. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en Sabanagrande.

MORFOESPECIE	P1_699663 Cobertura (%)
<i>Pontederia crassipes</i>	50,0
Riqueza (S)	1
Cobertura (%)	50,0

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 162 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.4. Ciénaga de Santo Tomás

5.1.4.1. Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica de la ciénaga presentó una composición de cuatro phyla (Euglenozoa, Chlorophyta, Cyanobacteria y heterokontophyta y Charophyta), cinco (5) clases, seis (6) órdenes, siete (7) familias, ocho (8) morfoespecies como se observa en la **Tabla 61** que contiene el resumen taxonómico de cada morfoespecie.

Tabla 61. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en la C. Santo Tomás.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Tetraedron sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis sp.</i>
				<i>Raphidiopsis sp.</i>
		Oscillatoriales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Figura 27**, se observa la distribución porcentual de la riqueza fitoplanctónica por división. El phylum Cyanobacteria representó el 50 % de la riqueza total, lo que sugiere su predominio en el ecosistema, favorecido por condiciones térmicas y tróficas propicias para su desarrollo. Heterokontophyta, el grupo más diverso de microalgas de agua dulce, aportó el 25 % de la riqueza, con la presencia de dos taxa. Finalmente, Euglenozoa y Chlorophyta, con una única taxa cada una, contribuyeron con el 13 % de la riqueza total, registrando la menor diversidad.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 163 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

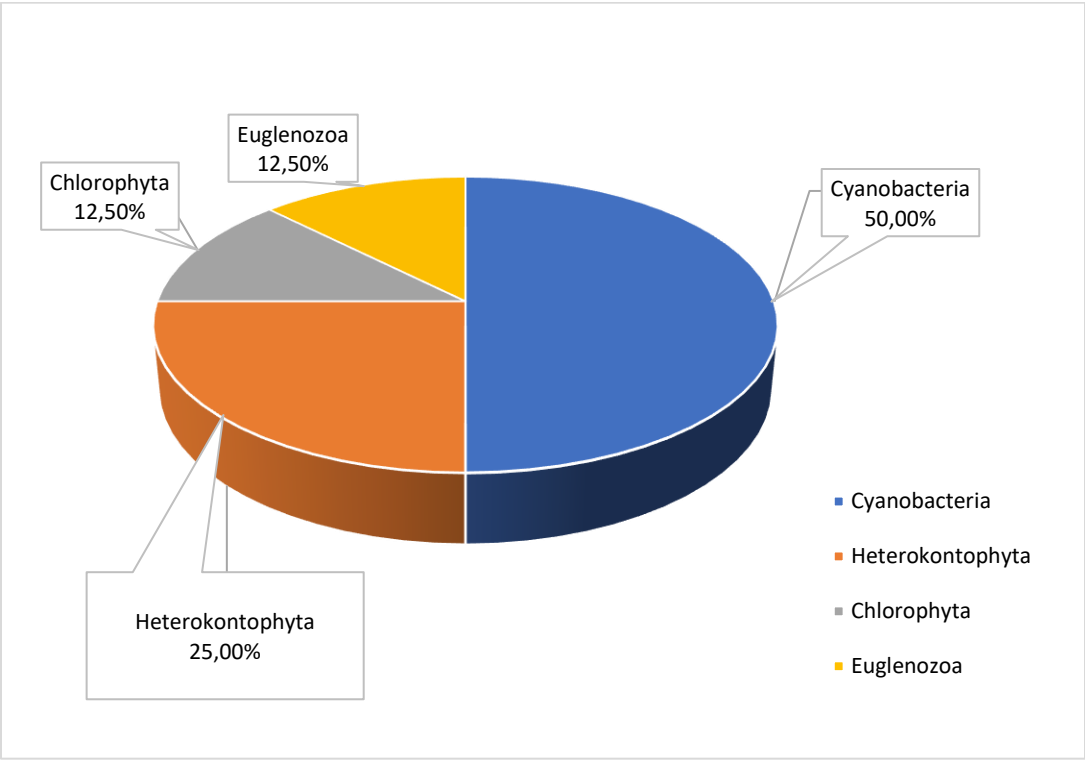


Figura 27. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en el punto monitoreado.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En términos de abundancia, el punto P2-699662, a pesar de presentar una riqueza de ocho individuos, registró una densidad de 9,24 Ind/ml. En contraste, el punto P1-699661, con una riqueza menor de tres morfoespecies, exhibió una mayor densidad con 15,925 Ind/ml. Estos resultados sugieren que la relación entre riqueza y densidad puede estar modulada por factores ambientales y ecológicos específicos, como la disponibilidad de nutrientes, la estabilidad del sistema y la competencia entre especies.

Tabla 62. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado C. Santo Tomás, Colombia.
Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699661			P2_699662		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Tetradron sp.</i>				2	0,029	0,32
<i>Cylindrospermopsis sp.</i>	28	4,900	30,77	353	5,177	56,03
<i>Raphidiopsis sp.</i>	56	9,800	61,54	188	2,757	29,84
<i>Anabaena sp.</i>	7	1,225	7,69	65	0,953	10,32
<i>Oscillatoria sp.</i>				13	0,191	2,06
<i>Phacus sp.</i>				1	0,015	0,16

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 164 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P1_699661			P2_699662		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Nitzschia sp.</i>				3	0,044	0,48
<i>Aulacoseira sp.</i>				5	0,073	0,79
Riqueza (S)		3			8	
Abundancia (No.Ind)		91			630	
Densidad (Ind/ml)		15,925			9,240	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Con respecto a las morfoespecies, las Cyanobacterias o algas verdes azules del tipo filamentoso fueron las mejor representadas. *Raphidiopsis* sp. registró la mayor densidad con 12,557 Ind/ml, seguido de *Cylindrospermopsis* sp y *Anabaena* sp las cuales presentaron una densidad de 10,077 Ind/ml y 2,178 Ind/ml respectivamente (Tabla 68 y Figura 28). Estas morfoespecies formadoras de floraciones se presentan en cuerpos de agua someros, turbios, con diferentes grados de eutrofia (Aguilera, 2017).

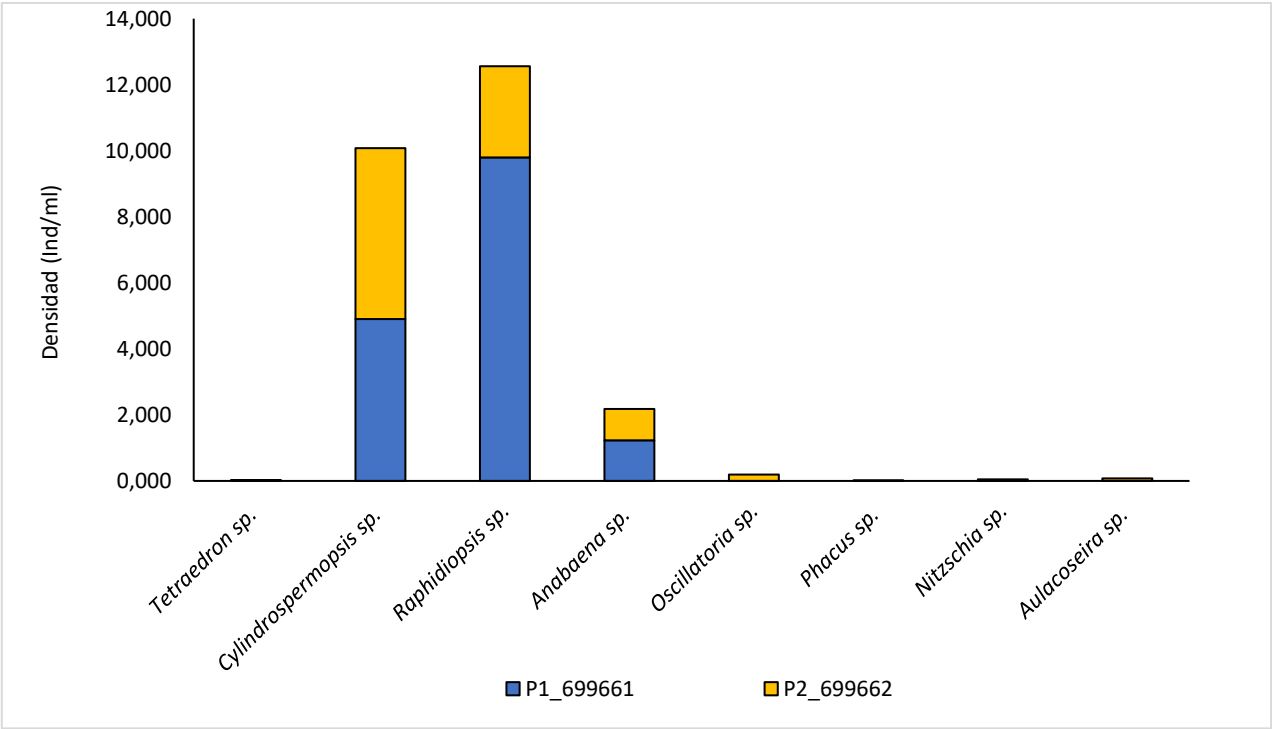


Figura 28. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en el punto de monitoreo C. Santo Tomás.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 165 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.4.1.1. Índices ecológicos

Los índices de ecológicos de la **Tabla 69** ratifican que el ensamblaje es poco diverso con valores inferiores a dos para los índices de diversidad de Shannon y Margalef asociado a la baja riqueza de especies y el dominio alternado de *Cylindrospermopsis* sp. y *Raphidiopsis* sp. acompañado por *Anabaena* sp en cada punto muestreados (**Figura 32**). Sin embargo, el índice de dominancia reportó valores moderados, porque no es una morfoespecie la existente.

En cuanto al índice de equidad en P1 se reporta una mejor distribución de las abundancias con respecto al P2 en donde, aunque hay mayor riqueza de especie las abundancias se concentran en las mismas tres morfoespecies. Estos resultados muestran que las condiciones ambientales favorecen la proliferación de las cianobacterias en detrimento de una mayor diversidad.

Tabla 63. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. Santo Tomás Colombia.

	P1_699661	P2_699662
Taxa_S	3	8
Individuals	91	630
Dominance_D	0,474	0,413
Shannon_H	0,870	1,098
Margalef	0,443	1,086
Equitability_J	0,782	0,525

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 166 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.4.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 327 individuos con una densidad total de 2,193 Ind/ml, agrupados en 13 morfoespecies, 10 familias, de las cuales cuatro (4) fueron no determinadas (ND); ocho (8) órdenes, incluidos tres (3) no determinados; cuatro (4) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 64**). El Phylum Rotifera aportó la mayor riqueza, con siete (7) morfoespecies, lo que representa el 58 %, de la riqueza total seguido del Phylum Arthropoda con el 20% (**Figura 29**).

Tabla 64. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga de Santo Tomás.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphniidae Mf
				Daphniidae Mf
	Maxillopoda	Calanoida	ND	Calanoida Mf
		Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva nauplio
	Ostracoda	ND	ND	Ostracoda Mf
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp.
			Philodinidae	<i>Philodina</i> sp.
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i> sp.
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.
				<i>Brachionus</i> sp. 1
				<i>Keratella</i> sp.
				<i>Lecane</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

A nivel de phylum, se observó que el grupo Rotifera, fue el más diverso, este se caracteriza por tener una corona ciliada, que le da un movimiento giratorio característico (Guerrero, *et al.*, (2013) son buenos indicadores de la calidad del agua, considerando características específicas de cada especie, pueden ser indicadores de materia orgánica o saprobidad, así como de condiciones oligotróficas, mesotrófica y eutróficas, variaciones de temperatura, entre otros (Sládecek, 1983). Le siguió Arthropoda con el 42 % de la riqueza, sus especies son excelentes indicadores de la calidad ambiental, ya que por la abundancia y riqueza de sus especies se puede determinar el grado de intervención o impacto ambiental que esté sufriendo un ecosistema (Ten Hagen *et al.*, 2022).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 167 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

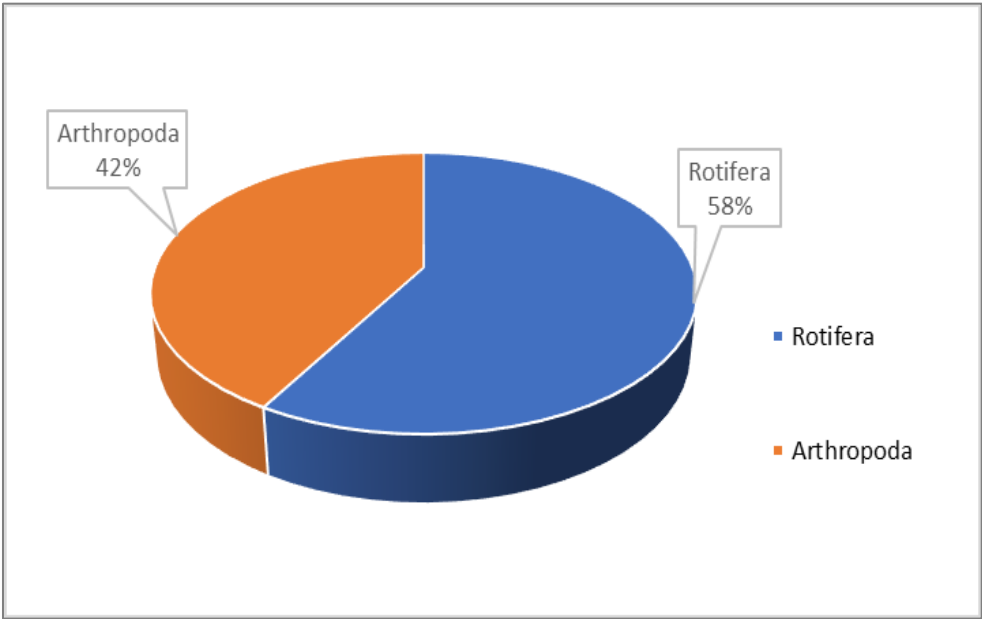


Figura 29. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga Santo Tomás.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Tabla 65** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica la ciénaga de Santo Tomás.

Tabla 65. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga de Santo Tomás.
Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699661			P2_699662		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
<i>Daphniidae Mf</i>	81	0,608	36,323	15	0,0750	14,4231
<i>Calanoida Mf</i>	8	0,060	3,587	3	0,0150	2,8846
<i>Cyclopoida Mf</i>	22	0,165	9,865	4	0,0200	3,8462
<i>Larva nauplio</i>	31	0,233	13,901	33	0,1650	31,7308
<i>Ostracoda Mf</i>	17	0,128	7,623	10	0,0500	9,6154
<i>Filinia sp.</i>	1	0,008	0,448	1	0,0050	0,9615
<i>Philodina sp.</i>	14	0,105	6,278	9	0,0450	8,6538
<i>Asplanchna sp.</i>	6	0,045	2,691			
<i>Brachionus sp.</i>	6	0,045	2,691	4	0,0200	3,8462
<i>Brachionus sp. 1</i>				1	0,0050	0,9615
<i>Keratella sp.</i>	34	0,255	15,247	24	0,1200	23,0769
<i>Lecane sp.</i>	3	0,023	1,345			
Riqueza (S)		11			10	
Abundancia (No.Ind)		223			104	

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 168 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P1_699661			P2_699662		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
Densidad (Ind/ml)		1,673			0,520	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

A nivel de morfoespecies se observó que la morfoespecie de Daphniidae y las larvas nauplio y *Keratella* sp, fueron las más representativas, con densidades de 0,608, 0,398 y 0,375 Ind/ml, respectivamente, mientras que las morfoespecies restantes presentaron densidades por debajo de 0,200 Ind/ml.

La familia Daphniidae, constituye un grupo de organismos conocidos como pulgas de agua, se alimentan de microalgas, bacterias y detritus, como lo afirma Sala, García-de-Lomas y Alonso (2015). La familia Daphnidae, particularmente las especies del género *Daphnia*, ha demostrado ser excepcionalmente útil como bioindicador ambiental debido a su alta sensibilidad frente a diversas sustancias contaminantes. *Daphnia magna* es ampliamente utilizada en ensayos ecotoxicológicos para evaluar la calidad de efluentes dulciacuícolas, constituyendo un estándar internacional para la determinación de toxicidad aguda, como lo indican Núñez y Hurtado (2005). Adicionalmente, los dáfnidos también responden a otros factores ambientales como la radiación ultravioleta (RUV), temperatura y disponibilidad de alimento, lo que amplía su utilidad como bioindicadores integrales Wolinski, *et al.*, (2019).

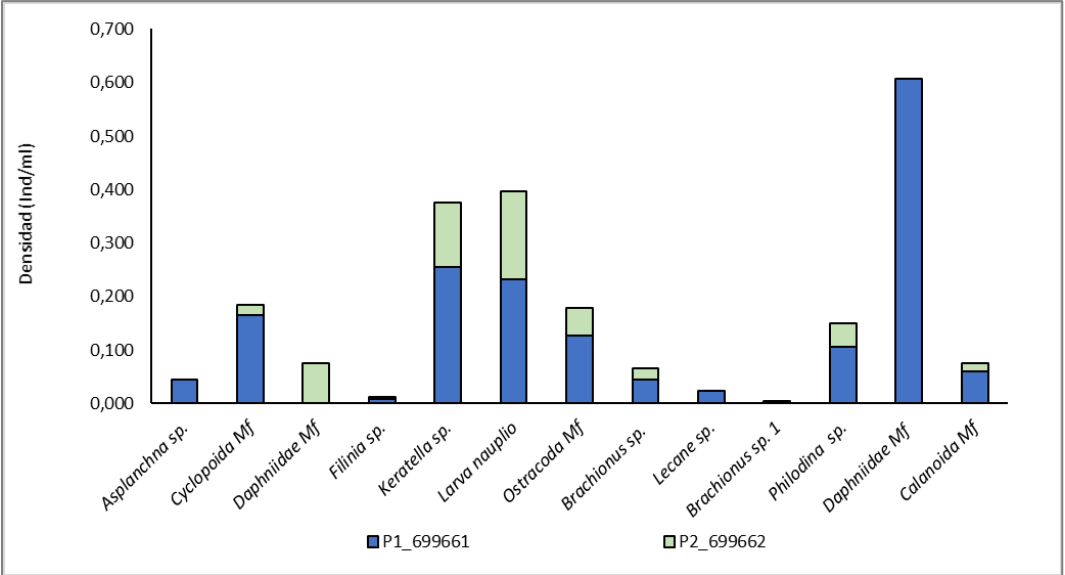


Figura 30. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga Santo Tomás.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 169 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.4.2.1. Índices ecológicos

Según los valores de los índices ecológicos, la diversidad en todos los puntos de la ciénaga es baja, evaluada tanto por el índice de Shannon, con valores por debajo de 2 bits/Individuos, como con el índice de Margalef, con valores de 1,849 y 1,938 para los puntos P1 y P2, respectivamente. Estos valores indican que la comunidad zooplanctónicas es poco variada y escasamente diversa. Por otra parte, el índice de Pielou, indica que la comunidad presenta densidades con tendencia a la equitatividad, con valores de 0,812 y 0,827 para los puntos P1 y P2, respectivamente; lo cual es ratificado por el índice de dominancia de Simpson, cuyos valores en los puntos P1 y P2 son 0,193 y 0,188, respectivamente, lo cual indica que la comunidad presenta baja dominancia de especies (Tabla 66).

Tabla 66. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga Santo Tomás.

	P1_699661	P2_699662
Taxa_S	11	10
Individuals	223	104
Dominance_D	0,193	0,188
Shannon_H	1,946	1,904
Margalef	1,849	1,938
Equitability_J	0,812	0,827

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.4.3. Perifiton

Para el ensamblaje perifítico de la ciénaga del totumo, se reportó un total 506 individuos con una densidad total 624,533Ind/cm², agrupados en 11 morfoespecies, 8 familias, 6 órdenes, 2 clases y 2 Phyla (Tabla 67).

Tabla 67. Taxonomía del ensamblaje Perifítico registrado en la C. Santo Tomás.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum sp.</i>
				<i>Raphidiopsis sp.</i>
			Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Arthrospira sp.</i>
				<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
				<i>Nitzschia sp. 1</i>

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 170 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

La división Cyanobacteria fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 54,55%, seguida de Heterokontophyta con 45,45%. No se registraron morfoespecies de otros phylum como Chlorophyta y Charophyta (**Figura 31**).

En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Planktotrrix* sp y *Nitzschia* sp con las mayores densidades con valores de 279,222 Ind/cm² y 149,889 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Oscillatoria* sp. (79,133) Ind/cm²) y *Raphidiopsis* sp (32,089 Ind/cm²). Por otra parte, *Eunotia* sp registró el valor más bajo de densidad con 2,489 Ind/cm² (**Figura 32**). El punto con mayor densidad fue 340,978 Ind/cm² y el más bajo fue P2_699662 con 283,556 Ind/cm².

Los organismos asociados al género *Planktotrrix*, Morfológicamente se caracteriza por ser de filamentos solitarios, sin heterocistos ni acinetos. Los filamentos suelen ser rectos, aunque en algunos casos pueden aparecer ligeramente curvados; además, es conocido productor de numerosas toxinas con órganos diana muy diversos (hígado, sistema nervioso, etc.) (Gómez & de Corral, 2011). Prefiere intensidades de luz bajas para su crecimiento (Chorus & Bartram 1999). Con altas concentraciones de materia orgánica y altas concentraciones de sedimentos y alta conductividad (Pinilla, 2000).

En cuanto al género *Nitzschia*, es común en sistemas meso a eutróficos, tolerante a contenidos de sedimentos y conductividades altas (Bellinger & Sigee, 2010). Presente en ambientes con alta turbulencia, carga sedimentaria y conductividad alta (Pinilla, 2000). Se ha evidenciado que contienen morfotipos tolerantes a medios contaminados y son reconocidos por ser indicadores de enriquecimiento orgánico dado que son heterótrofas de nitrógeno (Wehr & Sheath, 2003).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 171 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

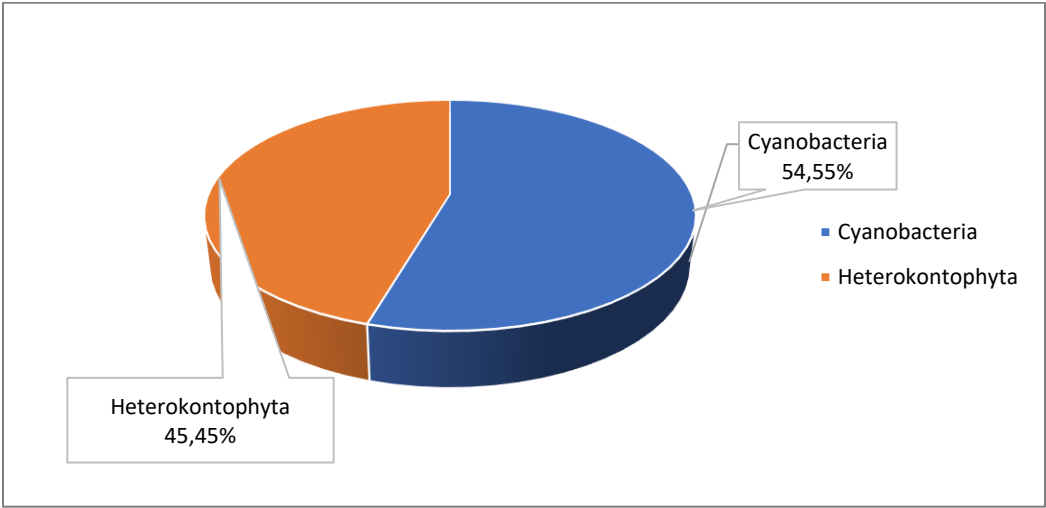


Figura 31. Riqueza del ensamblaje perifítico a nivel de División en la C. Santo Tomás.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

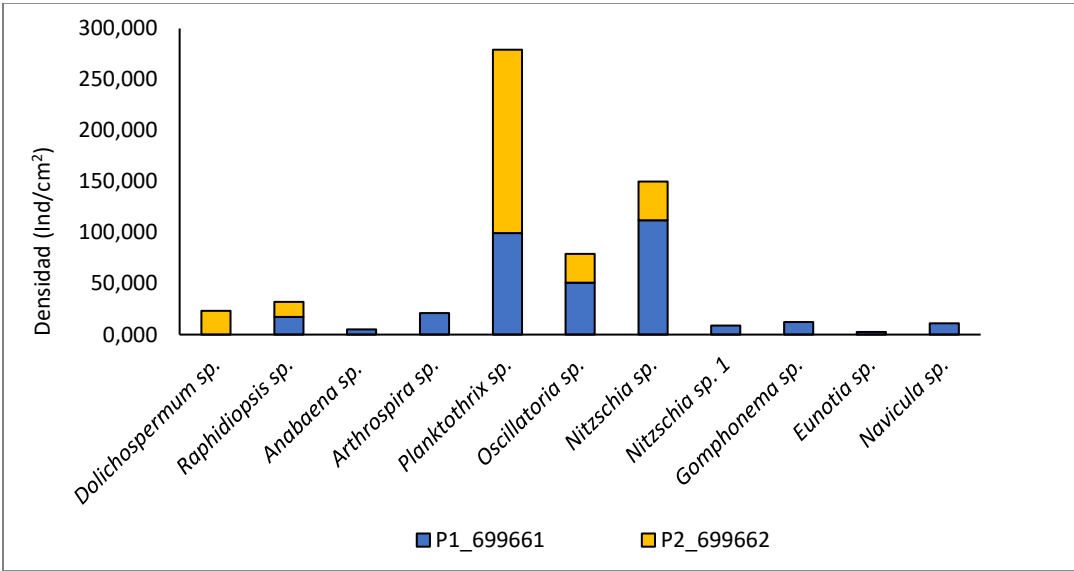


Figura 32. Densidad total de las morfoespecies de perifiton en la C. Santo Tomás.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 172 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 68. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. Santo Tomás. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699661			P2_699662		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Dolichospermum sp.</i>				19	23,222	8,19
<i>Raphidiopsis sp.</i>	14	17,422	5,11	12	14,667	5,17
<i>Anabaena sp.</i>	4	4,978	1,46			
<i>Arthrospira sp.</i>	17	21,156	6,20			
<i>Planktothrix sp.</i>	80	99,556	29,20	147	179,667	63,36
<i>Oscillatoria sp.</i>	41	51,022	14,96	23	28,111	9,91
<i>Nitzschia sp.</i>	90	112,000	32,85	31	37,889	13,36
<i>Nitzschia sp. 1</i>	7	8,711	2,55			
<i>Gomphonema sp.</i>	10	12,444	3,65			
<i>Eunotia sp.</i>	2	2,489	0,73			
<i>Navicula sp.</i>	9	11,200	3,28			
Riqueza (S)		10			5	
Abundancia (No.Ind)		274			232	
Densidad (Ind/cm²)		340,978			283,556	

Fuente: Labormar, 2023.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 173 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 202

5.1.4.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 69**, se muestran los índices ecológicos calculados del ensamblaje perifítico en C. de santo tomas, en el cual, se puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el punto P1_699661 registró el valor más alto de Shannon_H con 1,758 bits/individuo y este mismo punto con 1,603bits/individuo para Margalef. Mientras que el punto P2_699662 reportó una menor diversidad con 1,145 bits/individuo para Shannon_H y 0,734 bits/individuo para Margalef. Por su parte, el índice de dominancia de Simpson muestra el valor más alto en el punto P2_699662 con 0,439 y el menor en el punto P1_699661 con 0,225, por lo que se infiere que estos puntos no poseen una dominancia alta. Lo anterior, se corrobora con el índice de Pielou, el cual registró el valor más alto en el P1_699661 (con 0,764), y el más bajo en el punto P2_699662 (0,712). Por lo que se infiere, que no hay una equidad apropiada en ninguno de los puntos de muestreo de la ciénaga de santo Tomás.

Tabla 69. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en C. de Santo Tomas.

	P1_699661	P2_699662
Taxa_S	10	5
Individuals	274	232
Dominance_D	0,225	0,439
Shannon_H	1,758	1,145
Margalef	1,603	0,734
Equitability_J	0,764	0,712

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 174 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.4.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se registró una densidad de 630,000 Ind/m² y abundancia de 63 individuos, distribuidos en siete (7) morfoespecies, seis (6) familias, seis (6) órdenes, tres (3) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 70**). El phylum Mollusca registró el mayor número de morfoespecies, con un 85,71 %, seguido de Arthropoda, con el 14,29 % restante (**Figura 33**).

Tabla 70. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Santo Tomás.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae Mf (Larva)
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Corbicula</i> sp.
				<i>Corbicula</i> sp. 1
	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	Ampullariidae Mf
		Basommatophora	Planorbidae	Planorbidae Mf
		Cerithiida	Thiaridae	<i>Melanoidea</i> sp.
		Littorinimorpha	Cochliopidae	<i>Pyrgophorus</i> sp.

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

Los organismos de la división Mollusca son uno de los grupos de invertebrados más diversos y abundantes, después de los artrópodos (Bouchet, 1997, Lasso *et al.*, 2009). Su amplia distribución en hábitats marinos, estuarinos y de agua dulce, así como su capacidad para colonizar ambientes terrestres, resalta su adaptabilidad y éxito evolutivo (Bijoy-Nandan *et al.*, 2016, Lasso *et al.*, 2009). La diversidad de los moluscos no solo se refleja en su número de especies, sino también en su variedad de formas y funciones ecológicas.

El phylum Arthropoda representa el taxón más amplio del reino animal, con millones de especies que habitan una gran variedad de ecosistemas, desde terrestres hasta acuático. Su éxito en términos de adaptabilidad y diversidad de hábitats es una de las razones claves de su predominio en la naturaleza (Rodríguez *et al.*, 2009).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 175 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

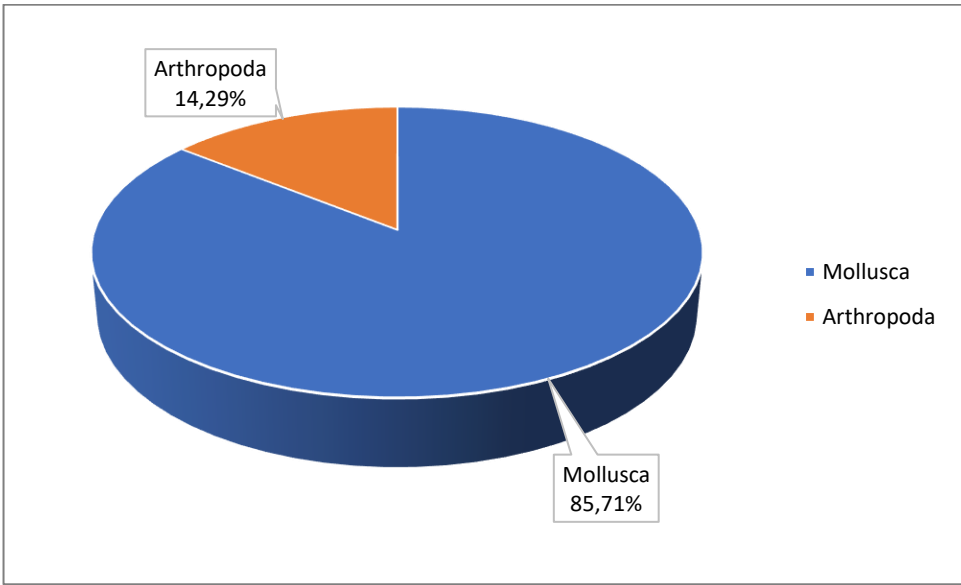


Figura 33. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. Santo Tomás.

Tabla 71. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Santo Tomás.

MORFOESPECIE	P1_699661			P2_699662		
	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR
Chironomidae Mf (Larva)				3	30,000	12,50
<i>Corbicula</i> sp.	2	20,000	5,13			
<i>Corbicula</i> sp. 1	7	70,000	17,95	1	10,000	4,17
Ampullariidae Mf				1	10,000	4,17
Planorbidae Mf				4	40,000	16,67
<i>Melanoides</i> sp.	12	120,000	30,77	5	50,000	20,83
<i>Pyrgophorus</i> sp.	18	180,000	46,15	10	100,000	41,67
Riqueza (S)		4			6	
Abundancia (No. Ind)		39			24	
Densidad (Ind/m²)		390,000			240,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

Las morfoespecies con mayor densidad a nivel general fueron *Pyrgophorus* sp. (280,000 Ind/m²) y *Melanoides* sp. (170,000 Ind/m²), presentes en ambos puntos de monitoreo y con densidades altas. En contraste, Ampullariidae Mf registró la menor densidad, con 10,000 Ind/m², presente únicamente en el punto P2_699662 (**Figura 34**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 176 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

El género *Melanoides* sp. es uno de los más conocidos dentro de la familia Thiaridae, destacado por la resistencia a condiciones ambientales fuertes, por lo que son importantes en la dinámica de los ecosistemas acuáticos (Facon *et al.*, 2003). Pueden encontrarse dentro de una amplia gama de ecosistemas acuáticos, tiene hábitos detritívoros y algívoros, por lo que desempeñan un importante papel en la degradación de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes (Pointier & Jourdane, 2000). La proliferación masiva de estos organismos, está asociada a sistemas eutrofizados y con alto contenido de materia orgánica, por lo que tienen esta preferencia en los sistemas, así como bajos niveles de oxígeno (Mansur *et al.*, 2016). Por otro lado, son resistentes a los cambios en la temperatura, el pH y salinidad, mostrando cambios en la morfología y el comportamiento cuando se encuentran contaminantes en el medio (Facon *et al.*, 2003).

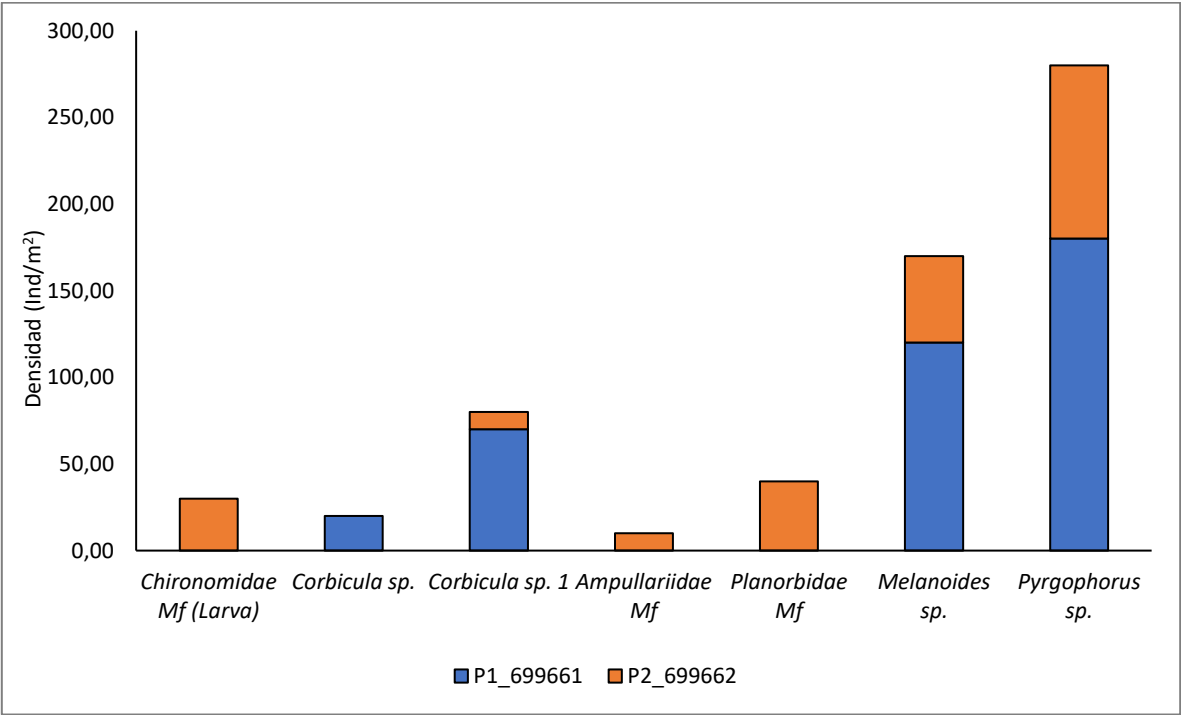


Figura 34. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. Santo Tomás.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 177 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.4.4.1. Índices ecológicos

Los índices de Shannon-H y Margalef reflejaron una diversidad baja en el área de estudio, con valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que sugiere una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica.

En cuanto a la equidad, el índice de Pielou mostró una alta equitatividad en ambos puntos de monitoreo ($J' = 0,851$ en P1 y $0,851$ en P2), lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies presentes.

Por otro lado, el índice de Simpson evidenció una baja dominancia, lo que implica que ninguna especie ejerce un dominio significativo sobre las demás. Esto sugiere que, a pesar de la baja diversidad, las especies registradas mantienen una distribución homogénea en el ecosistema (**Tabla 72**).

Tabla 72. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. Santo Tomás.

	P1_699661	P2_699662
Taxa_S	4	6
Individuals	39	24
Dominance_D	0,343	0,264
Shannon_H	1,180	1,515
Margalef	0,819	1,573
Equitability_J	0,851	0,846

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.1.4.4.2. Índice BMWP (Col).

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga de Sabanagrande muestra aguas fuertemente contaminadas de calidad muy crítica (Clase V) en el punto P1. No obstante, en el punto P2, el índice arrojó aguas muy contaminadas de calidad crítica (Clase IV) (**Tabla 73**).

Estos resultados indican que la calidad del agua en ambos puntos de monitoreo está severamente deteriorada, con altos niveles de contaminación que afectan la biodiversidad acuática. La clasificación de calidad crítica y muy crítica refleja un impacto significativo en los ecosistemas acuáticos.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 178 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 73. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Santo Tomás.

Puntos de Muestreo	P1_699661	Puntaje	P2_699662	Puntaje
Familias	Thiaridae	5	Ampullariidae	9
			Chironomidae	2
			Planorbidae	5
			Thiaridae	5
BMWP	5		21	
Calidad	Muy Crítica		Crítica	
Clase	V		IV	
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Muy Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.4.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga de Santo Tomás, estuvo conformada por una morfoespecie, pertenecientes a la familia Cichlidae, del orden Perciformes, de la clase Actinopterygii y del phylum Chordata (**Tabla 74**).

Se identificó la morfoespecie *Oreochromis niloticus*; Se capturaron en el punto P1_699661, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la **Tabla 76**, se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados. El individuo de la morfoespecie *Oreochromis niloticus* con la mayor talla, registro un valor de 28 cm de LT, 22cm de LE y un peso de 400 g. Mientras que, el de menor talla registró un valor de 19 cm de LT, con 12 cm de LE, y con un peso de 320 g.

Oreochromis niloticus es una especie de importancia económica, al ser cultivada para Consumo humano (Con.) (Beltrán *et al.*, 2001). Sin embargo, las especies de este género son introducidas y se consideras potenciales plagas (De Silva *et al.*, 2004).

Tabla 74. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	Oreochromis	<i>Oreochromis niloticus</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 179 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 75. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P1_699661
<i>Oreochromis niloticus</i>	4
Riqueza (S)	1
Abundancia (No.Ind)	4

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 76. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre comun	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P1_699661	M. negra	<i>Oreochromis niloticus</i>	26,5	20,5	N. A.	368
	M. negra	<i>Oreochromis niloticus</i>	25	18	N. A.	360
	M. negra	<i>Oreochromis niloticus</i>	28	22	N. A.	400
	M. negra	<i>Oreochromis niloticus</i>	19	12	N. A.	320

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

5.1.4.5.1. Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 77**, se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

Tabla 77. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	CATEGORIAS DE AMENAZA					USOS		Distribución
	NOMBRE COMÚN	RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN	CON	
<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra Lora	N. I.	N. E.	LC	N. E.		X	C

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endémica (CE) y Endémica (E).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 180 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.4.5.2. Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

5.1.4.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en los puntos de monitoreo fue baja, registrándose cuatro morfoespecies (*Pontederia crassipes*, *Typha* sp., *Neptunia* sp. y *Salvinia* sp.). Pertenecientes a las familias Pontederiaceae, Typhaceae, Fabaceae y Salviniaceae. De los órdenes Commelinales, Poales, Fabales y Salviniales. De dos clases Magnoliopsida y Polypodiopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta.

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Pontederia crassipes* con 94,51%, seguida de *Typha* sp. con 31,65%, *Salvinia* sp. con 5,49% y *Neptunia* sp. con 3,38% (Tabla 78).

Adicional a lo anteriormente descrito para *Pontederia crassipes*, y *Typha* sp., en los cuerpos de agua Mesolandia y malambo, para la ciénaga de Santo Tomás podemos resaltar al género *Salvinia*, el cual, integra unas 10 especies de macrófitas de flotación libre ampliamente distribuidas a nivel mundial (Llatance, 2019). Todas las especies de *Salvinia* se caracterizan por encontrarse en aguas dulces, ricas en nutrientes, y preferentemente en zonas bajas (Salas Pascual & Quintana Vega, 2016).

Tabla 78. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en Santo Tomás.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>
		Poales	Typhaceae	<i>Typha</i> sp.
		Fabales	Fabaceae	<i>Neptunia</i> sp.
	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia</i> sp.

Fuente: Labormar,2024.

Tabla 79. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en Santo Tomás.

MORFOESPECIE	P1_699661	P2_699662
	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Pontederia crassipes</i>	55,0	57,0
<i>Typha</i> sp.		37,5

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 181 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P1_699661 Cobertura (%)	P2_699662 Cobertura (%)
<i>Neptunia sp.</i>		4,0
<i>Salvinia sp.</i>	5,0	1,5
Riqueza (S)	2	4
Cobertura (%)	60,0	100,0

Fuente: Labormar, 2024.

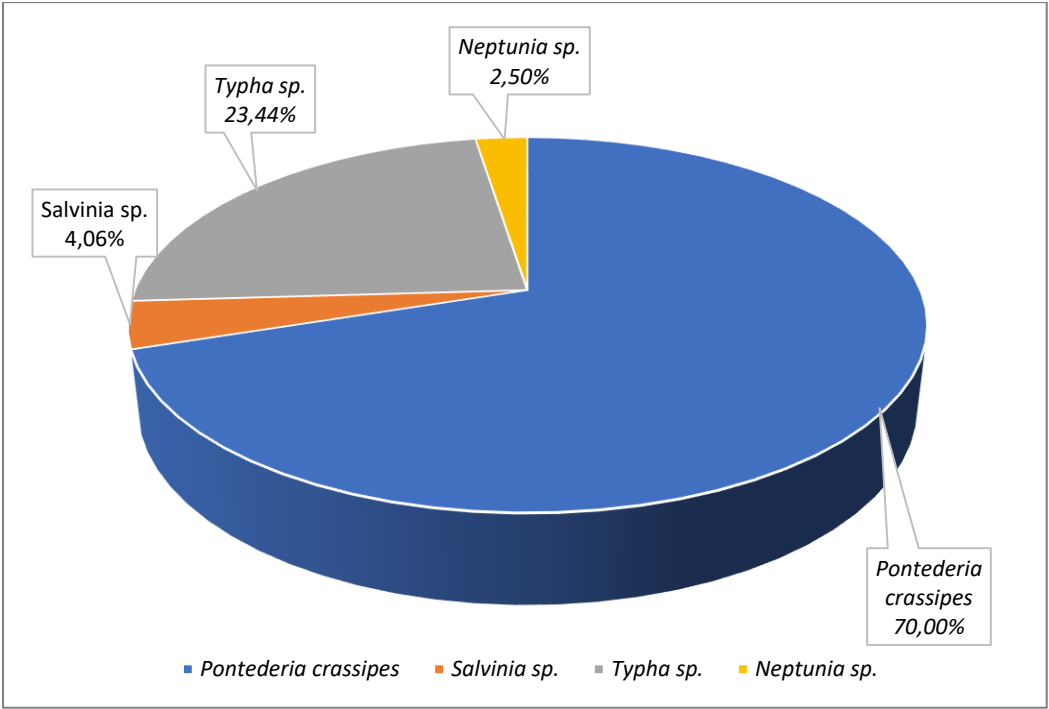


Figura 35. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en Santo Tomás.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 182 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.5. Ciénaga El Convento

5.1.5.1. Fitoplancton

Para el fitoplancton de la ciénaga El Convento se determinaron 8 morfoespecies, 8 familias, 6 órdenes, 5 clases y 5 Phylum en una densidad total de 192 Ind/ml. (Tabla 80).

Tabla 80. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en C. El Convento.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiáles	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum sp.</i>
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp.</i>
	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>
Heterokontophyta	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

La división con mayor porcentaje de riqueza fue Cyanobacteria alcanzando el 37,50% (Figura 36), las cuales se caracterizan por su resistencia a condiciones extremas y su capacidad de formar floraciones en cuerpos de agua eutrofizado. Chlorophyta aportando el 25% de la riqueza, se presentan en ecosistemas con alta productividad primaria, particularmente en aquellos en donde la relación de fósforo y nitrógeno es alta (Pinilla & Duarte, 2008).

Asimismo, en proporciones similares, Euglenozoa Heterokontophyta y Charophyta realizaron las menores contribuciones a la diversidad con una morfopespecie. La diversidad y proriación de Eulenzoa se asocia con ambientes enriquecidos en materia orgánica, mientras que Heterokontophyta es señal de aguas poco profundas o con alta turbulencia y Charophyta del orden desmídiales posee preferencia por aguas oligo a mesotróficas y con tendencia a la acidez (Pinilla, 2000).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 183 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

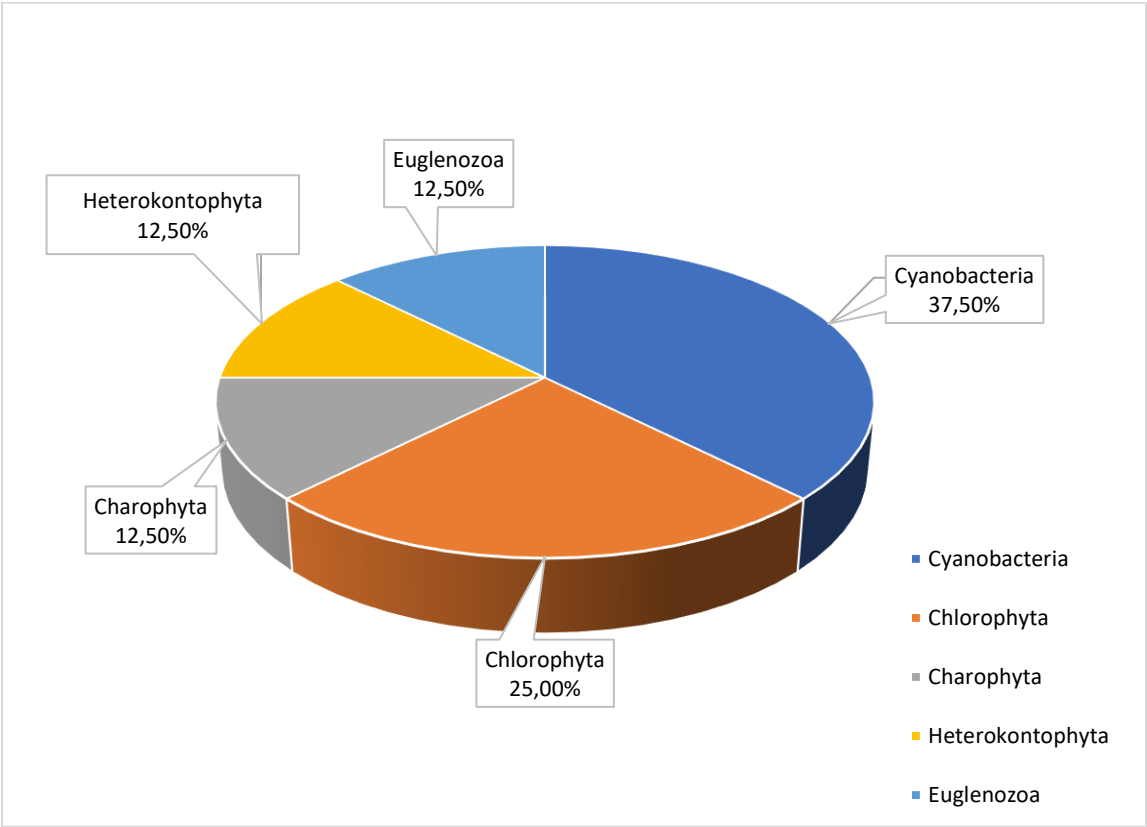


Figura 36. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en la C. El Convento.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el análisis de riqueza del ensamblaje en el área de estudio, se observó un comportamiento inverso entre la riqueza y diversidad. En P1_699650 se reconocieron 4 morfoespecies y 100 Ind/ml y para P2_699651 se reconocieron 7 taxa y 92 Ind/ml. (Tabla 81).

Tabla 81. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado C. El Convento. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699650			P2_699651		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Closterium sp.</i>	1,000	0,25	0,25			
<i>Pediastrum sp.</i>				1	0,250	0,27
<i>Coelastrum sp.</i>				2	0,500	0,54
<i>Raphidiopsis sp.</i>	5,000	1,25	1,25	5	1,250	1,36
<i>Planktothrix sp.</i>	387,000	96,75	96,75	354	88,500	96,20
<i>Oscillatoria sp.</i>				1	0,250	0,27
<i>Euglena sp.</i>				3	0,750	0,82

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 184 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

P1_699650				P2_699651		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Cyclotella sp.</i>	7,000	1,75	1,75	2	0,500	0,54
Riqueza (S)	4			7		
Abundancia (No.Ind)	400			368		
Densidad (Ind/ml)	100,000			92,000		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

Con respecto a las morfoespecies *Planktothrix* sp registró la mayor densidad con 185,250 Ind/ml, seguido de *Cyclotella* sp y *Raphidiopsis* sp las cuales presentaron una densidad de 2,250 Ind/ml y 2,250 Ind/ml respectivamente (**Tabla 81 , Figura 37**). Las filamentosas *Planktothrix* sp. y *Raphidiopsis* sp. Se presentan en sistemas acuáticos con buenas condiciones de nutrientes y altas temperaturas. En cambio, el género *Cyclotella* puede encontrarse en aguas de diferente nivel trófico (Bellinger and Sigee, 2010).

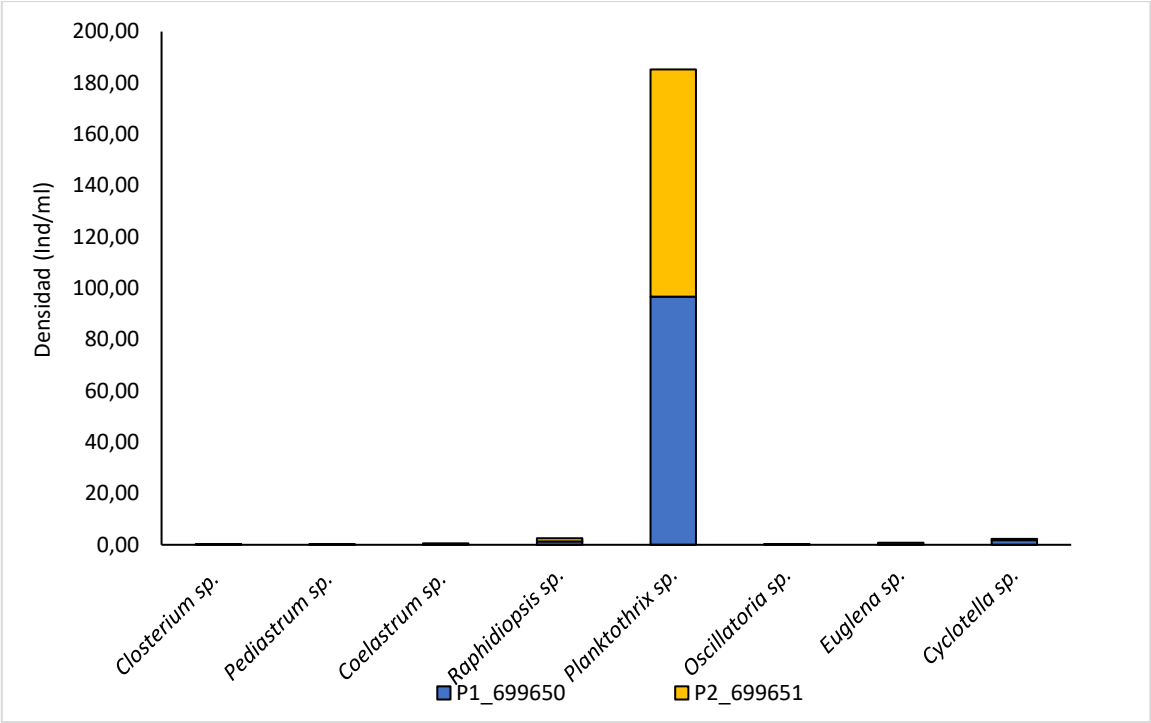


Figura 37. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en la C. El Convento.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 185 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.5.1.1. Índices ecológicos

La ciénaga El Convento presenta un ensamblaje fitoplanctónico homogéneo espacialmente, cuya principal diferencia es la mayor riqueza de especies en P2.

Los valores del índice de diversidad de Shannon y de Margaret fueron bajos, con un promedio de 0,204 bits y 0,758 respectivamente, debido al marcado predominio de la morfoespecie *Planktothris* sp. con más del 96% de la abundancia (**Figura 37**), razón por la cual, el índice de dominancia (en promedio 0,931) reportó un valor cercano a su máxima expresión (1); en concordancia el índice de uniformidad de Pielou fue bajo manifestando la heterogeneidad en la distribución de los individuos (**Tabla 82**).

Tabla 82. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. El Convento.

	P1_699667	P2_699668
Taxa_S	4	7
Individuals	400	368
Dominance_D	0,936	0,926
Shannon_H	0,176	0,232
Margalef	0,501	1,016
Equitability_J	0,124	0,115

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 186 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.5.2. Zooplankton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 136 individuos con una densidad total de 0,648 Ind/ml, agrupados en 11 morfoespecies, ocho (8) familias, de las cuales cuatro (4) fueron no determinadas (ND), siete (7) órdenes, con tres (3) no determinados, cinco (5) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 83**). El Phylum Rotifera aportó la mayor riqueza seis (6) morfoespecies, que representan un 55 % de la riqueza total, seguido de Arthropoda y Ciliophora con 36% y 9 %, respectivamente (**Figura 38**).

Tabla 83. Taxonomía del zooplankton registrado en la ciénaga El Convento.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphniidae Mf
	Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva Nauplio
		ND	ND	Ostracoda Mf
Ciliophora	Ostracoda	ND	ND	Ostracoda Mf
	Ciliatea	ND	ND	Ciliatea Mf
		Flosculariaceae	Filiniidae	Filinia sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	Brachionus sp.
				Brachionus sp. 1
				Plationus patulus
			Lecanidae	Lecane sp.
				Lecane sp. 1

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

A nivel de phylum, se observó que el grupo Rotifera fue el más representativo en cuanto a la contribución de la riqueza con el 55 % de la riqueza total. Los rotíferos se caracterizan por poseer una corona ciliada, que le da un movimiento giratorio característico (Guerrero, *et al.*, (2013) son buenos indicadores de la calidad del agua, considerando características específicas de cada especie, pueden ser indicadores de materia orgánica o saprobididad, así como de condiciones oligotróficas, mesotrófica y eutróficas, variaciones de temperatura, entre otros (Sládecek, 1983). Le siguió Arthropoda con el 36 % de la riqueza, sus especies son excelentes indicadores de la calidad ambiental, ya que por la abundancia y riqueza de sus especies se puede determinar el grado de intervención o impacto ambiental que esté sufriendo un ecosistema (Ten Hagen *et al.*, 2022).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 187 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

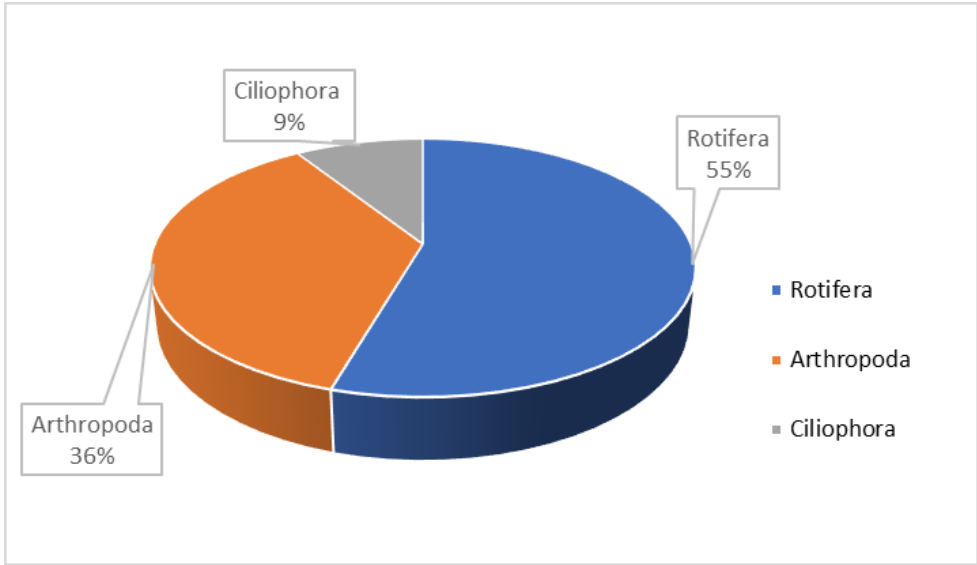


Figura 38. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga El Convento.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Tabla 84** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica la ciénaga El Convento.

Tabla 84. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga El Convento.
Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699650			P2_699651		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
Daphniidae Mf	2	0,012	7,692	34	0,151	30,909
Cyclopoida Mf				7	0,031	6,364
Larva Nauplio	11	0,067	42,308	51	0,227	46,364
Ostracoda Mf	1	0,006	3,846	6	0,027	5,455
Ciliatea Mf	8	0,049	30,769			
Filinia sp.	1	0,006	3,846	6	0,027	5,455
Brachionus sp.	2	0,012	7,692	1	0,004	0,909
Brachionus sp. 1				1	0,004	0,909
Platonus patulus				1	0,004	0,909
Lecane sp.	1	0,006	3,846	2	0,009	1,818
Lecane sp. 1				1	0,004	0,909
Riqueza (S)		7			10	
Abundancia (No.Ind)		26			110	
Densidad (Ind/ml)		0,159			0,490	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 188 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Se observó que las larvas nauplio y la morfoespecie de Daphniidae fueron las más representativas, con densidades de 0,294 y 0,164 Ind/ml, respectivamente, mientras que las morfoespecies restantes presentaron densidades por debajo de 0,050 Ind/l.

Las larvas nauplio son la primera larval de todos los crustáceos, tales como cangrejos, camarones, copépodos, branquiópodos y cirrípedos, se caracterizan por su forma piriforme, tres (3) pares de apéndices cefálicos y ojo naupliar (Roca, 2015). Su abundancia en el zooplancton puede reflejar condiciones específicas como el incremento de nutrientes, lo que produce un aumento o floraciones algales, lo que aumenta la disponibilidad de alimento para copépodos y otros crustáceos planctónicos (Roca, 2015; López, 2017). Aunque niveles extremos de eutrofización reducen el oxígeno en la masa de agua, impactando negativamente la supervivencia de las larvas (Roca, 2015). Por otra parte, el humedal el Burro (Tolima), Minambiente, Cortolima y Universidad del Tolima (2015), indica que las variaciones estacionales de temperatura modulan la composición del zooplancton, con picos de nauplios con durante las épocas de estabilidad térmica.

Por su parte, la familia Daphniidae, constituye un grupo de organismos conocidos como pulgas de agua, se alimentan de microalgas, bacterias y detritus, como lo afirma Sala, García-de-Lomas y Alonso (2015). La familia Daphnidae, particularmente las especies del género Daphnia, ha demostrado ser excepcionalmente útil como bioindicador ambiental debido a su alta sensibilidad frente a diversas sustancias contaminantes. *Daphnia magna* es ampliamente utilizada en ensayos ecotoxicológicos para evaluar la calidad de efluentes dulciacuícolas, constituyendo un estándar internacional para la determinación de toxicidad aguda, como lo indican Núñez y Hurtado (2005). Adicionalmente, los dáfnidos también responden a otros factores ambientales como la radiación ultravioleta (RUV), temperatura y disponibilidad de alimento, lo que amplía su utilidad como bioindicadores integrales Wolinski, *et al.*, (2019).

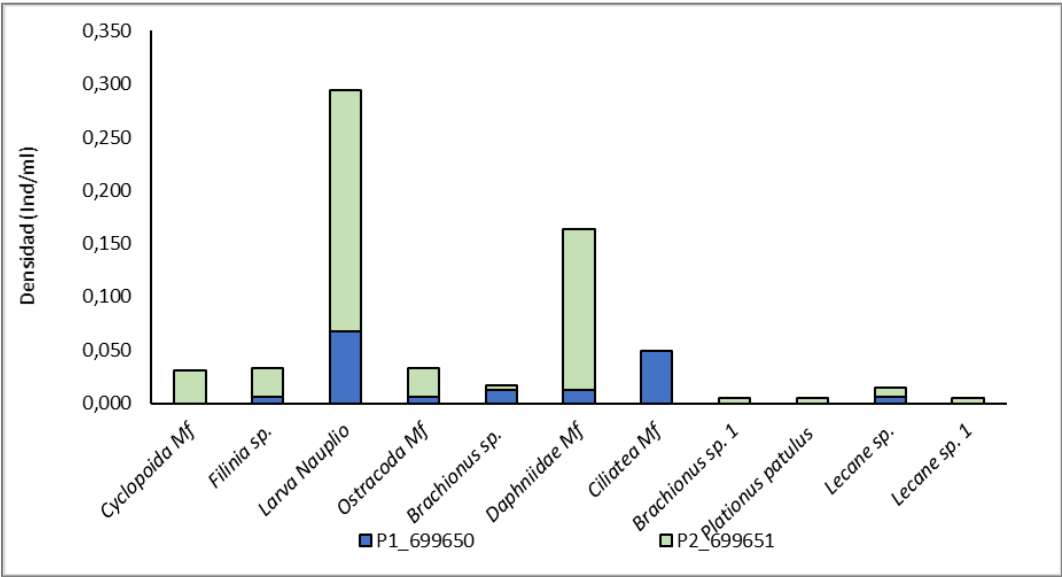


Figura 39. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga El Convento.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.5.2.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos, según Shannon y Margalef, muestran una diversidad baja para el punto monitoreado, con valores por debajo de 2 bits/Individuos, siendo mayor en el P2. Estos valores indican que la comunidad zooplanctónicas es poco variada y escasamente diversa. Por otra parte, el índice de Pielou, da cuenta de una comunidad que presenta densidades con tendencia a la equitatividad, en el P1, con un valor entre 0,829, mientras que el P2, con un valor de 0,650 demuestra menor equidad; lo anterior es ratificado por el índice de dominancia de Simpson, cuyos valores fueron menores en el P1 (0,262) que en el P2 (0,315) los cuales indican que la comunidad presenta baja dominancia de especies (**Tabla 85**).

Tabla 85. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga El Convento.

	P1_699650	P2_699651
Taxa_S	7	10
Individuals	26	110
Dominance_D	0,262	0,315
Shannon_H	1,613	1,497
Margalef	1,842	1,915
Equitability_J	0,829	0,650

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 190 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.5.3. Perifiton

Para el ensamblaje perifítico de la ciénaga del convento, se reportó un total 250 individuos con una densidad total 250,000 Ind/cm², agrupados en 4 morfoespecies, 4 familias, 3 órdenes, 2 clases y 2 Phyla (**Tabla 86**). Cabe mencionar, que solo fue posible la toma de perifiton en uno de los dos puntos de muestreo debido a que no se encontró sustrato en el punto dos.

Tabla 86. Taxonomía del ensamblaje Perifítico registrado en la C. el Convento. LABORMAR S.A.S. 2024.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
			Microcoleaceae	<i>Planktotrrix sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

La división Cyanobacteria y Heterokontophyta, fueron las únicas registradas en el presente estudio, ambas con un 50,00% de la riqueza de morfoespecies (**Figura 40**). En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Planktotrrix* sp con la mayor densidad con un valor de 241,000 Ind/cm². El resto de las morfoespecies registraron valores muy bajo en comparación a *Planktotrrix* sp. (*Oscillatoria* sp., *Cyclotella* sp. y *Nitzschia* sp. con 4,000; 2,000 y 3,000 Ind/cm²) (**Figura 41**). Los organismos asociados al género *Planktotrrix*, Morfológicamente se caracteriza por ser de filamentos solitarios, sin heterocistos ni acinetos. Los filamentos suelen ser rectos, aunque en algunos casos pueden aparecer ligeramente curvados; además, es conocido productor de numerosas toxinas con órganos diana muy diversos (hígado, sistema nervioso, etc.) (Gómez & de Corral, 2011). Prefiere intensidades de luz bajas para su crecimiento (Chorus & Bartram 1999). Con altas concentraciones de materia orgánica y altas concentraciones de sedimentos y alta conductividad (Pinilla, 2000).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 191 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

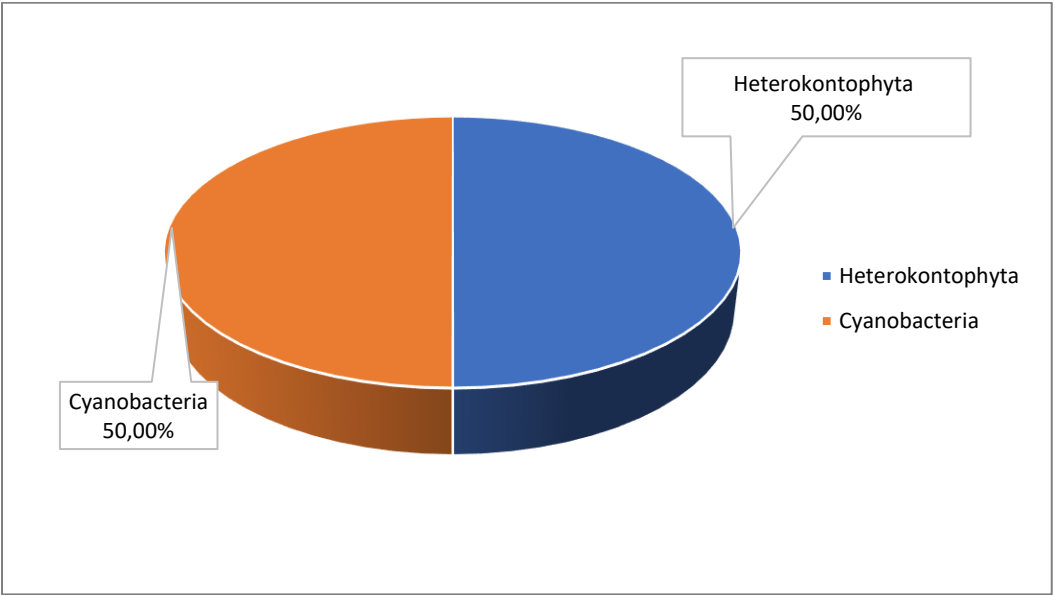


Figura 40. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en la C. el Convento.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

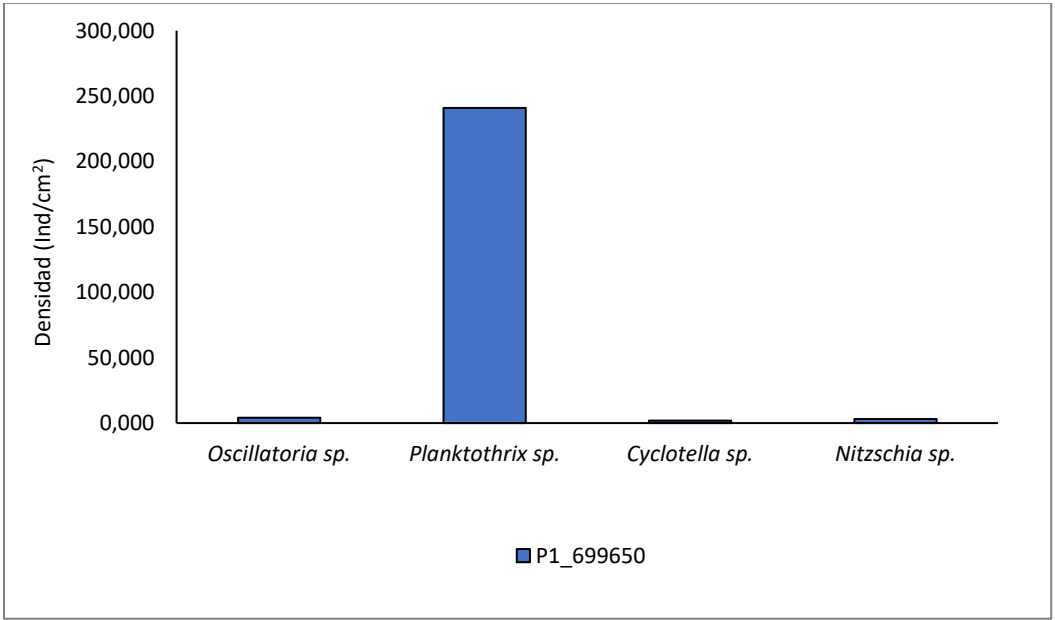


Figura 41. Densidad total de las morfoespecies de Perifiton en la C. el Convento.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 192 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 202

Tabla 87. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. el Convento. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

P1_699650			
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Oscillatoria sp.</i>	4	4,000	1,60
<i>Planktothrix sp.</i>	241	241,000	96,40
<i>Cyclotella sp.</i>	2	2,000	0,80
<i>Nitzschia sp.</i>	3	3,000	1,20
Riqueza (S)		4	
Abundancia (No.Ind)		250	
Densidad (Ind/cm²)		250,000	

Fuente: Labormar,2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 193 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.1.5.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 88**, se muestran los índices ecológicos calculados del ensamblaje perifítico en C. del convento, en el cual, se puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, con valores de 0,193 y 0,543 Bits/individuos.

Por su parte, el índice de dominancia de Simpson muestra un valor alto, lo que indica que existe dominancia de una morfoespecie sobre otras, lo que se le atribuye a *Planktothrix* sp., cuya abundancia fue muy superior al resto de morfoespecies. Lo anterior, se corrobora con el índice de Pielou, el cual registró un valor muy bajo (0,139) indicando que no existe equidad en el punto de muestreo estudiado.

Tabla 88. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en C. el Convento.

	P1_699650
Taxa_S	4
Individuals	250
Dominance_D	0,930
Shannon_H	0,193
Margalef	0,543
Equitability_J	0,139

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 194 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

5.1.5.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se registró una densidad de 950,000 Ind/m² y abundancia de 95 individuos, distribuidos en cinco (5) morfoespecies, cuatro (4) familias, cuatro (4) órdenes, dos (2) clases y un (1) Phylum (**Tabla 89**).

El phylum Mollusca representó el 100 % de las morfoespecies reportadas, con la clase Gastropoda registrando el 80,00 % de ellas (**Figura 42**).

Tabla 89. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Convento.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Corbicula</i> sp.
		Basommatophora	Planorbidae	<i>Drepanotrema</i> sp.
	Gastropoda	Cerithiida	Thiaridae	<i>Melanoides</i> sp.
				<i>Melanoides</i> sp. 1
		Littorinimorpha	Cochliopidae	<i>Pyrgophorus</i> sp.

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

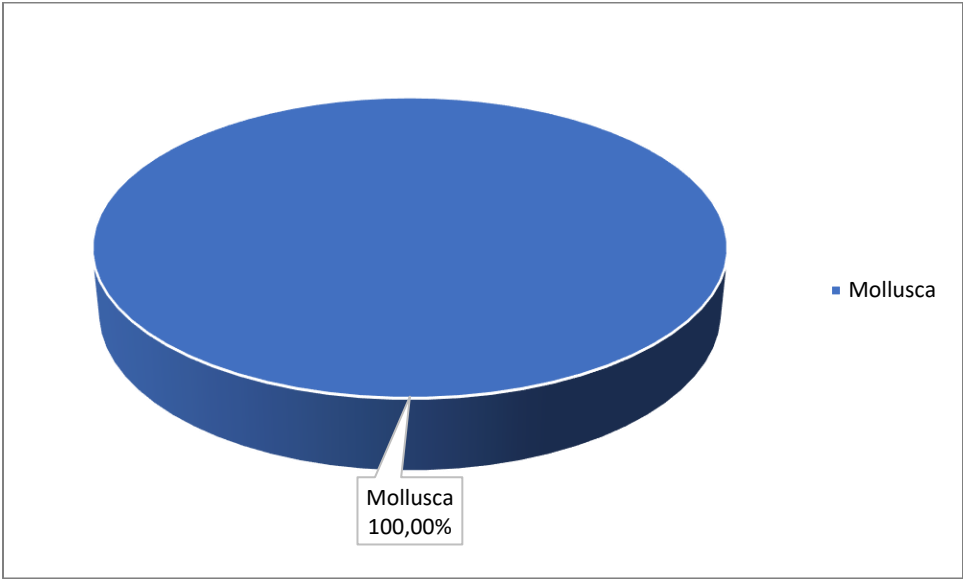


Figura 42. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. El Convento.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 195 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 90. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Convento.

MORFOESPECIE	P1_699650			P2_699651		
	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR
<i>Corbicula</i> sp.	2	20,000	3,28	1	10,000	2,94
<i>Drepanotrema</i> sp.	2	20,000	3,28			
<i>Melanoides</i> sp.	22	220,000	36,07	13	130,000	38,24
<i>Melanoides</i> sp. 1	26	260,000	42,62	9	90,000	26,47
<i>Pyrgophorus</i> sp.	9	90,000	14,75	11	110,000	32,35
Riqueza (S)		5			4	
Abundancia (No.Ind)		61			34	
Densidad (Ind/m²)		610,000			340,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

Las morfoespecies con mayor densidad a nivel general fueron *Melanoides* sp. y *Melanoides* sp. 1, cada una con 350,000 Ind/m², presentes en ambos puntos de monitoreo y con densidades altas. En contraste, *Corbicula* sp. y *Drepanotrema* sp. registraron las densidades más bajas, con valores de 30,000 Ind/m² y 20,000 Ind/m², respectivamente (**Figura 43**).

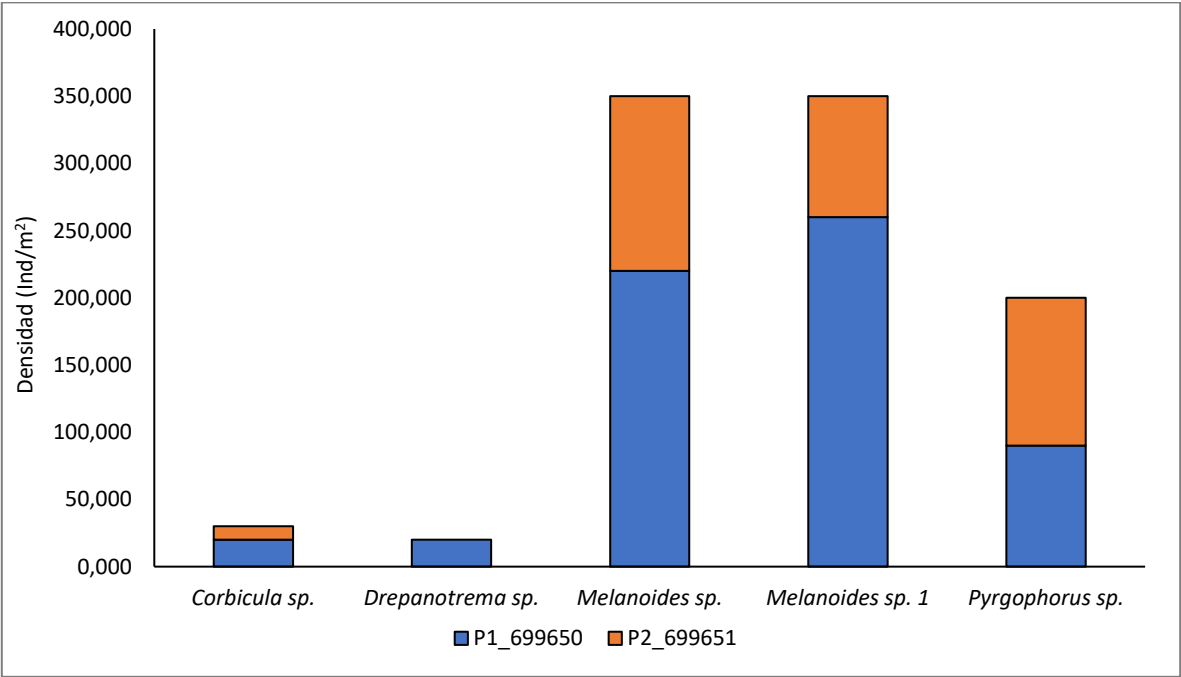


Figura 43. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Convento.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 196 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

5.1.5.4.1. Índices ecológicos

Los índices de Shannon-H y Margalef reflejaron una diversidad baja en el área de estudio, con valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que sugiere una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica.

En cuanto a la equidad, el índice de Pielou mostró una alta equitatividad en ambos puntos de monitoreo ($J' = 0,769$ en P1 y $0,857$ en P2), lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies presentes.

Por otro lado, el índice de Simpson evidenció una baja dominancia, lo que implica que ninguna especie ejerce un dominio significativo sobre las demás. Esto sugiere que, a pesar de la baja diversidad, las especies registradas mantienen una distribución homogénea en el ecosistema (**Tabla 91**).

Tabla 91. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Convento.

	P1_699650	P2_699651
Taxa_S	5	4
Individuals	61	34
Dominance_D	0,336	0,322
Shannon_H	1,238	1,188
Margalef	0,973	0,851
Equitability_J	0,769	0,857

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.1.5.4.2. Índice BMWP (Col).

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga el Convento muestra aguas fuertemente contaminadas, lo que sugiere una calidad muy crítica en ambos puntos de monitoreo. Esta clasificación está asociada a altos niveles de contaminación orgánica y una significativa alteración de las condiciones naturales del ecosistema acuático (**Tabla 92**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 197 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

Tabla 92. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Convento.

Puntos de Muestreo	P1_699650	Puntaje	P2_699651	Puntaje
Familias	Planorbidae	5	Thiaridae	5
	Thiaridae	5		
BMWP	10		5	
Calidad	Muy Crítica		Muy Crítica	
Clase	V		V	
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas			

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.5.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga del convento, estuvo conformada por una morfoespecie, pertenecientes a la familia Cichlidae, del orden Perciformes, de la clase Actinopterygii y del phylum Chordata (**Tabla 93**)

Se identificó la morfoespecie *Oreochromis niloticus*. La cual, se capturó en el punto P2_699651 (**Tabla 94**), mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la **Tabla 95**, se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados. El individuo de la morfoespecie *Oreochromis niloticus* tuvo una longitud total (LT) de 20,2 cm de LT, con 17,0 cm de LE y un peso de 250 g.

Tabla 93. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	Oreochromis	<i>Oreochromis niloticus</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 94. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P2_699651
<i>Oreochromis niloticus</i>	1
Riqueza (S)	1
Abundancia (No.Ind)	1

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 95. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P2_699651	<i>Oreochromis niloticus</i>	20,2	17,0	N. A.	250

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 198 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

5.1.5.5.1. Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 96** se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

Tabla 96. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	CATEGORIAS DE AMENAZA					USOS		Distribución
	NOMBRE COMÚN	RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN	CON	
<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra Lora	N. E.	N. E.	LC	N. E.		X	C

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endemica (CE) y Endemica (E).

5.1.5.5.2. Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

5.1.5.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue baja, registrándose una morfoespecie (*Pontederia crassipes*) perteneciente a la familia Pontederiaceae. Del orden Commelinales. De la clase Magnoliopsida, del Phylum Tracheophyta. La cobertura total de Macrófitas acuáticas fue de 100%, todo de la morfoespecie (**Tabla 97**).

Tabla 97. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Convento.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>

Fuente: Labormar,2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 199 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 98. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Convento.

MORFOESPECIE	P1_699650 Cobertura (%)
<i>Pontederia crassipes</i>	100,0
Riqueza (S)	1
Cobertura (%)	100,0

Fuente: Labormar, 2024.

5.1.6. Ciénaga El Paraíso

5.1.6.1. Fitoplancton

El ensamblaje fitoplanctónico en los puntos de monitoreo establecidos para la ciénaga estuvo representado dos morfoespecies, cuya clasificación taxonómica se describe en la Tabla 99

Tabla 99. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en C. El Paraíso.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i> <i>Oscillatoria sp. 1</i>

Fuente: LABORMAR,2024.

La comunidad fitoplanctónica en la Ciénaga El Paraíso además de mostrar baja riqueza de especies exhibió alta representatividad de *Oscillatoria sp* (Tabla 100), morfoespecie que constituyó entre 83% y 100% de los individuos registrados. En el punto P1, se identificó la presencia exclusiva de *Oscillatoria sp. 1*

Tabla 100. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado C. El Paraíso. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699666			P2_699665		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Oscillatoria sp.</i>	5	0,011	83,33	1	0,002	100,00
<i>Oscillatoria sp. 1</i>	1	0,002	16,67			
Riqueza (S)		2			1	
Abundancia (No.Ind)		6			1	
Densidad (Ind/ml)		0,013			0,002	

Fuente: LABORMAR,2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 200 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

5.1.6.1.1. Índices ecológicos

Los resultados de los índices de diversidad se muestran en la **Tabla 101**. En ella, los índices de Margalef y Shannon reportaron bajos valores, indicando una comunidad con baja riqueza específica y diversidad.

En el punto P2_699665 donde únicamente se identificó *Oscillatoria* sp., el índice de dominancia de Simpson alcanzó su valor máximo, reflejando una dominancia absoluta de esta especie. Consecuentemente, los índices de diversidad y equidad indican una diversidad nula y una uniformidad inexistente, ya que no hay distribución de abundancia.

En contraste, en la muestra P1_699666, el índice de dominancia de Simpson presentó un valor moderado ($D = 0,6667$), sugiriendo que, aunque hay dos morfoespecies adaptadas a las condiciones del sistema, una es más predominante. Esta distribución se refleja en el índice de equidad de Pielou moderado ($J' 0,65$), considerando que la diferencia en abundancia entre ambas no es extrema.

Tabla 101. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. El paraíso, Colombia.

	P1_699666	P2_699665
Taxa_S	2	1
Individuals	6	1
Dominance_D	0.6667	1
Shannon_H	0.5339	
Margalef	0.5581	
Equitability_J	0.65	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 201 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

5.1.6.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por cinco (5) individuos con una densidad total de 0,007 Ind/ml, agrupados en dos (2) morfoespecies, dos (2) familias, dos (2) órdenes, dos (2) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 102**). Se encontraron representados los Phylum Arthropoda y Protozoa con igual riqueza, una (1) morfoespecie cada uno, como se observa en la **Figura 44**.

Tabla 102. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga El Paraíso.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphniidae Mf
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	Arcella sp.

A nivel de phylum, se observó que tanto el grupo Arthropoda como el Protozoa, contribuyeron con el 50 % de la riqueza total. Para el grupo Protozoa se tuvo la clase Lobosa la cual está compuesta por organismos conocidos como Tecamebas, las cuales son protozoos de comunidades acuáticas de agua dulce o salobre. A nivel de bioindicación, algunas especies prefieren lagos oligotróficos con leve acidez porque son muy sensibles principalmente a cambios de pH o presencia de metales pesados; sin embargo, las especies tolerantes se emplean para determinar el grado de eutrofia de lagos (Zapata-Madrid, 2006) y su presencia se asocia a cuerpos de agua ricos en materia orgánica, corriente reducida y eutrofia (Pinilla, 2000). Por otra parte, las especies del phylum Arthropoda son excelentes indicadores de la calidad ambiental ya que por la abundancia y riqueza de sus especies se puede determinar el grado de intervención o impacto ambiental que esté sufriendo un ecosistema (Ten Hagen *et al.*, 2022).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 202 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Novembre – 2024

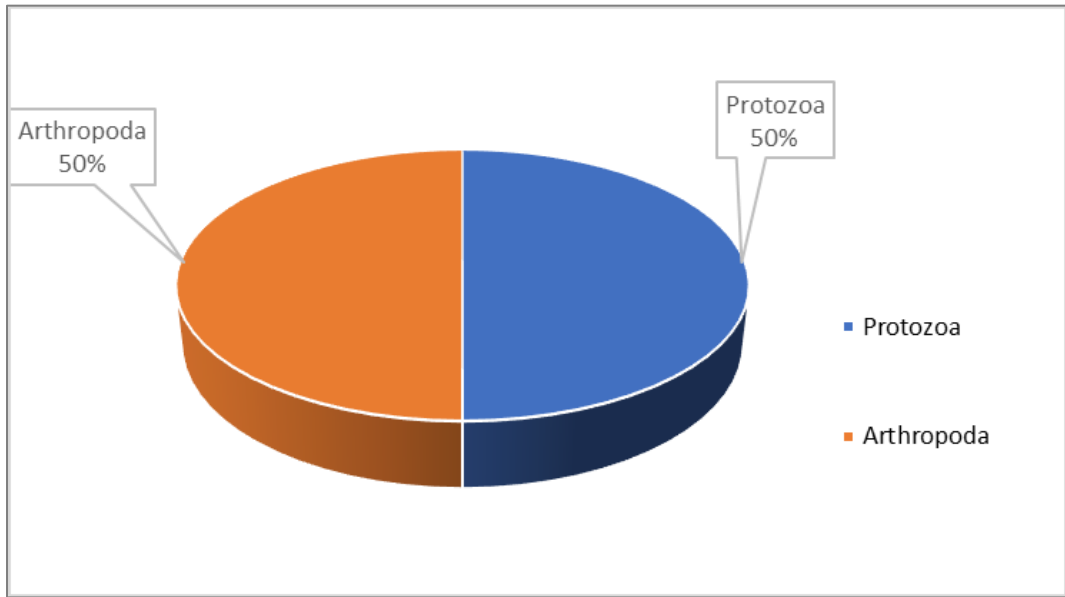


Figura 44. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga El Paraíso.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Tabla 103** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica la ciénaga El Paraíso.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 203 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 103. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga El Paraíso. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699665			P2_699666		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND2	Ind/ml3	AR4
<i>Daphniidae Mf</i>	1	0,002	33,333			
<i>Arcella sp.</i>	2	0,003	66,667	2	0,002	100,0
Riqueza (S)		2			1	
Abundancia (No. Ind)		3			2	
Densidad (Ind/ml)		0,005			0,002	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 204 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

A nivel de morfoespecies se observó que *Arcella* sp. fue la más representativa, con una densidad de 0,005 Ind/ml, mientras que las morfoespecies de Daphniidae presentaron densidades de 0,002 Ind/ml.

La familia Daphniidae, constituye un grupo de organismos conocidos como pulgas de agua, se alimentan de microalgas, bacterias y detritus, como lo afirma Sala, García-de-Lomas y Alonso (2015). La familia Daphnidae, particularmente las especies del género *Daphnia*, ha demostrado ser excepcionalmente útil como bioindicador ambiental debido a su alta sensibilidad frente a diversas sustancias contaminantes. *Daphnia magna* es ampliamente utilizada en ensayos ecotoxicológicos para evaluar la calidad de efluentes dulciacuícolas, constituyendo un estándar internacional para la determinación de toxicidad aguda, como lo indican Núñez y Hurtado (2005). Adicionalmente, los dáfnidos también responden a otros factores ambientales como la radiación ultravioleta (RUV), temperatura y disponibilidad de alimento, lo que amplía su utilidad como bioindicadores integrales Wolinski, *et al.*, (2019).

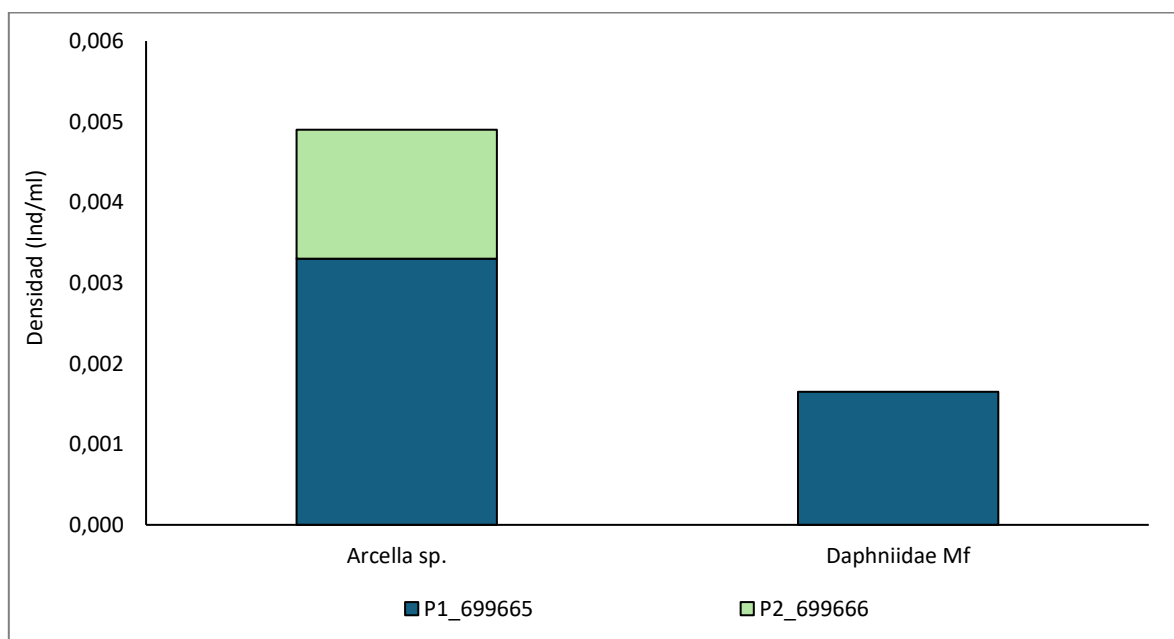


Figura 45. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga El Paraíso.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 205 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.6.2.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos, según Shannon y Margalef, muestran una diversidad baja para el P1, con valores por debajo de 2 bits/Individuos, Estos valores indican que la comunidad zooplanctónicas es poco variada y escasamente diversa. Vale la pena aclarar que, por presentar una sola especie en el P2, los índices ecológicos no pudieron ser calculados. Por otra parte, el índice de Pielou, indica que la comunidad del P1 presenta densidades con tendencia a la equitatividad; lo cual es ratificado por el índice de dominancia de Simpson, cuyo valor 0,333 indican que la comunidad presenta baja dominancia de especies (**Tabla 104**). Al observar este índice, para el P2, se evidencia que la única especie registrada posee una dominancia absoluta (1,000).

Tabla 104. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga El Paraíso.

	P1_699665	P2_699666
Taxa_S	2	1
Individuals	3	2
Dominance_D	0,333	1,000
Shannon_H	0,803	
Margalef	0,910	
Equitability_J	0,918	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 206 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.6.3. Perifiton

Para el ensamblaje perifítico de la ciénaga Paraíso, se reportó un total 481 individuos con una densidad total 654,611 Ind/cm², agrupados en 11 morfoespecies, 9 familias, 7 órdenes, 3 clases y 3 Phyla (**Tabla 105**).

Tabla 105. Taxonomía del ensamblaje perifítico registrado en la C. Paraíso. LABORMAR S.A.S. 2024.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum sp.</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp.</i>
			Phacaceae	<i>Phacus sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca sp.</i>
				<i>Nitzschia sp.</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
				<i>Gyrosigma sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

La división Heterokontophyta fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 63,64%, seguida de Euglenozoa y Cyanobacteria con 18,18% cada una. No se registraron morfoespecies de otros phylum como Chlorophyta y Charophyta (**Figura 46**). En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Nitzschia sp* y *Oscillatoria sp* con las mayores densidades con valores de 408,556 Ind/cm² y 93,167 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Navicula sp.* (56,333 Ind/cm²) y *Gomphonema sp* (32,833 Ind/cm²). Por otra parte, *Dolichospermum sp* registró el valor más bajo de densidad con 1,389 Ind/cm² (**Figura 47**). El punto con mayor densidad fue P1_699666 con 331,944 Ind/cm² y el más bajo fue P2_699665 con 322,667 Ind/cm².

Las morfoespecies pertenecientes al género *Nitzschia sp.* son comunes en sistemas meso a eutróficos, tolerante a contenidos de sedimentos y conductividades altas (Bellinger & Sigeo, 2010). Presente en ambientes con alta turbulencia, carga sedimentaria y conductividad alta (Pinilla, 2000), se ha evidenciado que contienen morfotipos tolerantes a medios contaminados y son reconocidos por ser indicadores de enriquecimiento orgánico dado que son heterótrofas de nitrógeno (Wehr & Sheath, 2003). Por otra parte, las morfoespecies asociadas a *Oscillatoria sp.*, se relacionan con cambios en la coloración del agua y la

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 207 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

producción de neurotoxinas DIMAR-CIOH (2011). También, se suelen proliferar en zonas con alta intensidad lumínica y con alta perturbación (Komarek, 2003). Es indicadora de aguas ricas en materia orgánica (De la Parra y Rodelo, 2012). Las *Oscillatorias* logran desplazar otras especies por medio de la competencia por espacio, captación de luz solar y la producción de sustancias alelopáticas como las cianotoxinas, para evitar ser depredadas por otros organismos (Rivera & Gomez, 2010).

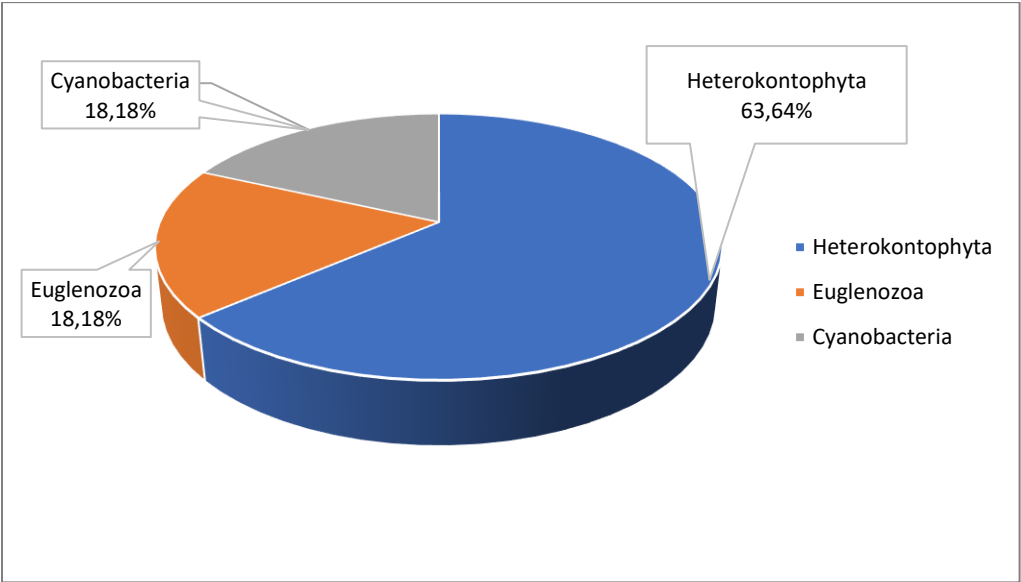


Figura 46. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en la C. Paraíso.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 208 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noiembre – 2024

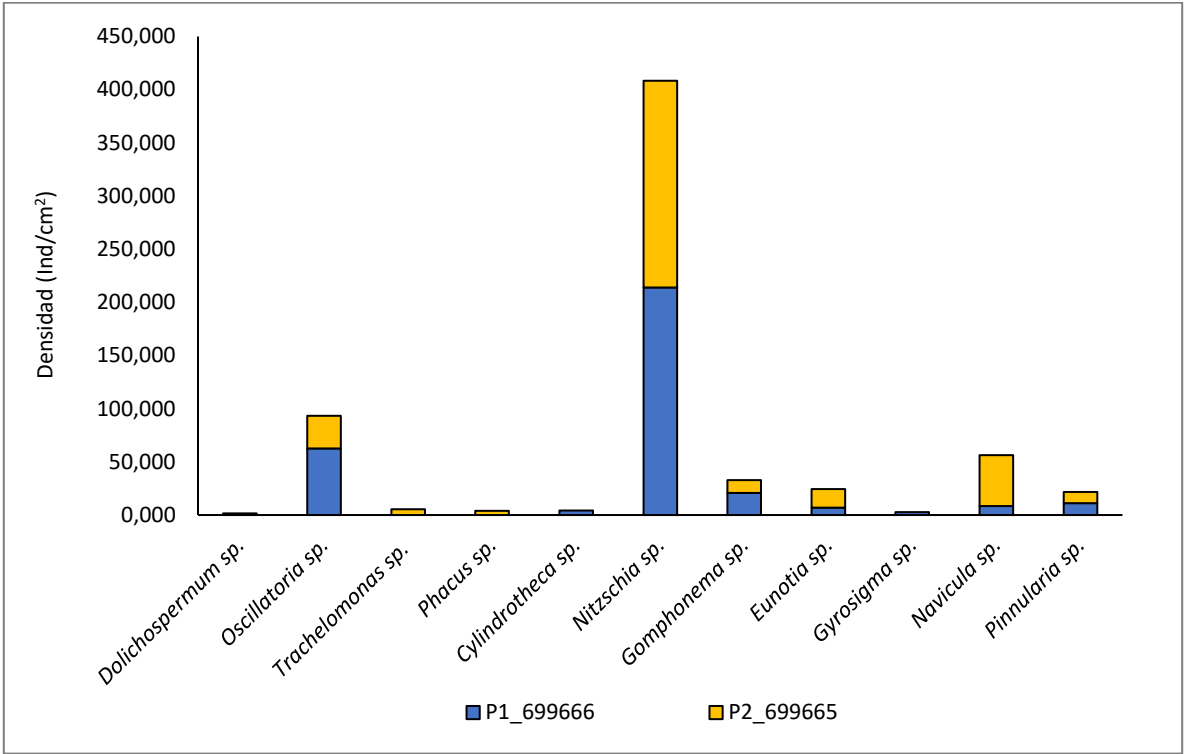


Figura 47. Densidad total de las morfoespecies de Perifiton en la C. Paraíso.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 209 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 106. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. Paraíso. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699666			P2_699665		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Dolichospermum sp.</i>	1	1,389	0,42			
<i>Oscillatoria sp.</i>	45	62,500	18,83	23	30,667	9,50
<i>Trachelomonas sp.</i>				4	5,333	1,65
<i>Phacus sp.</i>				3	4,000	1,24
<i>Cylindrotheca sp.</i>	3	4,167	1,26			
<i>Nitzschia sp.</i>	154	213,889	64,44	146	194,667	60,33
<i>Gomphonema sp.</i>	15	20,833	6,28	9	12,000	3,72
<i>Eunotia sp.</i>	5	6,944	2,09	13	17,333	5,37
<i>Gyrosigma sp.</i>	2	2,778	0,84			
<i>Navicula sp.</i>	6	8,333	2,51	36	48,000	14,88
<i>Pinnularia sp.</i>	8	11,111	3,35	8	10,667	3,31
Riqueza (S)		9			8	
Abundancia (No.Ind)		239			242	
Densidad (Ind/cm²)		331,944			322,667	

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 210 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

5.1.6.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 107**, se muestran los índices ecológicos calculados del ensamblaje perifítico en C. paraíso, en el cual, se puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el punto P2_699665 registró el valor más alto de Shannon_H con 1,326 bits/individuo y el punto P1_699666 con 1,461 fue el más alto para Margalef. Por su parte, el índice de dominancia de Simpson muestra el valor más alto en el punto P1_699666 con 0,457 y el menor en el punto P2_699665 con 0,401, por lo que se infiere que estos puntos no poseen una dominancia alta. Lo anterior, se corrobora con el índice de Pielou, el cual registró el valor más alto en el P2_699665 (con 0,638), y el más bajo en el punto P1_699666 (0,535). Por lo que se infiere, que no hay una equidad apropiada en ninguno de los puntos de muestreo de la ciénaga paraíso.

Tabla 107. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en C. Paraíso.

	P1_699666	P2_699665
Taxa_S	9	8
Individuals	239	242
Dominance_D	0,457	0,401
Shannon_H	1,176	1,326
Margalef	1,461	1,275
Equitability_J	0,535	0,638

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 211 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.6.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se registró una densidad de 810,000 Ind/m² y abundancia de 81 individuos, distribuidos en diecisiete (17) morfoespecies, doce (12) familias y una no determinada, siete (7) órdenes, tres (3) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 108**).

El phylum Arthropoda representó el 76,47% de las morfoespecies reportadas, seguido de Mollusca con el 17,65% y Annelida con el 5,88% (**Figura 48**).

Tabla 108. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Paraíso.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Annelida	Clitellata	Hirudinida	ND	Rhynchobdellida Mf
			Curculionidae	Curculionidae Mf (Adulto)
			Dytiscidae	Dytiscidae Mf (Larva)
			Hydrophilidae	Hydrophilidae Mf (Larva)
				Hydrophilidae Mf 1 (Adulto)
				Hydrophilidae Mf (Adulto)
			Noteridae	Noteridae Mf (Adulto)
				Noteridae Mf 1 (Adulto)
			Scirtidae	Scirtidae Mf (Larva)
		Diptera	Culicidae	Culicidae Mf (Larva)
			Ceratopogonidae	Ceratopogonidae Mf (Larva)
		Hemiptera	Pleidae	Pleidae Mf (Adulto)
			Belostomatidae	Belostomatidae Mf (Adulto)
				Belostomatidae Mf (Ninfa)
Arthropoda	Insecta	Architaenioglossa	Ampullariidae	Ampullariidae Mf
		Basommatophora	Planorbidae	Drepanotrema sp.
		Littorinimorpha	Cochliopidae	Cochliopidae Mf

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 212 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noiembre – 2024

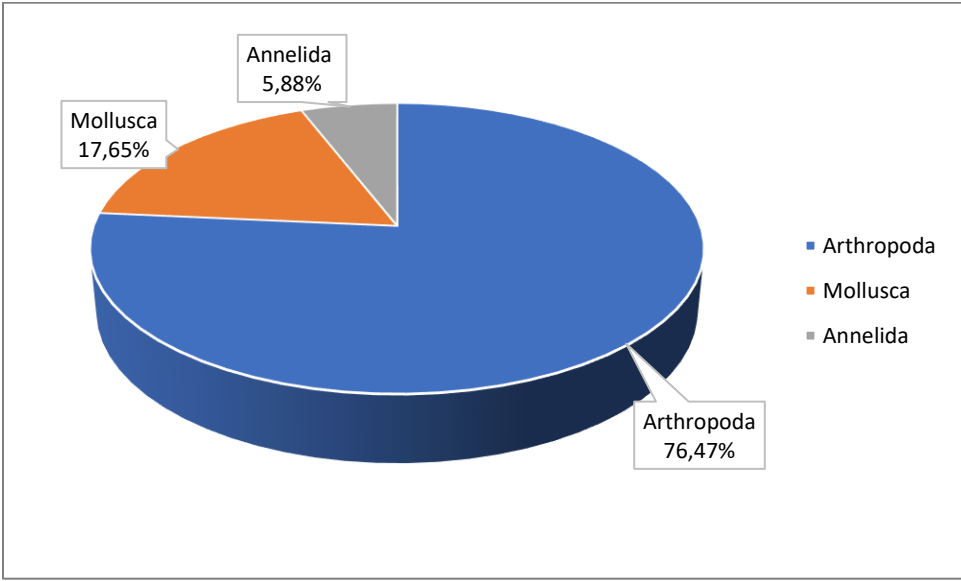


Figura 48. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. El Paraíso.

Tabla 109. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Paraíso.

MORFOESPECIE	P1_699666			P2_699665		
	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR
Rhynchobdellida Mf	1	10,000	2,17			
Curculionidae Mf (Adulto)	1	10,000	2,17			
Dytiscidae Mf (Larva)				3	30,000	8,57
Hydrophilidae Mf (Larva)	1	10,000	2,17			
Hydrophilidae Mf 1 (Adulto)	1	10,000	2,17			
Hydrophilidae Mf (Adulto)	4	40,000	8,70	1	10,000	2,86
Noteridae Mf (Adulto)	2	20,000	4,35	1	10,000	2,86
Noteridae Mf 1 (Adulto)	9	90,000	19,57	1	10,000	2,86
Scirtidae Mf (Larva)				3	30,000	8,57
Culicidae Mf (Larva)				2	20,000	5,71
Ceratopogonidae Mf (Larva)				7	70,000	20,00
Pleidae Mf (Adulto)	2	20,000	4,35			
Belostomatidae Mf (Adulto)	1	10,000	2,17			
Belostomatidae Mf (Ninfa)				1	10,000	2,86
Ampullariidae Mf	1	10,000	2,17			
<i>Drepanotrema</i> sp.	22	220,000	47,83	16	160,000	45,71

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 213 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P1_699666			P2_699665		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Cochliopidae Mf	1	10,000	2,17			
Riqueza (S)		12			9	
Abundancia (No. Ind)		46			35	
Densidad (Ind/m²)		460,000			350,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

La morfoespecie con mayor densidad en los puntos P1 y P2 fue *Drepanotrema* sp., con valores de 220,000 Ind/m² y 160,000 Ind/m², respectivamente. En contraste, las morfoespecies Rhynchobdellida Mf, Curculionidae Mf (Adulto), Hydrophilidae Mf (Larva), Hydrophilidae Mf 1 (Adulto), Belostomatidae Mf (Adulto), Ampullariidae Mf y Cochliopidae Mf registraron las menores densidades, cada una con 10,000 Ind/m², presentes únicamente en P1 (**Figura 49**).

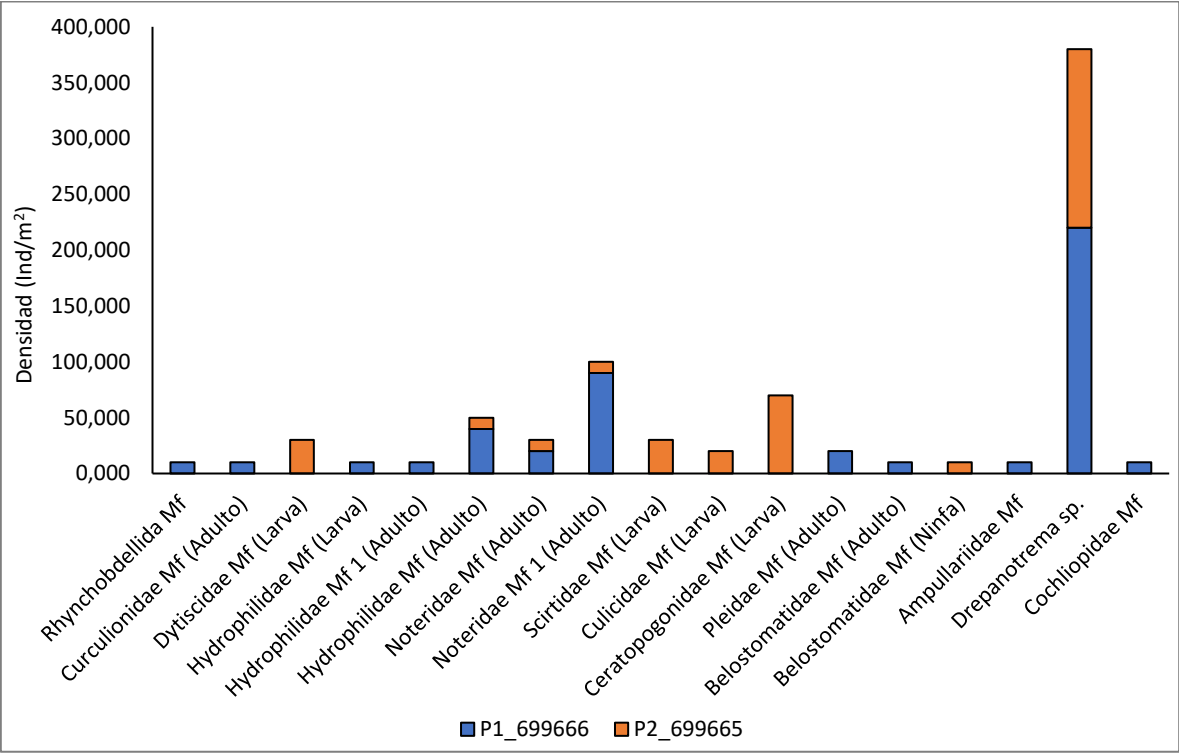


Figura 49. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Paraíso.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 214 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveiembre – 2024

5.1.6.1 Índices ecológicos

El índice de Shannon-H presentó valores de 1,740 en P1 y 1,671 en P2, lo que indica una baja diversidad en ambos puntos de monitoreo. Estos valores sugieren un ecosistema con limitada heterogeneidad en la comunidad de macroinvertebrados, posiblemente debido a condiciones ambientales adversas o a la presencia de especies tolerantes a la contaminación. Por su parte, el índice de Margalef (D) arrojó valores de 2,873 en P1 y 2,250 en P2, lo que refleja una diversidad moderada en términos de riqueza específica.

En cuanto a la equidad, el índice de Pielou mostró una alta equitatividad en ambos puntos de monitoreo ($J' = 0,700$ en P1 y $0,760$ en P2), lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies presentes. El índice de Simpson muestra baja dominancia, lo que implica que no hay una especie que predomine significativamente sobre las demás, lo cual es un indicio positivo de la equidad en el ecosistema (**Tabla 110**).

Tabla 110. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Paraíso.

	P1_699666	P2_699665
Taxa_S	12	9
Individuals	46	35
Dominance_D	0,282	0,270
Shannon_H	1,740	1,671
Margalef	2,873	2,250
Equitability_J	0,700	0,760

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.1.6.4.1. Índice BMWP (Col).

El análisis del índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga El Paraíso revela condiciones de contaminación preocupantes en el área de estudio. Los resultados indican que el punto de monitoreo P1 presenta aguas muy contaminadas, mientras que el P2 muestra una contaminación moderada, lo que sugiere que la calidad del agua en la ciénaga es crítica y dudosa (**Tabla 111**).

Esta clasificación está estrechamente relacionada con altos niveles de contaminación orgánica, lo que provoca una alteración significativa de las condiciones naturales del ecosistema acuático. La contaminación orgánica es un factor que impacta negativamente

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 215 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

tanto la biodiversidad como la funcionalidad del ecosistema, favoreciendo la presencia de especies tolerantes a la contaminación, mientras limita la capacidad del ecosistema para sostener comunidades más diversas y equilibradas.

Tabla 111. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Paraíso.

Puntos de Muestreo	P1_699666	Puntaje	P2_699665	Puntaje
Familias	Ampullariidae	9	Belostomatidae	5
	Belostomatidae	5	Ceratopogonidae	3
	Hydrophilidae	3	Culicidae	2
	Noteridae	4	Dytiscidae	9
	Planorbidae	5	Hydrophilidae	3
	Pleidae	8	Noteridae	4
			Planorbidae	5
			Scirtidae	7
BMWP	34		38	
Calidad	Crítica		Dudosa	
Clase	IV		III	
Significado	Aguas Muy Contaminadas		Aguas Moderadamente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.6.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga Paraíso, estuvo conformada por una morfoespecie, perteneciente a la familia Osphronemidae, del orden Anabantiformes, de la clase Actinopterygii y del Phylum Chordata (**Tabla 112**).

Se identificó la morfoespecie *Trichopodus pectoralis*. La cual, se capturaro en el punto P2_699665, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la **Tabla 114**, se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados.

El individuo de la morfoespecie *Trichopodus pectoralis* tuvo una longitud total (LT) de 18,5 cm, LE de 15,0 cm y con un peso de 108 cm.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 216 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 112. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Anabantiformes	Osphronemidae	Trichopodus	<i>Trichopodus pectoralis</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 113. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P2_699665
<i>Trichopodus pectoralis</i>	1
Riqueza (S)	1
Abundancia (No. Ind)	1

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 114. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre común	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P2_699665	Gurami de piel de serpiente	<i>Trichopodus pectoralis</i>	18,5	15,0	N. A.	108

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

5.2.1.2 Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 115**, se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 217 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveiembre – 2024

Tabla 115. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORIAS DE AMENAZA				USOS		Distribución
		RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITE S	OR N	CO N	
<i>Trichopodus pectoralis</i>	Gurami de piel de serpiente	N. I.	NE	LC	NE		X	C
Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endémica (CE) y Endémica (E).								

5.2.1.3 Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

5.1.6.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en los puntos de monitoreo fue baja, registrándose tres morfoespecies (*Pontederia crassipes* *Hymenachne sp.* y *Salvinia sp.*) pertenecientes a las familias Pontederiaceae, Poaceae y Salviniaceae. De los órdenes Commelinales, Poales y Salviniiales. Del dos clases Magnoliopsida y Polypodiopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta (**Tabla 116**).

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Pontederia crassipes* con 89,00%, seguida de *Hymenachne sp.* con 8,00% y *Salvinia sp.* con 3,00% (**Tabla 117**).

Tabla 116. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Paraíso.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>
		Poales	Poaceae	<i>Hymenachne sp.</i>
	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia sp.</i>

Fuente: Labormar,2024.

Tabla 117. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Paraíso.

MORFOESPECIE	P2_699665	P1_699666
	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Pontederia crassipes</i>	95,0	83,0

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 218 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P2_699665 Cobertura (%)	P1_699666 Cobertura (%)
<i>Hymenachne sp.</i>	5,0	11,0
<i>Salvinia sp.</i>		6,0
Riqueza (S)	2	3
Cobertura (%)	100,0	100,0

Fuente: Labormar, 2024.

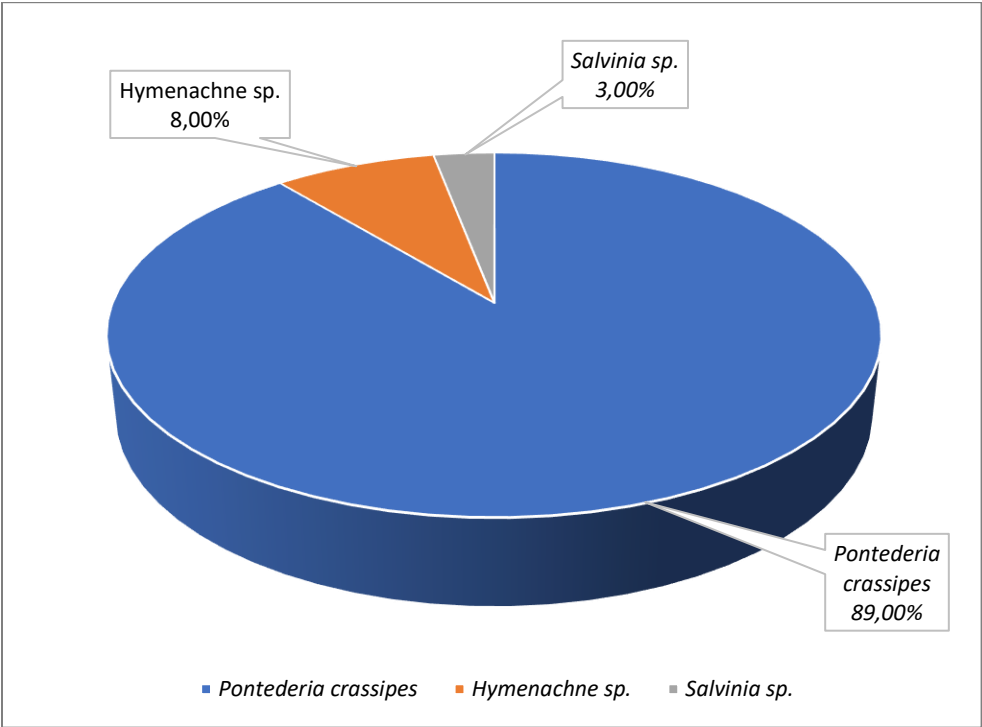


Figura 50. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. Paraíso.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 219 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.7. Ciénaga El Uvero

5.1.7.1. Fitoplancton

En la Ciénaga El Uvero, los organismos fotosintetizadores registraron una abundancia de 219 individuos, distribuidos en 18 morfoespecies, pertenecientes a 15 familias, 11 órdenes, 9 clases y 6 phyla. El resumen taxonómico se presenta en la **Tabla 118**.

Tabla 118. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en C. el Uvero.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp.</i>
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Tetraedron sp.</i>
			Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp.</i>
			Schizochlamydeae	<i>Planktosphaeria sp.</i>
			Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus sp.</i>
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>
				<i>Strombomonas sp.</i>
				<i>Trachelomonas sp.</i>
			Phacaceae	<i>Lepocinclis sp.</i>
				<i>Phacus sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>
Ochrophyta	Chrysophyceae	Ochromonadales	Synuraceae	<i>Mallomonas sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

La división con mayor porcentaje de riqueza fue Chlorophyta con el 33,3% (**Figura 51**), un grupo ampliamente distribuido en cuerpos de agua con alta disponibilidad de luz, ricas en nutrientes y con alta relación nitrógeno – fósforo (Ramírez y Viña, 1998), por lo que ambientes eutrofizados pueden favorecer su proliferación.

Las Euglenozoa, segundas en importancia, se caracterizan por su presencia en sistemas acuáticos con alta carga de materia orgánica, mientras que Heterokontophyta (16,47%) se

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 220 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noiembre – 2024

encuentra en una amplia variedad de ecosistemas, mostrando una menor dependencia de condiciones ambientales específicas.

En el caso de las cianobacterias (11,11%), su mayor proliferación suele estar asociada a los meses más cálidos del año y a aguas con un pH circumneutral o ligeramente básico Finalmente, Ochrophyta y Charophyta son afines proliferar en ambientes oligotróficos (Roldán & Ramírez, 2008).

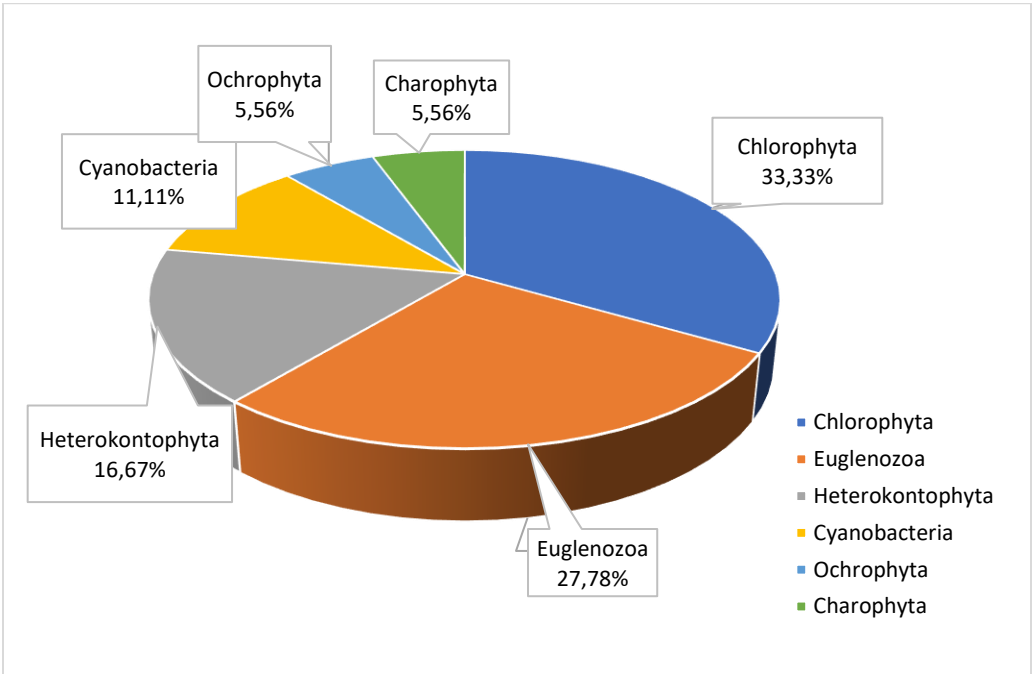


Figura 51. del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en el punto monitoreado C. el Uvero.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el análisis de riqueza y densidad del área de estudio, se observó que el punto P2-699676 registro los valores más altos 16 morfoespecies y una densidad de 6,833 Ind/ml. Por otro lado, el punto P1-699675 posee 8 taxones y una densidad de 2,292 Ind/ml, mostrando una marcada disminución en la densidad y abundancia. **(Tabla 119).**

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 221 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

Tabla 119.Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado C. el Uvero, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

P1_699675				P2_699676		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Cosmarium sp.</i>	1	0,042	1,82	1	0,042	0,61
<i>Eudorina sp.</i>	2	0,083	3,64			
<i>Tetraedron sp.</i>				2	0,083	1,22
<i>Coelastrum sp.</i>				2	0,083	1,22
<i>Planktosphaeria sp.</i>				3	0,125	1,83
<i>Ankistrodesmus sp.</i>				3	0,125	1,83
<i>Actinastrum sp.</i>				1	0,042	0,61
<i>Planktothrix sp.</i>	31	1,292	56,36	126	5,250	76,83
<i>Aphanocapsa sp.</i>				3	0,125	1,83
<i>Euglena sp.</i>	5	0,208	9,09	3	0,125	1,83
<i>Strombomonas sp.</i>				1	0,042	0,61
<i>Trachelomonas sp.</i>	9	0,375	16,36	8	0,333	4,88
<i>Lepocinclis sp.</i>	1	0,042	1,82	1	0,042	0,61
<i>Phacus sp.</i>	2	0,083	3,64	4	0,167	2,44
<i>Nitzschia sp.</i>				1	0,042	0,61
<i>Aulacoseira sp.</i>				2	0,083	1,22
<i>Cyclotella sp.</i>	4	0,167	7,27			
<i>Mallomonas sp.</i>				3	0,125	1,83
Riqueza (S)		8			16	
Abundancia (No.Ind)		55			164	
Densidad (Ind/ml)		2,292			6,833	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Con respecto a las morfoespecies se destacan por su abundancia la cianobacteria *Planktothrix sp* con 6,542 Ind/ml (**Tabla 119**). Esta morfoespecie conocida por formar floraciones y producir potencialmente toxinas, pueden ser más competitivas en la colonización de hábitats.

Le siguieron en importancia numérica las Euglenozoa *Trachelomonas sp* y *Euglena sp* las cuales presentaron una densidad de 0,708 Ind/ml y 0,333 Ind/ml respectivamente (*Figura 52*). El crecimiento de estas taxa se ve favorecido por ambientes con materia orgánica (Tolivia, Avellaneda, Duque y Conforti, 2024).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 222 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

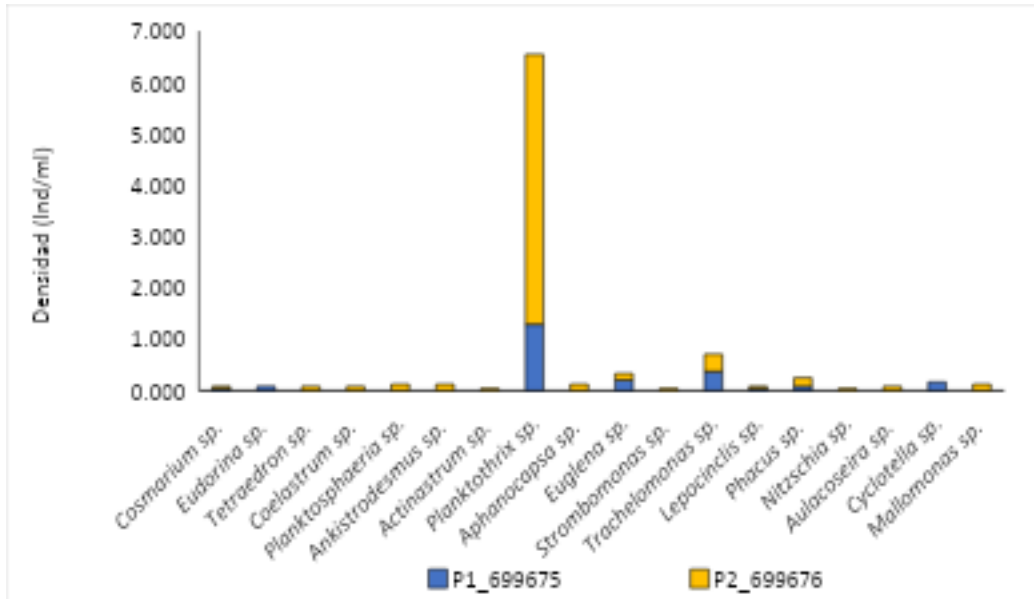


Figura 52. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en la C. el Uvero.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.7.1.1. Índices ecológicos

La diversidad de la ciénaga, evaluada a través del índice de Margalef, indica una baja diversidad en P1 y una moderada en P2, lo que se atribuye a la mayor riqueza de especies en este último punto. La riqueza en P2 duplica la registrada en P1, impulsada principalmente por una mayor presencia de Chlorophyta y Euglenozoa (**Tabla 120**).

Por su parte, el índice de Shannon, que integra tanto la riqueza como la equitatividad de las abundancias, revela un ensamblaje con baja diversidad, particularmente en P2, donde se obtuvo un valor de 1,17 bits. Esto refleja una distribución desigual de las abundancias (**Tabla 120**).

En términos de dominancia, el punto P2 muestra un índice de Simpson de 0,593, lo que indica una dominancia moderada, porque *Planktothrix* sp. representa el 76,83% de los individuos, asimismo, la baja equitatividad ($J < 0,5$), sugiere además de una distribución desigual de la abundancia, una mayor cantidad de morfoespecies con poblaciones pequeñas. En contraste, el punto P1 exhibió mayor diversidad manifestada en una distribución más uniforme de la abundancia (índice de equidad de Pielou, $J = 0.680$). La

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 223 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

presencia de *Planktothrix* sp. como taxón dominante, representando el 56.36% de la comunidad, resultó en un índice de dominancia de Simpson relativamente bajo ($D = 0.35$).

Tabla 120. Índices de diversidad de fitoplancton en la C. el Uvero, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	P1_699675	P2_699676
Taxa_S	8	16
Individuals	55	164
Dominance_D	0,350	0,593
Shannon_H	1,48	1,17
Margalef	1,747	2,941
Equitability_J	0,680	0,405

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 224 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

5.1.7.2. Zooplankton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 143 individuos con una densidad total de 0,315 Ind/ml, agrupados en 14 morfoespecies, 11 familias, de las cuales tres (3) fueron no determinadas (ND); ocho (8) órdenes, con dos (2) no determinados; cuatro (4) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 121**). El Phylum Rotifera aportó la mayor riqueza, con nueve (9) morfoespecies, lo que representa un 64 % de la riqueza total; seguido de Arthropoda con cuatro (4) (morfoespecies), 32% y Protozoa con una (1) morfoespecie 5 % (**Figura 53**).

Tabla 121. Taxonomía del zooplankton registrado en la ciénaga El Uvero.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphniidae Mf
		Calanoida	ND	Calanoida Mf
	Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva nauplio
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp.</i>
		Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp.</i>
		ND	Philodinidae	<i>Philodina sp.</i>
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna sp.</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus sp.</i>
				<i>Brachionus sp. 1</i>
				<i>Brachionus sp. 2</i>
				<i>Keratella sp.</i>
			Lecanidae	<i>Lecane sp.</i>
			Synchaetidae	<i>Polyarthra sp.</i>

A nivel de phylum, se observó que el grupo Rotifera fue el más representativo, con una contribución del 64 % de la riqueza total, este grupo se caracteriza por tener una corona ciliada, que le da un movimiento giratorio característico (Guerrero, *et al.*, (2013)) son buenos como indicadores de la calidad del agua, considerando características específicas de cada especie, pueden ser indicadores de materia orgánica o saprobidad, así como de condiciones oligotróficas, mesotrófica y eutróficas, variaciones de temperatura, entre otros (Sládecek, 1983). Le siguió Arthropoda con el 32 % de la riqueza, sus especies son excelentes indicadores de la calidad ambiental, ya que por la abundancia y riqueza de sus especies se puede determinar el grado de intervención o impacto ambiental que esté sufriendo un ecosistema (Ten Hagen *et al.*, 2022).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 225 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveiembre – 2024

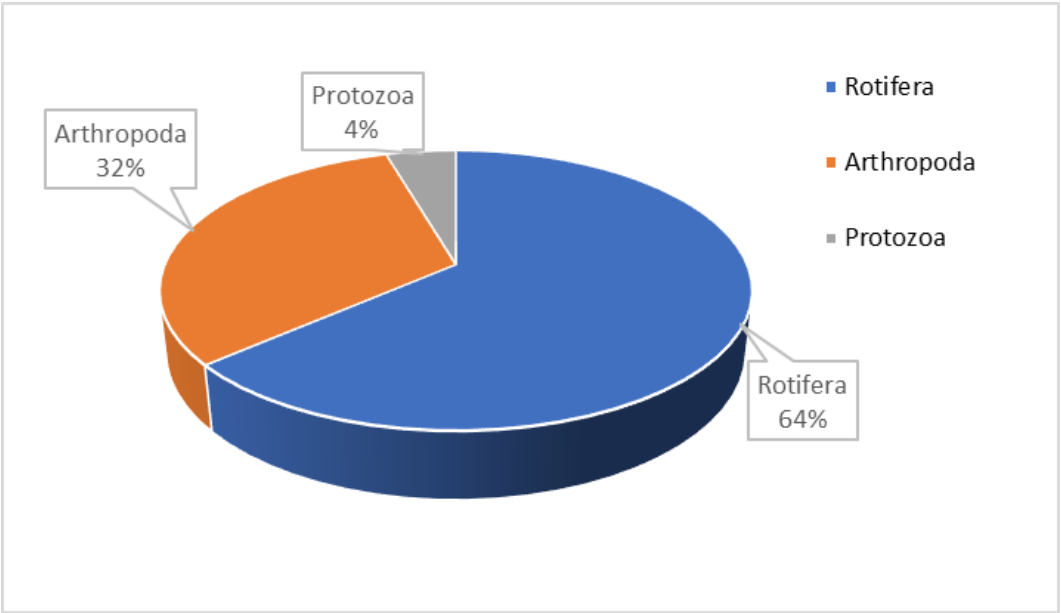


Figura 53. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga El Uvero.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Tabla 122** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica la ciénaga El Uvero.

Tabla 122. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga El Uvero.
Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699675			P2_699676		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
<i>Daphniidae Mf</i>	6	0,013	10,526	2	0,004	2,326
<i>Calanoida Mf</i>	1	0,002	1,754			
<i>Cyclopoida Mf</i>	1	0,002	1,754	1	0,002	1,163
<i>Larva nauplio</i>	21	0,046	36,842	32	0,070	37,209
<i>Arcella sp.</i>				2	0,004	2,326
<i>Filinia sp.</i>	1	0,002	1,754	2	0,004	2,326
<i>Philodina sp.</i>	5	0,011	8,772	16	0,035	18,605
<i>Asplanchna sp.</i>	1	0,002	1,754	2	0,004	2,326
<i>Brachionus sp.</i>	7	0,015	12,281	7	0,015	8,140
<i>Brachionus sp. 1</i>	13	0,029	22,807	6	0,013	6,977
<i>Keratella sp.</i>				1	0,002	1,163
<i>Lecane sp.</i>	1	0,002	1,754	1	0,002	1,163
<i>Polyarthra sp.</i>				14	0,031	16,279
Riqueza (S)		10			12	
Abundancia (No.Ind)		57			86	
Densidad (Ind/ml)		0,125			0,189	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 226 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Se observó que las larvas nauplio y *Philodina* sp. fueron las más representativas, con densidades de 0,117 y 0,046 Ind/ml, respectivamente, mientras que las morfoespecies restantes presentaron densidades por debajo de 0,050 Ind/l.

Las larvas nauplio son la primera larval de todos los crustáceos, tales como cangrejos, camarones, copépodos, branquiópodos y cirrípedos, se caracterizan por su forma piriforme, tres (3) pares de apéndices cefálicos y ojo naupliar (Roca, 2015). Su abundancia en el zooplancton puede reflejar condiciones específicas como el incremento de nutrientes, lo que produce un aumento o floraciones algales, lo que aumenta la disponibilidad de alimento para copépodos y otros crustáceos planctónicos (Roca, 2015; López, 2017). Aunque niveles extremos de eutrofización reducen el oxígeno en la masa de agua, impactando negativamente la supervivencia de las larvas (Roca, 2015). Por otra parte, el humedal el Burro (Tolima), Minambiente, Cortolima y Universidad del Tolima (2015), indica que las variaciones estacionales de temperatura modulan la composición del zooplancton, con picos de nauplios con durante las épocas de estabilidad térmica.

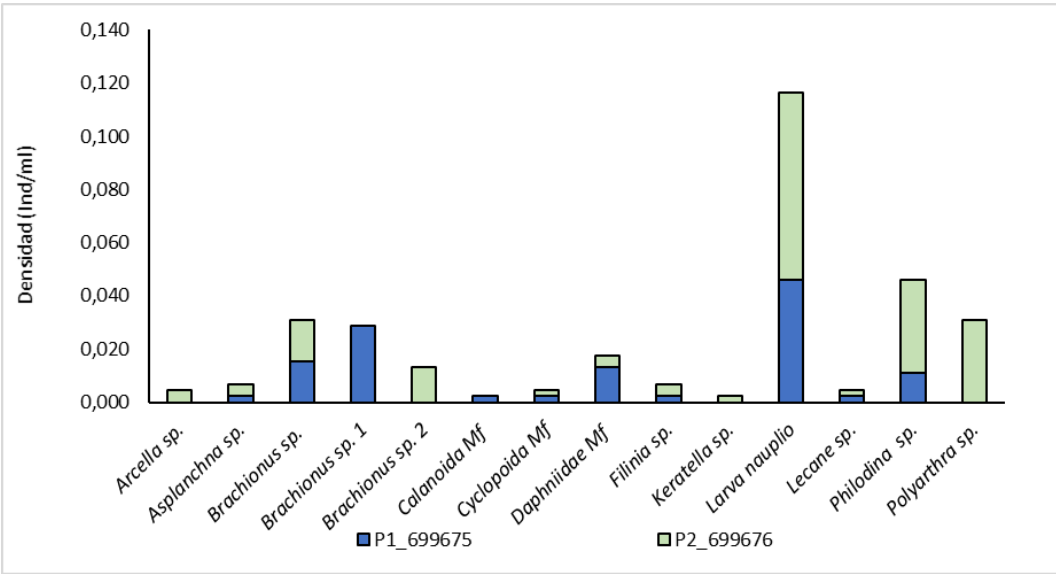


Figura 54. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga El Uvero.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.7.2.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos, según Shannon y Margalef, muestran una diversidad baja para el punto monitoreado, con valores por debajo de 2 bits/Individuos, siendo mayor en el P2. Estos valores indican que la comunidad zooplanctónicas es poco variada y

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 227 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

escasamente diversa. Por otra parte, el índice de Pielou, indica que la comunidad presenta densidades con tendencia a la equitatividad, con valores de 0,802 y 0,779 para los puntos P1 y P2 respectivamente; lo cual es ratificado por el índice de dominancia de Simpson, cuyos valores para los puntos P1 y P2 fueron 0,209 y 0,204, respectivamente, lo que indica que, la comunidad presenta baja dominancia de especies (**Tabla 123**).

Tabla 123. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga El Uvero.

	P1_699675	P2_699676
Taxa_S	10	12
Individuals	57	86
Dominance_D	0,209	0,204
Shannon_H	1,847	1,935
Margalef	2,226	2,469
Equitability_J	0,802	0,779

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 228 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.7.3. Perifiton

Para el ensamblaje perifítico de la ciénaga del Uvero, se reportó un total de 345 individuos con una densidad total 359,667 Ind/cm², agrupados en 24 morfoespecies, 20 familias, 15 órdenes, 6 clases y 5 Phyla (**Tabla 124**).

Tabla 124. Taxonomía del ensamblaje Perifítico registrado en la C. Totumo. LABORMAR S.A.S. 2024.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
			Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp.</i>
		Zygnematales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra sp.</i>
			Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp.</i>
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>
				<i>Oedogonium sp. 1</i>
	Trebouxiophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp.</i>
		Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp.</i>
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp.</i>
				<i>Oscillatoria sp.</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp.</i>
				<i>Trachelomonas sp. 1</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae		Phacaceae	<i>Phacus sp.</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
				<i>Gomphonema sp. 1</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

La división Heterokontophyta (antes denominada Bacillariophyta) fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 56,52%, seguida de Cyanobacteria y Charophyta con 13,04% cada una. Mientras que, Chlorophyta y Euglenozoa con 8,70% ocuparon el último lugar (**Figura 55**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 229 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveimbre – 2024

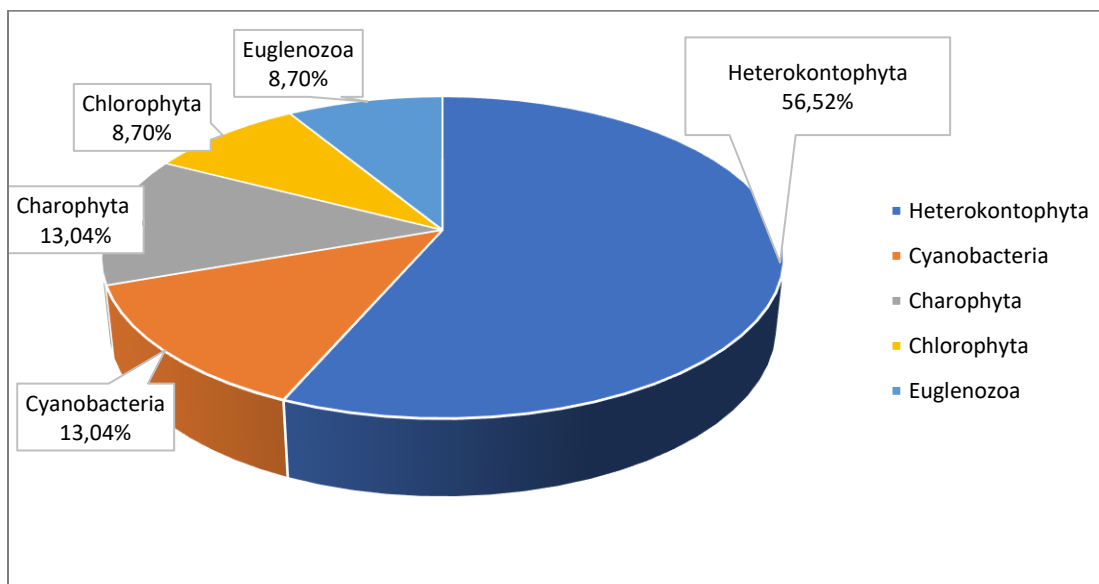


Figura 55. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en la C. el Uvero.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Anabaena* sp con la mayor densidad con un valor de 73,133 Ind/cm², seguido de *Nitzschia* sp. (44,267 Ind/cm²) y *Planktothrix* sp. (35,267 Ind/cm²). Por otra parte, *Scenedesmus* sp. y *Chroococcus* sp. registraron los valores más bajos de densidad total con 1,133Ind/cm² (**Figura 56**).

Las morfoespecies del género *Anabaena* sp., prefiere intensidades de luz moderada para su crecimiento (Chorus & Bartram 1999). *Anabaena* sp., es una cianobacteria con características morfológicas de tipo filamentosos que son capaces de fijar nitrógeno atmosférico en células especializadas llamadas heterocistos, que les confieren la posibilidad de iniciar el desarrollo en aguas en las cuales la limitación por nitrógeno sea una constante, es decir el proceso de fijación de nitrógeno es la principal estrategia exhibida por *Anabaena*, dado que resulta muy difícil regular su flotabilidad en condiciones de turbulencia y vientos fuertes que mezclen las capas de agua (Comba, 2009). Por su parte, las morfoespecies del género *Nitzschia* sp. son comunes en sistemas meso a eutróficos, tolerante a contenidos de sedimentos y conductividades altas (Bellinger & Sigeo, 2010). Presente en ambientes con alta turbulencia, carga sedimentaria y conductividad alta (Pinilla, 2000). Por último, se ha evidenciado que contienen morfotipos tolerantes a medios contaminados y son reconocidos por ser indicadores de enriquecimiento orgánico dado que son heterótrofos de nitrógeno (Wehr & Sheath, 2003). Por último, los organismos asociados al género *Planktothrix*, Morfológicamente se caracteriza por ser de filamentosos solitarios, sin

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 230 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noveiembre – 2024

heterocistos ni acinetos. Los filamentos suelen ser rectos, aunque en algunos casos pueden aparecer ligeramente curvados; además, es conocido productor de numerosas toxinas con órganos diana muy diversos (hígado, sistema nervioso, etc.) (Gómez & de Corral, 2011). Prefiere intensidades de luz bajas para su crecimiento (Chorus & Bartram 1999). Con altas concentraciones de materia orgánica y altas concentraciones de sedimentos y alta conductividad (Pinilla, 2000).

Tabla 125. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. del Uvero. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699675			P2_699676		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Closterium sp.</i>	1	1,133	0,91			
<i>Cosmarium sp.</i>	1	1,133	0,91	5	5,000	2,13
<i>Spirogyra sp.</i>	3	3,400	2,73	4	4,000	1,70
<i>Mougeotia sp.</i>	9	10,200	8,18	11	11,000	4,68
<i>Eudorina sp.</i>	1	1,133	0,91	1	1,000	0,43
<i>Oedogonium sp.</i>				14	14,000	5,96
<i>Oedogonium sp. 1</i>				13	13,000	5,53
<i>Scenedesmus sp.</i>	1	1,133	0,91			
<i>Oocystis sp.</i>	2	2,267	1,82	11	11,000	4,68
<i>Chroococcus sp.</i>	1	1,133	0,91			
<i>Anabaena sp.</i>	1	1,133	0,91	72	72,000	30,64
<i>Planktothrix sp.</i>	17	19,267	15,45	16	16,000	6,81
<i>Lyngbya sp.</i>	2	2,267	1,82	23	23,000	9,79
<i>Oscillatoria sp.</i>	4	4,533	3,64	1	1,000	0,43
<i>Spirulina sp.</i>	1	1,133	0,91	1	1,000	0,43
<i>Trachelomonas sp.</i>	5	5,667	4,55	5	5,000	2,13
<i>Trachelomonas sp. 1</i>				8	8,000	3,40
<i>Phacus sp.</i>	2	2,267	1,82	3	3,000	1,28
<i>Nitzschia sp.</i>	32	36,267	29,09	8	8,000	3,40
<i>Gomphonema sp.</i>	2	2,267	1,82	4	4,000	1,70
<i>Gomphonema sp. 1</i>				27	27,000	11,49
<i>Eunotia sp.</i>	15	17,000	13,64	4	4,000	1,70
<i>Navicula sp.</i>	7	7,933	6,36	4	4,000	1,70
<i>Pinnularia sp.</i>	3	3,400	2,73			
Riqueza (S)		20			20	
Abundancia (No.Ind)		110			235	
Densidad (Ind/cm²)		124,667			235,000	

Fuente: Labormar,2024.

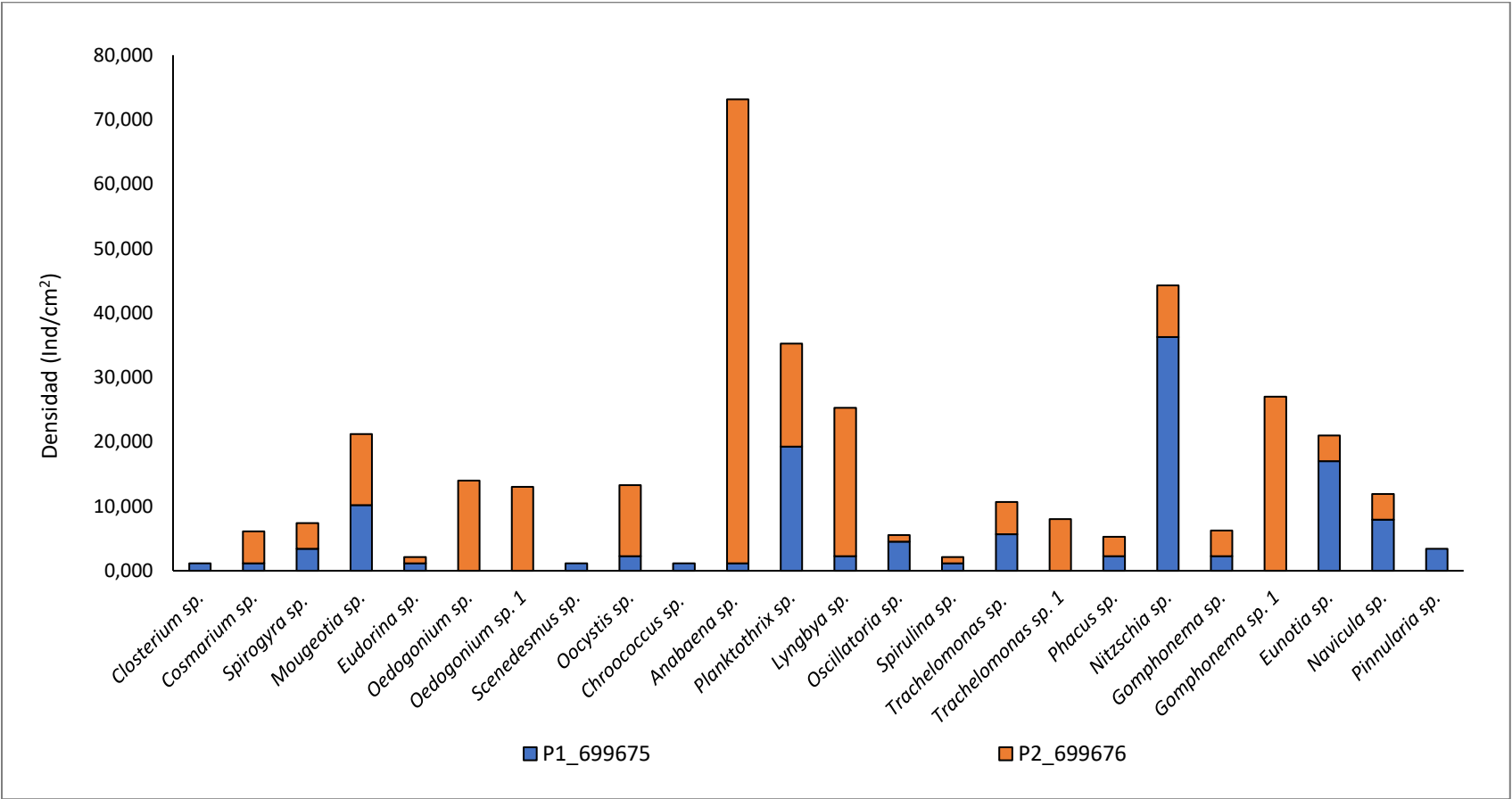


Figura 56. Densidad total de las morfoespecies de Perifiton en la C. del Uvero
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 232 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.1.7.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 126**, se muestran los índices ecológicos calculados del ensamblaje perifítico en C. del Uvero, en el cual, se puede evidenciar valores moderados de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el punto P2_699676 registró el valor más alto de Shannon_H con 2,433 bits/individuo y el punto P1_699675 con 4,042 bits/individuo para Margalef. Mientras que los puntos que reportaron menor diversidad fueron: el P1_699675 con 2,348 bits/individuo para Shannon_H y 3,480 bits/individuo para Margalef. Por su parte, el índice de dominancia de Simpson muestra el valor más alto en el punto P1_699675 con 0,145; por lo que se infiere que este punto y el punto P2_699676, no poseen una dominancia alta.

Lo anterior, se corrobora con el índice de Pielou, el cual registró el valor más alto en el P2_699676 (con 0,812), y el más bajo en el punto P1_699675 (0,784). Por lo que se infiere, que hay una equidad apropiada en los puntos de muestreo de la ciénaga del Uvero.

Tabla 126. Índices ecológicos del ensamblaje Perifítico en C. del Uvero.

	P1_699675	P2_699676
Taxa_S	20	20
Individuals	110	235
Dominance_D	0,145	0,137
Shannon_H	2,348	2,433
Margalef	4,042	3,480
Equitability_J	0,784	0,812

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 233 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.7.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se registró una densidad de 430,000 Ind/m² y abundancia de 43 individuos, distribuidos en tres (3) morfoespecies, tres (3) familias, tres (3) órdenes, dos (2) clases y un (1) Phylum (**Tabla 127**).

El Phylum Mollusca destacó por su alta representatividad, con la totalidad de las morfoespecies reportadas en la zona de estudio (**Figura 57**). Este grupo incluye una amplia variedad de formas de organismos que desempeñan diversos roles ecológicos dentro del ecosistema, participando en complejas relaciones tróficas y contribuyendo a la dinámica de los nutrientes. Además de su función ecológica, los moluscos son conocidos por su capacidad de bioacumular sustancias tóxicas, lo que los convierte en indicadores útiles de contaminación. Su presencia y abundancia pueden reflejar la calidad del agua y los niveles de contaminantes presentes en el ecosistema, convirtiéndolos en valiosos bioindicadores (Regoli & Giuliani, 2014).

Tabla 127. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Uvero.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Corbicula</i> sp.
	Gastropoda	Littorinimorpha	Cochliopidae	<i>Pyrgophorus</i> sp.
		Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Marisa</i> sp.

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 234 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

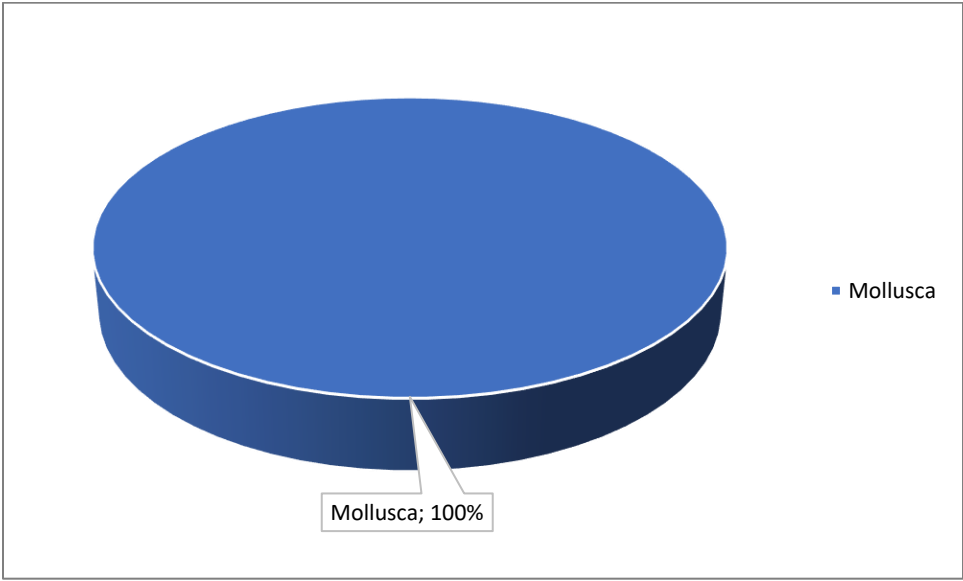


Figura 57. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. El Uvero.

Tabla 128. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Uvero.

MORFOESPECIE	P1_699675			P2_699676		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
<i>Corbicula</i> sp.	31	310,000	93,94	10	100,000	100,00
<i>Pyrgophorus</i> sp.	1	10,000	3,03			
<i>Marisa</i> sp.	1	10,000	3,03			
Riqueza (S)		3			1	
Abundancia (No.Ind)		33			10	
Densidad (Ind/m²)		330,000			100,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

La morfoespecie con mayor densidad en el P1 fue *Corbicula* sp. con 310,000 Ind/m², mientras que *Pyrgophorus* sp. y *Marisa* sp. registraron los valores más bajos, con densidades de 10,000 Ind/m² cada una. En el P2, se registró únicamente la morfoespecie *Corbicula* sp., con una densidad de 100,000 Ind/m², lo que indica una fuerte concentración de esta especie en ese punto de monitoreo.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 235 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Corbicula es un género de almejas de agua dulce, comúnmente conocidas como almejas asiáticas, originarias del continente asiático, pero que se han expandido a otras regiones, incluyendo América del Norte y Europa, debido a la actividad humana (Quiñonero & López, 2016; Sousa *et al.*, 2008). Este género figura entre los moluscos más invasivos en ecosistemas acuáticos de agua dulce a nivel mundial con al menos 90 especies, varias de las cuales han sido descritas como invasoras (Barba-Macías & Trinidad-Ocaña, 2017). A largo plazo, la invasión de estas especies podría tener efectos negativos sobre las especies autóctonas de bivalvos, a través de la competencia trófica o por la acumulación de conchas en los fondos, lo que podría alterar significativamente la dinámica ecológica de los hábitats acuáticos (Diéguez *et al.*, 2007; C.H.G., 2009).

Este género es capaz de colonizar hábitats con regímenes hídricos variados y diferentes condiciones fisicoquímicas (Sousa *et al.*, 2008; Quiñonero-Salgado & López, 2016), con preferencia por sistemas dulceacuícolas y fondos bien oxigenados compuestos principalmente por arenas y arcillas (Quiñonero & López, 2016). Algunas especies requieren altas concentraciones de oxígeno disuelto, cuando se combina con condiciones de baja concentración y altos niveles de materia orgánica, puede provocar fuertes episodios de mortalidad (Diéguez *et al.*, 2007; Ilarri *et al.*, 2012).

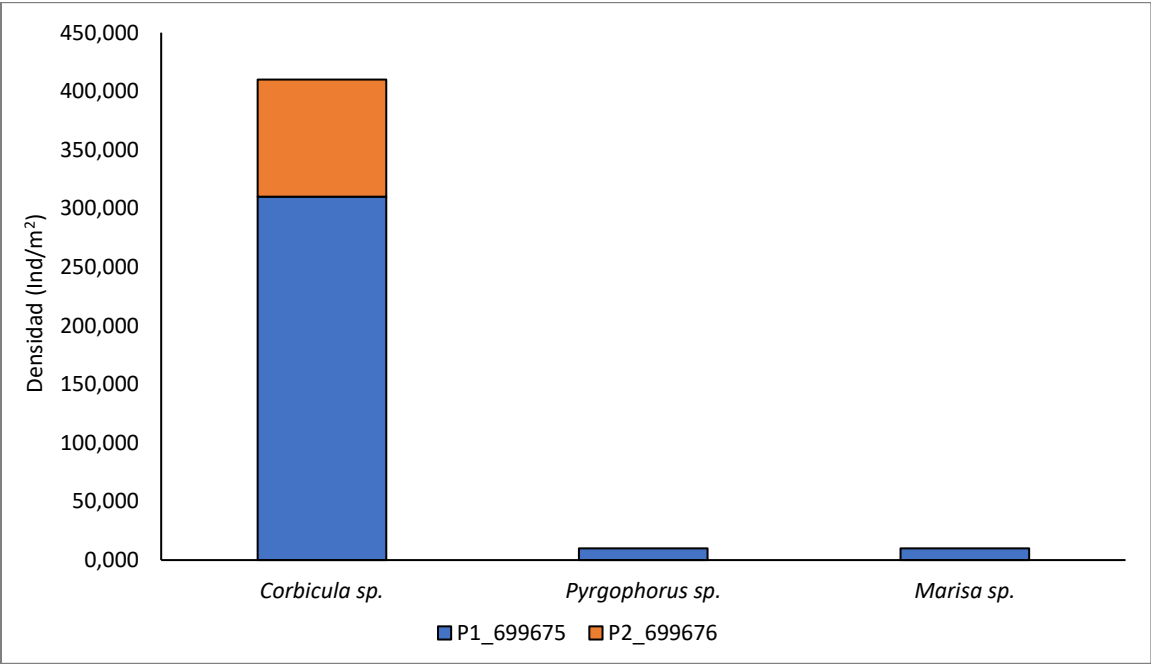


Figura 58. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Uvero.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 236 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.7.4.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos en el monitoreo de la ciénaga El Uvero muestran una baja diversidad en el P1. Los índices de Shannon-Wiener (H') y Margalef reflejan valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que indica una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica.

En cuanto a la equidad, el índice de Pielou (J') mostró una baja equitatividad en el P1, con un valor de 0,246, lo que indica que la distribución de los individuos entre las especies es desequilibrada. Esto podría reflejar la dominancia de unas pocas especies, probablemente aquellas más tolerantes a las condiciones de contaminación, mientras que otras especies menos resistentes no logran establecerse en el ecosistema.

El índice de Simpson, por su parte, evidenció alta dominancia, lo que sugiere que una o algunas pocas especies están dominando la comunidad. Su alta densidad podría estar desplazando a otras especies, lo que contribuye a la baja diversidad y equitatividad observadas (**Tabla 129**).

Para el P2 de la ciénaga El Uvero, no fue posible calcular los índices de diversidad debido a que solo se registró una morfoespecie en este punto de monitoreo. Esta falta de diversidad taxonómica impide una evaluación completa de la estructura de la comunidad bentónica, ya que la presencia de una única morfoespecie no permite analizar la riqueza, equidad ni dominancia de manera significativa.

Tabla 129. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. El Uvero.

	P1_699675
Taxa_S	3
Individuals	33
Dominance_D	0,884
Shannon_H	0,271
Margalef	0,572
Equitability_J	0,246

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 237 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.7.4.2. Índice BMWP (Col).

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga el Uvero en el P1 muestra aguas fuertemente contaminadas, lo que sugiere una calidad muy crítica. Esta clasificación está asociada a altos niveles de contaminación orgánica y una significativa alteración de las condiciones naturales del ecosistema acuático (**Tabla 130**).

Tabla 130. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. El Uvero.

Puntos de Muestreo	P1_699675	Puntaje
Familias	Ampullariidae	9
BMWP		9
Calidad		Muy Critica
Clase		V
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 238 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.7.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga El Uvero, estuvo conformada por una morfoespecie, perteneciente a la familia Triportheidae, del orden Characiformes, de la clase Actinopterygii y del Phylum Chordata (**Tabla 131**).

Se identificó la morfoespecie *Triportheus magdalenae*. La cual, se capturó en el punto P1_699675, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

No fue posible registrar las tallas y pesos del individuo capturado, dado que una vez en la red, el animal saltó y no fue posible ser recaptura.

Triportheus magdalenae (Steindachner, 1878) es un pez endémico de la cuenca Magdalena con un alto valor como recurso pesquero en la región, además de su papel ecológico en los ecosistemas, ya que es un consumidor secundario (Rodríguez & Rodríguez, 1976; Malabarba, 2004; Caraballo, 2009; JiménezSegura, Carvajal-Quintero, & Aguirre, 2010; Mariguela, Roxo, Foresti, & Oliveira, 2016 en Morales & García-Alzate, 2018); tiene hábito trófico zooplanctófago (Moreno, 2006), Lo catalogan como carnívoro-zooplanctófago (Morales & García-Alzate, 2018).

Tabla 131. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Triportheidae	Triportheus	<i>Triportheus magdalenae</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 132. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P1_699675
<i>Triportheus magdalenae</i>	1
Riqueza (S)	1
Abundancia (No.Ind)	1

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 239 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.7.5.1. Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 133**, se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

Tabla 133. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORIAS DE AMENAZA				USOS		Distribución
		RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN	CON	
<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca	N. I.	N. E.	LC	N. E.	X		E

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endémica (CE) y Endémica (E).

5.1.7.5.2. Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 240 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.7.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue baja, registrándose tres morfoespecies (*Pontederia crassipes*, *Pistia stratiotes* y *Salvinia* sp.) pertenecientes a las familias Pontederiaceae, Araceae y Salviniaceae. De los órdenes Commelinales, Alismatales y Salviniiales. Del dos clases Magnoliopsida y Polypodiopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta (**Tabla 134**).

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Pontederia crassipes* con 88,79%, seguida de *Pistia stratiotes* con 8,69% y *Salvinia* sp. con 2,52% (**Tabla 135**).

Tabla 134. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Uvero

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia</i> sp.
	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>
		Fabales	Fabaceae	<i>Neptunia</i> sp.
		Alismatales	Hydrocharitaceae	<i>Elodea</i> sp.

Fuente: Labormar,2024.

Tabla 135. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Uvero.

MORFOESPECIE	P1_699675 Cobertura (%)	P2_699676 Cobertura (%)
<i>Salvinia</i> sp.	3,5	
<i>Pontederia crassipes</i>	32,5	100,0
<i>Neptunia</i> sp.	4,0	
<i>Elodea</i> sp.	40,0	
Riqueza (S)	4	1
Cobertura (%)	80,0	100,0

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 241 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

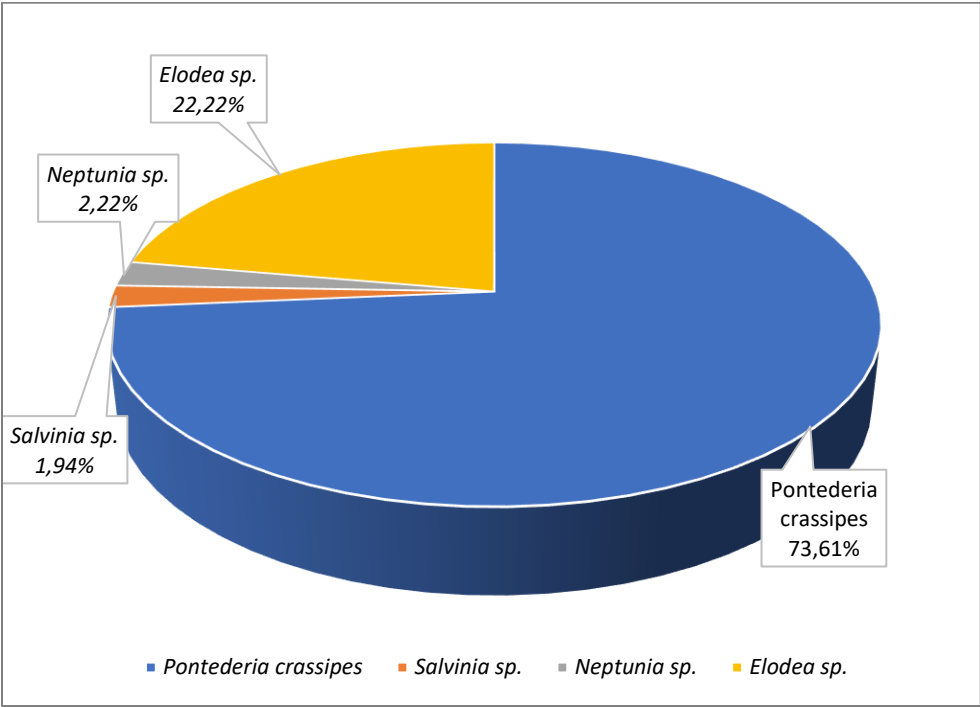


Figura 59. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. Uvero.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 242 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.8. Ciénaga La Luisa

5.1.8.1. Fitoplancton

El fitoplancton de la ciénaga La Luisa reportó una densidad de 2,293 Ind/ml (625 individuos) agrupada en 20 morfoespecies distribuidas en 12 familias, 10 órdenes, seis (6) clases y cuatro (4) phyla. La **Tabla 136** consigna el resumen taxonómico de los organismos identificados.

Tabla 136. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en C. la Luisa.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina sp.</i>
		Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Tetradon sp.</i>
			Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp.</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp.</i>
				<i>Oscillatoria sp.</i>
				<i>Oscillatoria sp. 1</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp.</i>
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>
				<i>Strombomonas sp.</i>
				<i>Trachelomonas sp.</i>
				<i>Trachelomonas sp. 1</i>
			Phacaceae	<i>Lepocinclis sp.</i>
				<i>Phacus sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
				<i>Nitzschia sp. 1</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Figura 60** se observa la riqueza fitoplanctónica estuvo dominada por las Cianobacterias con el 35% de la taxa, Las cianobacterias, también conocidas como algas verde-azul, son microorganismos fotosintéticos con una amplia plasticidad ambiental, que incluye sistemas límnicos y marinos. Suelen proliferar excesivamente en aguas con temperaturas elevadas,

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 243 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

baja circulación y una alta disponibilidad de nutrientes, condiciones que favorecen la eutrofización de la cual son considerados indicadores (Paerl & Otten, 2013).

Las Euglenozoa con una contribución del 30% a la riqueza de la ciénaga. es una división que, aunque están presente los sistemas acuáticos, su alta cantidad en la columna de agua se relaciona con su capacidad de aprovechar diferentes fuentes de materia orgánica a comparación de otras microalgas del fitoplancton, su capacidad de sobrevivir en ecosistemas adversos con metales pesados, su variada fuente de nutrición (mixotrofia) y la habilidad de realizar migraciones en la columna de agua (Kostygov et al., 2021 en Mendoza - Carbajal et al; 2023).

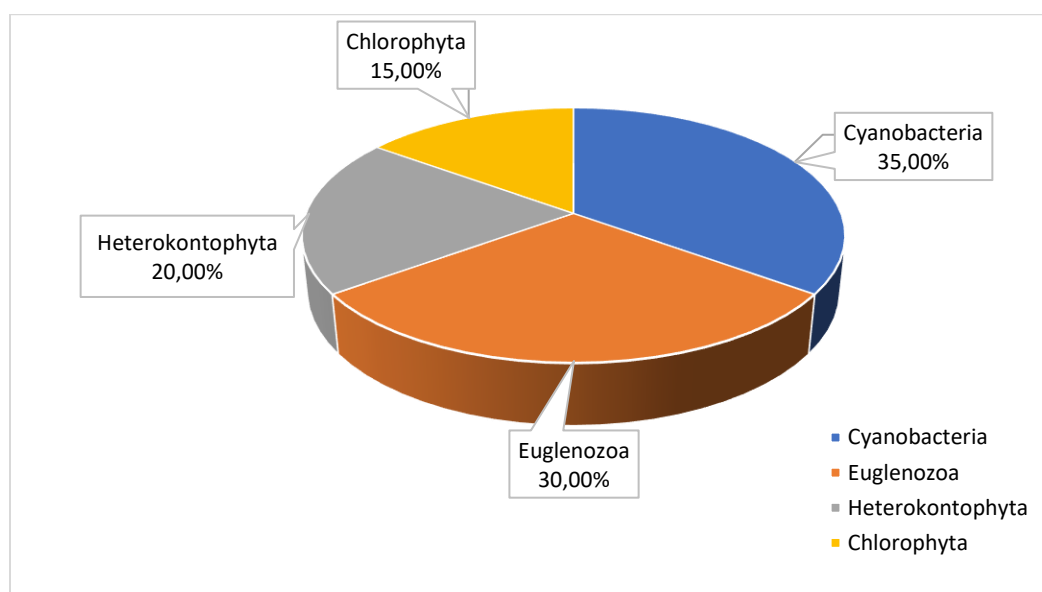


Figura 60. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en la C. la Luisa.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Por otra parte, la división Heterokontophyta aportó el 20% de la riqueza con cuatro (4) morfoespecies. Es un grupo común en un amplio rango de ambientes, frecuentemente abundante en el perifiton y en el plancton de sistemas con alta turbulencia o someros (Roldan y Ramírez, 2008). Finalmente, Chlorophyta (15%) prospera en sistemas acuáticos con alta productividad primaria, siendo sensibles a variaciones en la calidad del agua; especialmente sensibles a los cambios en la proporción de fósforo y nitrógeno. Su presencia es un indicador clave de ambientes con altos niveles de productividad y alteraciones en la calidad del agua (Pinilla & Duarte, 2006).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 244 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Con respecto a la densidad de individuos, en la **Tabla 137** se discrimina por morfoespecie y punto de muestreo, La densidad fitoplanctónica más alta se estimó en el punto P2-699668 con un valor de 1,6 Ind/ml, mientras que el punto P1-699667 posee un valor de 0,693 Ind/ml. Por otro lado, la riqueza resulta ser lo contrario, el P1-699667 se obtuvo un valor de 15 mientras que para el otro punto se reconocieron nueve (9).

Tabla 137. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en C. la Luisa, Colombia.
Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699667			P2_699668		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Pandorina sp.</i>	3	0,009	1,24			
<i>Tetraedron sp.</i>	13	0,037	5,39			
<i>Golenkinia sp.</i>				7	0,029	1,82
<i>Raphidiopsis sp.</i>				34	0,142	8,85
<i>Planktothrix sp.</i>				165	0,688	42,97
<i>Lyngbya sp.</i>	2	0,006	0,83			
<i>Oscillatoria sp.</i>	18	0,052	7,47	48	0,200	12,50
<i>Oscillatoria sp. 1</i>	5	0,014	2,07			
<i>Spirulina sp.</i>				102	0,425	26,56
<i>Merismopedia sp.</i>	1	0,003	0,41			
<i>Euglena sp.</i>	11	0,032	4,56	9	0,038	2,34
<i>Strombomonas sp.</i>	1	0,003	0,41			
<i>Trachelomonas sp.</i>	68	0,196	28,22			
<i>Trachelomonas sp. 1</i>	18	0,052	7,47			
<i>Lepocinclis sp.</i>	9	0,026	3,73			
<i>Phacus sp.</i>	6	0,017	2,49	5	0,021	1,30
<i>Nitzschia sp.</i>	1	0,003	0,41			
<i>Nitzschia sp. 1</i>	1	0,003	0,41			
<i>Aulacoseira sp.</i>				4	0,017	1,04
<i>Cyclotella sp.</i>	84	0,242	34,85	10	0,042	2,60
Riqueza (S)		15			9	
Abundancia (No.Ind)		241			384	
Densidad (Ind/ml)		0,693			1,600	

Fuente: LABORMAR, 2024.

En términos de morfoespecies más representativas (**Figura 61**), el punto P1_699667, predominaron la diatomea céntrica *Cyclotella sp.* (0,283 Ind/ml) y la euglenoide

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 245 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Trachelomonas sp. (0,196 Ind/ml). *Cyclotella* sp. es un género cosmopolita con una amplia tolerancia a la salinidad y condiciones de mesotrofia (Håkansson H. 2002), mientras que *Trachelomonas* sp pertenece a un género generalmente resistente a aguas con una carga orgánica moderada a alta, donde las concentraciones de amonio son elevadas (Alves-da-Silva et al., 2008).

Por su parte, en el en el punto P2_699668 se destacó *Planktothrix* sp., que presentó la mayor densidad (0,688 Ind/ml), seguida de *Spirulina* sp. (0,425 Ind/ml). Ambas pertenecen a Cyanobacteria filamentosas de amplia distribución, sin embargo, se diferencian en su capacidad de producción de toxinas, ya que *Planktothrix* sp. es conocida por sintetizar microcistinas y otras toxinas, mientras que *Spirulina* sp. carece de estas y es ampliamente utilizada como suplemento alimenticio debido a su alto contenido proteico y perfil nutricional (Bonilla, 2009).

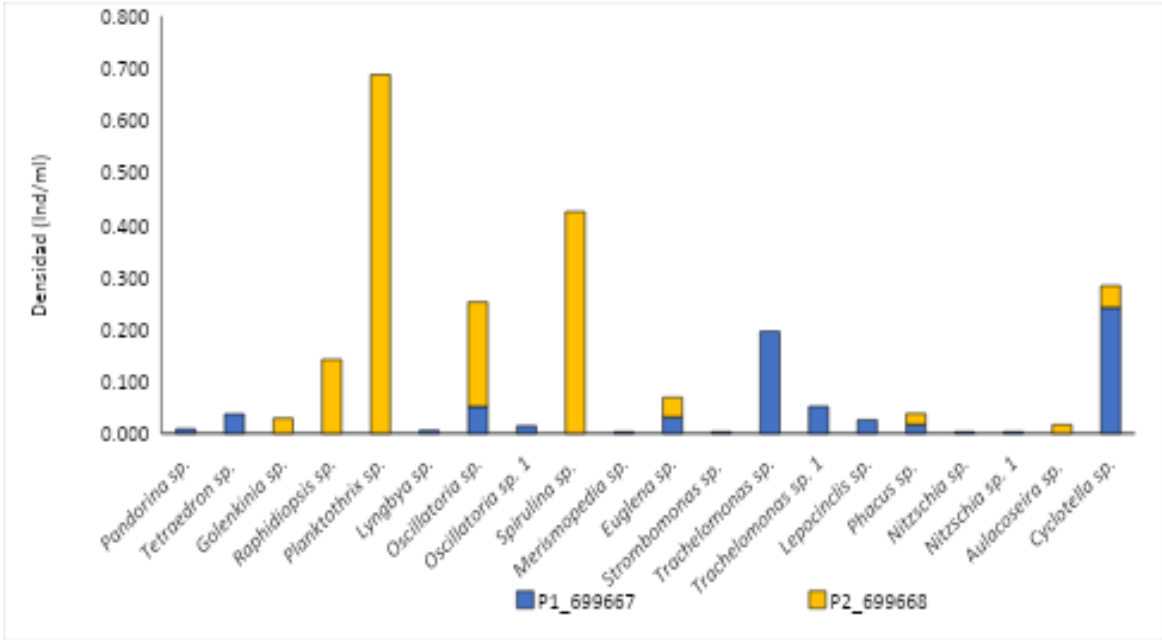


Figura 61. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en C. la Luisa.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.8.1.1. Índices ecológicos

El índice de diversidad de Shannon alcanzó su valor más alto en el punto P1_699667, con 1,92 bits/individuo, en comparación con el punto P2_699668 (Tabla 138), lo que indica una mayor diversidad específica en el primero. Este índice integra tanto la riqueza de especies

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 246 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

como la equidad en la distribución de las abundancias, por lo que un valor bajo (P2) podría estar influenciado por la baja riqueza taxonómica y la abundancia de *Planktothrix* sp., según lo evidenciado en la **Tabla 137**.

El índice de Pielou, con un valor cercano a 0,7, sugiere una distribución relativamente equitativa de los individuos entre las morfoespecies. Esto se evidencia en el hecho de que las especies más abundantes en cada punto de muestreo, *Planktothrix* sp. (42,97%) y *Spirulina* sp. (26,56%) en P1_699667, así como *Cyclotella* sp. (34,85%) y *Trachelomonas* sp. (28,22%) en P2_699668, en conjunto no superan el 70% del total de individuos en sus respectivos puntos. Esta distribución de abundancias, donde ninguna especie domina de manera significativa, se refleja en un bajo índice de dominancia.

Tabla 138. Índices de diversidad de fitoplancton en el C. la Luisa Colombia.

	P1_699667	P2_699668
Taxa_S	15	9
Individuals	241	384
Dominance_D	0.2167	0.2786
Shannon_H	1.92	1.56
Margalef	2,553	1,344
Equitability_J	0.6982	0.7053

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 247 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.8.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 161 individuos con una densidad total de 0,190 Ind/ml, agrupados en 12 morfoespecies, 11 familias, de las cuales cuatro (4) fueron no determinadas (ND); ocho (8) órdenes, incluidos tres (3) no determinados, cuatro (4) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 139**). El Phylum Rotifera aportó la mayor riqueza, siete (7) morfoespecies, lo que representa un 58 % de la riqueza total, seguido de Arthropoda con cinco (5) morfoespecies, un 42 % (**Figura 62**).

Tabla 139. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga La Luisa.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphniidae Mf
		Calanoida	ND	Calanoida Mf
	Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva nauplio
	Ostracoda	ND	ND	Ostracoda Mf
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Flosculariaceae	Filiniidae
			ND	Philodinidae
			Asplanchnidae	Asplanchna sp.
			Brachionidae	Brachionus sp.
			Euchlanidae	Euchlanis sp.
			Lecanidae	Lecane sp.
				Keratella sp.

A nivel de phylum, se observó que el grupo Rotifera fue el más representativo, con una contribución del 58 % de la riqueza total, este grupo se caracteriza por tener una corona ciliada, que le da un movimiento giratorio característico (Guerrero, *et al.*, (2013)) son buenos como indicadores de la calidad del agua, considerando características específicas de cada especie, pueden ser indicadores de materia orgánica o saprobididad, así como de condiciones oligotróficas, mesotrófica y eutróficas, variaciones de temperatura, entre otros (Sládecek, 1983). Le siguió Arthropoda con el 42 % de la riqueza, sus especies son excelentes indicadores de la calidad ambiental, ya que por la abundancia y riqueza de sus especies se puede determinar el grado de intervención o impacto ambiental que esté sufriendo un ecosistema (Ten Hagen *et al.*, 2022).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 248 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

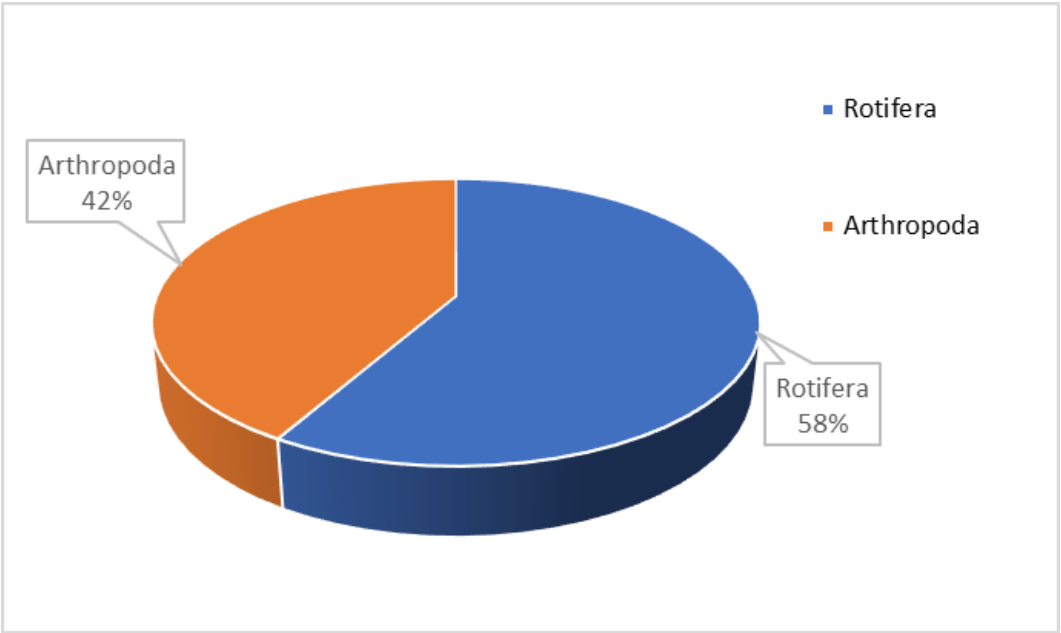


Figura 62. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga La Luisa.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Tabla 140** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica la ciénaga La Luisa.

Tabla 140. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga La Luisa.
Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699667			P2_699668		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
<i>Daphniidae Mf</i>	7	0,005	15,556	22	0,030	18,966
<i>Calanoida Mf</i>				1	0,001	0,862
<i>Cyclopoida Mf</i>	9	0,007	20,000	5	0,007	4,310
<i>Larva nauplio</i>	3	0,002	6,667	15	0,020	12,931
<i>Ostracoda Mf</i>				3	0,004	2,586
<i>Filinia sp.</i>	14	0,011	31,111			
<i>Philodina sp.</i>				20	0,027	17,241
<i>Asplanchna sp.</i>				6	0,008	5,172
<i>Brachionus sp.</i>	5	0,004	11,111	10	0,014	8,621
<i>Keratella sp.</i>				14	0,019	12,069
<i>Euchlanis sp.</i>				3	0,004	2,586
<i>Lecane sp.</i>	7	0,005	15,556	17	0,023	14,655
Riqueza (S)		6			11	
Abundancia (No.Ind)		45			116	
Densidad (Ind/ml)		0,034			0,157	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 249 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

A nivel de morfoespecies se observó que la morfoespecie de Daphniidae, *Lecane* sp. y *Philodina* sp. fueron las más representativas, con densidades de 0,035, 0,028 y 0,027 Ind/ml, respectivamente, mientras que las morfoespecies restantes presentaron densidades por debajo de 0,025 Ind/ml.

La familia Daphniidae, constituye un grupo de organismos conocidos como pulgas de agua, se alimentan de microalgas, bacterias y detritus, como lo afirma Sala, García-de-Lomas y Alonso (2015). La familia Daphnidae, particularmente las especies del género *Daphnia*, ha demostrado ser excepcionalmente útil como bioindicador ambiental debido a su alta sensibilidad frente a diversas sustancias contaminantes. *Daphnia magna* es ampliamente utilizada en ensayos ecotoxicológicos para evaluar la calidad de efluentes dulciacuícolas, constituyendo un estándar internacional para la determinación de toxicidad aguda, como lo indican Núñez y Hurtado (2005). Adicionalmente, los dáfnidos también responden a otros factores ambientales como la radiación ultravioleta (RUV), temperatura y disponibilidad de alimento, lo que amplía su utilidad como bioindicadores integrales Wolinski, *et al.*, (2019).

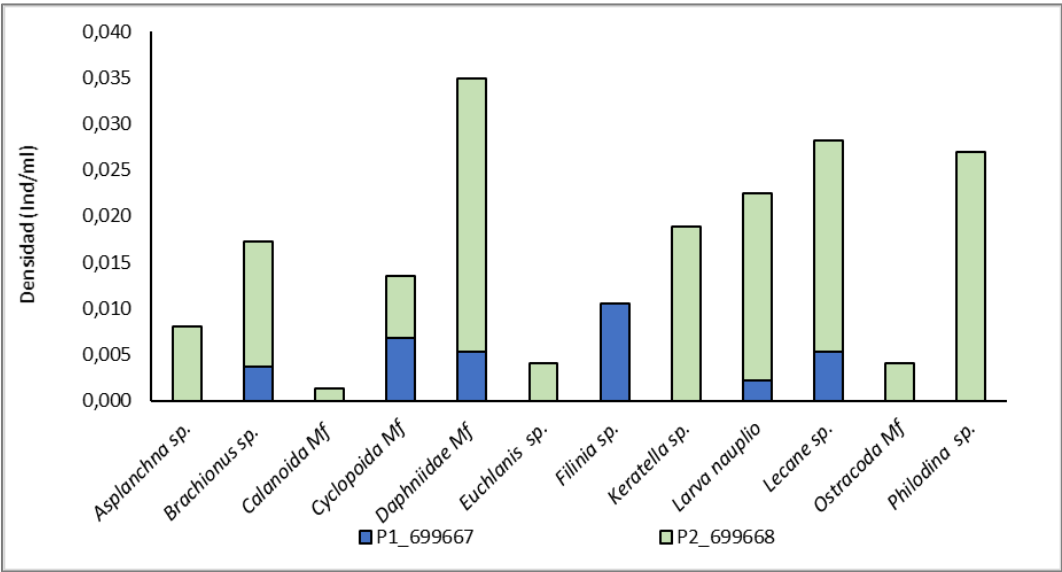


Figura 63. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga La Luisa.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.8.2.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos, según Shannon y Margalef, muestran una diversidad baja para el punto P1, con valores por debajo de 2 bits/Individuos; estos valores indican que la comunidad zooplanctónicas es poco variada y escasamente diversa, mientras que en el

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 250 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

P2 es mayor, siendo más variada y diversa. Por otra parte, el índice de Pielou, indica que la comunidad presenta densidades con tendencia a la equitatividad, con valores de 0,974 y 0,914 en los puntos P1 y P2, respectivamente; lo cual es ratificado por el índice de dominancia de Simpson, con valores de 0,184 y 0,124, para cada punto, respectivamente; estos valores indican que la comunidad presenta baja dominancia de especies (**Tabla 141**).

Tabla 141. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga La Luisa.

	P1_699667	P2_699668
Taxa_S	6	11
Individuals	45	116
Dominance_D	0,184	0,124
Shannon_H	1,744	2,193
Margalef	1,313	2,104
Equitability_J	0,974	0,914

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 251 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.8.3. Perifiton

La comunidad Perifítica para la Ciénaga la Luisa, se tuvo una densidad total de 1284,667 ind/cm² y una abundancia absoluta de 213 individuos, distribuidos en 30 morfoespecies, 18 familias, 13 órdenes, cinco (5) clases y cuatro (4) Phyla (**Tabla 142**). Las divisiones más representativas fueron Heterokontophyta con el 50%, seguido de Cyanobacteria con el 28,57% de la composición de especies de este cuerpo de agua lenticó aportando el 33,33 % de la composición de especies, y con la menor riqueza los Phylum Euglenozoa y Charophyta con el 10% y 6,67% respectivamente (**Figura 64**).

Tabla 142. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en Ciénaga La Luisa, Atlántico, Colombia
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
				<i>Closterium sp. 1</i>
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis sp.</i>
				<i>Dolichospermum sp.</i>
				<i>Raphidiopsis sp.</i>
			Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp.</i>
				<i>Oscillatoria sp.</i>
			<i>Oscillatoria sp. 1</i>	
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp.</i>
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Phacus sp.</i>
			Phacaceae	<i>Trachelomonas sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca sp.</i>
				<i>Nitzschia sp.</i>
				<i>Nitzschia sp. 1</i>
				<i>Nitzschia sp. 2</i>
				<i>Nitzschia sp. 3</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp.</i>
				<i>Navicula sp.</i>

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 252 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
				<i>Navicula sp. 1</i>
				<i>Navicula sp. 2</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>
		Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>

De las cuatro divisiones presentes el Phylum Heterokontophyta se caracteriza por ser un grupo característico de aguas eutróficas, tendientes a la acidez, y alta sedimentación y conductividad (Pinilla, 2000). Por otra parte, las Cianobacterias son organismos procariotas fotosintéticos, con una gran variabilidad morfológica y fisiológica, pudiendo adaptarse a diferentes tipos de ambientes, a cambios de temperatura, humedad, salinidad, irradiación solar y pH (Tandeau de Marsac y Houmard 1993; Whitton B & Potts M, 2000).

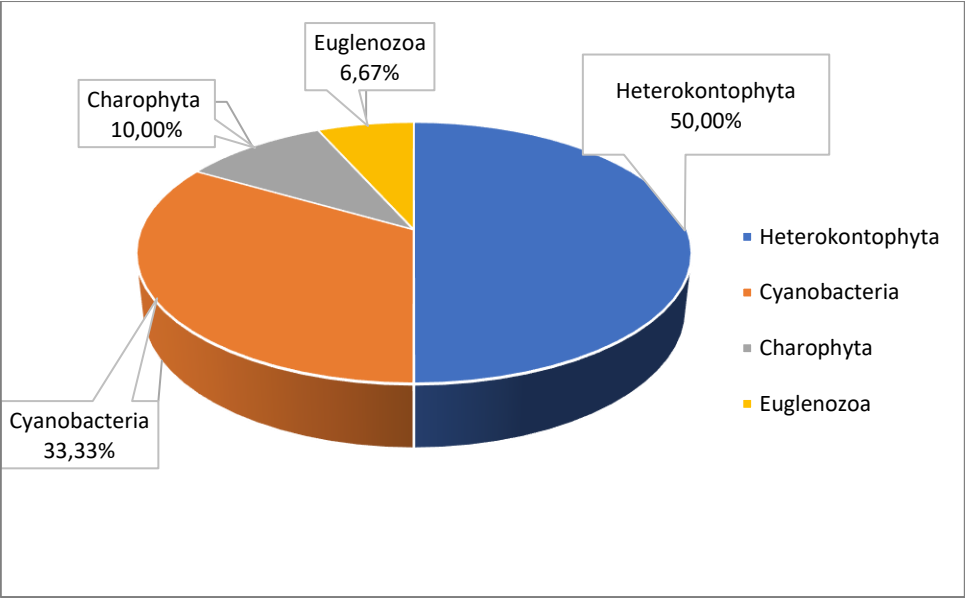


Figura 64. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrado en la Ciénaga La Luisa, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 253 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Analizando la composición y abundancia por punto de monitoreo, se evidenció que el punto P1_699667 registró la mayor abundancia con una densidad absoluta de 840 Ind/cm² y la mayor riqueza con 21 taxones, por otro lado, el punto P2_699668 tuvo una riqueza de 20 morfoespecies y una densidad 444,667 ind/cm² (**Tabla 143**).

Tabla 143. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénega la Luisa, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699667			P2_699668		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Closterium sp.</i>	3	20,000	2,38	1	5,111	1,15
<i>Closterium sp. 1</i>	1	6,667	0,79			
<i>Mougeotia sp.</i>	2	13,333	1,59			
<i>Cylindrospermopsis sp.</i>	1	6,667	0,79	4	20,444	4,60
<i>Dolichospermum sp.</i>	1	6,667	0,79	3	15,333	3,45
<i>Raphidiopsis sp.</i>				5	25,556	5,75
<i>Anabaena sp.</i>				2	10,222	2,30
<i>Planktothrix sp.</i>				3	15,333	3,45
<i>Lyngbya sp.</i>				1	5,111	1,15
<i>Oscillatoria sp.</i>	12	80,000	9,52	28	143,111	32,18
<i>Oscillatoria sp. 1</i>				5	25,556	5,75
<i>Spirulina sp.</i>	6	40,000	4,76	1	5,111	1,15
<i>Merismopedia sp.</i>				1	5,111	1,15
<i>Phacus sp.</i>	1	6,667	0,79	1	5,111	1,15
<i>Trachelomonas sp.</i>				1	5,111	1,15
<i>Cylindrotheca sp.</i>	31	206,667	24,60	2	10,222	2,30
<i>Nitzschia sp.</i>	15	100,000	11,90	10	51,111	11,49
<i>Nitzschia sp. 1</i>	6	40,000	4,76			
<i>Nitzschia sp. 2</i>	2	13,333	1,59			
<i>Nitzschia sp. 3</i>				3	15,333	3,45
<i>Cymbella sp.</i>	4	26,667	3,17			
<i>Gomphonema sp.</i>	3	20,000	2,38			
<i>Eunotia sp.</i>	7	46,667	5,56	3	15,333	3,45
<i>Gyrosigma sp.</i>	8	53,333	6,35			
<i>Navicula sp.</i>	9	60,000	7,14	8	40,889	9,20
<i>Navicula sp. 1</i>	1	6,667	0,79			
<i>Navicula sp. 2</i>	2	13,333	1,59			
<i>Pinnularia sp.</i>	8	53,333	6,35			
<i>Cyclotella sp.</i>	3	20,000	2,38	3	15,333	3,45

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 254 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P1_699667			P2_699668		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Aulacoseira sp.</i>				2	10,222	2,30
Riqueza (S)		21			20	
Abundancia (No.Ind)		126			87	
Densidad (Ind/cm²)		840,000			444,667	

En cuanto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó al alga verdeazulada *Oscillatoria* sp. con una densidad total de 223,111 ind/cm², la cual estuvo presente en los dos puntos monitoreados. Los organismos asociados al género *Oscillatoria*, en su mayoría son organismos que pueden reproducirse en gran cantidad formando Bloom (Pinilla, 2000).

Otra de los taxas más abundantes fue *Cylindrotheca* sp. con un valor de 216,889 ind/cm² (**Figura 65**). Las especies del género *Cylindrotheca* son bentoplanctónica se encuentra en el plancton, en las zonas litorales y sublitorales de los mares. la especie es de agua marina y salobre; Es un cosmopolita común en diferentes zonas geográficas del mundo (Ryabushko et al., 2019).

Por otra parte, la mayor densidad que se registró para el P1_699667, fue el taxón *Cylindrotheca* sp. con un valor de 206,667 ind/cm², seguido de *Nitzschia* sp. con un valor de 100 ind/cm². En cuanto al punto P2_699668 representada mayormente por la cianobacterias *Oscillatoria* sp. con una densidad absoluta de 143,111 ind/cm² (**Figura 65**).

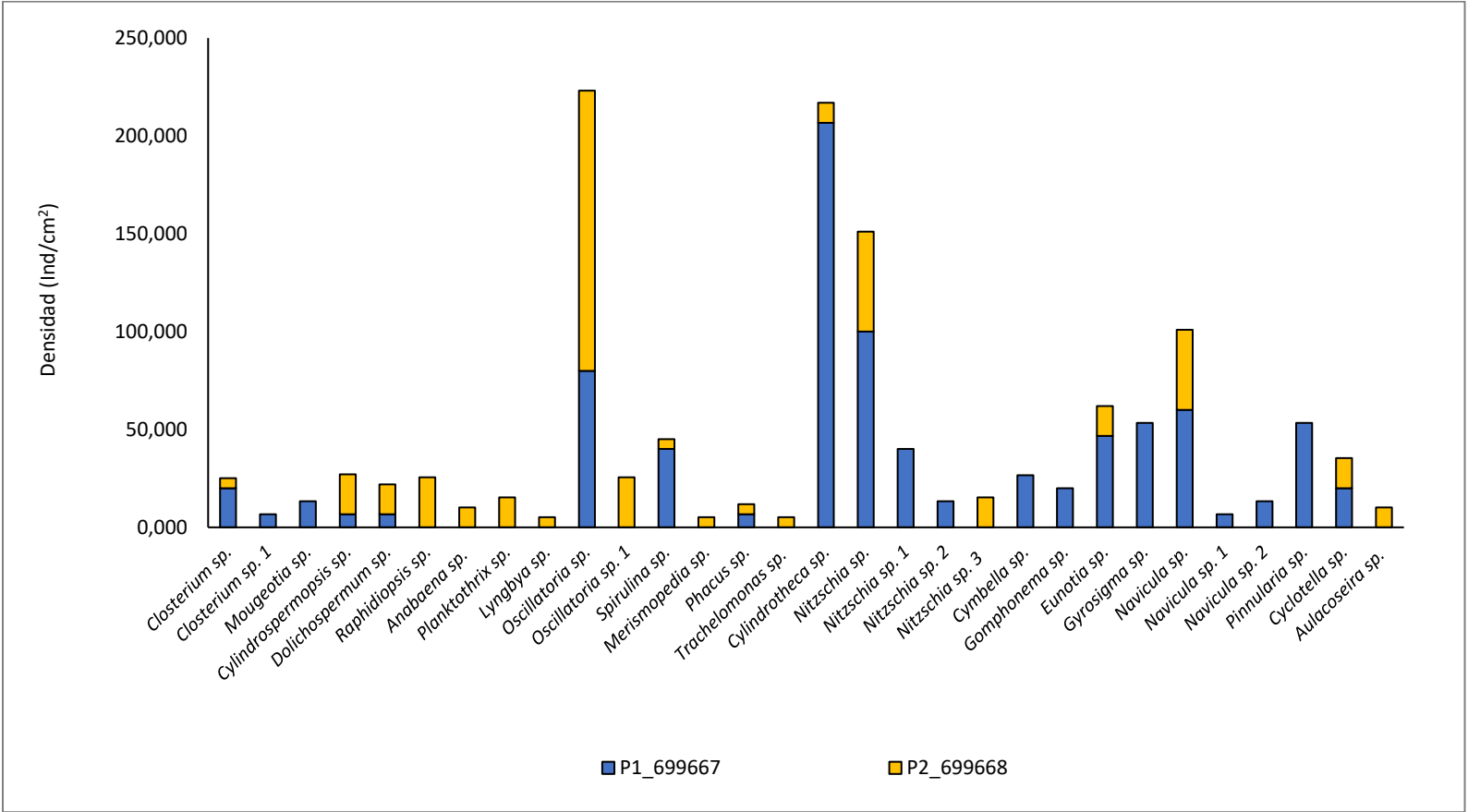


Figura 65. Densidad total de las morfoespecies de Perifiton en registrado en la Ciénaga La Luisa, Atlántico, Colombia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 256 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.1.8.3.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos hallados para la comunidad perifítica, presentó una diversidad moderada para los dos puntos monitoreados. Esto se determina a partir de los resultados del índice de Shannon_H, cuyos valores fueron superiores a dos, el valor más alto lo presento el punto P1_699667 con 2,577 ind/bits, mientras que el punto. P2_699668 con un valor de 2,452 ind/bits. Por su parte, el índice de Margalef tuvo valores entre 4,135 y 4,254, lo cual indica una diversidad alta entre los puntos ya que, según Margalef (1995) valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad y valores inferiores a 2,0 son relacionados con zonas de baja diversidad.

En cuanto a el índice de Equidad está directamente relacionado con la dominancia, siendo estos inversamente proporcionales, el índice de Pielou presentó valores altos cercanos a uno, lo cual indica que hay homogeneidad en la densidad de las poblaciones, por consiguiente, el índice de Simpson tuvo valores bajos cercanos a cero (0,10- 0,14) indicando que no hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otras (**Tabla 144**).

Tabla 144. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga la Luisa, Atlántico, Colombia.

	P1_699667	P2_699668
Taxa_S	21	20
Individuals	126	87
Dominance_D	0,108	0,142
Shannon_H	2,577	2,452
Margalef	4,135	4,254
Equitability_J	0,847	0,818

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 257 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.8.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se registró una densidad de 110,000 Ind/m² y abundancia de 11 individuos, distribuidos en cinco (5) morfoespecies, cinco (5) familias, cinco (5) órdenes, tres (3) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 145**).

El phylum Mollusca representó el 80,00% de las morfoespecies reportadas, seguido de Arthropoda, con el 20,00% restante (**Figura 66**).

Tabla 145. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. La Luisa.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	Hydrophilidae Mf (Larva)
	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Corbicula</i> sp.
Mollusca	Gastropoda	Cerithiida	Thiaridae	<i>Melanoides</i> sp.
		Littorinimorpha	Cochliopidae	<i>Pyrgophorus</i> sp.
		Architaenioglossa	Ampullariidae	Ampullariidae Mf

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

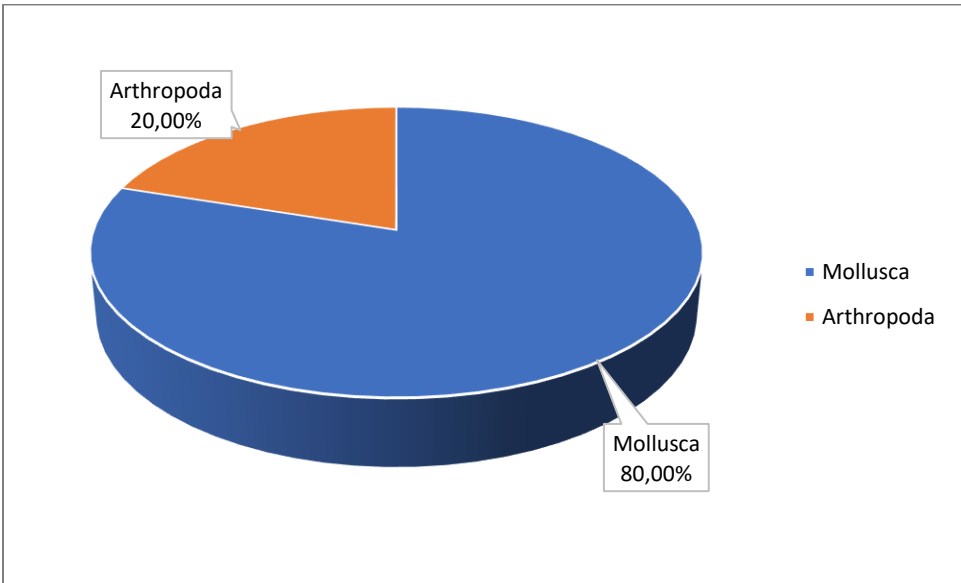


Figura 66. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. La Luisa.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 258 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 146. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C La Luisa.

MORFOESPECIE	P1_699667			P2_699668		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Hydrophilidae Mf (Larva)				1	10,000	50,00
<i>Corbicula</i> sp.	1	10,000	11,11			
<i>Melanoides</i> sp.	6	60,000	66,67			
<i>Pyrgophorus</i> sp.	2	20,000	22,22			
Ampullariidae Mf				1	10,000	50,00
Riqueza (S)		3			2	
Abundancia (No.Ind)		9			2	
Densidad (Ind/m²)		90,000			20,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

Con respecto a las morfoespecies registradas en los puntos de monitoreo, se evidenciaron taxones diferentes en cada punto. En el P1, se registró la mayor densidad de *Melanoides* sp. y *Pyrgophorus* sp., con 60,000 Ind/m² y 20,000 Ind/m², respectivamente. Por su parte, en el P2 se registraron dos morfoespecies: Hydrophilidae Mf (Larva) y Ampullariidae Mf, cada una con densidades de 10,000 Ind/m² (**Figura 67**).

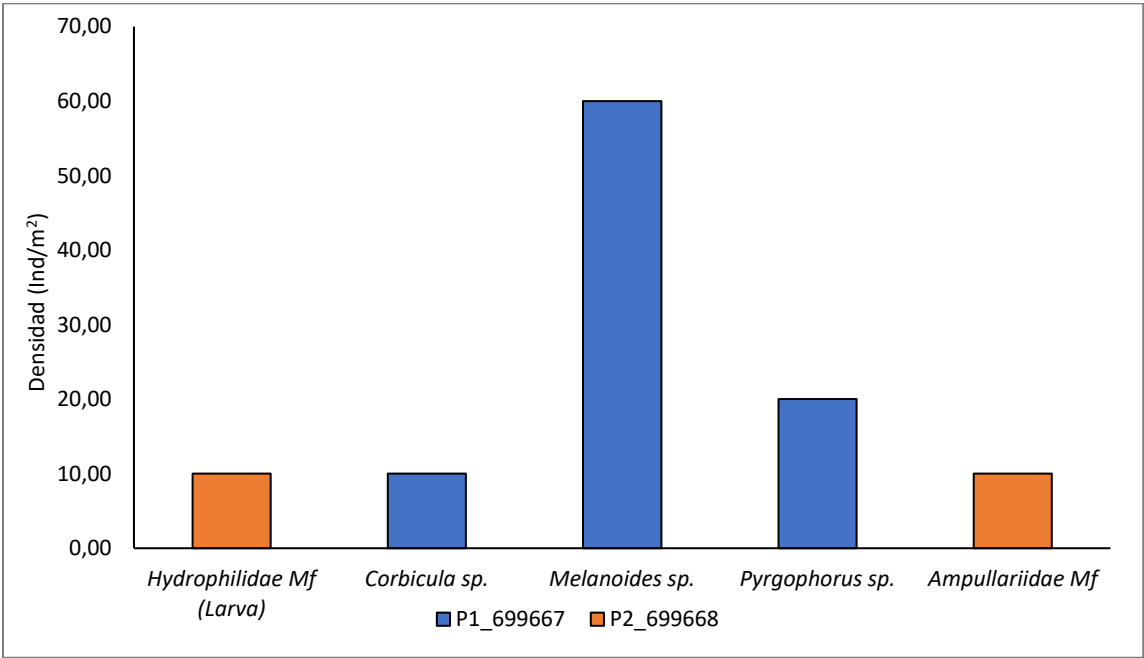


Figura 67. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C La Luisa. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 259 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.8.4.1. Índices ecológicos

Los índices de Shannon-H y Margalef reflejaron una diversidad baja en el área de estudio, con valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que sugiere una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica. Esto podría estar relacionado con factores ambientales o perturbaciones que restringen la diversidad biológica en el ecosistema.

En cuanto a la equidad, el índice de Pielou mostró una alta equitatividad en ambos puntos de monitoreo ($J' = 0,773$ en P1 y $J' = 1,000$ en P2), lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies. Por otro lado, El índice de Simpson mostró una dominancia moderada, lo que implica que, aunque no hay una especie claramente dominante, algunas especies pueden tener una mayor abundancia que otras, pero sin llegar a desplazar completamente a las demás (**Tabla 147**)

Tabla 147. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C La Luisa.

	P1_699667	P2_699668
Taxa_S	3	2
Individuals	9	2
Dominance_D	0,506	0,500
Shannon_H	0,849	0,693
Margalef	0,910	1,443
Equitability_J	0,773	1,000

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.1.8.4.2. Índice BMWP (Col).

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga la Luisa muestra aguas fuertemente contaminadas, lo que sugiere una calidad muy crítica en ambos puntos de monitoreo. (**Tabla 148**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 260 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 148. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C La Luisa.

Puntos de Muestreo	P1_699667	Puntaje	P2_699668	Puntaje
Familias	Thiaridae	5	Ampullariidae	9
			Hydrophilidae	3
BMWP	5		12	
Calidad	Muy Critica		Muy Critica	
Clase	V		V	
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.8.5. Peces

En cuanto a los peces, no hubo capturas de estos, en los puntos objeto de estudio. Sin embargo, esto no debe interpretarse como ausencia total de peces. Es decir, se realizó el esfuerzo de muestreo con atarraya sin capturas de individuos.

5.1.8.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue baja, registrándose dos morfoespecies (*Pontederia crassipes* y *Salvinia* sp.) pertenecientes a las familias Pontederiaceae y Salviniaceae. De los órdenes Commelinales y Salviniales. Del dos clases Magnoliopsida y Polypodiopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta.

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Salvinia* sp. con 54,00%, seguida de *Pontederia crassipes* con 46,00% (**Figura 68,Tabla 149**).

Tabla 149. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en C- La Luisa.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>
	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia</i> sp.

Fuente: Labormar,2024.

Tabla 150. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C- La Luisa.

MORFOESPECIE	P1_699667 Cobertura (%)	P2_699668 Cobertura (%)
<i>Pontederia crassipes</i>	92,0	
<i>Salvinia</i> sp.	8,0	100,0
Riqueza (S)	2	1
Cobertura (%)	100,0	100,0

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 261 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

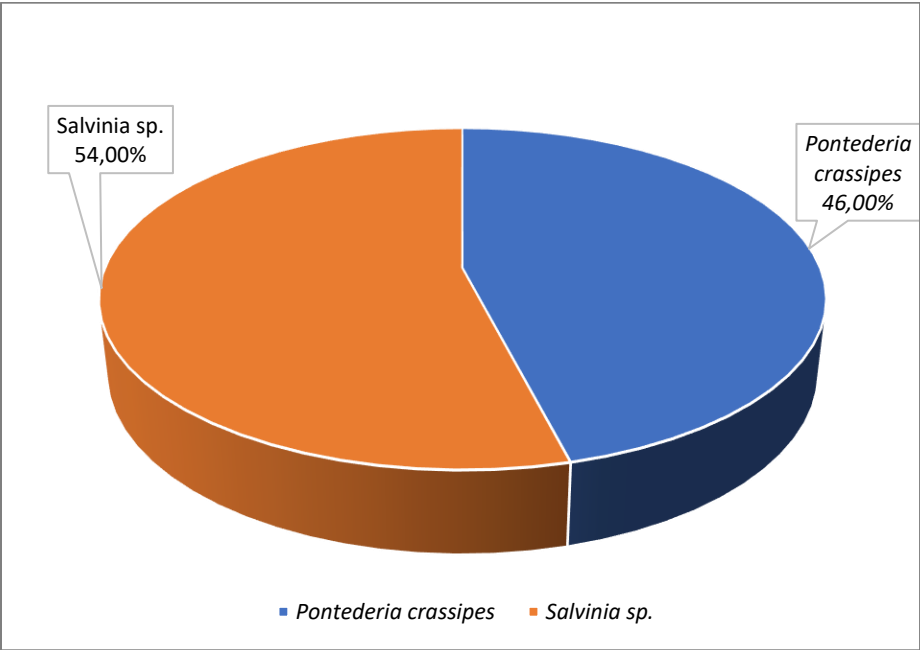


Figura 68. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. la Luisa.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 262 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.9. Ciénaga Manatí

5.1.9.1. Fitoplancton

El ensamblaje fitoplanctónico presentó una densidad total de 4.411 individuos por mililitro (Ind/ml), de los cuales se identificaron 322 individuos distribuidos en 21 morfoespecies, pertenecientes a 11 familias, 8 órdenes, 5 clases y 5 phyla (**Tabla 151**). La composición de morfoespecies estuvo dominada por Heterokontophyta (66,67%) y Cyanobacteria (20,00%). En menor proporción, se encontraron representantes de Euglenozoa, Charophyta (9,52%) y Chlorophyta (4,76%) (**Figura 69**).

Tabla 151. Taxonomía del fitoplancton registrado en la ciénaga Manatí.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Volvox sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Arthrospira sp.</i>
				<i>Planktothrix sp.</i>
				<i>Planktothrix sp. 1</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp.</i>
				<i>Oscillatoria sp.</i>
				<i>Oscillatoria sp. 1</i>
				<i>Euglena sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp.</i>
			Phacaceae	<i>Phacus sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
				<i>Nitzschia sp. 1</i>
				<i>Nitzschia sp. 2</i>
				<i>Nitzschia sp. 3</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 263 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
				<i>Navicula sp. 1</i>
				<i>Navicula sp. 2</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>

Fuente LABOMAR S.A.S. 2024.

Las diatomeas, por su amplia distribución y rápida respuesta a cambios ambientales (Céspedes-Vargas et al., 2016; Lobo et al., 2010), son indicativas de diversas condiciones, incluyendo la carga orgánica y los diferentes estados tróficos de los sistemas acuáticos. Las cianobacterias proliferan en aguas cálidas, estancadas y ricas en nutrientes como nitrógeno y fósforo, condiciones características de la eutrofización (Paerl & Otten, 2013). De manera similar, las algas verdes (Chlorophyta) forman densas acumulaciones microalgales que pueden alterar la iluminación y el oxígeno, especialmente cuando la relación fósforo-nitrógeno es elevada. Finalmente, los Euglenozoa muestran una mayor tolerancia a sistemas con abundante materia orgánica y presencia de metales pesados (Kostygov et al., 2021 en Mendoza-Carbajal et al., 2023).

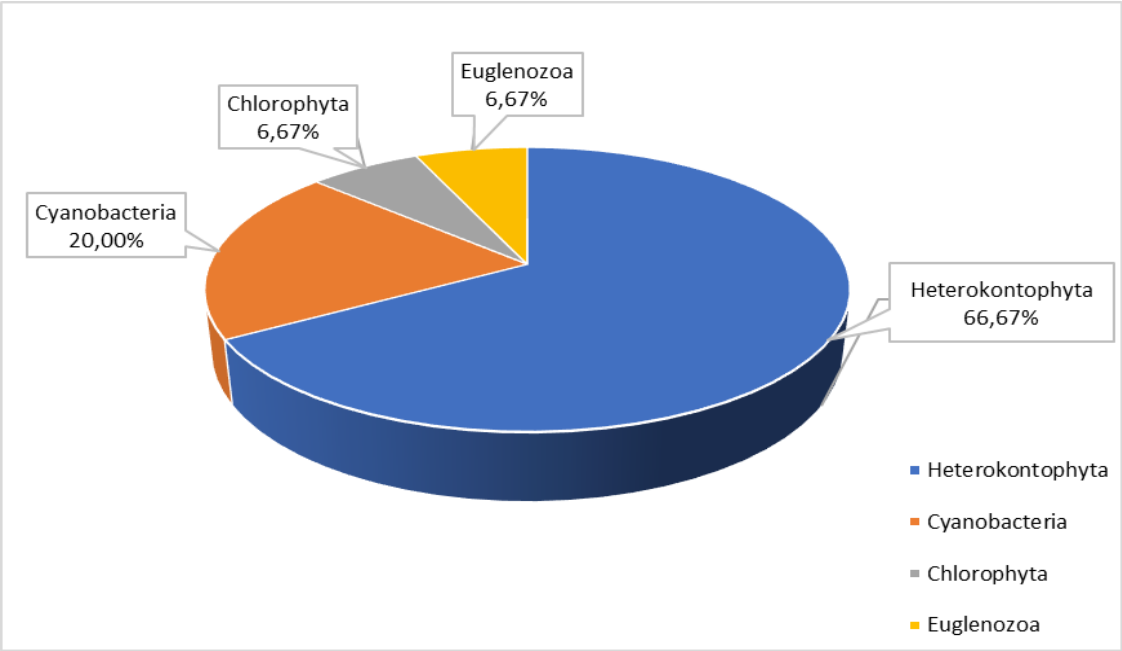


Figura 69. Riqueza de la comunidad Fitoplanctónica a nivel de División en la ciénaga Manatí.
Fuente LABOMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 264 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

A nivel espacial, se evidenció una marcada diferencia entre los puntos de muestreo. El punto P2_699637 exhibió una riqueza de morfoespecies significativamente mayor, duplicando la cantidad observada en el punto P1_699636 (con 21 y 10 morfoespecies respectivamente). Esta disparidad en la diversidad se acompañó de una diferencia aún más pronunciada en la abundancia, ya que la densidad fitoplanctónica en el punto P2_699637 (272 ind) y fue cinco veces superior a la registrada en el punto P1_699636 (50 ind). Estas diferencias espaciales sugieren la influencia de factores ambientales locales que favorecen una mayor proliferación y diversidad de morfoespecies en el punto P2_699637 en comparación con el punto P1_699636 (**Tabla 152**).

Tabla 152. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la ciénaga Manatí.

MORFOESPECIE	P1_699636			P2_699637		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Closterium sp.</i>				7	0,091	2,57
<i>Mougeotia sp.</i>				3	0,039	1,10
<i>Volvox sp.</i>	1	0,018	2,00	1	0,013	0,37
<i>Arthrospira sp.</i>	4	0,070	8,00	6	0,078	2,21
<i>Planktothrix sp.</i>	13	0,228	26,00	16	0,208	5,88
<i>Planktothrix sp. 1</i>				33	0,429	12,13
<i>Lyngbya sp.</i>	3	0,053	6,00	17	0,221	6,25
<i>Oscillatoria sp.</i>	18	0,315	36,00	55	0,715	20,22
<i>Oscillatoria sp. 1</i>				25	0,325	9,19
<i>Euglena sp.</i>	3	0,053	6,00	7	0,091	2,57
<i>Trachelomonas sp.</i>	2	0,035	4,00	2	0,026	0,74
<i>Phacus sp.</i>	4	0,070	8,00	12	0,156	4,41
<i>Nitzschia sp.</i>	1	0,018	2,00	18	0,234	6,62
<i>Nitzschia sp. 1</i>				12	0,156	4,41
<i>Nitzschia sp. 2</i>				20	0,260	7,35
<i>Nitzschia sp. 3</i>				2	0,026	0,74
<i>Eunotia sp.</i>	1	0,018	2,00	4	0,052	1,47
<i>Navicula sp.</i>				10	0,130	3,68
<i>Navicula sp. 1</i>				5	0,065	1,84
<i>Navicula sp. 2</i>				15	0,195	5,51
<i>Pinnularia sp.</i>				2	0,026	0,74
Riqueza (S)		10			21	
Abundancia (No.Ind)		50			272	
Densidad (Ind/ml)		0,875			3,536	

Fuente LABOMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 265 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

En el monitoreo de la ciénaga, las mayores densidades de morfoespecies correspondieron a dos taxa identificados dentro del género a *Oscillatoria* sp y dos de *Planktothrix* (**Figura 70**). *Oscillatoria* con 1,355 Ind/ml es un género de amplia distribución en regiones tropicales, incluyendo especies consideradas cosmopolitas. Aunque la mayoría de sus representantes son oligohalinos (de agua dulce o con baja salinidad), también se encuentran especies en ambientes salobres y marinos (Whitton, 2012).

El género *Planktothrix* con 0,865 ind/ml suele habitar en sistemas poco profundos, con disponibilidad de luz limitada y alta carga de nutrientes (Bonilla, 2009). Una de las características más relevantes de *Planktothrix* es su capacidad para sintetizar toxinas con potencial para causar efectos nocivos tanto en la salud humana como en la de los animales (Ángel et al., 2019; Cirés & Quesada, 2011).

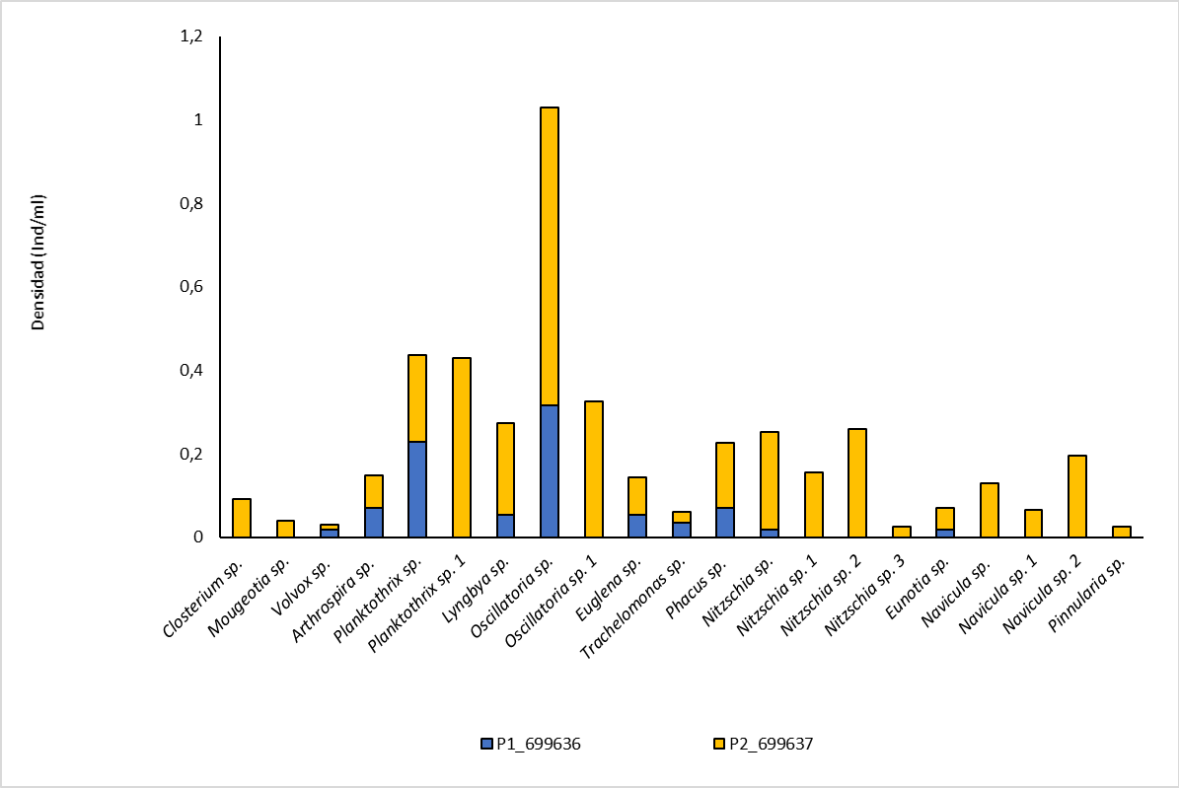


Figura 70. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga Manatí.
Fuente LABOMAR S.A.S. 2024

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 266 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.9.1.1. Índices ecológicos

La **Tabla 153** consigna los resultados de los índices de diversidad del ensamblaje. El índice de Margalef, centrado en la riqueza de morfoespecies, fue mayor en el punto P2_699637 (3,568) acorde a la mayor riqueza de especies, incluso teniendo en cuenta su mayor número de individuos en comparación con el punto P1_699636 (2,301). El índice de Shannon (H), siguiendo el patrón de riqueza fue considerablemente mayor en el punto P2_699637 (2,690 bits/ind) que en el punto P1_699636 (1,913 bits/ind) ocasionado también por la distribución más equitativa de sus abundancias.

El índice de equitatividad (J) en ambos puntos muestran una uniformidad relativamente alta, pero es ligeramente más pronunciada en P2_699637 (0,872) que en el punto P1_699636 (0,792), lo que contribuye a su mayor diversidad de Shannon. Por otra parte, el índice de Simpson es menor en el punto P2_699637 (0,089) con referencia al punto P1_699636 (0,204) que indica una mayor concentración de la abundancia en unas pocas especies.

Tabla 153. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga Manatí.

	P1_699636	P2_699637
Taxa_S	10	21
Individuals	50	272
Dominance_D	0,204	0,089
Shannon_H	1,913	2,690
Margalef	2,301	3,568
Equitability_J	0,792	0,872

Fuente LABOMAR S.A.S. 2024

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 267 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.3.8.1 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga los Manatíes estuvo compuesta por 36 individuos con una densidad total de 0,273 Ind/ml, agrupados en doce (12) morfoespecies, 11 familias, incluidas cuatro (4) no determinadas (ND); ocho (8) órdenes, con dos (2) no determinados, cinco (5) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 154**).

El phylum más representativo fue Arthropoda, con el 50 % de las morfoespecies descritas, seguido de Rotifera y Protozoa con el 33 % y 17 % de las morfoespecies restante, respectivamente (**Figura 71**).

Tabla 154. Taxonomía del zooplancton registrado en la Ciénaga Manatí.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	Moinidae Mf
			Sididae	<i>Diaphanosoma</i> sp.
	Maxillopoda	Calanoida	ND	Calanoida Mf
		Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva nauplio
	Ostracoda	ND	ND	Ostracoda Mf
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.
			Centropyxidae	<i>Centropyxis</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	Philodinidae Mf
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.
			Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.
				<i>Lecane</i> sp. 1

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

En el análisis de la densidad y riqueza del ensamblaje en los diferentes puntos de monitoreo, se observó que el punto P2_699674 registró los valores más altos, con 11 morfoespecies y una densidad de 0,225 ind/ml (**Tabla 155**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 268 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

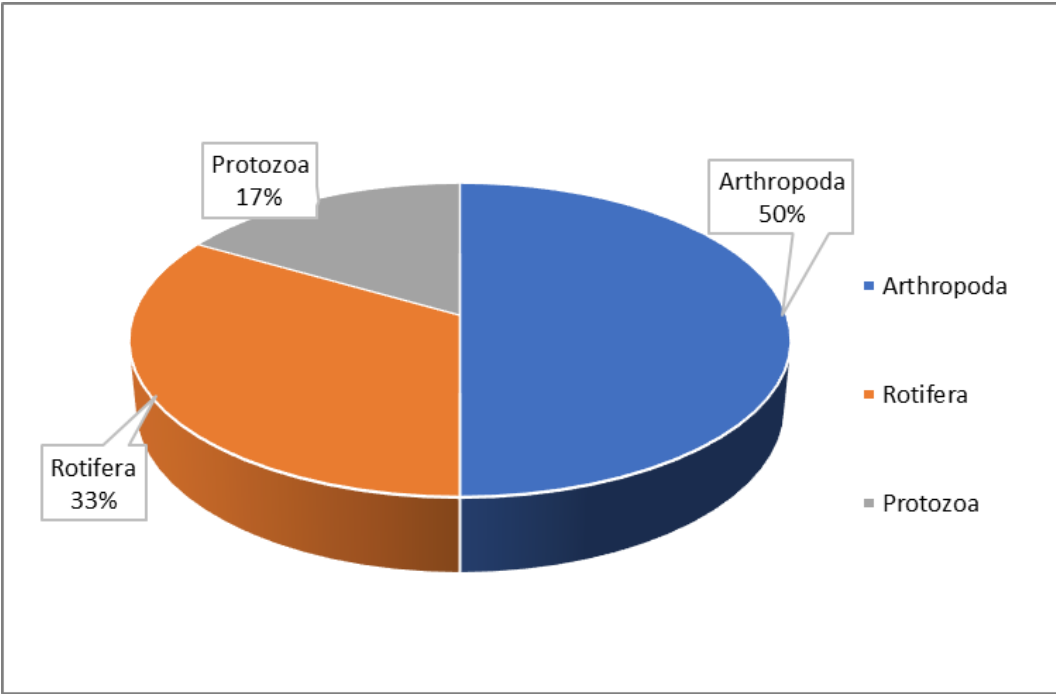


Figura 71. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la Ciénaga Manatí.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Tabla 155. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la Ciénaga Manatí.

MORFOESPECIE	P1_699673			P2_699674		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
Moinidae Mf				5	0,038	16,67
<i>Diaphanosoma</i> sp.	1	0,008	16,67	4	0,030	13,33
Calanoida Mf	1	0,008	16,67			
Cyclopoida Mf				3	0,023	10,00
Larva nauplio	2	0,016	33,33	5	0,038	16,67
Ostracoda Mf				1	0,008	3,33
<i>Arcella</i> sp.				2	0,015	6,67
<i>Centropyxis</i> sp.				2	0,015	6,67
Philodinidae Mf				2	0,015	6,67
<i>Brachionus</i> sp.				2	0,015	6,67
<i>Lecane</i> sp.	2	0,016	33,33	3	0,023	10,00
<i>Lecane</i> sp. 1				1	0,008	3,33
Riqueza (S)		4			11	
Abundancia (No.Ind)		6			30	
Densidad (Ind/ml)		0,048			0,225	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 269 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

A nivel de morfoespecies, se observó que Larva Nauplio y *Lecane* sp. fueron los taxones con las mayores densidades a nivel general, con valores de 0,054 Ind/ml y 0,039 Ind/ml, respectivamente. Mientras que las densidades más bajas las registraron Calanoida Mf y *Lecane* sp., cada uno con densidades de 0,008 Ind/ml, presentes exclusivamente en los puntos P1 y P2, respectivamente (**Figura 72**).

El género *Lecane* representa un grupo de rotíferos de la familia Lecanidae ampliamente distribuido en sistemas lénticos y lóticos, utilizado como bioindicador de calidad del agua, especialmente en ambientes eutróficos (Yağci, 2016). Su presencia y abundancia en estos ecosistemas pueden indicar altas concentraciones de materia orgánica y nutrientes, lo que los convierte en herramientas clave para la evaluación ambiental (Bozkurt& Akin 2012).

Además de su importancia como bioindicadores, muchas especies de *Lecane* desempeñan un papel ecológico relevante en el tratamiento de aguas, ya que son capaces de reducir significativamente el número de bacterias filamentosas en el lodo activado, contribuyendo así a la estabilidad de los sistemas de tratamiento biológico (Pajdak-Stós *et al.*, 2023).

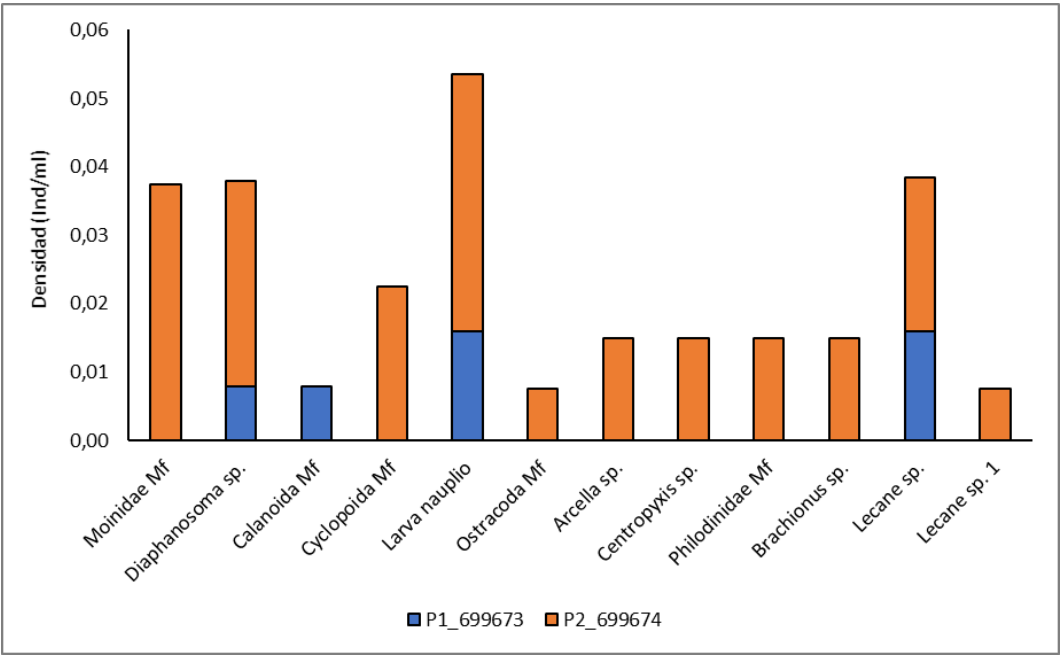


Figura 72. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la Ciénaga Manatí.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 270 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.9.1.2. Índices ecológicos

El índice de diversidad de Shannon y el índice de Margalef mostraron una diversidad baja en el punto P1, con valores de 1,330 bits/ind y 1,674 bits/ind, respectivamente, lo que sugiere que este punto está compuesto por un número limitado de especies y una distribución desigual entre ellas. Por otro lado, en el punto P2, ambos índices mostraron una diversidad moderada, con valores de 2,275 para Shannon y 2,940 para Margalef. Estos resultados reflejan una mayor riqueza y una distribución más equilibrada.

Por otro lado, los valores cercanos a un (1) en el índice de Pielou en los puntos de muestreo reflejan una alta equitatividad, lo que significa que las especies presentes en cada punto están distribuidas de manera uniforme. Por lo tanto, el índice de Simpson mostró una baja dominancia, lo que respalda la idea de que las morfoespecies registradas en los sitios estudiados se encuentran equilibradas y no dominadas por una sola especie (**Tabla 156**).

Tabla 156. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga Manatí.

	P1_699673	P2_699674
Taxa_S	4	11
Individuals	6	30
Dominance_D	0,278	0,113
Shannon_H	1,330	2,275
Margalef	1,674	2,940
Equitability_J	0,959	0,949

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 271 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.3.8.2 Perifiton

El Perifiton desempeñan un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas acuáticos: hace parte del ciclo de nutrientes, el flujo de la energía y la productividad primaria. (Pérez, et al., 2007). De manera general para los dos puntos monitoreados para la Ciénaga Manati, se tuvo una densidad total de 2679,167 ind/cm² y una abundancia absoluta de 917 individuos, distribuidos en 12 morfoespecies, ocho (8) familias, siete (7) órdenes, cuatro (4) clases y cuatro (4) Phyla (**Tabla 157**). Las divisiones más representativas fueron Heterokontophyta con el 58,3%, seguido de Cyanobacteria y Euglenozoa cada una de estas aportando el 16,67, % de la composición de especies, y con la menor riqueza de especies la división Charophyta con el 8,33% (**Figura 73**).

Tabla 157. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en ciénaga Manati, Atlántico, Colombia

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiáles	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum sp.</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis sp.</i>
				<i>Phacus sp.</i>
				<i>Cylindrotheca sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
				<i>Nitzschia sp. 1</i>
				<i>Nitzschia sp. 2</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>
			Stauroneidaceae	<i>Craticula sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

De las cuatro divisiones presentes el grupo Heterokontophyta fue el más diverso y se caracteriza por estar relacionadas con condiciones de eutrofia, pH alcalino son reconocidas por ser indicadoras de cambios en condiciones ambientales asociadas a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009) Por otra parte los organismos de la división Euglenozoa son descritas como indicadoras de un alto contenido de materia orgánica, estratificación, aguas temporales, meso a oligotrofia, abundancia de nitrógeno y estabilidad hidrodinámica (Ramírez, 2000; Roldán y Ramírez, 2008), Las cianobacterias por ser productores primarios juegan un papel

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 272 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

fundamental en las redes tróficas y además contribuyen en el ciclo de nutrientes, en procesos metabólicos como la fijación de oxígeno (Comba-Gonzáles, 2009).

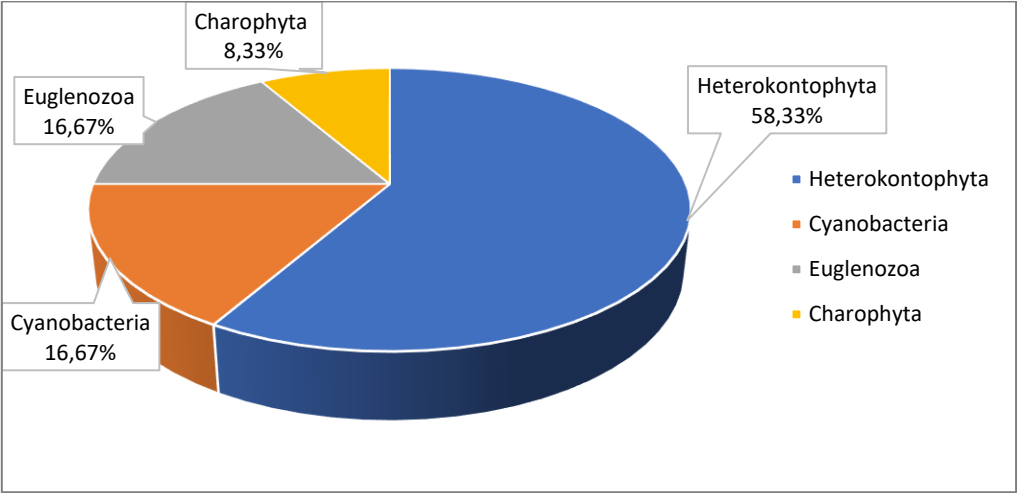


Figura 73. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrada ciénaga Manatí, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Analizando la composición y abundancia por punto de monitoreo, se evidenció que el punto P2_699637 registró la mayor abundancia con una densidad absoluta de 1756,944 Ind/cm² y la mayor riqueza con 10 taxones, por su parte el punto P1_699636 tuvo la menor riqueza de morfoespecies y una densidad con un valor de 922,222 Ind/cm² (**Tabla 158**).

Tabla 158. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la ciénaga Manatí, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699636			P2_699637		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Closterium sp.</i>	54	75,000	8,13			
<i>Dolichospermum sp.</i>	9	12,500	1,36			
<i>Oscillatoria sp.</i>	225	312,500	33,89	13	90,278	5,14
<i>Lepocinclis sp.</i>				2	13,889	0,79
<i>Phacus sp.</i>				1	6,944	0,40
<i>Cylindrotheca sp.</i>				12	83,333	4,74
<i>Nitzschia sp.</i>	142	197,222	21,39	184	1277,778	72,73
<i>Nitzschia sp. 1</i>	97	134,722	14,61	7	48,611	2,77
<i>Nitzschia sp. 2</i>				2	13,889	0,79
<i>Eunotia sp.</i>	6	8,333	0,90	4	27,778	1,58
<i>Navicula sp.</i>	128	177,778	19,28	27	187,500	10,67
<i>Craticula sp.</i>	3	4,167	0,45	1	6,944	0,40

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 273 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P1_699636			P2_699637		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
Riqueza (S)		8			10	
Abundancia (No.Ind)		664			253	
Densidad (Ind/cm²)		922,222			1756,944	

En cuanto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea *Nitzschia* sp. con una densidad total de 1475,000 ind/cm², la cual estuvo presente en los dos puntos monitoreados. Este es considerado un organismo característico de sistemas meso – oligotróficos con procesos de mezcla, tolerante a contenidos de sedimentos y conductividades altas (Pinilla, 2000, Bellinger & Sigee, 2010).

Otra de los taxa más abundantes fue *Oscillatoria* sp. con un valor de 402,778 ind/cm² (**Figura 74**). Las Oscillatorias son organismos procariotas fotosintéticos, con una gran variabilidad morfológica y fisiológica, pudiendo adaptarse a diferentes tipos de ambientes, a cambios de temperatura, humedad, salinidad, irradiación solar y pH (Whitton B & Potts M, 2000).

Por otra parte, la mayor densidad que se registró para el P2_699637, fue el taxón *Nitzschia* sp. con un valor de 1277,778 ind/cm². En cuanto al punto P2_699674 estuvo representada mayormente por la cianobacterias *Oscillatoria* sp. con una densidad absoluta de 312,500 ind/cm² (**Figura 74**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 274 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

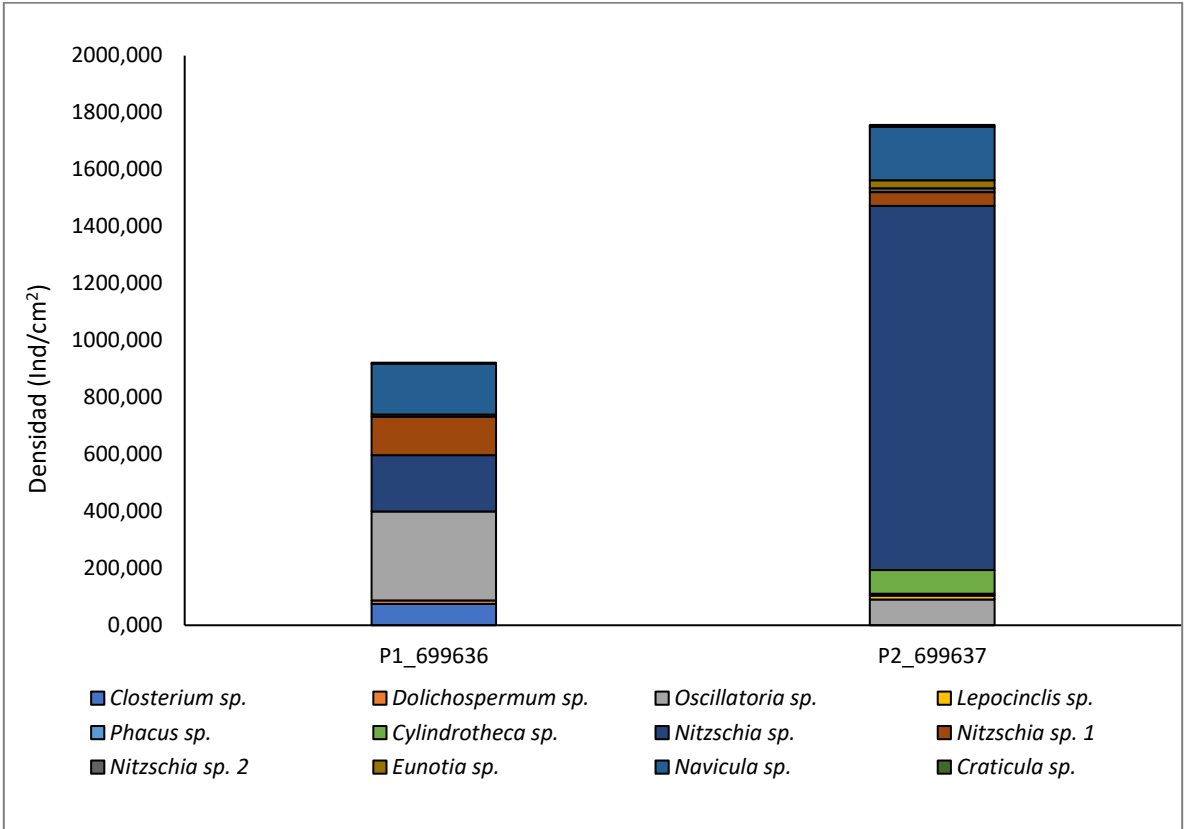


Figura 74. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga Manatí, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 275 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.3.8.3.1 Índices ecológicos

Los índices ecológicos hallados para el ensamblaje Perifítico nos mostró que los dos puntos estudiados tuvieron una biodiversidad similar siendo baja para ambas ya que según el índice de Shannon (H) tuvo valores Inferiores a 2, para el punto P1_699636 se tuvo un valor de 1,624 bits/individuos y para el punto P2_699637 se tuvo un valor de 1,053 bits/ind, asociados con una diversidad pobre. Por consiguiente, el índice de Margalef presentó valores bajos, lo que implica que según Margalef (1995) valores inferiores a 2,0 son considerados zonas de baja diversidad.

En cuanto a el índice de Equidad de Pielou presentó valores cercanos a cero para el punto P2_699637 lo cual indicó que no hay equidad en las densidades de las poblaciones, sin embargo, el índice de Simpson tuvo un valor moderado. A diferencia del punto P2_699674 el cual no mostro una distribución bastante homogénea de las abundancias, dentro de los diferentes taxones identificados, ya que este índice toma valores de 0 a 1, donde los valores más cercanos a 1 muestran mayor uniformidad, condición que se evidenció dado el bajo valor obtenido para el índice de dominancia (D=0,226) (**Tabla 159**).

Tabla 159. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga Manatí, Atlántico, Colombia.

	P1_699636	P2_699637
Taxa_S	8	10
Individuals	664	253
Dominance_D	0,226	0,546
Shannon_H	1,624	1,053
Margalef	1,077	1,626
Equitability_J	0,781	0,457

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

5.1.9.1. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Manatí se registró una densidad total de 240,000 Ind/m² y abundancia de 24 individuos, distribuidos en siete (7) morfoespecies, cinco (5) familias y una no determinada, cuatro (4) órdenes, tres (3) clases y dos (2) Phylum (**Tabla 160**).

El phylum Arthropoda registró el 85,71 % de las morfoespecies reportadas, seguido de Mollusca con el 14,29 % restante (**Figura 75**).

Tabla 160. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Copepoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
	Insecta	Coleoptera	Noteridae	Noteridae Mf (Adulto)
			Hydrophilidae	Hydrophilidae Mf (Larva)
				Hydrophilidae Mf 1 (Larva)
		Diptera	Chironomidae	Chironomidae Mf (Larva)
			Ceratopogonidae	Ceratopogonidae Mf (Larva)
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Drepanotrema</i> sp.

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

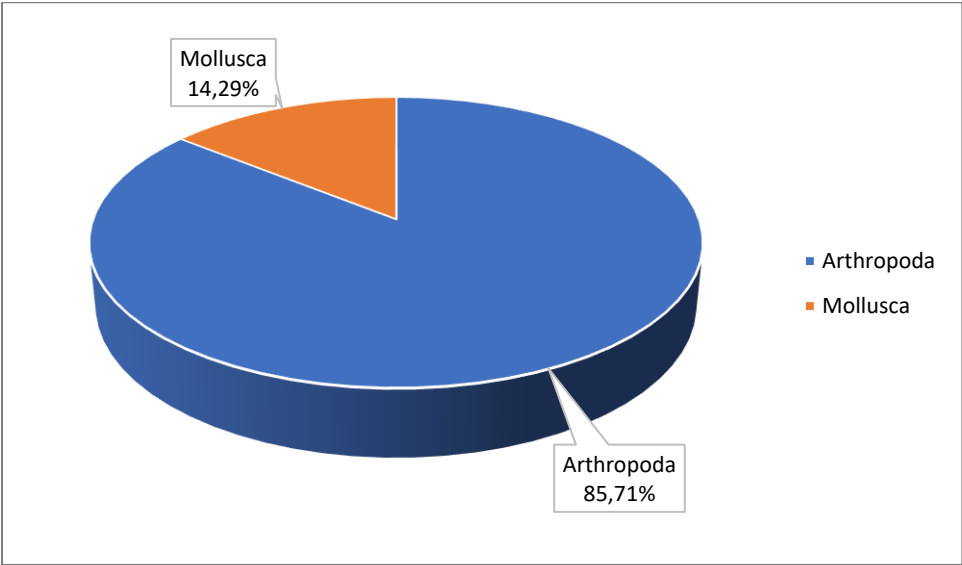


Figura 75. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. Manatí.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 277 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 161. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.

MORFOESPECIE	P1_699636			P2_699637		
	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR
Cyclopoida Mf	2	20,000	12,50			
Noteridae Mf (Adulto)	1	10,000	6,25			
Hydrophilidae Mf (Larva)	1	10,000	6,25	2	20,000	25,00
Hydrophilidae Mf 1 (Larva)	1	10,000	6,25			
Chironomidae Mf (Larva)	3	30,000	18,75			
Ceratopogonidae Mf (Larva)	6	60,000	37,50	4	40,000	50,00
<i>Drepanotrema</i> sp.	2	20,000	12,50	2	20,000	25,00
Riqueza (S)		7			3	
Abundancia (No. Ind)		16			8	
Densidad (Ind/m²)		160,000			80,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

Con respecto a las morfoespecies más representadas en el cuerpo de agua, se evidenció que Ceratopogonidae Mf (Larva) fue el taxon más representado en los puntos P1_699636 y P2_699637, con densidades de 60,000 Ind/m² y 40,000 Ind/m² (**Figura 76**).

La familia Ceratopogonidae ha mostrado una alta densidad dentro de los ensamblajes de macroinvertebrados bentónicos en el estudio. Esta familia incluye una de las más comunes y diversas de dípteros, caracterizada por su gran diversidad y abundancia en muchos ecosistemas acuáticos (Dourado *et al.*, 2017; Spinelli *et al.*, 2009). Las larvas de Ceratopogonidae son extremadamente adaptables y pueden desarrollarse en una amplia gama de ambientes, desde los semiacuáticos hasta los totalmente acuáticos, incluyendo ríos, lagos y áreas en las que se encuentran entre detritos y plantas acuáticas (Roldán & Ramírez, 2008, Courtney *et al.*, 2017).

Además, los miembros de esta familia son consumidores detritívoros, lo que significa que se alimentan de materia orgánica en descomposición, contribuyendo al ciclo de nutrientes en los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, también se ha observado que Ceratopogonidae tiene una alta sensibilidad a la contaminación, aunque es capaz de prosperar en ambientes con un alto contenido de materia orgánica, lo que indica una cierta tolerancia a ambientes deteriorados (Micieli *et al.*, 2023).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 278 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

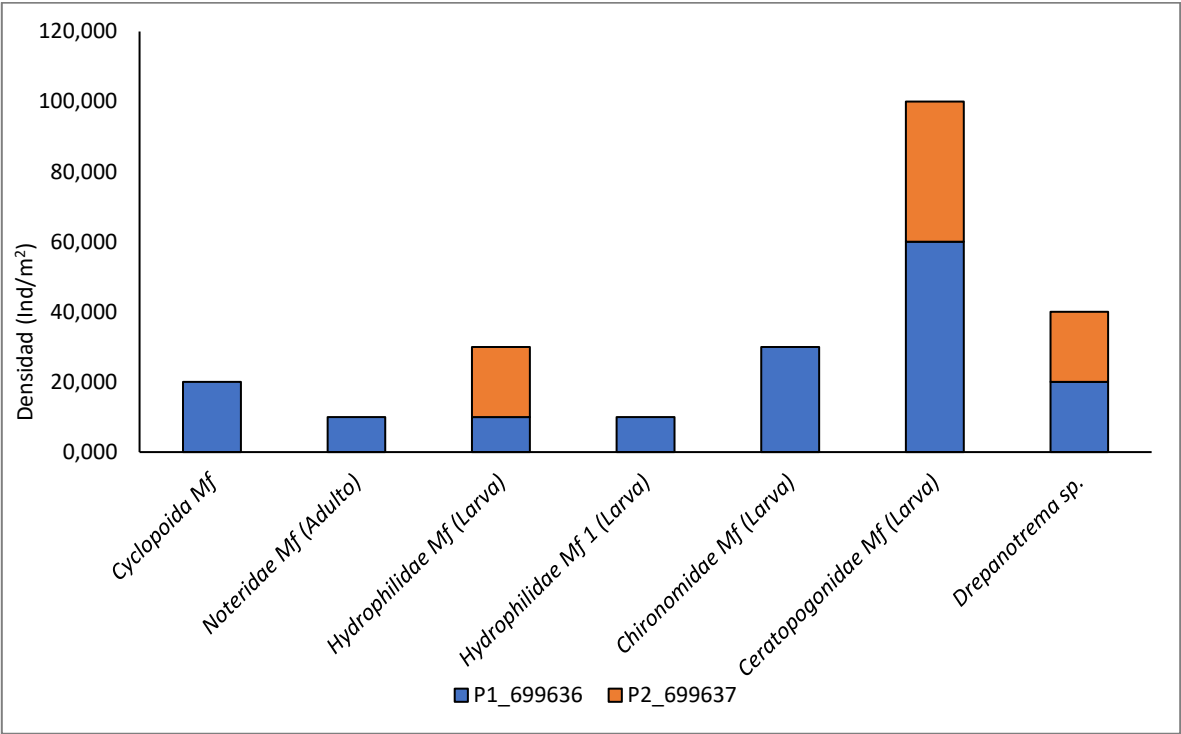


Figura 76. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. Manatí. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.9.1.1. Índices ecológicos

Los índices de Shannon-H y Margalef reflejaron una diversidad baja en el área de estudio, con valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que indica una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica. Sin embargo, en el punto P1_699636, el índice de Margalef mostró una diversidad moderada, sugiriendo que este sitio tiene condiciones relativamente más favorables para la proliferación de especies.

En cuanto a la equidad, el índice de Pielou mostró una alta equidad en los dos puntos de monitoreo ($J' = 0,885$ en P1 y $J' = 0,946$ en P2), lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies en estos puntos. Esto sugiere que, a pesar de la baja diversidad, las especies presentes están distribuidas de manera equilibrada en términos de abundancia.

El índice de Simpson indicó una dominancia baja, lo que es congruente con los resultados del índice de Pielou, indicando que, aunque hay diferencias en la abundancia entre las especies, ninguna especie predomina de manera excesiva en la comunidad (**Tabla 162**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 279 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 162. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. Manatí.

	P1_699636	P2_699637
Taxa_S	7	3
Individuals	16	8
Dominance_D	0,219	0,375
Shannon_H	1,721	1,040
Margalef	2,164	0,962
Equitability_J	0,885	0,946

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.1.9.1.2. Índice BMWP (Col)

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga Manatí arrojó aguas muy contaminadas en el P1_699636 y fuertemente contaminadas en P2_699637, con la presencia de familias indicadoras de aguas contaminadas (**Tabla 163**).

Tabla 163. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.

Puntos de Muestreo	P1_699636	Puntaje	P2_699637	Puntaje
Familias	Ceratopogonidae	3	Ceratopogonidae	3
	Chironomidae	2	Hydrophilidae	3
	Hydrophilidae	3	Planorbidae	5
	Noteridae	4		
	Planorbidae	5		
BMWP	17		11	
Calidad	Critica		Muy Critica	
Clase	IV		V	
Significado	Aguas Muy Contaminadas		Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 280 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.9.2. Peces

En cuanto a los peces, no hubo capturas de estos, en los puntos objeto de estudio. Sin embargo, esto no debe interpretarse como ausencia total de peces. Es decir, se realizó el esfuerzo de muestreo con atarraya sin capturas de individuos.

5.1.9.3. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue baja, registrándose una morfoespecie (*Pontederia crassipes*) pertenecientes a la familia Pontederiaceae del orden Commelinales. De la clase Magnoliopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta (**Tabla 164, Tabla 165**).

La cobertura total de Macrófitas acuáticas estuvo representada exclusivamente por *Pontederia crassipes* con 100,00%.

Tabla 164. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Manatí.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>

Fuente: Labormar, 2024.

Tabla 165. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Manatí.

MORFOESPECIE	P1_699636	P2_699637
	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Pontederia crassipes</i>	33,0	97,0
Riqueza (S)	1	1
Cobertura (%)	33,0	97,0

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 281 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.1.10. Ciénaga La Larga

5.1.10.1. Fitoplancton

El ensamblaje fitoplanctónico de la ciénaga registró una densidad total de 10,425 Ind/ml y una abundancia de 417 individuos, distribuidos en 19 morfoespecies, 13 familias, 10 órdenes, seis (6) clases y cinco (5) phyla (**Tabla 166**). La riqueza específica estuvo dada por las Heterokontophyta y Euglenozoa con el 31,58% de las morfoespecies identificadas; siguieron en importancia las Cyanobacteria con 21,05% del registro, las Charophyta con el 10,53% y finalmente las Chlorophyta con una morfoespecie el 5,26% de las taxa (**Figura 77**).

Tabla 166. Taxonomía del fitoplancton registrado en la ciénaga Larga.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
		Zygnematales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina sp.</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>
				<i>Euglena sp. 1</i>
				<i>Strombomonas sp.</i>
				<i>Trachelomonas sp.</i>
				<i>Trachelomonas sp. 1</i>
			Phacaceae	<i>Phacus sp.</i>
			Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales		<i>Nitzschia sp. 1</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp.</i>
				<i>Navicula sp.</i>
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>
			Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>

Fuente LABOMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 282 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Las Heterokontophyta representado por las diatomeas es uno de los grupos más diversos y frecuentes en ambientes acuáticos, tanto marinos como dulceacuícolas (Round, Crawford y Mann, 1990). Lo cual puede relacionarse, en parte, a la composición silíceo de sus frústulas, una característica estructural que contribuye a su capacidad de tolerar variaciones en las condiciones fisicoquímicas del medio (Smol y Stoermer, 2004). Además, su capacidad para adaptarse a distintos niveles de luz y nutrientes, mediante estrategias como la regulación del contenido de clorofila o la formación de esporas (Roldan y Ramírez, 2008; Smol y Stoermer, 2004).

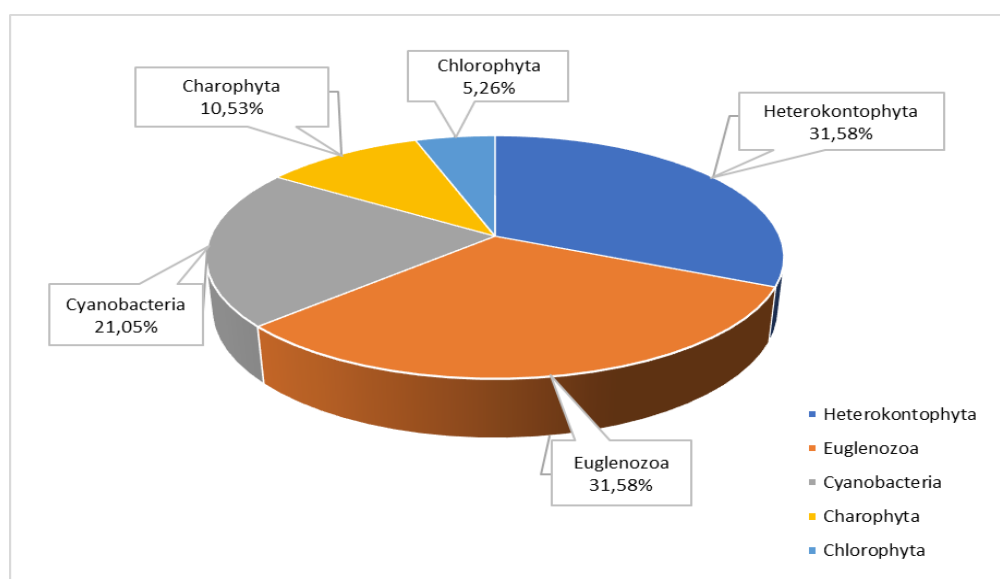


Figura 77. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga Larga.
Fuente LABOMAR S.A.S. 2024.

Las Euglenozoa por su metabolismo mixotrófico y la producción de quistes de resistencia en condiciones desfavorables, contribuyen a su supervivencia en ambientes fluctuantes; frecuentemente asociados a alto contenido materia orgánica (Kostygov et al., 2021, en Mendoza-Carbajal et al., 2023). Las cianobacterias, por su parte, son organismos cosmopolitas, con capacidad de fijar nitrógeno, que le permiten prosperar en ambientes pobres en nutrientes (Paerl & Otten, 2013). Generalmente, con crecimiento abundante durante periodos cálidos y sistemas enriquecidos por nutrientes (Roldan y Ramírez, 2008).

Finalmente, las algas de los grupos Chlorophyta y Charophyta son reconocidas como frecuentes de ambientes acuáticos con alta disponibilidad de nutrientes, especialmente aquellos con una elevada relación fósforo-nitrógeno, sin embargo, las desmicias

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 283 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

(Charophyta), tolerantes a la deficiencia de luz, se establecen mejor en pHs bajos y un estado trófico tendiente a oligotrofia (Celewicz., Kozak & Kuczyńska-Kippen, 2022).

A nivel espacial, los puntos monitoreados reportaron valores similares en riqueza y abundancia con 13 taxones y 5,375ind/ml en el punto P2_ 699674, y 14 taxones con 5,050 ind/ml en el punto P1_699673 como se puede apreciar en la **Tabla 167**.

Tabla 167. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en C. la Larga, Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

P1_699673				P2_699674		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Closterium sp.</i>	3	0,075	1,49			
<i>Spirogyra sp.</i>	3	0,075	1,49	1	0,025	0,47
<i>Pandorina sp.</i>	5	0,125	2,48	1	0,025	0,47
<i>Dolichospermum sp.</i>				26	0,650	12,09
<i>Planktothrix sp.</i>				33	0,825	15,35
<i>Oscillatoria sp.</i>	31	0,775	15,35	15	0,375	6,98
<i>Spirulina sp.</i>				5	0,125	2,33
<i>Euglena sp.</i>	45	1,125	22,28	41	1,025	19,07
<i>Euglena sp. 1</i>	8	0,200	3,96	2	0,050	0,93
<i>Strombomonas sp.</i>	9	0,225	4,46			
<i>Trachelomonas sp.</i>	16	0,400	7,92	18	0,450	8,37
<i>Trachelomonas sp. 1</i>	12	0,300	5,94			
<i>Phacus sp.</i>	30	0,750	14,85	20	0,500	9,30
<i>Nitzschia sp.</i>				19	0,475	8,84
<i>Nitzschia sp. 1</i>	1	0,025	0,50			
<i>Gyrosigma sp.</i>	1	0,025	0,50			
<i>Navicula sp.</i>	19	0,475	9,41	32	0,800	14,88
<i>Pinnularia sp.</i>				2	0,050	0,93
<i>Cyclotella sp.</i>	19	0,475	9,41			
Riqueza (S)		14			13	
Abundancia (No.Ind)		202			215	
Densidad (Ind/ml)		5,050			5,375	

Fuente LABOMAR S.A.S. 2024.

Con respecto a las morfoespecies, *Euglena* sp registró la mayor densidad con 2,15 Ind/ml (**Tabla 167, Figura 78**), según Gordillo (2018) el género suele presentar preferencias por aguas cálidas y ricas en nutrientes orgánicos, lo cual facilita su desarrollo y establecimiento en los ecosistemas tropicales.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 284 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Le siguieron en importancia la diatomea *Navicula* sp (1,275 Ind/ml), un género con especies cosmopolitas con amplia tolerancia a la contaminación orgánica y a las condiciones eutróficas (Segura-García, Israde-Alcántara, & Maidana, 2010), *Phacus* sp (1,25 Ind/ml) asociado a aguas ricas en nutrientes orgánicos y ambientes ácidos a ligeramente alcalinos (Alves-da Siva, Pereira; Moreira y Friedrich, 2011). Por último y también abundantes se identificaron las cianofitas filamentosas *Oscillatoria* sp (1,15 Ind/ml) y *Planktothrix* sp (0,825 Ind/ml).

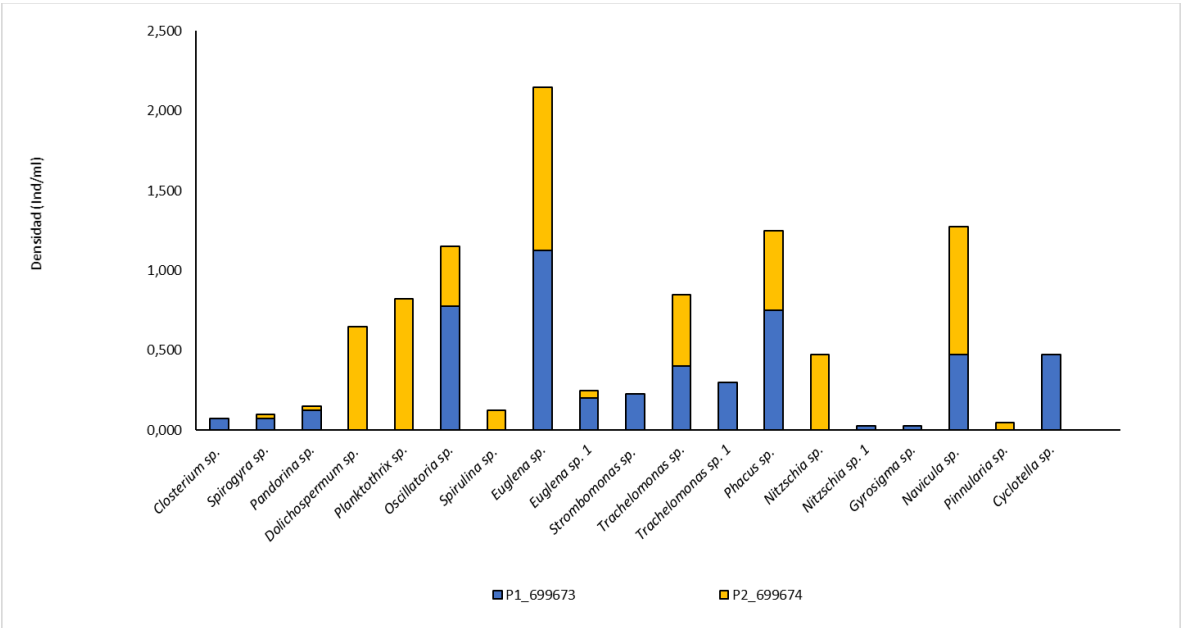


Figura 78. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénega Larga.

Fuente LABOMAR S.A.S. 2024.

5.1.10.1.1. Índices ecológicos

Los índices ecológicos de forma general no muestran diferencias estructurales a nivel espacial, con valores cercanos entre los puntos monitoreados (**Tabla 168**). El índice de Margalef arroja una diversidad moderada, indicando que hay una cantidad considerable de morfoespecies en la muestra, lo que contribuye a que la diversidad general del sistema, evaluada a través del índice de Shannon, sea también moderada. Shannon también se ve favorecido por que las abundancias no están dominadas fuertemente por unas pocas morfoespecies.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 285 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Al respecto, la valoración del índice de dominancia fue baja (1,222 promedio) con las morfoespecies abundantes aportando menos del 23% de la abundancia relativa cada una (**Tabla 168**). En cuanto al índice de equidad, el valor fue alto ($J = 0,854$), es decir, las morfoespecies presentes tienen abundancias relativamente homogéneas.

Tabla 168. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga Larga.

	P1_699673	P2_699674
Taxa_S	14	13
Individuals	202	215
Dominance_D	0,123	0,122
Shannon_H	2,286	2,224
Margalef	2,449	2,234
Equitability_J	0,854	0,856

Fuente LABOMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 286 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.10.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga la Larga estuvo compuesta por 129 individuos con una densidad total de 1,043 Ind/ml, agrupados en ocho (8) morfoespecies, ocho (8) familias, incluidas tres (3) no determinadas (ND); siete (7) órdenes, con uno (1) no determinado, cinco (5) clases y cuatro (4) Phyla (**Tabla 169**).

El phylum Arthropoda presentó la mayor riqueza de morfoespecies, con un 63 %. En contraste, los phyla Nematoda, Protozoa y Rotifera registraron los valores más bajos, cada uno con un 13 % de las morfoespecies restantes (**Figura 79**).

Tabla 169. Taxonomía del zooplancton registrado en la Ciénaga la Larga.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina</i> sp.
			Sididae	<i>Diaphanosoma</i> sp.
	Maxillopoda	Calanoida	ND	Calanoida Mf
		Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva nauplio
Nematoda	Chromadorea	Monhysterida	Monhysteridae	<i>Monhystera</i> sp.
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

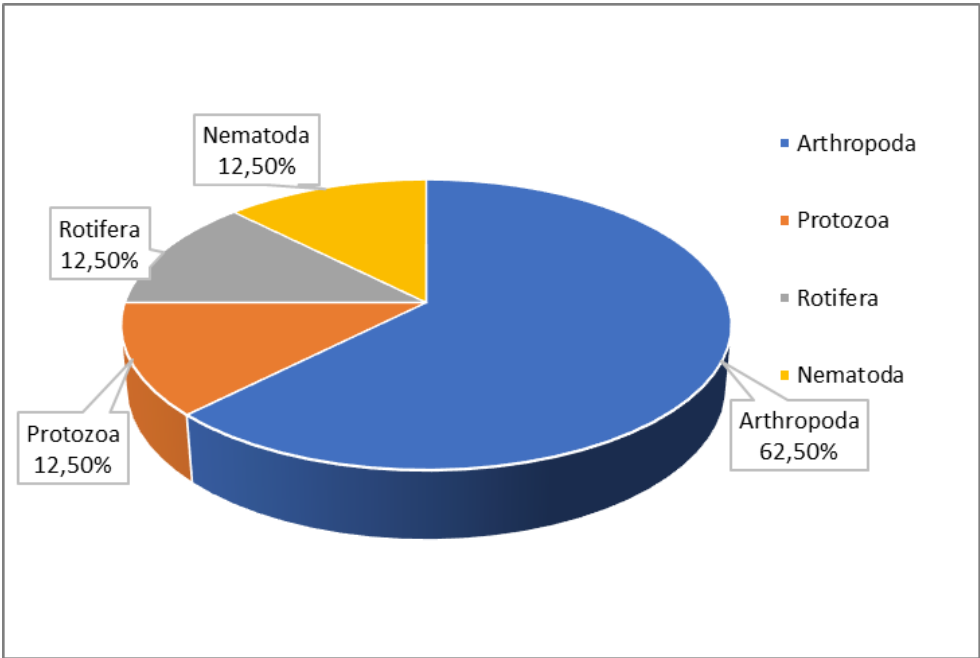


Figura 79. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la Ciénaga la Larga.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 287 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

En el análisis de la densidad y riqueza del ensamblaje en los diferentes puntos de monitoreo, se observó que el punto P1_699673 registró el valor más alto en riqueza, con seis (6) morfoespecies. No obstante, el punto P2_699674 arrojó la mayor densidad, con 0,638 Ind/ml (**Tabla 170**).

Tabla 170. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la Ciénaga la Larga.

MORFOESPECIE	P1_699673			P2_699674		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Moina</i> sp.	2	0,015	3,70			
<i>Diaphanosoma</i> sp.	3	0,023	5,56	7	0,060	9,33
Calanoida Mf	2	0,015	3,70			
Cyclopoida Mf	6	0,045	11,11	3	0,026	4,00
Larva nauplio				61	0,519	81,33
<i>Monhystera</i> sp.				1	0,009	1,33
<i>Diffugia</i> sp.	13	0,098	24,07	3	0,026	4,00
<i>Lecane</i> sp.	28	0,210	51,85			
Riqueza (S)		6			5	
Abundancia (No.Ind)		54			75	
Densidad (Ind/ml)		0,405			0,638	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

A nivel de morfoespecies, se observó que Larva nauplio fue el taxón que registró la mayor densidad, presente exclusivamente en el punto P2_699674, con un valor de 0,519 Ind/ml. Este hallazgo resalta la prominencia de esta morfoespecie en ese punto específico, lo que podría estar asociado con condiciones favorables para su desarrollo en dicho entorno. Por su parte, la morfoespecie *Monhystera* sp. registró la densidad más baja (0,009 Ind/ml), seguido de Calanoida Mf y *Moina* sp., reportadas únicamente en el punto P1_699673, cada una con densidades de 0,015 Ind/ml (**Figura 80**).

La larva nauplio es una de las etapas más tempranas del desarrollo de muchos crustáceos, incluyendo copépodos, cirrípedos (percebes) y algunos malacostráceos, como camarones y cangrejos (Dahms, 2000). Desde el punto de vista ecológico, los nauplios representan un componente fundamental del zooplancton marino y de agua dulce (Calbet *et al.*, 2001), desempeñando un papel crucial en las redes tróficas acuáticas. Son una fuente primaria de alimento para muchos organismos marinos, como peces, medusas y otros invertebrados, facilitando la transferencia de energía en los ecosistemas acuáticos (Lučić *et al.*, 2003; Incze *et al.*, 1996).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 288 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

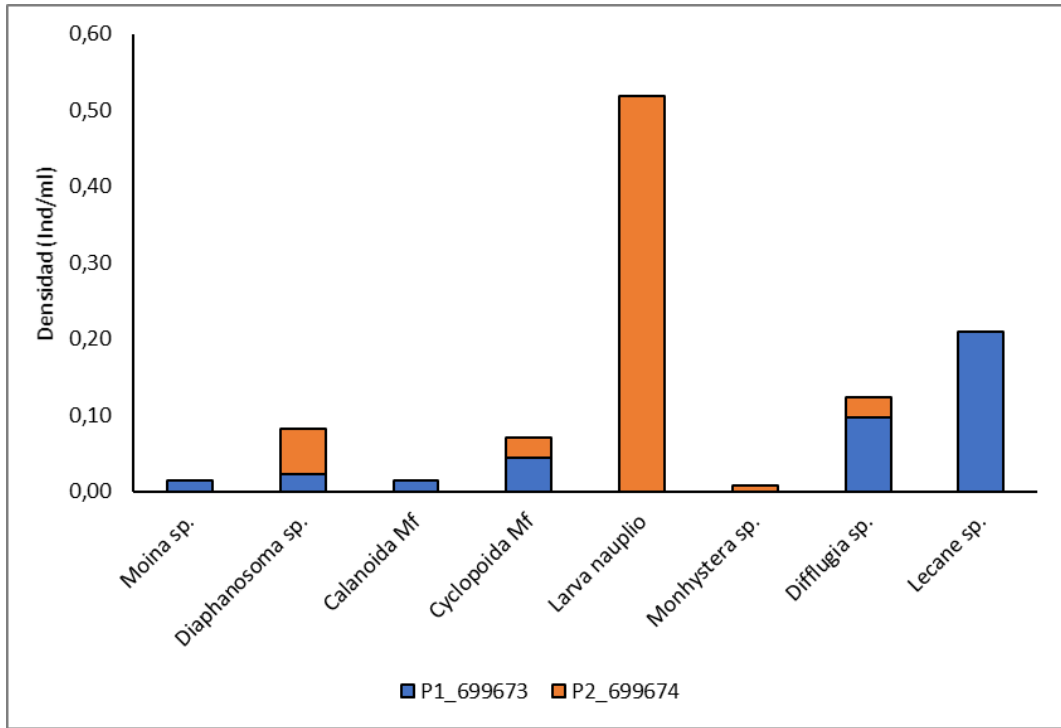


Figura 80. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la Ciénaga la Larga.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.10.2.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos de los índices de diversidad aplicados en los puntos monitoreados (P1_699673 y P2_699674) reflejan una comunidad ecológica caracterizada por una baja diversidad, con valores de Shannon y Margalef inferiores a 2 bits/individuo. Estos valores sugieren que el ecosistema presenta una concentración limitada de especies, lo que podría indicar una estructura comunitaria menos compleja o un dominio de pocas especies sobre el resto de la comunidad.

El índice de equidad de Pielou mostró una equidad alta en el punto P1_699673 ($J = 0,744$), lo que indica que, en este lugar, los individuos están distribuidos de manera relativamente equilibrada entre las especies presentes. Este patrón es respaldado por el índice de Simpson, que mostró un valor bajo de dominancia (0,345), lo que refuerza la idea de que las especies están distribuidas de manera más equitativa en ese punto.

En contraste, en el punto P2_699674, el índice de Pielou arrojó una equitatividad moderada ($J = 0,438$). Este valor se correlaciona con el índice de Simpson, que mostró un valor moderado de dominancia (0,674). Esto sugiere que en P2 hay una o varias especies dominantes que están más concentradas en comparación con el punto P1, lo que podría reducir la diversidad y el equilibrio general de la comunidad (**Tabla 171**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 289 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 171. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga la Larga.

	P1_699673	P2_699674
Taxa_S	6	5
Individuals	54	75
Dominance_D	0,345	0,674
Shannon_H	1,332	0,705
Margalef	1,253	0,927
Equitability_J	0,744	0,438

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 290 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.10.3.
Perifiton

El Perifiton desempeñan un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas acuáticos: hace parte del ciclo de nutrientes, el flujo de la energía y la productividad primaria. (Pérez, et al., 2007). De manera general para los dos puntos monitoreados para la Ciénaga la Larga, se tuvo una densidad total de 5005 ind/cm² y una abundancia absoluta de 537 individuos, distribuidos en 11 morfoespecies, 10 familias, nueve (9) órdenes, cuatro (4) clases y cuatro (4) Phyla (**Tabla 172**). Las divisiones más representativas fueron Heterokontophyta con el 54,55% y Cyanobacteria aportando el 27,27, % de la composición de especies, y con la menor riqueza de especies las divisiones Euglenozoa y Chlorophyta ambas con el 9,09% (**Figura 81**).

Tabla 172. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en ciénaga la Larga, Atlántico, Colombia
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum sp.</i>
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>
				<i>Navicula sp. 1</i>
		Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>

De las cuatro divisiones presentes el grupo Heterokontophyta fue el más diverso y se caracteriza por estar relacionadas con condiciones de eutrofia, pH alcalino son reconocidas por ser indicadoras de cambios en condiciones ambientales asociadas a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009) Por otra parte, las Cianobacterias quienes fueron uno de los grupos más diverso, por ser productores primarios juegan un papel fundamental en las redes tróficas y además contribuyen en el ciclo de nutrientes, en procesos metabólicos como la fijación de oxígeno (Comba-Gonzáles, 2009).

Por otra parte, Las clorofíceas, son un grupo de algas que se relacionan con sistemas estratificados, eutróficos, con niveles medios – altos de contaminación producto del

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 291 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

proceso de descomposición de materia orgánica o por la entrada de aguas residuales (Ramírez y Viña, 1998), generalmente se encuentran asociadas al estrato superior de la columna de agua, en donde la penetración lumínica es mayor, siendo este factor un limitante para su desarrollo en los sistemas acuáticos. En cuanto los organismos de la división Euglenozoa son indicadores de cuerpos ricos en materia orgánica y poseen diferentes formas de nutrición. (Ramírez, 2000; Roldán y Ramírez, 2008).

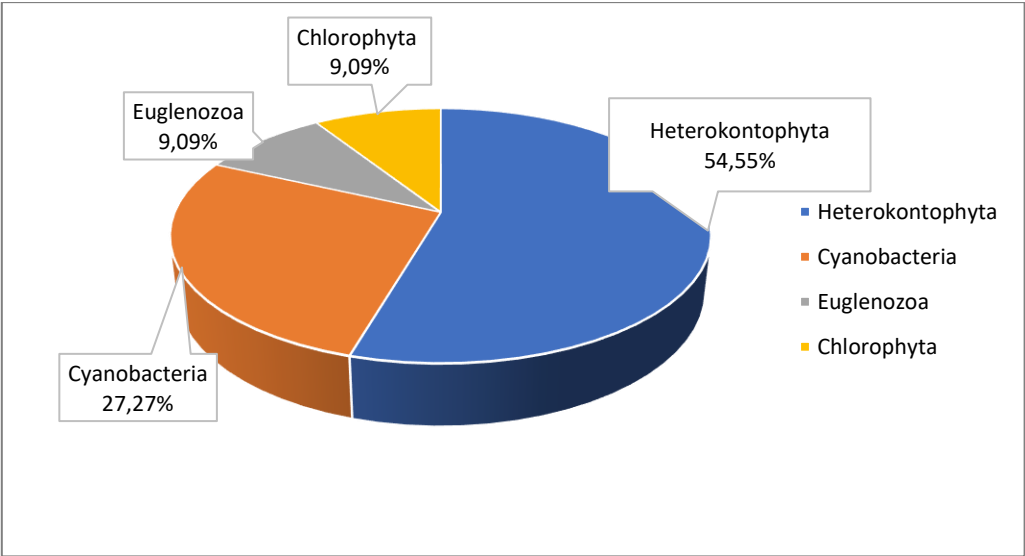


Figura 81. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrado ciénaga La Larga, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Analizando la composición y abundancia por punto de monitoreo, se evidenció que el punto P1_699673 registró la mayor abundancia con una densidad absoluta de 3446,667 Ind/cm² y una riqueza de especies de siete taxones, Seguido del punto P2_699674 el cual tuvo la mayor riqueza de morfoespecies y una densidad menor con un valor de 1558,333 Ind/cm² (**Tabla 173**).

Tabla 173. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la ciénaga la Larga, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699673			P2_699674		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Ulothrix sp.</i>	1	12,222	0,35			
<i>Dolichospermum sp.</i>				3	18,333	1,18
<i>Planktothrix sp.</i>	4	48,889	1,42	33	201,667	12,94
<i>Oscillatoria sp.</i>	2	24,444	0,71	6	36,667	2,35
<i>Trachelomonas sp.</i>				3	18,333	1,18

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 292 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P1_699673			P2_699674		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Nitzschia</i> sp.	87	1063,333	30,85	157	959,444	61,57
<i>Cymbella</i> sp.				1	6,111	0,39
<i>Eunotia</i> sp.	1	12,222	0,35			
<i>Navicula</i> sp.	183	2236,667	64,89	49	299,444	19,22
<i>Navicula</i> sp. 1				3	18,333	1,18
<i>Cyclotella</i> sp.	4	48,889	1,42			
Riqueza (S)		7			8	
Abundancia (No.Ind)		282			255	
Densidad (Ind/cm²)		3446,667			1558,333	

En cuanto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea *Navicula* sp. con una densidad total de 2536,111 ind/cm², la cual estuvo presente en los dos puntos monitoreados. Los organismos pertenecientes a este género tienen un amplio rango de tolerancia en cuanto a pH y nutrientes (Coesel, 1979).

Otra de los taxas más abundantes fue la diatomea *Nitzschia* sp. con un valor de 2022,778 ind/cm² (**Figura 82**). Este es considerado un organismo característico de sistemas meso – oligotróficos con procesos de mezcla, tolerante a contenidos de sedimentos y conductividades altas (Pinilla, 2000, Bellinger & Sigee, 2010).

Por otra parte, la mayor densidad que se registró para el P1_699673, fue el taxón *Navicula* sp. con un valor de 2236,667 ind/cm². En cuanto al punto P2_699674 estuvo representada mayormente por la diatomea *Nitzschia* sp. con una densidad absoluta de 959,444 ind/cm² (**Figura 82**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 293 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

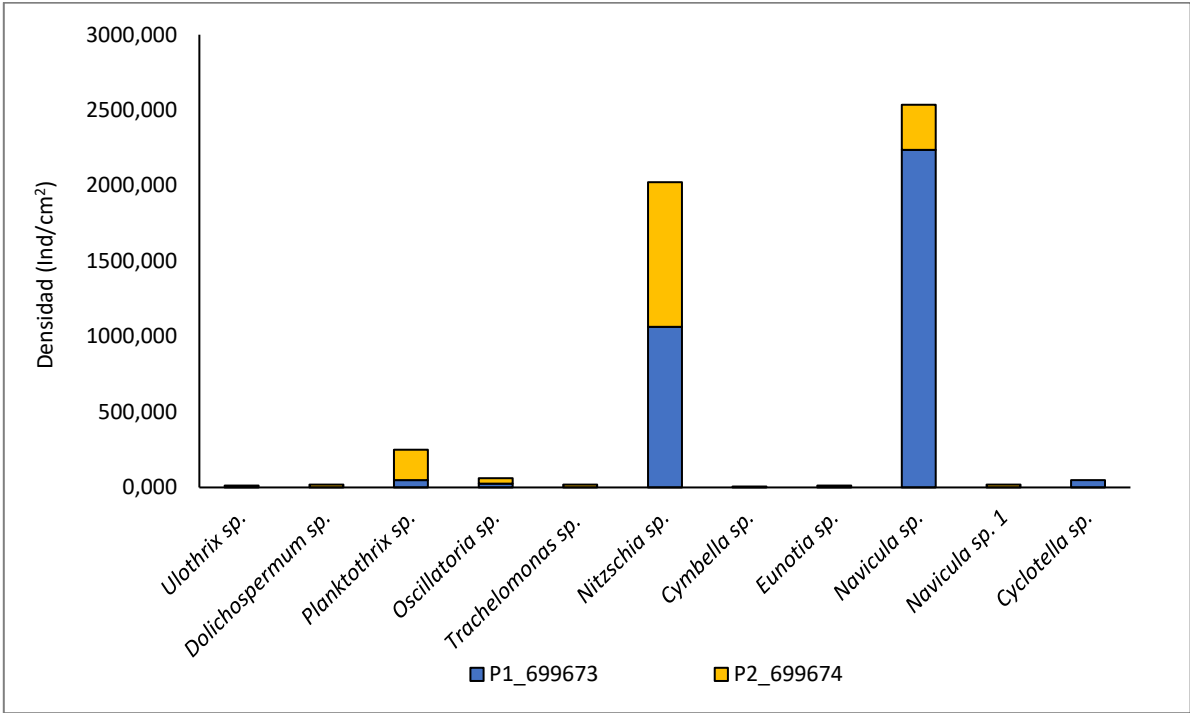


Figura 82. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga la Larga, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 294 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.10.3.1. Índices ecológicos

Los índices ecológicos hallados para el ensamblaje Perifítico nos mostró que los dos puntos estudiados tuvieron una biodiversidad similar, ya que según el índice de Shannon (H) la diversidad fue baja donde se tuvo valores Inferiores a 2, para el punto P1_699673 se tuvo un valor de 0,839 bits/individuos y para el punto P2_699674 se tuvo un valor de 1,147 bits/ind, asociados con una diversidad pobre. Por consiguiente, el índice de Margalef presentó valores bajos, lo que implica que según Margalef (1995) valores inferiores a 2,0 son considerados zonas de baja diversidad.

En cuanto a el índice de Equidad de Pielou presentó valores cercanos a cero para el punto P1_699673 lo cual indicó que no hay similaridad en las densidades de las poblaciones, sin embargo, el índice de Simpson tuvo un valor moderado, indicando que no hay prevalencia de una especie sobre otra. A diferencia del punto P2_699674 el cual no mostro una distribución bastante homogénea de las abundancias, dentro de los diferentes taxones identificados ya que este índice toma valores de 0 a 1, donde los valores más cercanos a 1 muestran mayor uniformidad, condición que se evidenció dado el bajo valor obtenido para el índice de dominancia de Simpson (**Tabla 174**).

Tabla 174. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga la Larga, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

	P1_699673	P2_699674
Taxa_S	7	8
Individuals	282	255
Dominance_D	0,517	0,434
Shannon_H	0,839	1,147
Margalef	1,063	1,263
Equitability_J	0,431	0,552

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 295 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.10.1. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga La Larga se registró una densidad total de 40,000 Ind/m² y abundancia de 4 individuos, distribuidos en dos (2) morfoespecies, una (1) familia, un (1) orden, una (1) clases y un (1) Phylum (**Tabla 175**).

El phylum Mollusca fue el único grupo representado, registrando el 100,00% de las morfoespecies. Esto indica que los moluscos son el grupo dominante en el ecosistema, donde las condiciones ambientales favorecen su presencia y desarrollo (**Figura 83**).

Tabla 175. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. La Larga.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Marisa</i> sp.
				<i>Pomacea</i> sp.

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

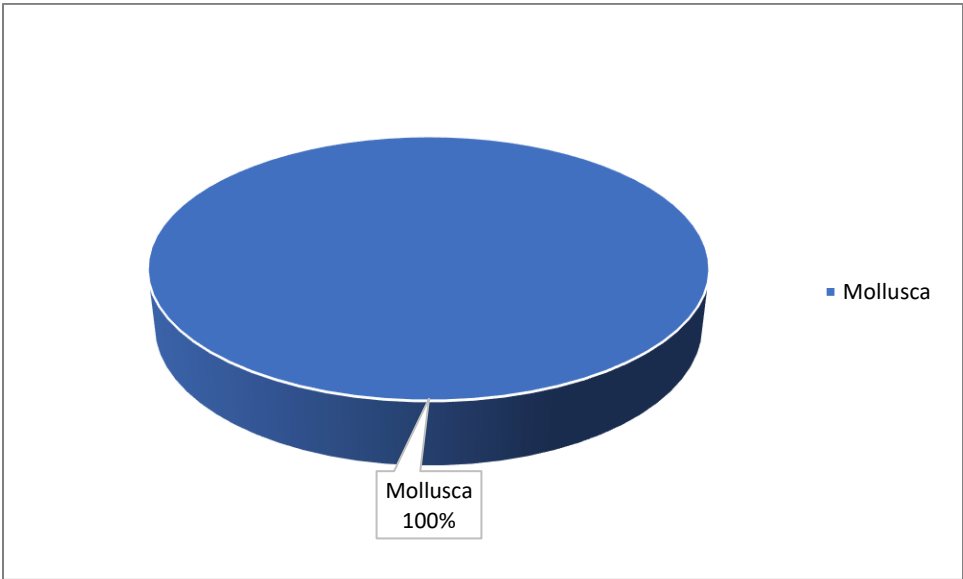


Figura 83. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. La Larga.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 296 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 176. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. La Larga.

MORFOESPECIE	P1_699673			P2_699674		
	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR
<i>Marisa</i> sp.				2	20,000	50,00
<i>Pomacea</i> sp.				2	20,000	50,00
Riqueza (S)				2		
Abundancia (No.Ind)				4		
Densidad (Ind/m²)				40,000		

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

El análisis de la comunidad bentónica evidenció la ausencia de morfoespecies en el punto P1_699673, lo que podría estar asociado a condiciones ambientales adversas que limitan la presencia de organismos en este sitio. Por otro lado, en el punto P2_699674 se registraron dos morfoespecies, *Marisa* sp. y *Pomacea* sp., ambas con una densidad de 20,000 Ind/m². La presencia exclusiva de estas especies sugiere que poseen adaptaciones específicas que les permiten sobrevivir en las condiciones de este punto, posiblemente relacionadas con la calidad del agua, la disponibilidad de alimento o la estructura del hábitat.

El género *Pomacea* es un caracol gasterópodo de agua dulce de amplia distribución, perteneciente a la familia Ampullaridae (Rivera *et al.*, 2016; Valdez & López, 2014). Algunas especies de este género son consideradas invasoras, provocando impactos significativos en el funcionamiento de los humedales y otros ecosistemas acuáticos (Ramírez-Prado *et al.*, 2016). Su presencia puede provocar la reducción de macrófitos acuáticos, aumento en las concentraciones de nutrientes, la proliferación de fitoplancton y la turbidez del agua. Estos efectos alteran la biodiversidad y la calidad del agua, favoreciendo el cambio hacia estados eutróficos con menor estabilidad ecológica (Arango *et al.*, 2009; Horgan *et al.*, 2014).

Por otra parte, el género *Marisa* es un habitante común de los ecosistemas de agua dulce estancados y de corriente lenta, perteneciente a la familia Ampullariidae (Ardila 2008). Este grupo incluye algunos de los caracoles de agua dulce más grandes, constituyendo un componente principal de la fauna de moluscos dulceacuícolas en diversas regiones (Cowie *et al.*, 2017).

Debido a su sensibilidad a contaminantes como metales pesados, pesticidas y disruptores endocrinos, varias especies ha sido ampliamente utilizadas en estudios de ecotoxicología

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 297 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

(Schulte-Oehlmann *et al.*, 1995). Varios caracoles manzana han sido reconocidos como especies exóticas invasoras, principalmente aquellos pertenecientes a los géneros *Pila*, *Pomacea* y *Marisa* (Cowie *et al.*, 2017).

Algunas especies de *Pomacea* y *Marisa* actúan como huéspedes intermediarios de trematodos, facilitando el desarrollo de sus fases larvales y contribuyendo a su ciclo de vida. Estos parásitos pueden afectar a una amplia gama de hospedadores definitivos, incluidos peces, aves, mamíferos e incluso humanos, generando implicaciones ecológicas y sanitarias relevantes (Pinto *et al.*, 2015; Brown *et al.*, 2022).

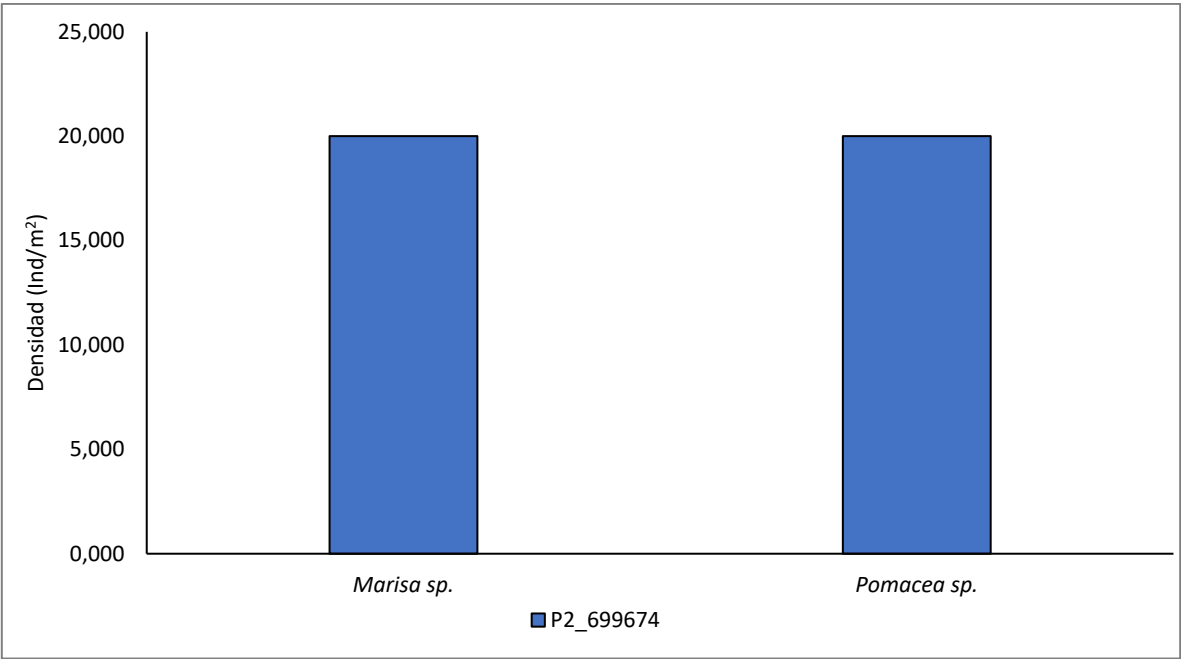


Figura 84. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. La Larga.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 298 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.10.1.1. Índices ecológicos

El análisis de diversidad en el punto P2_699674 mostró valores bajos en los índices de Shannon-H y Margalef, con valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que indica una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica. Esto sugiere que el ecosistema presenta condiciones restrictivas que limitan la presencia de una mayor variedad de especies.

En términos de equidad, el índice de Pielou presentó un valor alto ($J'=1,000$), lo que indica que las especies registradas están distribuidas de manera uniforme. Por otro lado, el índice de Simpson reflejó una dominancia moderada ($D=0,500$), lo que implica que, aunque no hay una especie que predomine significativamente sobre la otra, la comunidad sigue estando compuesta por pocas especies, lo que puede afectar la estabilidad ecológica del ecosistema (Tabla 177).

Tabla 177. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. La Larga.

	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P2_699674	2	4	0,500	0,693	0,721	1,000

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.1.10.1.2. Índice BMWP (Col)

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga La Larga arrojó aguas fuertemente contaminadas de calidad muy crítica en el punto P2_699674, con la presencia de la familia Ampullariidae bioindicadora de aguas no contaminadas (Tabla 178).

Tabla 178. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. La Larga.

Puntos de Muestreo	P2_699674	Puntaje
Familias	Ampullariidae	9
BMWP		9
Calidad		Muy Crítica
Clase		V
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 299 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.10.2. Peces

En cuanto a los peces, no hubo capturas de estos, en los puntos objeto de estudio. Sin embargo, esto no debe interpretarse como ausencia total de peces. Es decir, se realizó el esfuerzo de muestreo con atarraya sin capturas de individuos.

5.1.10.3. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue baja, registrándose seis morfoespecies (*Pontederia crassipes*, *Hymenachne* sp., *Pistia stratiotes*, *Neptunia* sp., *Ludwigia helminthorrhiza* y *Nymphaeaceae* mf.) pertenecientes a seis familias (Pontederiaceae, Poaceae, Araceae, Fabaceae, Onagraceae y Nymphaeaceae). De los órdenes (Commelinales, Poales, Alismatales, Fabales, Myrtales y Nymphaeales). De la clase Magnoliopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta (**Tabla 179, Tabla 180**).

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Ludwigia helminthorrhiza* con 32,65%, seguida de *Pontederia crassipes* con 31,87%, *Neptunia* sp. con 16,41%, *Hymenachne* sp. con 12,54%, *Pistia stratiotes* 3,92% y *Nymphaeaceae* mf con 2,61% (**Figura 85**).

Tabla 179. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. La Larga.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>
		Poales	Poaceae	<i>Hymenachne</i> sp.
		Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>
		Fabales	Fabaceae	<i>Neptunia</i> sp.
		Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>
		Nymphaeales	Nymphaeaceae	<i>Nymphaeaceae</i> mf

Fuente: Labormar,2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 300 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 180. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. La Larga.

MORFOESPECIE	P1_699673 Cobertura (%)	P2_699674 Cobertura (%)
<i>Pontederia crassipes</i>	16,5	44,5
<i>Hymenachne sp.</i>	24,0	
<i>Pistia stratiotes</i>	4,5	3,0
<i>Neptunia sp.</i>	10,0	21,4
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	42,0	20,5
<i>Nymphaeaceae mf</i>		5,0
Riqueza (S)	5	5
Cobertura (%)	97,0	94,4

Fuente: Labormar, 2024.

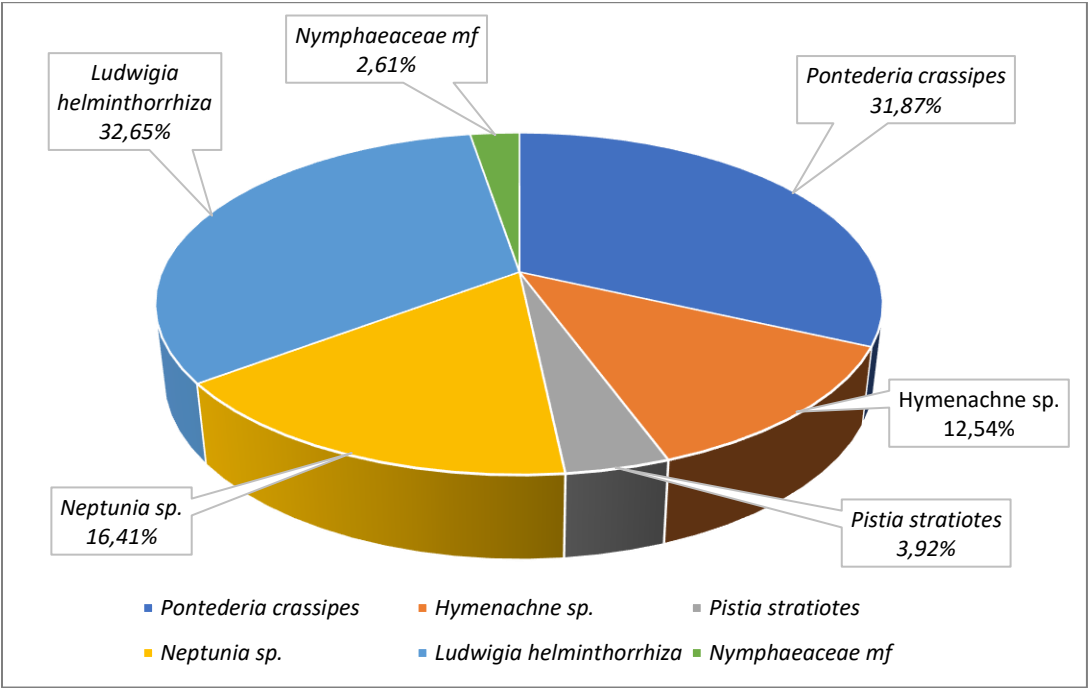


Figura 85. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. La Larga.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 301 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.11. Río Magdalena

5.1.11.1. Fitoplancton

Los organismos fotosintéticos planctónicos identificados en el Río Magdalena presentaron una densidad total de 21,314 Ind/ml, con una abundancia de 456 individuos distribuidos en 35 morfoespecies, pertenecientes a 22 familias, 16 órdenes, siete (7) clases y cuatro (4) phyla (**Tabla 181**).

Tabla 181. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en el Río Magdalena.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
				<i>Closterium sp. 1</i>
			Desmidiaceae	<i>Staurostrum sp.</i>
				<i>Staurostrum sp. 1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp.</i>
				<i>Pandorina sp.</i>
		Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum sp.</i>
				<i>Tetraedron sp.</i>
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis sp.</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis sp.</i>
				<i>Dolichospermum sp.</i>
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
				<i>Oscillatoria sp. 2</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>
				<i>Trachelomonas sp.</i>
			Phacaceae	<i>Trachelomonas sp. 1</i>
				<i>Lepocinclis sp.</i>
				<i>Phacus sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca sp.</i>

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 302 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
				<i>Nitzschia sp.</i>
				<i>Nitzschia sp. 1</i>
				<i>Nitzschia sp. 2</i>
			Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
			e	
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp.</i>
				<i>Synedra sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp.</i>
		Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>
	Coscinodiscophyceae			
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp.</i>
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

La división más representativa fue Heterokotophyta, aportando el 42,86% de las morfoespecies descritas, este grupo caracterizado por alta diversidad de género y de formas de vida, conforman el principal grupo algal presente en la mayoría de los sistemas lóticos y es acompañado generalmente por representante de las Cyanobacteria, Euglenozoa y Chlorophyta (Ramírez y Viña, 1998), como se observa en la **Figura 86**.

Cyanobacteria, en segundo lugar (17,14 %), suele proliferar en condiciones de alta perturbación e intensidad lumínica, formando floraciones que afectan la calidad del agua. En proporciones similares (14,29%), Chlorophyta y Euglenozoa se encuentran en ecosistemas con alta productividad y materia orgánica, respectivamente. Finalmente, Charophyta (11,43%) ocupa un papel específico en la dinámica de los ecosistemas acuáticos, influenciando la estabilidad de las comunidades biológicas.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 303 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

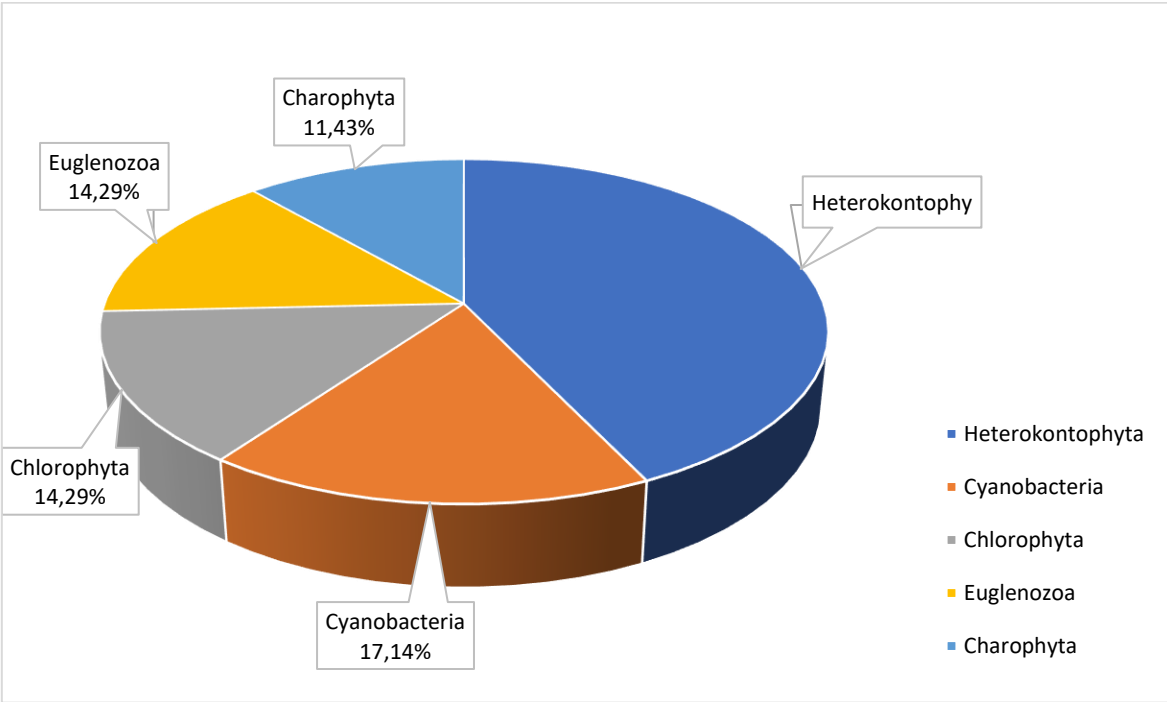


Figura 86. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en el punto monitoreado.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el análisis de la riqueza del ensamblaje en el área de estudio, se identificó que los puntos P5_699622, P6_699623 y P2_699619 presentaron las mayores cantidades de morfoespecies, con 13, 13 y 18 respectivamente. En contraste, los valores más bajos se registraron en los puntos P7_699624, P8_699625 y P4_699621, con 4, 7 y 7 taxones respectivamente (**Tabla 182**).

En cuanto a la densidad de individuos los valores más altos se registraron en los puntos P7_699624, P3_699620, P4_699621 con 3,024 Ind/ml, 5,193 Ind/ml y 8,167 Ind/ml, respectivamente; sugiriendo que el punto P4-699621 y P7_699624, aunque la riqueza de especies es baja, las especies presentes están en mayor abundancia, En contraste, los valores más bajos fueron registrados en P2_699619 y P9_699626 con densidades de 0,416 Ind/ml y 0,383 Ind/ml, respectivamente siendo que para el caso del punto P2_699619 aunque la riqueza específica es mayor, la abundancia relativa se encuentra reducida.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 304 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 182. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en Río Magdalena, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699618			P2_699619			P3_699620			P4_699621		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Closterium sp. 1</i>	1	0,021	4,35									
<i>Staurostrum sp.</i>							2	0,155	2,99			
<i>Eudorina sp.</i>				1	0,013	3,13	2	0,155	2,99			
<i>Pandorina sp.</i>				1	0,013	3,13						
<i>Pediastrum sp.</i>	2	0,041	8,70	1	0,013	3,13						
<i>Scenedesmus sp.</i>				1	0,013	3,13						
<i>Planktothrix sp.</i>	8	0,165	34,78	3	0,039	9,38	21	1,628	31,34	15	1,250	15,31
<i>Oscillatoria sp.</i>	2	0,041	8,70	5	0,065	15,63	19	1,473	28,36	11	0,917	11,22
<i>Euglena sp.</i>										7	0,583	7,14
<i>Lepocinclis sp.</i>				1	0,013	3,13						
<i>Phacus sp.</i>				1	0,013	3,13	1	0,078	1,49			
<i>Cylindrotheca sp.</i>										2	0,167	2,04
<i>Nitzschia sp.</i>	2	0,041	8,70	1	0,013	3,13	2	0,155	2,99	54	4,500	55,10
<i>Nitzschia sp. 1</i>	1	0,021	4,35				15	1,163	22,39			
<i>Nitzschia sp. 2</i>				1	0,013	3,13						
<i>Cymbella sp.</i>				1	0,013	3,13						
<i>Gomphonema sp.</i>										7	0,583	7,14
<i>Eunotia sp.</i>				1	0,013	3,13						
<i>Fragilaria sp.</i>	4	0,083	17,39	4	0,052	12,50						
<i>Synedra sp.</i>	1	0,021	4,35	1	0,013	3,13						
<i>Navicula sp.</i>				1	0,013	3,13				2	0,167	2,04
<i>Pinnularia sp.</i>				1	0,013	3,13						

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 306 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P5_699622			P6_699623			P7_699624			P8_699625			P9_699626		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Trachelomonas sp.</i>	1	0,015	1,61	1	0,009	1,16									
<i>Trachelomonas sp. 1</i>				1	0,009	1,16									
<i>Phacus sp.</i>	2	0,030	3,23												
<i>Nitzschia sp.</i>				2	0,017	2,33				3	0,220	11,11	1	0,017	4,55
<i>Nitzschia sp. 1</i>	1	0,015	1,61										1	0,017	4,55
<i>Gomphonema sp.</i>										2	0,147	7,41	1	0,017	4,55
<i>Eunotia sp.</i>	1	0,015	1,61												
<i>Fragilaria sp.</i>				1	0,009	1,16							2	0,035	9,09
<i>Synedra sp.</i>	6	0,090	9,68												
<i>Surirella sp.</i>				2	0,017	2,33	1	0,078	2,56						
<i>Aulacoseira sp.</i>	3	0,045	4,84	2	0,017	2,33				3	0,220	11,11	4	0,070	18,18
<i>Melosira sp.</i>													1	0,017	4,55
<i>Cyclotella sp.</i>							2	0,155	5,13						
Riqueza (S)	13			13			4			7			10		
Abundancia (No.Ind)	62			86			39			27			22		
Densidad (Ind/ml)	0,930			0,748			3,024			1,980			0,383		

Fuente: LABORMAR, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 307 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Con respecto a las morfoespecies mejor representadas, se evidenció que *Planktothrix* sp registró la mayor densidad con 7,086 Ind/ml, seguido de *Nitzschia* sp y *Oscillatoria* sp. las cuales presentaron una densidad de 4,964 Ind/ml y 3,830 Ind/ml respectivamente (**Figura 87**).

El género *Planktothrix* comúnmente forma poblaciones permanentes en estanques eutróficos poco profundos; por su parte, el género *Nitzschia*, perteneciente a las diatomeas pennadas, es característico de sistemas acuáticos con condiciones que oscilan entre mesotróficas y eutróficas, alta carga de sedimentos, elevada conductividad y un alto contenido de materia orgánica (Pinilla, 2000; Bellinger & Sigee, 2010).

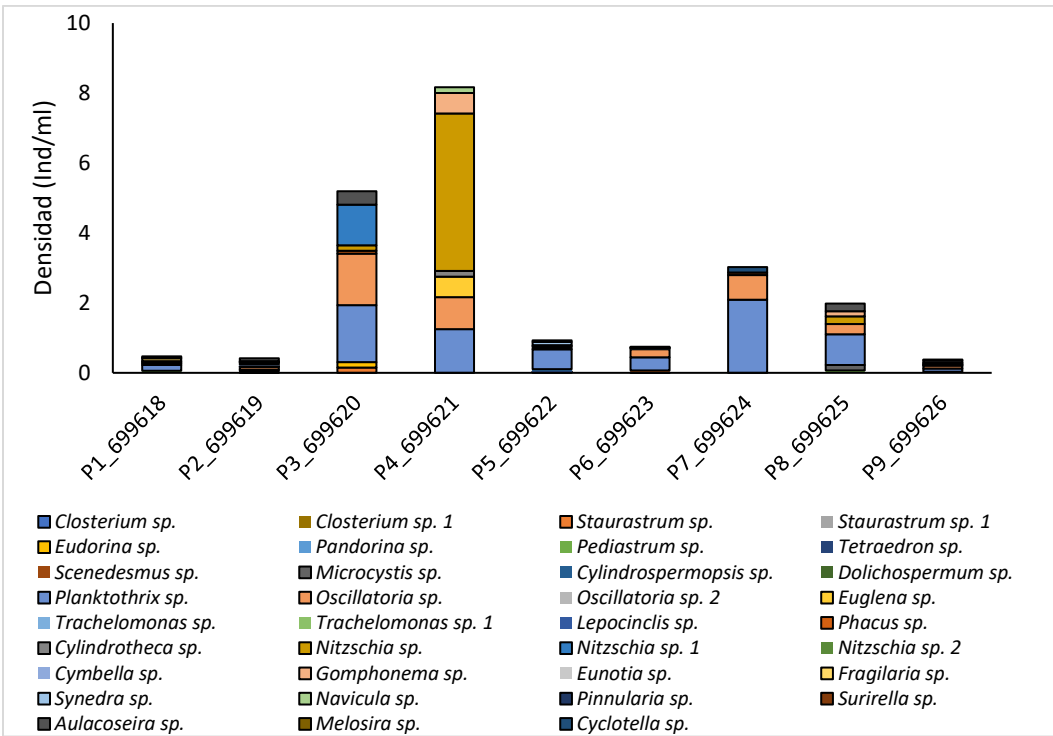


Figura 87. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en el punto de monitoreo Río Magdalena.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

5.1.11.1.1. Índices ecológicos

El índice de Margalef osciló entre 0,819 en el punto P7_699624 a 4,905 en el punto de P2_699619 con una diversidad específica baja (< 2.0) en el 44,44% de los puntos monitoreados (P3_699620, P4_699621, P7_699624 y P8_699625) y una diversidad específica moderada en el resto de ellos exceptuando P2_699619 que tiende a alta (≥ 5) lo

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 308 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

que podría reflejar un ambiente más favorable para el desarrollo de una mayor variedad de morfoespecies fitoplanctónicas. **Tabla 183.**

El índice de Pielou mostró una equitatividad moderada en los puntos P5_699622, P6_699623 y P7_699624 con valores de 0,6046, 0,5754 y 0,6054 respectivamente. En contraste el resto de puntos presentó una equidad alta (0,7179 - 0,9002), sugiriendo una distribución más homogénea de las abundancias. Entre tanto, el índice de Simpson con su comportamiento inverso, mostró una baja dominancia en los puntos P1_699618, P2_699619 y P9_699626 en donde las morfoespecies abundantes *Aulacoseira* sp, *Oscillatoria* sp. y *Planktothrix* sp. aportaron del 18,75 al 34,78% de los individuos. Mientras en los otros puntos, el predominio fue moderado, alcanzando en P7_699624 el valor más alto (0,5236) porque *Planktothrix* sp. representó el 69,23% de los individuos.

El índice de Shannon reportó una diversidad moderada ($> 2 \leq 3$ bits/ind) en los puntos P1_699618, P2_699619 y P9_699626, los cuales se caracterizaron por una baja dominancia. Se destaca P2_699619 por la máxima diversidad del sistema (2,868 bits/Ind) al conjugar la buena distribución de la abundancia con la mayor riqueza; contrario a lo que sucede en P7_699624 (0,8777 bits/Ind) que refleja menor diversidad por baja riqueza y dominancia de pocas especies. Estas diferencias probablemente están asociadas a aportes puntuales de nutrientes de origen antrópico, fluctuaciones en la velocidad de corriente que afectan la dispersión del fitoplancton, y variaciones locales en el contenido de materia orgánica y turbidez, factores que modulan la estructura comunitaria a escala espacial dentro del sistema fluvial (Wetzel, R., 2001; Bonilla, Conde, Aubriot & Pérez, 2015); Los demás puntos monitoreados mostraron una diversidad baja (< 2 bits/Ind).

Tabla 183. Índices de diversidad de fitoplancton en el Río Magdalena- Colombia.

	P1_6996 18	P2_6996 19	P3_6996 20	P4_6996 21	P5_6996 22	P6_6996 23	P7_6996 24	P8_6996 25	P9_6996 26
Taxa_S	9	18	8	7	13	13	4	7	10
Individuals	23	32	67	98	62	86	39	27	22
Dominance _D	0,1502	0,06855	0,2257	0,344	0,3845	0,3384	0,5236	0,2279	0,1169
Shannon_H	2,104	2,868	1,679	1,428	1,648	1,546	0,8777	1,75	2,249
Margalef	2,551	4,905	1,665	1,309	2,908	2,694	0,8189	1,82	2,912
Equitability _J	0,8784	0,9002	0,7824	0,7179	0,6046	0,5754	0,6054	0,8424	0,8879

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 309 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.11.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 45 individuos con una densidad total de 0,315 Ind/ml, agrupados en 11 morfoespecies, 10 familias, de las cuales tres (3) fueron no determinadas (ND); ocho (8) órdenes, con dos (2) no determinadas; cinco (5) clases y cuatro (4) Phyla (**Tabla 184**). El Phylum Rotifera aportó la mayor riqueza, cinco (5) morfoespecies correspondientes al 45 % de la riqueza total; seguido de Arthropoda y Protozoa con 27% y 18 %, respectivamente, quedando en último lugar el grupo Nematoda, con una (1) morfoespecie, equivalente al 9 % (**Figura 88**).

Tabla 184. Taxonomía del zooplancton registrado en el río Magdalena.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva nauplio
	Ostracoda	ND	ND	Ostracoda Mf
Nematoda	Chromadorea	Monhysterida	Monhysteridae	<i>Monhystera sp.</i>
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp.</i>
			Diffugiidae	<i>Diffugia sp.</i>
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp.</i>
		Philodinida	Philodinidae	<i>Philodinidae Mf</i>
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus sp.</i>
				<i>Keratella sp.</i>
				<i>Monostyla sp.</i>

A nivel de phylum, se observó que el grupo Rotifera fue el más representativo, con una contribución del 45 % de la riqueza total, este grupo se caracteriza por tener una corona ciliada, que le da un movimiento giratorio característico (Guerrero, *et al.*, (2013)) son buenos como indicadores de la calidad del agua, considerando características específicas de cada especie, pueden ser indicadores de materia orgánica o saprobidad, así como de condiciones oligotróficas, mesotrófica y eutróficas, variaciones de temperatura, entre otros (Sládecek, 1983). Le siguió Arthropoda con el 27 % de la riqueza, sus especies son excelentes indicadores de la calidad ambiental, ya que por la abundancia y riqueza de sus especies se puede determinar el grado de intervención o impacto ambiental que esté sufriendo un ecosistema (Ten Hagen *et al.*, 2022).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 310 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

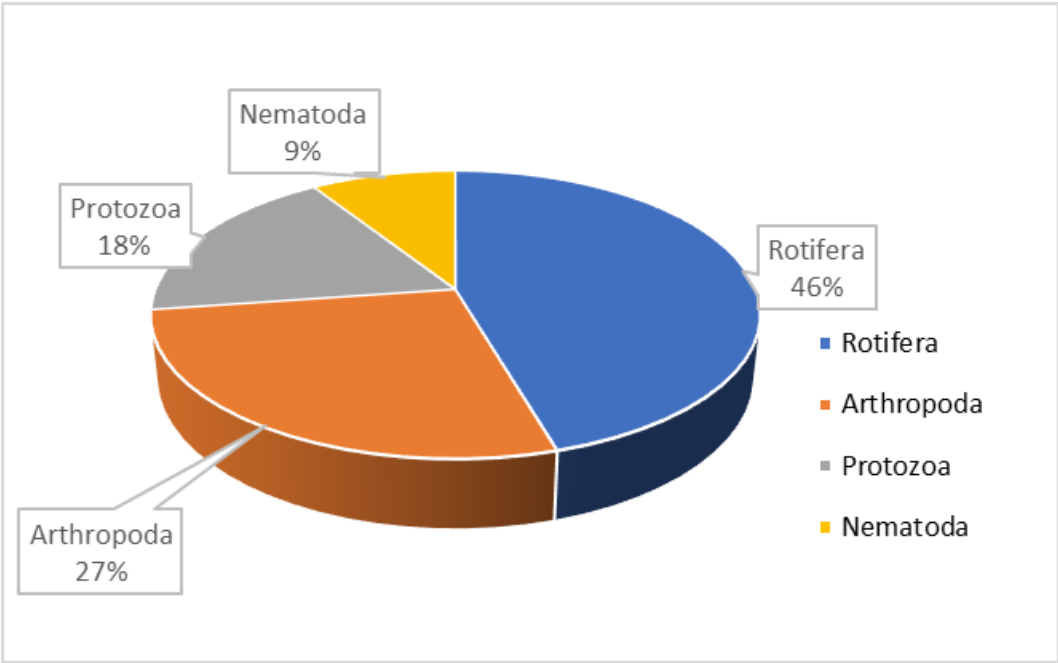


Figura 88. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en el río Magdalena.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

En la **Tabla 185** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica del río Magdalena.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 311 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 185. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en el río Magdalena. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699618			P2_699619			P3_699620			P4_699621			P5_699622		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
<i>Cyclopoida Mf</i>							1	0,010	16,667	1	0,004	16,667			
<i>Larva nauplio</i>							1	0,010	16,667	2	0,008	33,333	3	0,027	25,000
<i>Ostracoda Mf</i>															
<i>Monhystera sp.</i>	1	0,009	33,333	1	0,009	33,333									
<i>Arcella sp.</i>	2	0,018	66,667	2	0,018	66,667	2	0,020	33,333				2	0,018	16,667
<i>Diffugia sp.</i>													2	0,018	16,667
<i>Filinia sp.</i>															
<i>Philodinidae Mf</i>							1	0,010	16,667	1	0,004	16,667			
<i>Brachionus sp.</i>													1	0,009	8,333
<i>Keratella sp.</i>							1	0,010	16,667				4	0,036	33,333
<i>Monostyla sp.</i>										2	0,008	33,333			
Riqueza (S)	2			2			5			4			5		
Abundancia (No.Ind)	3			3			6			6			12		
Densidad (Ind/ml)	0,028			0,028			0,060			0,024			0,108		

MORFOESPECIE	P6_699623			P7_699624			P8_699625			P9_699626		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
<i>Cyclopoida Mf</i>							1	0,006	16,667	1	0,006	50,000
<i>Larva nauplio</i>												

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 312 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P6_699623			P7_699624			P8_699625			P9_699626		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
<i>Ostracoda Mf</i>	2	0,005	33,333				2	0,011	33,333			
<i>Monhystera sp.</i>												
<i>Arcella sp.</i>												
<i>Diffugia sp.</i>				1	0,007	100,000	2	0,011	33,333	1	0,006	50,000
<i>Filinia sp.</i>	1	0,003	16,667									
<i>Philodinidae Mf</i>	2	0,005	33,333									
<i>Brachionus sp.</i>												
<i>Keratella sp.</i>	1	0,003	16,667				1	0,006	16,667			
<i>Monostyla sp.</i>												
Riqueza (S)		4			1			4			2	
Abundancia (No.Ind)		6			1			6			2	
Densidad (Ind/ml)		0,015			0,007			0,034			0,013	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 313 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

A nivel de morfoespecies se observó que *Arcella* sp., *Keratella* sp. y las Larva nauplio fueron las más representativas, con densidades de 0,075, 0,054 y 0,045 Ind/ml, respectivamente, mientras que las morfoespecies restantes presentaron densidades por debajo de 0,042 Ind/l.

Arcella sp. pertenece al grupo de amebas testadas, los cuales son abundantes en ambientes acuáticos y terrestres húmedos. Su abundancia en aguas dulces puede indicar eutrofización (incremento de nutrientes), tales como contaminación orgánica o por descargas agrícolas Monroy D. (2013) y Coello, Cajas y Cajas (2004). Aunque Chicote (2015) y Coello, Cajas y Cajas (2004), indican que actúa como marcador indirecto de disponibilidad de materia orgánica. Así mismo sucede con los representantes del género *Keratella*, aunque han sido asociados a proceso de eutrofización favorecidas por descargas agrícolas, como sucedió en el Embalse Chongón (Ecuador) Coello, Cajas y Cajas (2004), más su utilidad requiere la validación con parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos adicionales (Muñoz, 2022).

Las larvas nauplio son la primera larval de todos los crustáceos, tales como cangrejos, camarones, copépodos, branquiópodos y cirrípedos, se caracterizan por su forma piriforme, tres (3) pares de apéndices cefálicos y ojo naupliar (Roca, 2015). Su abundancia en el zooplancton puede reflejar condiciones específicas como el incremento de nutrientes, lo que produce un aumento o floraciones algales, lo que aumenta la disponibilidad de alimento para copépodos y otros crustáceos planctónicos (Roca, 2015; López, 2017). Aunque niveles extremos de eutrofización reducen el oxígeno en la masa de agua, impactando negativamente la supervivencia de las larvas (Roca, 2015). Por otra parte, el humedal el Burro (Tolima), Minambiente, Cortolima y Universidad del Tolima (2015), indica que las variaciones estacionales de temperatura modulan la composición del zooplancton, con picos de nauplios con durante las épocas de estabilidad térmica.

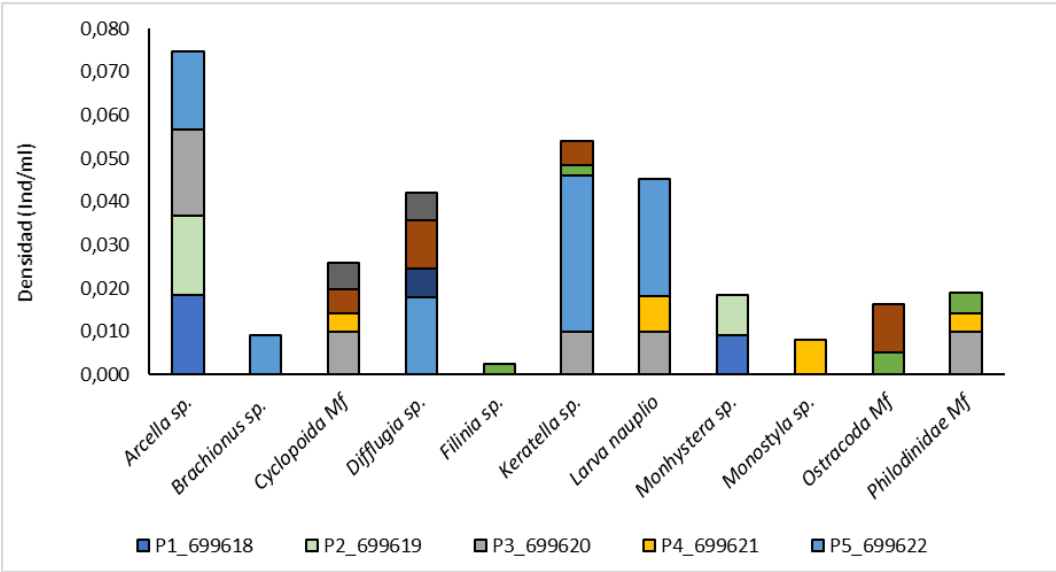


Figura 89. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en el río Magdalena.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.11.2.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos, según Shannon y Margalef, muestran una diversidad baja para todos los puntos monitoreados en el río Magdalena, con valores por debajo de 2 bits/Individuos, siendo mayor en los puntos P3, P5, P4, P6 y P8. Estos valores indican que la comunidad zooplanctónicas es poco variada y escasamente diversa. Por otra parte, el índice de Pielou, indica que la comunidad presenta densidades con tendencia a la equitatividad, siendo alta en los Puntos P3, P6 y P8, con valores mayores a 0,950; siendo moderada en los Puntos P1, P2, P4 y P5, con valores entre 0,90 y 0,95. Por su parte el P7 solo es representado por una especie, lo que refleja una equidad nula, es decir, una dominancia absoluta; mientras que en el P9 las dos especies presentes, presentan la misma abundancia, lo que maximiza la equidad. Lo anterior es ratificado por el índice de dominancia de Simpson, cuyos valores son más bajos en los puntos P3, P6 y P8, lo que indica menor dominancia, moderados en los puntos P1, P2, P4 y P5; mientras que las características del P7 impidieron el cálculo del índice y del punto P9, reflejaron un valor de cero (0), indicando una ausencia de dominancia (**Tabla 186**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 315 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 186. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en el río Magdalena.

	P1_69961	P2_69961	P3_69962	P4_69962	P5_69962	P6_69962	P7_69962	P8_69962	P9_69962
	8	9	0	1	2	3	4	5	6
Taxa_S	2	2	5	4	5	4	1	4	2
Individuals	3	3	6	6	12	6	1	6	2
Dominance_D	0,333	0,333	0,067	0,133	0,167	0,133	NAN	0,133	0
Shannon_H	0,803	0,803	1,894	1,580	1,684	1,580		1,580	0,943
Margalef	0,910	0,910	2,232	1,674	1,610	1,674		1,674	1,443
Equitability_J	1,159	1,159	1,177	1,139	1,046	1,139		1,139	1,361

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 316 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.11.3. Perifiton

El ensamblaje perifítico en los sistemas lóticos es el principal punto de entrada de energía y actúa como indicador de la calidad del agua además de ser un componente esencial en la trama trófica, sirviendo de alimento para diferentes organismos heterótrofos (Ramírez & Viña, 1998). Para el ensamblaje perifítico, se reportó un total 731 individuos con una densidad total 950,367 Ind/cm², agrupados en 17 morfoespecies, 12 familias, 10 órdenes, 5 clases y 4 Phyla (**Tabla 187**).

Tabla 187. Taxonomía del ensamblaje perifítico registrado en el Río Magdalena.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
				<i>Closterium sp. 1</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Leptolyngbyales	Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya sp.</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum sp.</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
				<i>Phormidium sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp.</i>
				<i>Navicula sp.</i>
				<i>Navicula sp. 1</i>
				<i>Navicula sp. 2</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp. 1</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

La división Heterokontophyta (antes denominada Bacillariophyta) fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 58,82%, seguida de Cyanobacteria con 23,53% y Charophyta con 11,76%. Mientras que, Euglenozoa presento el valor más bajo con 5,88% (**Figura 90**). Las diatomeas (Heterokontophyta), son los productores primarios más abundantes y juegan un importante rol en la red trófica bentónica constituyendo una fuente alimenticia sustancial para los organismos que se alimentan de ellas (Gómez *et al.*, 2009). Las diatomeas son cosmopolitas (Potapova & Charles, 2003). De acuerdo con Stevenson & Bahls 1999, las diatomeas son los indicadores ecológicos más usados debido a que ellas son

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 317 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

abundantes en la mayoría de los ecosistemas acuáticos y que sus especies se adaptan diferencialmente a un amplio rango de condiciones ecológicas. Lowe & Laliberte (1996) indicaron que las diatomeas son el grupo más abundante entre las algas bentónicas (en los microhábitats epipélicos). Entre los indicadores biológicos son los que poseen tiempos de generación más cortos respondiendo rápidamente a los cambios ambientales. Son indicadores tempranos tanto de incremento de polución como de restauración del hábitat (Stevenson & Pan, 1999).

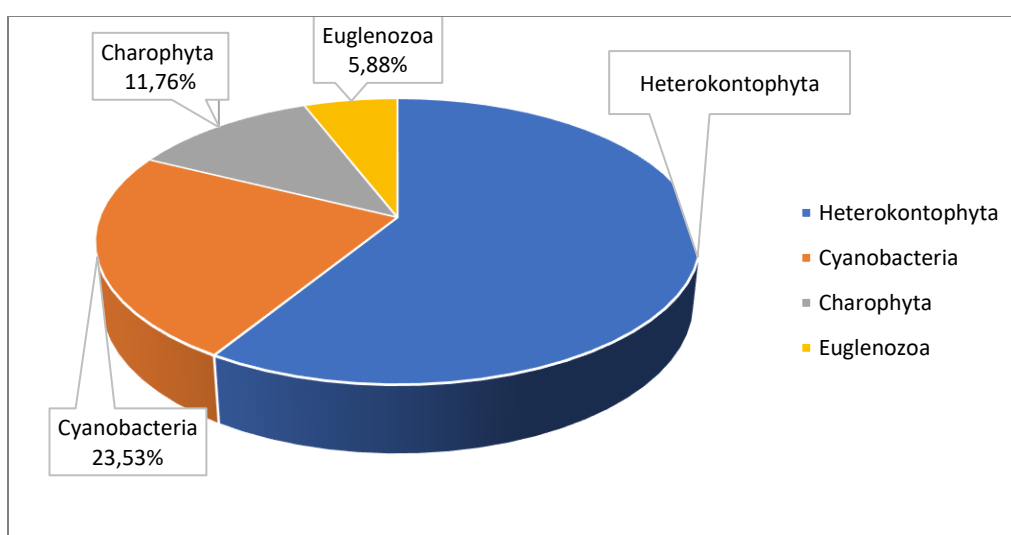


Figura 90. Riqueza del ensamblaje perifítico a nivel de División en el Río Magdalena.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Nitzschia* sp y *Oscillatoria* sp con las mayores densidades con valores de 465,967 Ind/cm² y 285,733 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Leptolyngbya* sp. (43,444 Ind/cm²) sp y *Synedra* sp (38,767 Ind/cm²). Por otra parte, *Aulacoseira* sp registró el valor más bajo de densidad con 1,278 Ind/cm² (**Figura 91**). Los organismos asociados al género *Nitzschia*, son comunes en sistemas meso a eutróficos, tolerantes a altos contenidos de sedimentos y conductividades (Bellinger & Sigee, 2010). Seguidamente la cianobacteria perteneciente al género *Oscillatoria* es descrita por Pinilla (2000), como un género asociado a cuerpos de agua estratificados, en estados de sucesión avanzada, con alta concentración de sedimentos y altos valores de conductividad; y con cuerpos de agua ricos en nutrientes que se caracterizan por frecuentes proliferaciones de algas y poca transparencia.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 318 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 188. Densidad y abundancia del ensamblaje perifítico registrado en el Río Magdalena. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699618			P2_699619			P3_699620			P4_699621			P5_699622		
	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR
<i>Closterium sp.</i>										1	1,278	0,29			
<i>Closterium sp. 1</i>															
<i>Leptolyngbya sp.</i>	5	5,000	45,45	3	2,833	9,38							3	4,000	9,09
<i>Dolichospermum sp.</i>										5	6,389	1,45			
<i>Oscillatoria sp.</i>	6	6,000	54,55	16	15,111	50,00	12	21,333	24,49	17	21,722	4,91	23	30,667	69,70
<i>Phormidium sp.</i>							14	24,889	28,57						
<i>Euglena sp.</i>										3	3,833	0,87			
<i>Nitzschia sp.</i>				4	3,778	12,50	2	3,556	4,08	309	394,833	89,31	1	1,333	3,03
<i>Cymbella sp.</i>							1	1,778	2,04						
<i>Gomphonema sp.</i>															
<i>Synedra sp.</i>				9	8,500	28,13	11	19,556	22,45				6	8,000	18,18
<i>Gyrosigma sp.</i>										2	2,556	0,58			
<i>Navicula sp.</i>							9	16,000	18,37	8	10,222	2,31			
<i>Navicula sp. 1</i>															
<i>Navicula sp. 2</i>															
<i>Pinnularia sp. 1</i>															
<i>Aulacoseira sp.</i>										1	1,278	0,29			
Riqueza (S)	2			4			6			8			4		
Abundancia (No.Ind)	11			32			49			346			33		
Densidad (Ind/cm²)	11,000			30,222			87,111			442,111			44,000		

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 319 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P6_699623			P7_699624			P8_699625			P9_699626		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Closterium</i> sp.				5	6,389	3,18						
<i>Closterium</i> sp. 1										1	1,356	1,79
<i>Leptolyngbya</i> sp.	6	7,333	24,00	19	24,278	12,10						
<i>Dolichospermum</i> sp.												
<i>Oscillatoria</i> sp.	8	9,778	32,00	119	152,056	75,80	17	22,289	77,27	5	6,778	8,93
<i>Phormidium</i> sp.												
<i>Euglena</i> sp.							1	1,311	4,55			
<i>Nitzschia</i> sp.	11	13,444	44,00	14	17,889	8,92	1	1,311	4,55	22	29,822	39,29
<i>Cymbella</i> sp.												
<i>Gomphonema</i> sp.										4	5,422	7,14
<i>Synedra</i> sp.										2	2,711	3,57
<i>Gyrosigma</i> sp.												
<i>Navicula</i> sp.							2	2,622	9,09			
<i>Navicula</i> sp. 1							1	1,311	4,55	17	23,044	30,36
<i>Navicula</i> sp. 2										1	1,356	1,79
<i>Pinnularia</i> sp. 1										4	5,422	7,14
<i>Aulacoseira</i> sp.												
Riqueza (S)		3			4			5			8	
Abundancia (No.Ind)		25			157			22			56	
Densidad (Ind/cm ²)		30,556			200,611			28,844			75,911	

Fuente: Labormar,2023.

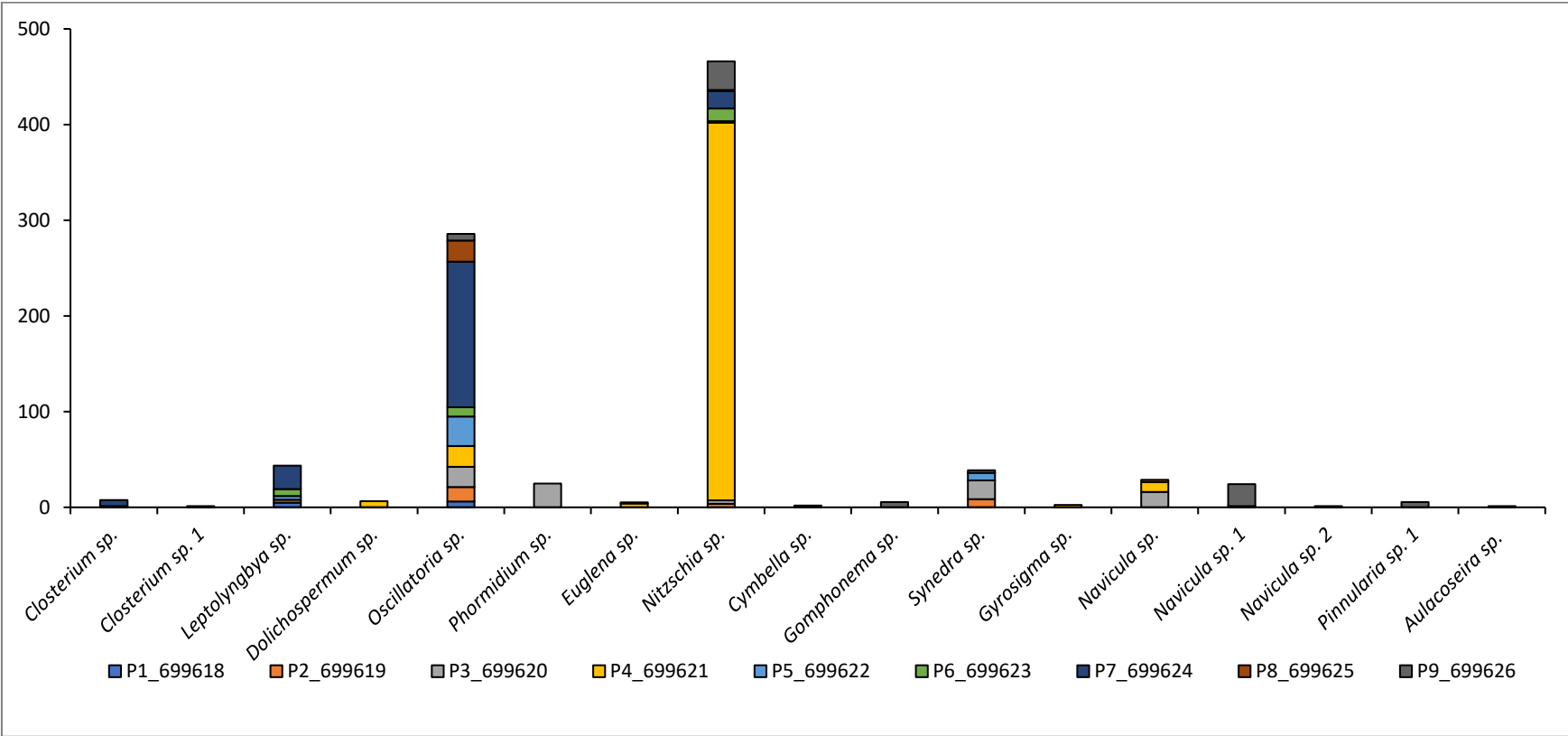


Figura 91. Densidad total de las morfoespecies de perifiton en el punto monitoreado.
 Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 321 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.1.11.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 189**, se muestran los índices ecológicos calculados para los puntos del río Magdalena del ensamblaje perifítico, en el cual se puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, para todos los puntos de muestreo. El valor más alto que se registró fue 1,584 bits/individuo; mientras que el valor más bajo fue 0,502 bits/individuo según el índice de Shannon_H, esto en los puntos P3_699620 y P4_699621 respectivamente. Mientras que, para Margalef, el valor más alto que se registró fue 1,739 en el punto P9_699626 y el valor más bajo fue 0,417 en el P1_699618.

Por otra parte, el índice de dominancia de Simpson registró 4 puntos con una dominancia baja (P2_699619; P3_699620; P6_699623 y P9_699626). Con 4 puntos con dominancia moderada (P1_699618; P5_699622; P7_699624 y P8_699625) y 1 con dominancia alta (P4_699621). El valor más alto que se registró fue 0,8008 en el punto P4_699621. Mientras que el valor más bajo fue 0,2278 en el punto P3_699620.

Por último, el índice de equidad registró 1 puntos con una diversidad baja (P4_699621). Con 3 puntos con diversidad moderada (P5_699622; P7_699624 y P8_699625) y 5 con diversidad alta (P1_699618; P2_699619; P3_699620; P6_699623 y P9_699626). El valor más alto que se registró fue 0,994 en el punto P1_699618; Mientras que el valor más bajo fue 0,241 en el punto P4_699621.

Tabla 189. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en Río Magdalena.

	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P1_699618	2	11	0,504	0,689	0,417	0,994
P2_699619	4	32	0,354	1,185	0,866	0,855
P3_699620	6	49	0,228	1,559	1,285	0,870
P4_699621	8	346	0,801	0,502	1,197	0,242
P5_699622	4	33	0,528	0,886	0,858	0,639
P6_699623	3	25	0,354	1,068	0,621	0,973
P7_699624	4	157	0,598	0,791	0,593	0,571
P8_699625	5	22	0,612	0,839	1,294	0,521
P9_699626	8	56	0,267	1,584	1,739	0,762

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 322 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.11.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se obtuvo una densidad de 580,000 Ind/m² y una abundancia de 58 individuos, distribuidos en 20 morfoespecies, 17 familias incluyendo 2 no determinadas (ND), 9 órdenes, 5 clases y 3 Phylum (**Tabla 190**). Uno de los puntos de monitoreo (P3_699620), no registró organismos pertenecientes a esta comunidad.

El punto de monitoreo reportado como el de mayor densidad fue P7_699624 con 180,000 Ind/m², siendo este punto el de mayor riqueza; mientras que los puntos P1_699618 y P8_699625 fueron los de menor densidad y riqueza con 10,000 y 40,000 Ind/m² respectivamente.

Tabla 190. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	Naididae Mf
	Branchiopoda	Diplostraca	ND	Spinicaudata Mf
Arthropoda	Collembola	Entomobryomorpha	ND	Entomobryomorpha Mf
			Curculionidae	Curculionidae Mf (Adulto)
	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	Dytiscidae Mf (Adulto)
			Hydrophilidae	<i>Tropisternus sp.</i> (Adulto)
			Noteridae	Noteridae Mf (Adulto)
			Scirtidae	Scirtidae Mf (Larva)
		Diptera	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae Mf (Larva)
				Ceratopogonidae Mf (Pupa)
			Chironomidae	Chironomidae Mf (Larva)
				Chironomidae Mf 1 (Larva)
		Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphidae Mf (Ninfa)
		Hemiptera	Corixidae	Corixidae Mf (Ninfa)
			Naucoridae	Naucoridae Mf (Adulto)
			Pleidae	Pleidae Mf (Adulto)
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	Ampullariidae Mf
		Basommatophora	Physidae	Physidae Mf
			Planorbidae	Planorbidae Mf
				Planorbidae Mf 1

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 323 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

En el monitoreo se registró el Phylum Arthropoda como el de mayor representatividad con el 48,28%, seguido de Annelida con el 39,66% y Mollusca con el 12,07% restante (**Figura 92**).

Los Arthropodos desempeñan diferentes funciones ecológicas importantes dentro de las redes tróficas (Gullan & Cranston, 2010); en ambientes acuáticos, los crustáceos y larvas de insecto forman parte de los macroinvertebrados bentónicos, contribuyendo al reciclaje de nutrientes y sirviendo como bioindicadores de la calidad del agua (Merritt *et al.*, 2008). También, los moluscos desempeñan roles ecológicos fundamentales en los ecosistemas, principalmente en ambientes acuáticos, los bivalvos filtran partículas del agua, contribuyendo a su purificación y al equilibrio del ecosistema (Gutiérrez *et al.*, 2003); los gasterópodos son clave en la descomposición de materia orgánica y la regulación de algas (Strong *et al.*, 2008).

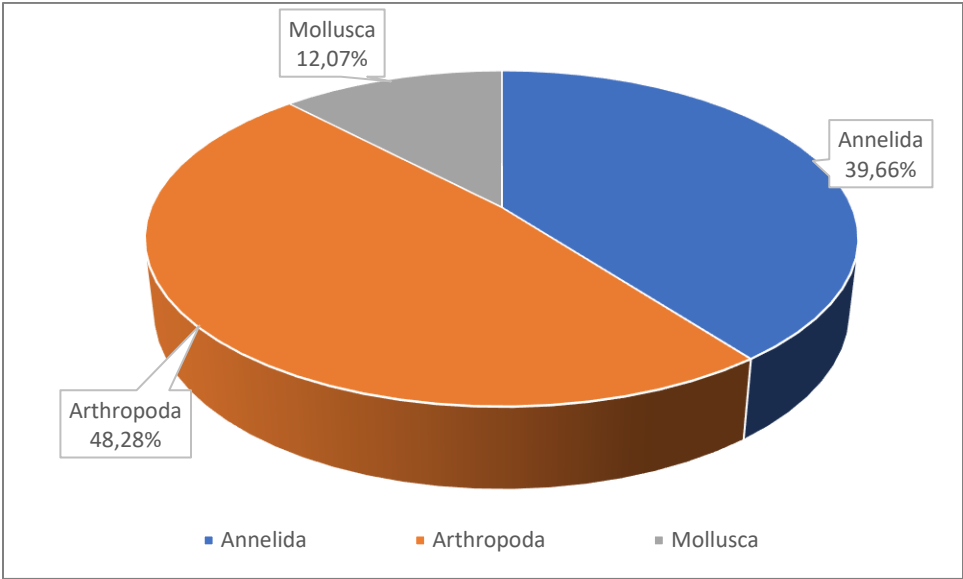


Figura 92. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en los puntos monitoreados.

Las morfoespecies que registraron la mayor densidad en los puntos de monitoreo fue Naididae Mf. con una abundancia de 23 organismos y una densidad de 230,000 Ind/m²; por otro lado, se reportaron la mayoría de especies con una única presencia en los puntos de monitoreo (**Figura 93**).

Los organismos de la familia Naididae, suelen ser asociados como indicadores de la calidad del agua debido a su sensibilidad a cambios ambientales y su asociación con contaminación

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 324 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

orgánica y eutrofización; por lo que las altas densidades de estas familias pueden estar relacionadas con eutrofización y exceso de materia orgánica en sedimentos (Martin et al., 2008). Además, su presencia está relacionada con altas concentraciones de fósforo y nitrógeno (Rodríguez & Reynoldson, 2011). Su abundancia también puede correlacionarse con bajos niveles de oxígeno disuelto y las altas tasas de descomposición orgánica, dado su amplio rango de tolerancia algunas especies pueden proliferar en aguas con altos índices de degradación; sin embargo, otras especies desaparecen en condiciones de toxicidad elevada, convirtiéndose así en buenos indicadores de contaminación gradual de los ecosistemas acuáticos (Timm, 2012).

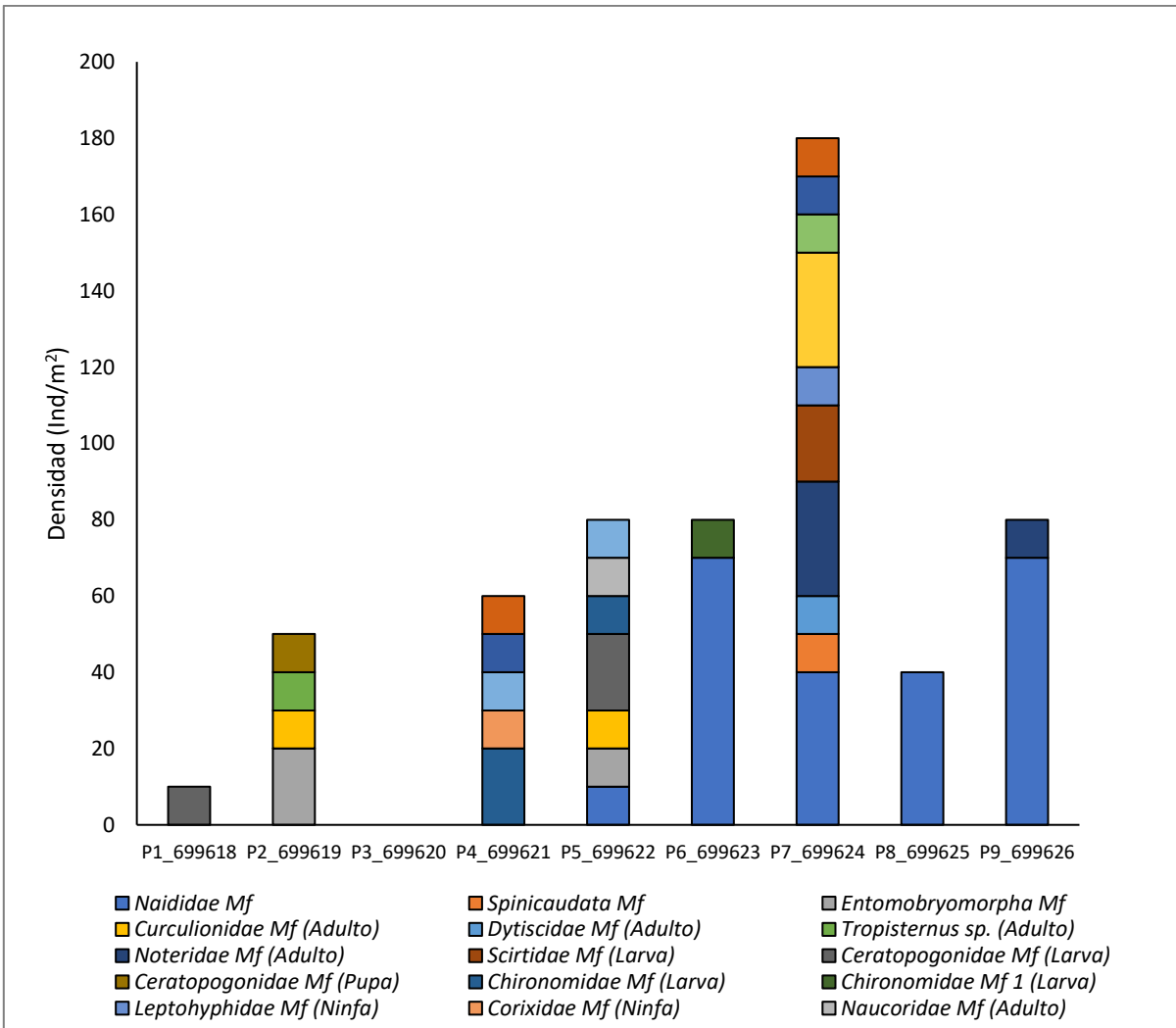


Figura 93. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 325 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 191. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado los puntos de monitoreo asociados al Tramo 5.

MORFOESPECIE	P1_699618			P2_699619			P3_699620			P4_699621			P5_699622		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Naididae Mf	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	1	10,000	12,50
Spinicaudata Mf	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Entomobryomorpha Mf	0	0	0,00	2	20,000	40,00	0	0	0,00	0	0	0,00	1	10,000	12,50
Curculionidae Mf (Adulto)	0	0	0,00	1	10,000	20,00	0	0	0,00	0	0	0,00	1	10,000	12,50
Dytiscidae Mf (Adulto)	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
<i>Tropisternus</i> sp. (Adulto)	0	0	0,00	1	10,000	20,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Noteridae Mf (Adulto)	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Scirtidae Mf (Larva)	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Ceratopogonidae Mf (Larva)	1	10,000	100,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	2	20,000	25,00
Ceratopogonidae Mf (Pupa)	0	0	0,00	1	10,000	20,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Chironomidae Mf (Larva)	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	2	20,000	33,33	1	10,000	12,50
Chironomidae Mf 1 (Larva)	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Leptohyphidae Mf (Ninfa)	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Corixidae Mf (Ninfa)	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	1	10,000	16,67	0	0	0,00
Naucoridae Mf (Adulto)	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	1	10,000	12,50
Pleidae Mf (Adulto)	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Ampullariidae Mf	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	1	10,000	16,67	1	10,000	12,50
Physidae Mf	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Planorbidae Mf	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	1	10,000	16,67	0	0	0,00
Planorbidae Mf 1	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	1	10,000	16,67	0	0	0,00
Riqueza (S)	1			4			0			5			7		
Abundancia (No. Ind)	1			5			0			6			8		
Densidad (Ind/m²)	10,000			50,000			0,000			60,000			80,000		

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 326 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P6_699623			P7_699624			P8_699625			P9_699626		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Naididae Mf	7	70,000	87,50	4	40,000	22,22	4	40,000	100,00	7	70,000	87,50
Spinicaudata Mf	0	0,000	0,00	1	10,000	5,56	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Entomobryomorpha Mf	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Curculionidae Mf (Adulto)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Dytiscidae Mf (Adulto)	0	0,000	0,00	1	10,000	5,56	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Tropisternus sp. (Adulto)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Noteridae Mf (Adulto)	0	0,000	0,00	3	30,000	16,67	0	0,000	0,00	1	10,000	12,50
Scirtidae Mf (Larva)	0	0,000	0,00	2	20,000	11,11	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Ceratopogonidae Mf (Larva)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Ceratopogonidae Mf (Pupa)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Chironomidae Mf (Larva)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Chironomidae Mf 1 (Larva)	1	10,000	12,50	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Leptohyphidae Mf (Ninfa)	0	0,000	0,00	1	10,000	5,56	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Corixidae Mf (Ninfa)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Naucoridae Mf (Adulto)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Pleidae Mf (Adulto)	0	0,000	0,00	3	30,000	16,67	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Ampullariidae Mf	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Physidae Mf	0	0,000	0,00	1	10	5,56	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Planorbidae Mf	0	0,000	0,00	1	10,000	5,56	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Planorbidae Mf 1	0	0,000	0,00	1	10,000	5,56	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Riqueza (S)	2			10			1			2		
Abundancia (No.Ind)	8			18			4			8		
Densidad (Ind/m2)	80,000			180,000			40,000			80,000		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 327 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.1.11.4.1. Índices ecológicos.

Los índices de diversidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, presentaron una diversidad baja a moderada a través de los índices de Shannon y Margalef, como se muestra en la **Tabla 192**, estas oscilaron entre 1,632 bits y 2,389 bits para el índice de Shannon y valores entre 1,864 y 3,114 bits con el índice de Margalef, donde la más alta diversidad fue reportada en el punto P7_699624 para ambos índices. En los puntos uno, tres, ocho y nueve, no fueron estimados los índices, dada su baja riqueza.

Por otro lado, se reportó una baja dominancia, mientras que el índice de Pielou señaló valores altos de equitatividad, ambos índices se encuentran relacionados, lo que sugiere una comunidad bien distribuida en el medio sin presencia de especies dominantes.

Tabla 192. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo.

PUNTOS	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P2_699619	4	5	0,1	1,632	1,864	1,177
P4_699621	5	6	0,06667	1,894	2,232	1,177
P5_699622	7	8	0,03571	2,281	2,885	1,172
P7_699624	10	18	0,08497	2,389	3,114	1,038

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.1.11.4.2. Índice BMWP (Col).

Para el BMWP/Col (Roldan, 2003), se observan los puntajes asignados por familia de acuerdo con las morfoespecies reportadas en los puntos de monitoreo, donde se registraron aguas fuertemente contaminadas (Clase V) en los puntos P1_699618, P2_699619, P6_699623 y P9_699626; los puntos P4_699621 y P5_699622 reportaron aguas muy contaminadas ubicadas en la Clase IV; mientras que en el punto P7_699624 se encontraron aguas moderadamente contaminadas (Clase III). En los puntos P3_699620 y P8_699625 donde no se reportaron organismos de esta comunidad o familias que no se encuentran relacionadas en el índice BMWP/Col no se pudo estimar dicho índice en los sitios de monitoreo, tal como se presenta en la **Tabla 193**.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 328 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 193. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.

Familias	P1_699618	P2_699619	P3_699620	P4_699621	P5_699622	P6_699623	P7_699624	P8_699625	P9_699626
Ampullariidae				9	9				
Ceratopogonidae	3	3			3				
Chironomidae				2	2	2			
Corixidae				7					
Dytiscidae							9		
Hydrophilidae		3							
Leptohyphidae							7		
Naucoridae					7				
Noteridae							4		4
Physidae							3		
Planorbidae				5			5		
Pleidae							8		
Scirtidae							7		
BMWP	3	6	0	23	21	2	43	0	4
Calidad	Muy Critica	Muy Critica	0	Critica	Critica	Muy Critica	Dudosa	0	Muy Critica
Clase	V	V	0	IV	IV	V	III	0	V
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas	Aguas Fuertemente Contaminadas	0	Aguas Muy Contaminadas	Aguas Muy Contaminadas	Aguas Fuertemente Contaminadas	Aguas Moderadamente Contaminadas	0	Aguas Fuertemente Contaminadas

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 329 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.1.11.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en el río Magdalena, estuvo conformada por cuatro morfoespecies, pertenecientes a tres (3) familias, dos (2) ordenes, una (1) clase y un phylum (**Tabla 194**).

Se identificaron las morfoespecies *Cynopotamus sp.*, *Prochilodus magdalenae*, *Trachelyopterus insignis* y *Ageneiosus pardalis*. Estás se capturaron en los P6_699623 y P7_699624, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la (**Tabla 196**), se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados. El individuo de la morfoespecie *Prochilodus magdalenae* tuvo una longitud total (LT) de 29 cm, con una longitud estándar (LE) de 26 cm, y una Longitud horquilla (LH) de 28,5 cm y un peso de 178 g. Mientras que, el individuo de *Ageneiosus pardalis* tuvo una LT de 22 cm, con LS de 19 cm, LH de 20,5 cm y un peso de 42 g. Por su parte, las morfoespecies *Cynopotamus sp.* y *Trachelyopterus insignis*, resgitraron dos individuos cada una. El primer individuo de *Trachelyopterus insignis* tuvo una LT de 13,2cm, una LS de 13 cm y un peso de 31 g. Mientras que el segundo tuvo una LT de 14,5 cm y LS de 13,5 cm y un peso de 36 g. Por su parte, *Cynopotamus sp.* tuvo un individuo con 21,5 cm de LT, 18 cm de LS, 20,5 cm de LH y un peso de 131 g, mientras que el segundo tuvo 20 cm de LT, 18,5 cm de LS y un peso de 112 g.

Prochilodus magdalenae es una especie de agua dulce, descrita para Colombia como endémica, de amplia distribución en las Subcuencas: Magdalena (alto, medio y bajo Magdalena, Cauca, Cesar, San Jorge, Sogamoso) y Caribe (Atrato, Sinú) (Mójica *et al.*, 2012). Es una de las especies con mayor grado de vulnerabilidad por su alto aporte a la pesca comercial y de consumo. Actualmente, está catalogado a nivel nacional y regional como Vulnerable y en la IUCN ha sido categorizada como Datos Insuficientes (DD), debido a que no se cuenta con información adecuada para hacer una evaluación de riesgo de extinción.

Tabla 194. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	Cynopotamus	<i>Cynopotamus sp.</i>

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 330 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
			Prochilodontidae	Prochilodus	<i>Prochilodus magdalenae</i>
				Trachelyopterus	<i>Trachelyopterus insignis</i>
	Siluriformes	Auchenipteridae		Ageneiosus	<i>Ageneiosus pardalis</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 195. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P6_699623	P7_699624
<i>Cynopotamus sp.</i>	1	1
<i>Prochilodus magdalenae</i>	1	
<i>Trachelyopterus insignis</i>	1	1
<i>Ageneiosus pardalis</i>	1	
Riqueza (S)	4	2
Abundancia (No. Ind)	4	2

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 196. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre común	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P6_699623	Chango	<i>Cynopotamus sp.</i>	21,5	18	20,5	131
	Doncella	<i>Trachelyopterus insignis</i>	14,5	13,5		36
	Doncella	<i>Ageneiosus pardalis</i>	22	19	20,5	42
	Bocahico	<i>Prochilodus magdalenae</i>	29	26	28,5	178
P7_699624	Chango	<i>Cynopotamus sp.</i>	20	18,5	N. A.	112
	No registra	<i>Trachelyopterus insignis</i>	13,2	13	N. A.	31

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

5.1.11.5.1. Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 197** se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 331 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024, exceptuando a *Prochilodus magdalenae*, la cual, está registrada como Vulnerable en la RES/0126 2024 y libro rojo. Dentro del IUCN todas las especies se catalogan como preocupación menor (LC), exceptuando a *Prochilodus magdalenae* que aparece como datos deficientes (DD).

Tabla 197. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	CATEGORÍAS DE AMENAZA					USOS		Distribución
	NOMBRE COMÚN	RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN	CON	
<i>Cynopotamus sp.</i>	<i>Chango</i>	N. I.	N. E.	LC	N. E.		X	R
<i>Prochilodus magdalenae</i>	<i>Bocahico</i>	VU	VU	DD	N. E.		X	E
<i>Trachelyopterus insignis</i>	<i>Doncella</i>	N. I.	N. E.	LC	N. E.	X	X	E
<i>Ageneiosus pardalis</i>	<i>Doncella</i>	N. I.	N. E.	LC	N. E.		X	CE

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endémica (CE) y Endémica (E).

5.1.11.5.2. Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocos individuos de las morfoespecies.

5.1.11.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en los puntos de monitoreo fue moderada, registrándose seis morfoespecies (*Pistia stratiotes*, *Pontederia crassipes*, *Poaceae* Mf 1, *Poaceae* Mf 2, *Hymenachne* sp. y *Salvinia* sp.). Pertenecientes a las familias Pontederiaceae, Araceae, Poaceae y Salviniaceae. De los órdenes Commelinales, Alismatales, Poales y Salviniiales. Del dos clases Magnoliopsida y Polypodiopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta (**Tabla 198**).

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Pontederia crassipes* con 51,16%, seguida de *Poaceae* Mf 1 con 25,31%, *Poaceae* Mf 2 con 10,15%, *Hymenachne* sp., con 10,17%, *Pistia stratiotes* con 2,89% y *Salvinia* sp. con 0,31% (**Figura 94, Tabla 199**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 332 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 198. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas registrado en Rio Magdalena.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>
		Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>
		Poales	Poaceae	<i>Poaceae Mf 1</i>
				<i>Poaceae Mf 2</i>
	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Hymenachne sp.</i>
				<i>Salvinia sp.</i>

Fuente: Labormar,2024.

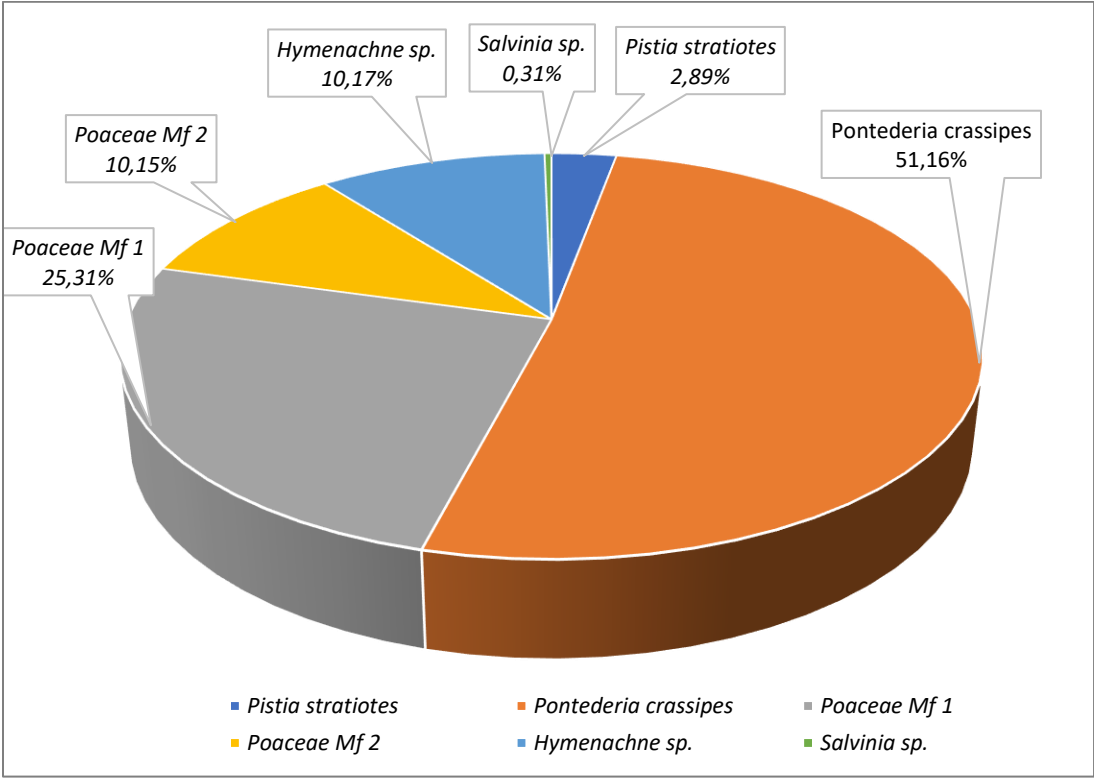


Figura 94. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en Rio Magdalena.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 333 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 199. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en Rio Magdalena.

MORFOESPECIE	P2_699619	P3_699620	P4_699621	P5_699622	P6_699623	P7_699624	P8_699625	P9_699626
	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Pistia stratiotes</i>					14,0			4,5
<i>Pontederia crassipes</i>	7,5	2,5	38,5	80,0	73,0	68,0	11,0	47,0
<i>Poaceae Mf 1</i>	82,5		59,5	20,0				
<i>Poaceae Mf 2</i>		65,0						
<i>Hymenachne sp.</i>						21,1		44,0
<i>Salvinia sp.</i>			2,0					
Riqueza (S)	2	2	3	2	2	2	1	3
Cobertura (%)	90,0	67,5	100,0	100,0	87,0	89,1	11,0	95,5

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 334 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.2. Cuenca Canal del Dique

5.2.1. Ciénaga de Luruaco

5.2.1.1. Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Luruaco estuvo compuesta por 90 individuos y una densidad total de 0,312 Ind/ml, agrupados en cuatro (4) morfoespecies, cuatro (4) familias, cuatro (4) órdenes, tres (3) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 200**).

La comunidad fitoplanctónica estuvo representada por los filos Chlorophyta y Cyanobacteria, los cuales representaron cada uno el 50% de las morfoespecies registradas (Figura 95). Las Chlorophyta son un phylum de algas verdes que incluyen una gran diversidad de especies, ampliamente distribuidas en una variedad de hábitats, tanto acuáticos como terrestres (Bellinger & Sigee, 2015; Fernández & Alvarado, 2008). Son indicadoras de aguas ricas en nutrientes y con una relación fosforo-nitrógeno alta (Pinilla & Duarte, 2006). Por su parte, el grupo de las Cyanobacterias, suelen proliferar en zonas con alta perturbación e intensidad lumínica (Komárek, 2003)

Tabla 200.. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la Ciénaga de Luruaco.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina</i> sp.
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis</i> sp.
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i> sp.
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 335 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

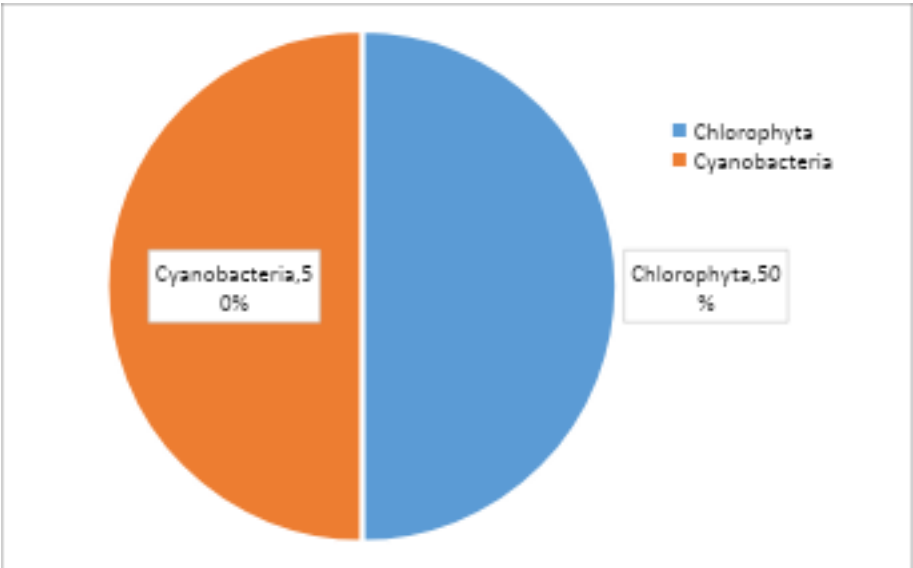


Figura 95. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la Ciénaga de Luruaco.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo muestran que ambos sitios, P1 y P2, presentan una riqueza de 4 morfoespecies, lo que indica que la diversidad de especies en estos puntos es similar. Además, las densidades son muy similares entre los dos puntos con 0,167 ind/ml para el P1 y 0,145 ind/ml para el P2. Esto sugiere que la abundancia de individuos en ambos puntos de monitoreo es prácticamente similar, lo que podría indicar condiciones ambientales relativamente homogéneas entre los dos sitios, favoreciendo una distribución uniforme de las especies presentes (**Tabla 201**).

Tabla 201. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la Ciénaga de Luruaco.

MORFOESPECIE	P1_699669			P2_699670		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Pandorina</i> sp.	1	0,004	2,17	4	0,013	9,09
<i>Oocystis</i> sp.	3	0,011	6,52	5	0,017	11,36
<i>Microcystis</i> sp.	34	0,124	73,91	31	0,102	70,45
<i>Aphanocapsa</i> sp.	8	0,029	17,39	4	0,013	9,09
Riqueza (S)	4			4		
Abundancia (No.Ind)	46			44		
Densidad (Ind/ml)	0,167			0,145		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 336 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

A nivel de morfoespecies, se observó que *Microcystis* sp. fue el taxón que registró la mayor densidad a nivel general, con 0,2258 ind/ml, seguido de *Aphanocapsa* sp. con 0,0423 ind/ml. Por su parte, las morfoespecies *Pandorina* sp. y *Oocystis* sp. presentaron las densidades más bajas, con 0,0168 ind/ml y 0,0274 ind/ml, respectivamente (Figura 96).

El género *Aphanocapsa* es una cianobacteria que predomina en ambientes acuáticos de corriente lenta y poco profundos, como ríos, lagos y embalses, donde su presencia es común tanto en formas bentónicas como planctónicas (Bellinger & Sigee, 2015; Suthers *et al.*, 2019). Este género se encuentra con frecuencia en aguas estancadas, turbias y en ambientes límnicos mesotróficos y eutróficos, condiciones que favorecen su proliferación debido a la alta disponibilidad de nutrientes (Komárek, 2003; Ibelings *et al.*, 2021; Albrecht *et al.*, 2017).

Una característica relevante del género *Aphanocapsa* es su capacidad para producir microcistinas, metabolitos hepatotóxicos que constituyen una grave preocupación para la salud pública y la biodiversidad acuática (Touati *et al.*, 2024). Las microcistinas pueden causar daños hepáticos tanto en organismos acuáticos como en seres humanos, especialmente cuando estos cuerpos de agua son utilizados para el consumo humano o en la pesca (Chowdhury *et al.*, 2024).

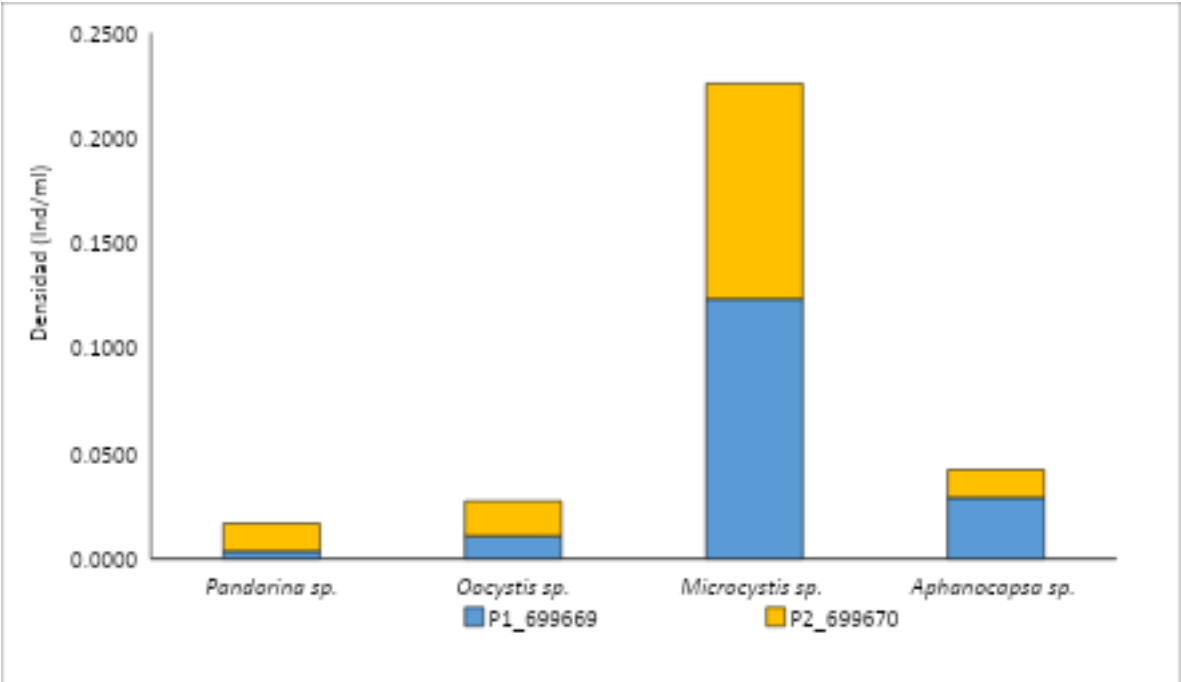


Figura 96. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 337 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.2.1.1.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos de los índices de diversidad aplicados en los puntos monitoreados (P1_699669 y P2_699670) reflejan una comunidad ecológica caracterizada por una baja diversidad, con valores de Shannon y Margalef inferiores a 2 bits/individuo. Estos valores sugieren que el ecosistema presenta una concentración limitada de especies, lo que podría indicar una estructura comunitaria menos compleja o un dominio de pocas especies sobre el resto de la comunidad.

El índice de equidad de Pielou arrojó valores moderados en ambos puntos ($J = 0,569$ para P1 y $J = 0,671$ para P2), lo que sugiere que, aunque algunas especies pueden ser más abundantes que otras, no hay una especie dominante absoluta en los puntos estudiados. Por su parte, el índice de Simpson, que mide la dominancia dentro de la comunidad, también reflejó una dominancia moderada en ambos puntos ($D = 0,572$ para P1 y $D = 0,515$ para P2), lo que confirma la presencia de algunas especies con una mayor abundancia en comparación con otras, pero sin llegar a dominar completamente la comunidad (**Tabla 202**).

Tabla 202. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco.

	P1_699669	P2_699670
Taxa_S	4	4
Individuals	46	44
Dominance_D	0,572	0,515
Shannon_H	0,822	0,964
Margalef	0,784	0,793
Equitability_J	0,569	0,671

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 338 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.1.2. Zooplankton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 382 individuos con una densidad total de 0739 Ind/ml, agrupados en nueve (9) morfoespecies, distribuidas en ocho (8) familias, de las cuales cuatro (4) fueron no determinadas (ND); siete (7) órdenes, con dos (2) no determinados; cuatro (4) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 203**). El Phylum Arthropoda aportó la mayor riqueza, con seis (6) de morfoespecies, lo que representa un 67 %, de la riqueza total, seguido de Rotífera con tres (3) morfoespecies, 33 % (**Figura 97**).

Tabla 203. Taxonomía del zooplankton registrado en la ciénaga de Luruaco.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphniidae Mf
			Moinidae	Moinidae Mf
	Maxillopoda	Calanoida	ND	Calanoida Mf
		Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva nauplio
	Ostracoda	ND	ND	Ostracoda Mf
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia sp.</i>
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus sp.</i>
				<i>Keratella sp.</i>

A nivel de phylum, se observó que el grupo Arthropoda fue el más representativo en cuanto a la contribución de la riqueza con el 67 %. Los organismos de este grupo son excelentes indicadores de la calidad ambiental ya que por la abundancia y riqueza de sus especies se puede determinar el grado de intervención o impacto ambiental que esté sufriendo un ecosistema (Ten Hagen *et al.*, 2022).

Por su parte, el Phylum Rotifera se caracteriza por tener una corona ciliada, que le da un movimiento giratorio característico (Guerrero, *et al.*, 2013) son buenos como indicadores de la calidad del agua, considerando características específicas de cada especie, pueden ser indicadores de materia orgánica o saprobidad, así como de condiciones oligotróficas, mesotrófica y eutróficas, variaciones de temperatura, entre otros (Sládecek, 1983).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 339 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

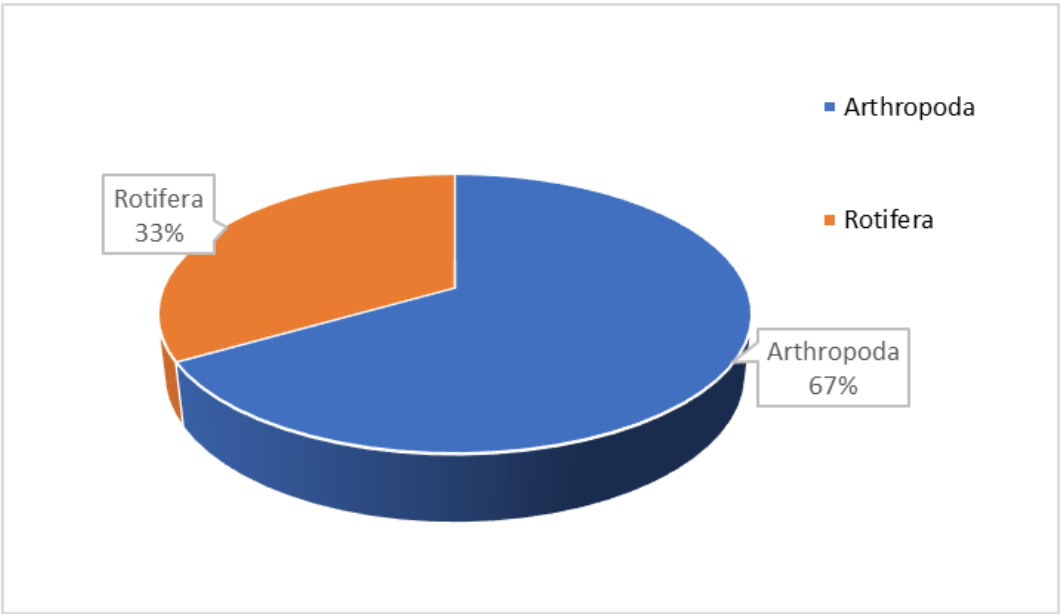


Figura 97. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga de Luruaco.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Tabla 204** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga de Luruaco.

Tabla 204. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga de Luruaco.
Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699667			P2_699670		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
<i>Daphniidae Mf</i>	20	0,040	14,815	23	0,044	9,312
<i>Moinidae Mf</i>				1	0,002	0,405
<i>Calanoida Mf</i>	1	0,002	0,741	12	0,023	4,858
<i>Cyclopoida Mf</i>	23	0,046	17,037	20	0,038	8,097
<i>Larva nauplio</i>	77	0,154	57,037	80	0,152	32,389
<i>Ostracoda Mf</i>	4	0,008	2,963	102	0,194	41,296
<i>Filinia sp.</i>				1	0,002	0,405
<i>Brachionus sp.</i>	1	0,002	0,741			
<i>Keratella sp.</i>	9	0,018	6,667	8	0,015	3,239
Riqueza (S)		7			8	
Abundancia (No.Ind)		135			247	
Densidad (Ind/ml)		0,270			0,469	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 340 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

A nivel de morfoespecies se observó que la morfoespecie las larvas nauplio y la morfoespecie de Ostracoda fueron las más representativas, con densidades de 0,306 y 0,202 Ind/ml, respectivamente, mientras que las morfoespecies restantes presentaron densidades por debajo de 0,085 Ind/l.

Las larvas nauplio son la primera larval de todos los crustáceos, tales como cangrejos, camarones, copépodos, branquiópodos y cirrípedos, se caracterizan por su forma piriforme, tres (3) pares de apéndices cefálicos y ojo naupliar (Roca, 2015). Su abundancia en el zooplancton puede reflejar condiciones específicas como el incremento de nutrientes, lo que produce un aumento o floraciones algales, lo que aumenta la disponibilidad de alimento para copépodos y otros crustáceos planctónicos (Roca, 2015; López, 2017). Aunque niveles extremos de eutrofización reducen el oxígeno en la masa de agua, impactando negativamente la supervivencia de las larvas (Roca, 2015). Así mismo, el humedal el Burro (Tolima), Minambiente, Cortolima y Universidad del Tolima (2015), indica que las variaciones estacionales de temperatura modulan la composición del zooplancton, con picos de nauplios con durante las épocas de estabilidad térmica.

Por su parte, los ostrácodos, pertenecen al grupo de los crustáceos y son claramente identificables por presentar caparazón bivalvo (Lorenzo, 2006), articulado dorsalmente por un ligamento elástico, cuerpo alargado y comprimido lateralmente, la cabeza se separa del torax por una constricción y presenta varios pares de apéndices birrámeos (Lorenzo, 2006). Como grupo, no se encontró referencia sobre su uso como bioindicadores de calidad del agua.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 341 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

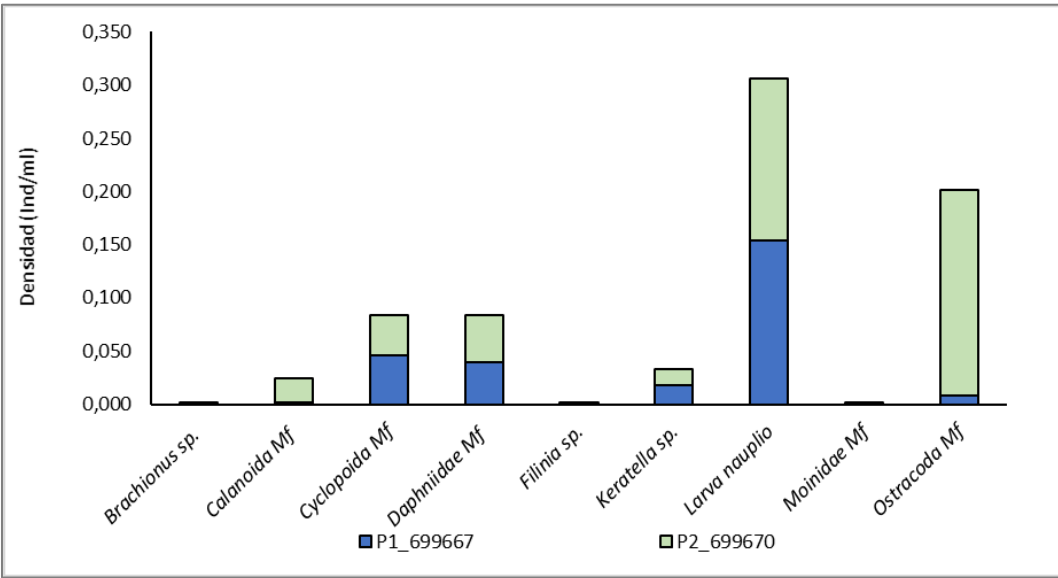


Figura 98. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga de Luruaco.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

5.2.1.2.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos, muestran una diversidad baja para los puntos monitoreados, tanto por el índice de Shannon, como con el de Margalef, con valores por debajo de 2 bits/Individuos, siendo un poco mayor en el P2. Estos valores indican que la comunidad zooplanctónicas es poco variada y escasamente diversa. Por otra parte, el índice de equidad de Pielou, indica que la comunidad presenta densidades con poca tendencia a la equitatividad, con valores de 0,660 y 0,708, para los puntos P1 y P2, respectivamente; lo cual es confirmado por el índice de dominancia de Simpson, cuyos valores de 0,377 y 0,291 indican que la comunidad presenta baja dominancia de especies (**Tabla 205**).

Tabla 205. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga de Luruaco.

	P1_699667	P2_699670
Taxa_S	7	8
Individuals	135	247
Dominance_D	0,377	0,291
Shannon_H	1,284	1,472
Margalef	1,223	1,271
Equitability_J	0,660	0,708

Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 342 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.1.3. Perifiton

El ensamblaje perifítico para la ciénaga el Luruaco, tuvo una densidad total de 3916,667 Ind/cm² y una abundancia de 610 individuos, distribuidos en siete (7) morfoespecies, seis (6) familias, seis (6) órdenes, tres (3) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 206**). La división más representativa fue Heterokontophyta (anteriormente conocida como Bacillariophyta) aportando el 57,14% de las morfoespecies descritas, seguido de Cyanobacteria con el 28,57% y con la menor composición de especies la división Chlorophyta con el 14,29% (**Figura 99**).

Tabla 206. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en la Ciénaga El Luruaco, Atlántico, Colombia

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp.</i>
				<i>Oscillatoria sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>
		Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

La división con mayor riqueza la cual fue Heterokontophyta se caracterizada por ser indicadora de contaminación orgánica y eutrofización, dado que posee una extensa distribución (Cosmopolita). Asimismo, se destacan como buenos indicadores por su alta tasa reproductiva y respuesta rápida a los cambios de las condiciones de los cuerpos del agua (Céspedes *et al.*, 2016, Lobo *et al.*, 2010).

Por otra parte, las Cianobacterias quienes fueron el segundo grupo más diverso, suelen proliferar en zonas con alta perturbación e intensidad lumínica (Komárek, 2003).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 343 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

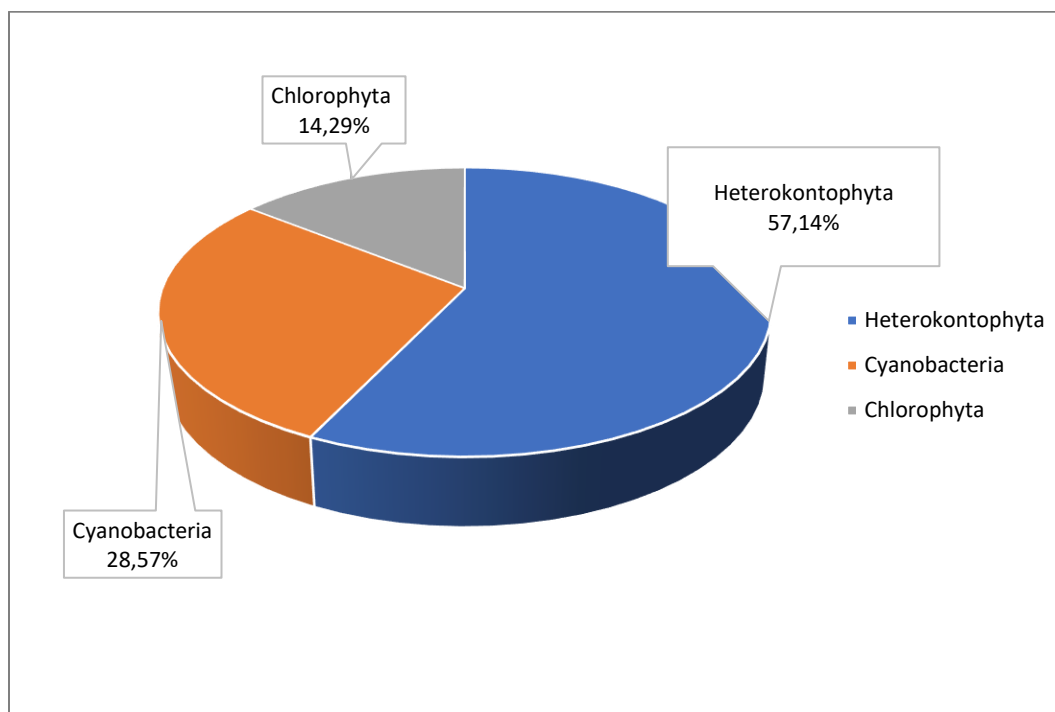


Figura 99. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrado en la Ciénaga El Luruaco, Atlántico, Colombia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Analizando la composición y abundancia por punto de monitoreo, se evidenció que el punto P2_699670 registró la mayor densidad absoluta con un valor de 2266,667 Ind/cm² y la riqueza más alta con siete taxones. En cuanto a el punto P1_699669 tuvo una riqueza de cuatro taxones y una densidad absoluta de 1650 Ind/cm² (**Tabla 207**).

En cuanto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea pennada *Nitzschia* sp. con una densidad total de 2443,889 ind/cm², estando presente en los dos puntos monitoreados. Los organismos asociados al género *Nitzschia* son comunes en sistemas meso a eutróficos, tolerante a contenidos de sedimentos ya que se asocia a aguas turbulentas, con altos niveles de materia orgánica y en procesos de mezcla (Bellinger & Sigee, 2010), seguido de la cianobacterias *Oscillatoria* sp. con un valor de 1080,556 ind/cm² (**Figura 100**). El género *Oscillatoria*; perteneciente a la clase Oscillatoriales de la división Cyanobacteria; se caracteriza por estar formada por largos filamentos de células aplanadas y sin vaina mucilaginosas de color verde oscuro, muy comunes en los tapetes microbianos en ambientes tanto marinos como dulceacuícolas, y sobre todo en presencia de altas cargas orgánicas (Fuenmayor *et al.*, 2009).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 344 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 207. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénaga El Luruaco, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699669			P2_699670		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Oocystis sp.</i>				4	26,667	1,18
<i>Lyngbya sp.</i>	15	91,667	5,56	19	126,667	5,59
<i>Oscillatoria sp.</i>	47	287,222	17,41	119	793,333	35,00
<i>Nitzschia sp.</i>	197	1203,889	72,96	186	1240,000	54,71
<i>Cymbella sp.</i>				3	20,000	0,88
<i>Navicula sp.</i>	11	67,222	4,07	7	46,667	2,06
<i>Cyclotella sp.</i>				2	13,333	0,59
Riqueza (S)	4			7		
Abundancia (No.Ind)	270			340		
Densidad (Ind/cm²)	1650,000			2266,667		

Fuente: Labormar,2024.

Por otra parte, la mayor densidad que se registró para el punto P2_699670, donde el taxón *Nitzschia sp.* Tuvo la mayor abundancia con un valor de 1240 ind/cm², seguido de *Oscillatoria sp.* con un valor de 793,333 ind/cm². Otro de los morfos con mayor contribución a abundancia también fue *Lyngbya sp.* con una densidad absoluta de 126,667 ind/cm² (Figura 100).

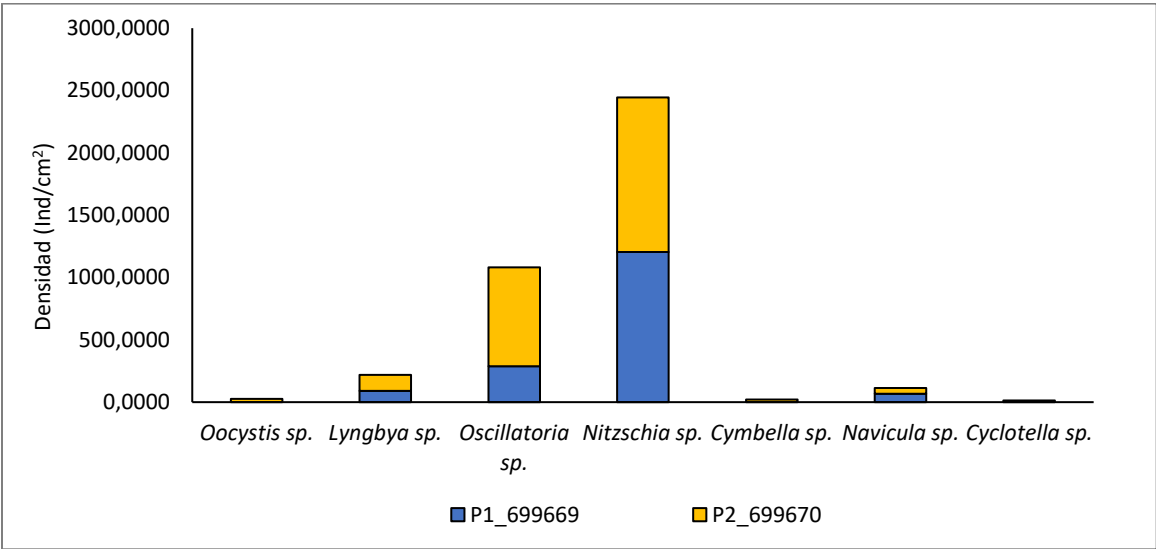


Figura 100. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga El Luruaco, Atlántico, Colombia.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 345 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.1.3.1. Índices ecológicos

Los índices ecológicos hallados para la comunidad Perifítica se muestran en la **Tabla 208** donde se puede evidenciar una diversidad baja según el índice de diversidad de Shannon (H) para los dos puntos analizados, los cuales presentaron valores Inferiores a 2, valores entre 0,82 a 1,06 bits/individuos, asociados con una diversidad pobre. Por su parte, el índice de Margalef presentó valores bajos también menores a dos, lo que implica que según Margalef (1995) valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad y valores inferiores a 2,0 como zonas de baja diversidad. En cuanto a el índice de Equidad de Pielou presentó valores moderados, lo cual indicó que hay equidad en las densidades, por consiguiente, el índice de Simpson tuvo valores moderados, indicando que no existe prevalencia de una especie sobre otra en ninguno de los puntos. mostrando una distribución neutral en las abundancias, dentro de las diferentes especies identificadas.

Tabla 208. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga El Luruaco, Atlántico, Colombia.

	P1_699669	P2_699670
Taxa_S	4	7
Individuals	270	340
Dominance_D	0,567	0,426
Shannon_H	0,825	1,063
Margalef	0,536	1,029
Equitability_J	0,595	0,546

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 346 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.1.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se registró una densidad de 3440,000 Ind/m² y abundancia de 344 individuos, distribuidos en siete (7) morfoespecies, cuatro (4) familias, cuatro (4) órdenes, dos (2) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 209**).

El phylum Mollusca representó el 85,71% de las morfoespecies reportadas, seguido de Annelida, con el 14,29% restante (**Figura 101**).

Tabla 209. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Luruaco.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	Naididae Mf
				<i>Pomacea</i> sp.
				<i>Marisa</i> sp.
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Melanoides</i> sp.
				<i>Melanoides</i> sp. 1
		Cerithiida	Thiaridae	<i>Pyrgophorus</i> sp.
				Cochliopidae Mf
		Littorinimorpha	Cochliopidae	

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

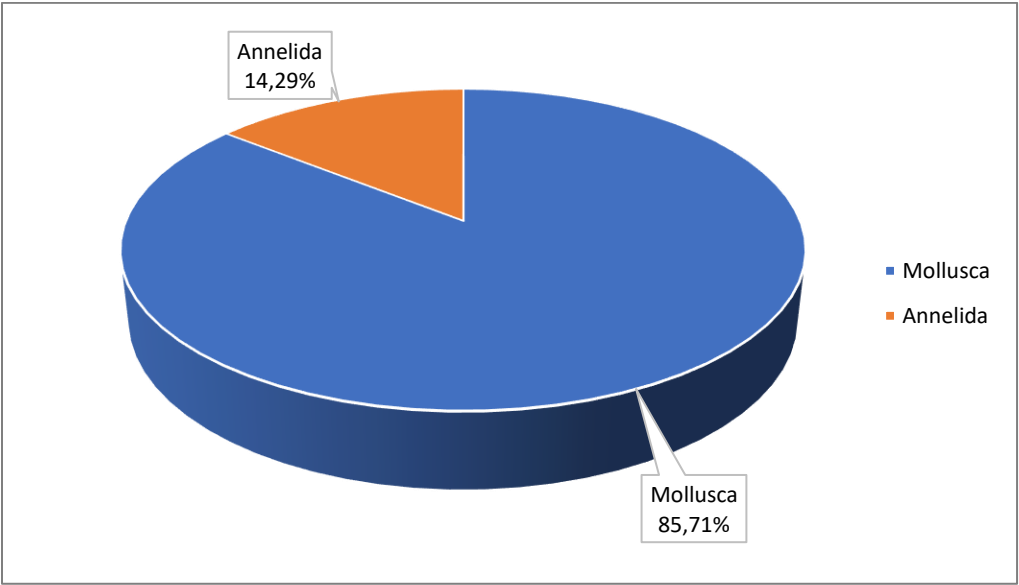


Figura 101. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. de Luruaco.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 347 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 210. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Luruaco.

MORFOESPECIE	P1_699669			P2_699670		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Naididae Mf	1	10,000	4,76			
Pomacea sp.	5	50,000	23,81			
Marisa sp.	1	10,000	4,76			
Melanoides sp.				82	820,000	25,39
Melanoides sp. 1				23	230,000	7,12
Pyrgophorus sp.	14	140,000	66,67	182	1820,000	56,35
Cochliopidae Mf				36	360,000	11,15
Riqueza (S)		4			4	
Abundancia (No.Ind)		21			323	
Densidad (Ind/m²)		210,000			3230,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

La morfoespecie con la mayor densidad en los puntos P1 y P2 fue *Pyrgophorus* sp., con valores de 140,000 Ind/m² y 1820,000 Ind/m², respectivamente. Asimismo, en el P2 se registraron otras morfoespecies con densidades altas, como *Melanoides* sp. y *Melanoides* sp. 1, con 820,000 Ind/m² y 230,000 Ind/m², respectivamente. En contraste, las morfoespecies *Naididae* Mf y *Marisa* sp. registraron las menores densidades, cada una con 10,000 Ind/m², presentes únicamente en P1 (**Figura 102**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 348 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

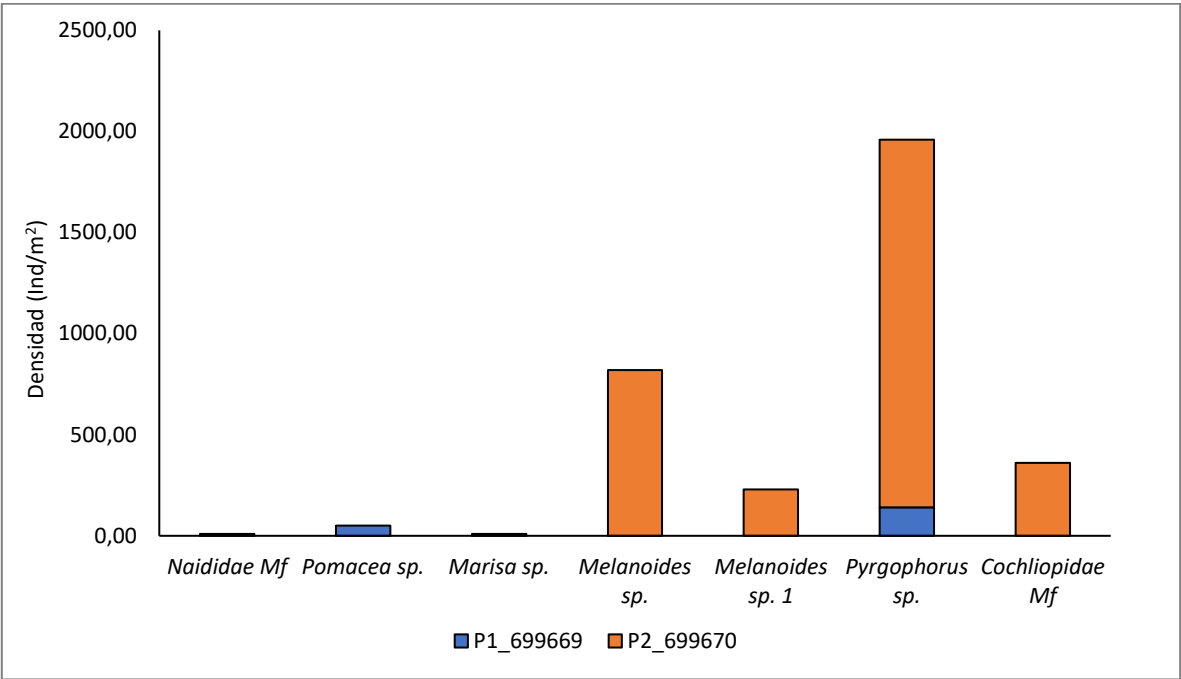


Figura 102. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Luruaco.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.2.1.4.1. Índices ecológicos

Los índices de Shannon-H y Margalef reflejaron una diversidad baja en el área de estudio, con valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que sugiere una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica. Esta baja diversidad podría estar influenciada por factores ambientales adversos o perturbaciones que afectan negativamente la capacidad de las especies para colonizar y prosperar en el ecosistema.

En términos de equidad, el índice de Pielou mostró una equidad moderada en P1 ($J' = 0,651$) y alta equitatividad en P2 ($J' = 0,796$). Esto indica que, en P1, la distribución de individuos entre las especies es más desigual, lo que sugiere la posible presencia de algunas especies dominantes, mientras que en P2, la distribución más uniforme señala un equilibrio mayor entre las especies.

Este patrón fue corroborado por el índice de Simpson, que mostró una dominancia moderada en P1 (0,506) y baja dominancia en P2 (0,399). Esto refuerza la idea de que, aunque la comunidad bentónica presenta una diversidad limitada, en P2 existe una

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 349 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

competencia más equilibrada entre las especies, mientras que en P1, algunas especies pueden estar sobresaliendo en términos de abundancia (**Tabla 211**).

Tabla 211. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. de Luruaco.

	P1_699669	P2_699670
Taxa_S	4	4
Individuals	21	323
Dominance_D	0,506	0,399
Shannon_H	0,902	1,104
Margalef	0,985	0,519
Equitability_J	0,651	0,796

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.2.1.4.2. Índice BMWP (Col).

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga de Luruaco muestra aguas fuertemente contaminadas, lo que sugiere una calidad muy crítica en ambos puntos de monitoreo (**Tabla 212**).

Tabla 212. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. de Luruaco.

Puntos de Muestreo	P1_699669	Puntaje	P2_699670	Puntaje
Familias	Ampullariidae	9	Thiaridae	5
BMWP	9		5	
Calidad	Muy Critica		Muy Critica	
Clase	V		V	
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 350 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.1.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga de Luruaco, estuvo conformada por cuatro morfoespecies, pertenecientes a tres (3) familias, tres (3) ordenes, una (1) clase y un phylum (**Tabla 213**).

Se identificaron las morfoespecies *Mugil curema*, *Andinoacara latifrons*, *Caquetaia kraussii* y *bagre marinus*. Estás se capturaron en el punto P1_699669, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la **Tabla 214**, se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados. El individuo de la morfoespecie *Mugil curema* tuvo una longitud total (LT) de 29,0 cm, con LS de 24,5 cm, LH de 27,0 cm y peso de 249 cm. El individuo de *Andinoacara latifrons* tuvo una LT de 14,0 cm, una LE de 11,0 cm y un peso de 46 cm. El individuo de *Caquetaia kraussii* tuvo una LT de 15,0 cm, una LE de 12,5 cm y un peso de 49 cm. El individuo de *bagre marinus* tuvo una LT de 23,0 cm, una LE de 20,0 cm, una LH de 21,5 cm y un peso de 96 cm.

Las morfoespecies del género *Andinoancara* pertenecientes al orden de los Cichliformes (Cichlidae), cuenta con alrededor de 251 géneros y más de 1730 especies válidas (Fricke et al., 2022). La composición de la dieta de *Andinoacara latifrons* (especie asociada al género de la morfoespecie reportada es omnívora con tendencia a insectívora, con preferencia por el consumo animal (insectos, moluscos, crustáceos, restos de peces), mientras los ítems de origen vegetal son escasos, siendo principalmente algas filamentosas *Microspora* sp. (Morales & García-Alzate, 2016).

Caquetaia kraussii es una morfoespecie nativa de Colombia y Venezuela, habitando cuerpos de aguas lénticos de zonas bajas, siempre y cuando sean aguas dulces o de salinidad muy baja (Dahl, 1971 en Solano-Peña, 2013). Es una de las especies de peces de importancia comercial a nivel local y nacional (Méndez et al., 2023).

Tabla 213. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Mugiliforme	Mugilidae	<i>Mugil</i>	<i>Mugil curema</i>
		Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara</i>	<i>Andinoacara latifrons</i>
				<i>Caquetaia</i>	<i>Caquetaia kraussii</i>
		Siluriformes	Ariidae	<i>bagre</i>	<i>Bagre marinus</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 351 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 214. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Luruaco.

ESPECIE/MORFO	P1_699669
<i>Mugil curema</i>	1
<i>Andinoacara latifrons</i>	1
<i>Caquetaia kraussii</i>	1
<i>Bagre marinus</i>	1
Riqueza (S)	4
Abundancia (No.Ind)	4

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 215. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre común	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P1_699669	El lebranche	<i>Mugil curema</i>	29,0	24,5	27,0	249
	Mojarra Piedra- cabeza azul	<i>Andinoacara latifrons</i>	14,0	11,0	N.A.	46
	Mojarra amarilla	<i>Caquetaia kraussii</i>	15,0	12,5	N.A.	49
	Bagre	<i>bagre marinus</i>	23,0	20,0	21,5	96

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

5.2.1.5.1. Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 216** se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 352 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 216. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORIAS DE AMENAZA				USOS		Distribución
		RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN	CON	
<i>Mugil curema</i>	El lebranche	NI	NE	LC	NE		X	C
<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra Piedra-cabeza azul	NI	NE	LC	NE	X	X	R
<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	NI	NE	LC	NE	X	X	R
<i>bagre marinus</i>	Bagre	NI	NE	LC	NE		X	R

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endémica (CE) y Endémica (E).

5.2.1.5.2. Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocos individuos de las morfoespecies.

5.2.1.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en los puntos de monitoreo fue baja, registrándose tres morfoespecies (*Pistia stratiotes*, *Typha sp.* y *Hymenachne sp.*) pertenecientes a las familias Araceae, Typhaceae y Poaceae. De los órdenes Alismatales y Poales. De la clase Magnoliopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta (**Tabla 217**). La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Typha sp.* con 94,24%, seguida de *Pistia stratiotes* con 3,36% y *Hymenachne sp.* con 2,41% (**Tabla 218**).

Tabla 217. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Luruaco.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>
		Poales	Typhaceae	<i>Typha sp.</i>
			Poaceae	<i>Hymenachne sp.</i>

Fuente: Labormar,2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 353 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 218. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Luruaco.

MORFOESPECIE	P1_699669	P2_699670
	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Pistia stratiotes</i>	3,7	3,0
<i>Typha sp.</i>	91,5	96,5
<i>Hymenachne sp.</i>	4,8	
Riqueza (S)	3	2
Cobertura (%)	100,0	99,5

Fuente: Labormar, 2024.

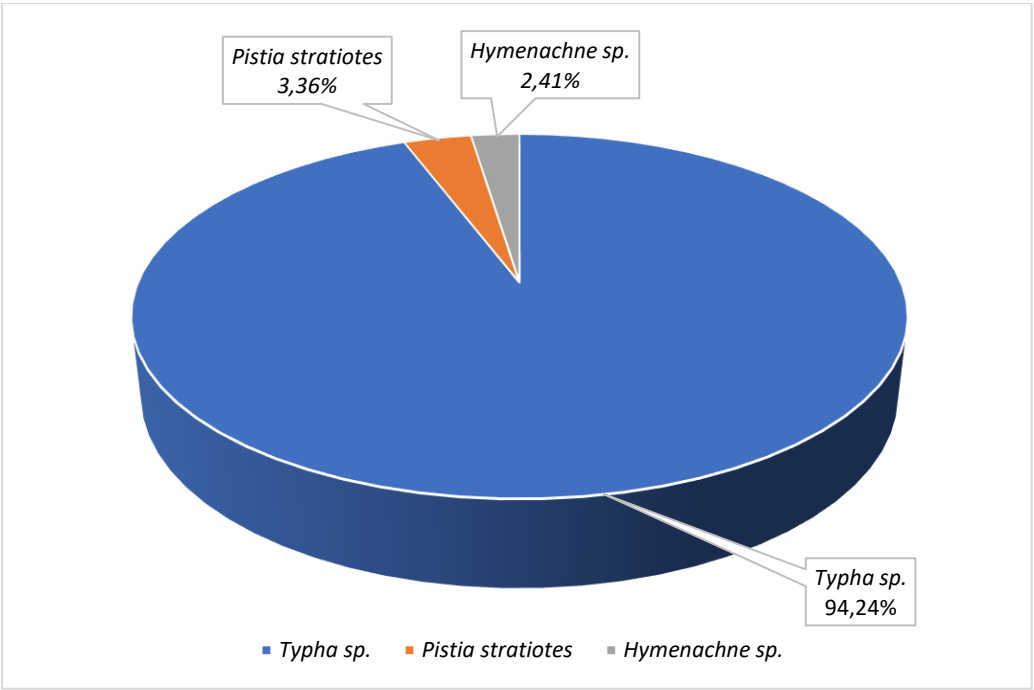


Figura 103. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. Luruaco.
 Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 354 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.2. Ciénaga San Juan de Tocagua

5.2.2.1. Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Tocagua registró una abundancia total de 196 individuos y una densidad de 20,788 ind/ml, agrupados en seis (6) morfoespecies, cinco (5) familias, cuatro (4) órdenes, dos (2) clases y dos (2) phyla (**Tabla 219**).

El phylum Cyanobacteria fue el más predominante en los puntos monitoreados, con una notable representación del 83,33% de las morfoespecies descritas. Este alto porcentaje indica que las cianobacterias dominan el ecosistema en términos de riqueza de especies, lo que podría reflejar que las condiciones ambientales favorecen su proliferación, posiblemente favorecido por la disponibilidad de nutrientes o características específicas del ambiente acuático.

Por otro lado, el phylum Chlorophyta contribuyó con un porcentaje significativamente más bajo, representando solo el 16,67% de las morfoespecies restantes, lo que evidencia que las algas verdes tienen una presencia más limitada en el ecosistema monitoreado (*Figura 104*).

Tabla 219. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la C San Juan de Tocagua.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina</i> sp.
		Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i> sp.
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis</i> sp.
				<i>Raphidiopsis</i> sp.
			Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 355 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

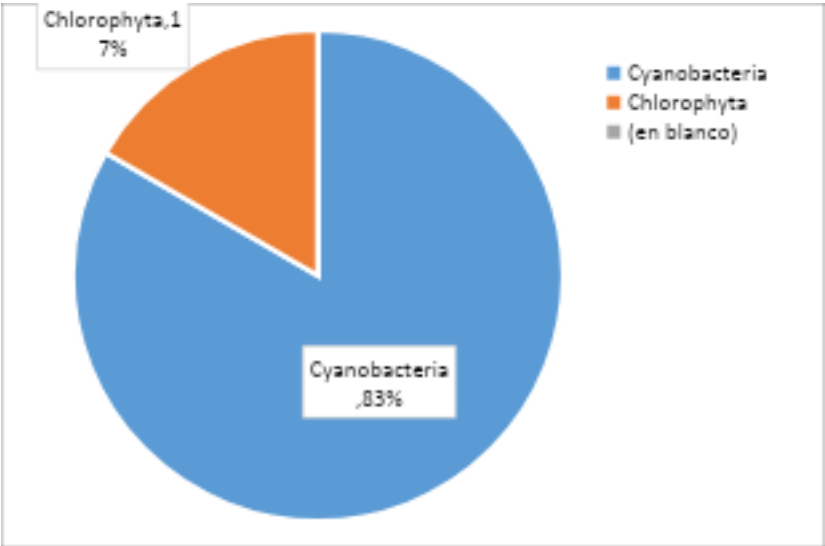


Figura 104. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la San Juan de Tocagua.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

La riqueza en los puntos de monitoreo osciló entre 4 y 5 morfoespecies, siendo el P2_699672 el que registró el valor más alto. Asimismo, este punto también registró la densidad más alta, con 20,250 ind/ml (**Tabla 220**).

Tabla 220. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la San Juan de Tocagua.

MORFOESPECIE	P2_699672			P1_699971		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Eudorina</i> sp.				2	0,023	4,35
<i>Microcystis</i> sp.	10	1,350	6,67			
<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	90	12,150	60,00	20	0,234	43,48
<i>Raphidiopsis</i> sp.	9	1,215	6,00	5	0,059	10,87
<i>Anabaena</i> sp.	8	1,080	5,33			
<i>Oscillatoria</i> sp.	33	4,455	22,00	19	0,222	41,30
Riqueza (S)		5			4	
Abundancia (No. Ind)		150			46	
Densidad (Ind/ml)		20,250			0,538	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

A nivel de morfoespecies, se observó que *Cylindrospermopsis* sp. y *Oscillatoria* sp. fueron los taxones con las mayores densidades a nivel general, con valores de 12,384 ind/ml y

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 356 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

4,677 ind/ml, respectivamente. Mientras que la densidad más baja la registro *Eudorina* sp., con 0,023 ind/ml, presentes exclusivamente en el punto P1_699971 (**Figura 105**).

El género *Cylindrospermopsis* es una cianobacteria filamentosa que se encuentra en aguas eutróficas, turbias, cálidas y polimícticas (Bonilla, 2009; Chorus & Welker, 2021). Es un género capaz de formar floraciones algales con alto potencial de toxicidad (Vidal & Kruk 2008). Las floraciones de *Cylindrospermopsis* pueden ser potencialmente tóxicas, ya que algunas especies de este género producen toxinas como la cylindrospermopsina, la cual puede afectar tanto a la fauna acuática como a los seres humanos (Cirés & Quesada, 2011; Antunes *et al.*, 2015).

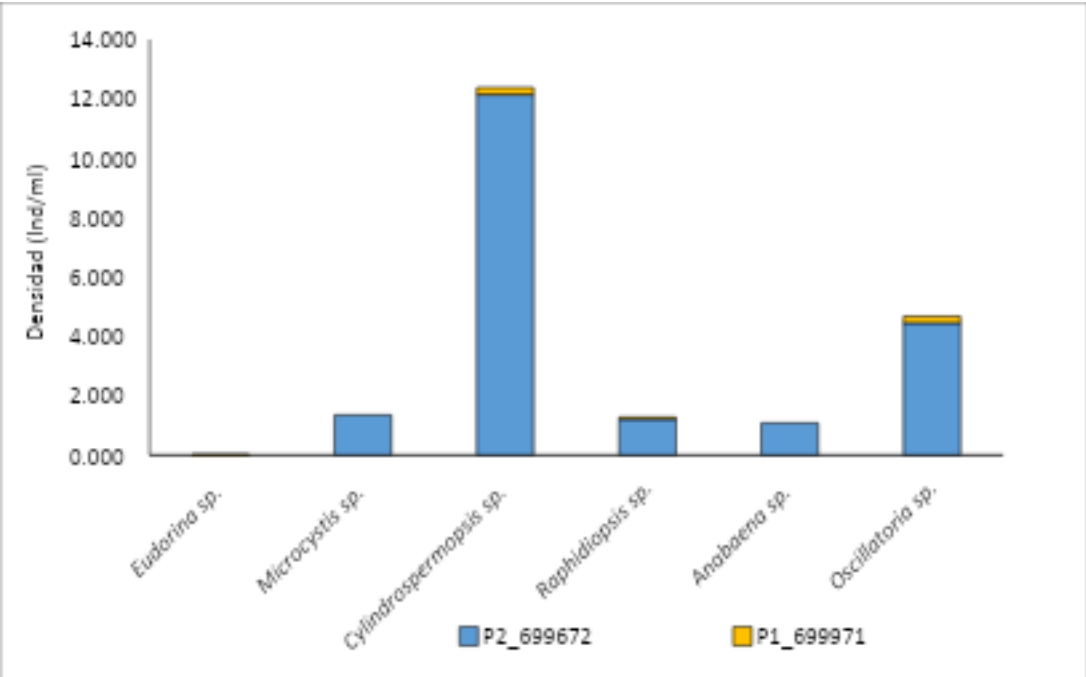


Figura 105. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la San Juan de Tocagua.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.2.2.1.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos de los índices de diversidad aplicados en los puntos monitoreados (P1_699971y P2_699672) reflejan una comunidad ecológica caracterizada por una baja diversidad, con valores de Shannon y Margalef inferiores a 2 bits/individuo.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 357 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Por otro lado, los valores cercanos a 1 en el índice de equidad de Pielou reflejan una alta equitatividad, lo que sugieren una distribución de abundancias más balanceada de lo esperado para sistemas con bajo número de especies, lo que muestra una competencia moderada entre los taxones dominantes. Estos patrones son consistentes con un estado de eutrofización moderada, en el cual la elevada disponibilidad de nutrientes favorece el crecimiento de cianobacterias, pero aún permite cierta coexistencia específica.

El índice de Simpson muestra una baja dominancia en P1 y moderada en P2, lo que respalda la idea de que las comunidades en ambos puntos no están dominadas por una sola especie, sino que presentan una distribución homogénea, aunque P2 muestra una ligera tendencia a una mayor dominancia (**Tabla 221**).

Tabla 221. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la San Juan de Tocagua.

	P2_699672	P1_699971
Taxa_S	5	4
Individuals	150	46
Dominance_D	0,415	0,359
Shannon_H	1,159	1,138
Margalef	0,798	0,784
Equitability_J	0,712	0,797

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.2.2.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 199 individuos con una densidad total de 0,614 Ind/ml, agrupados en seis (6) morfoespecies, cuatro (4) familias, de las cuales dos (2) fueron no determinadas (ND); tres (3) órdenes, con uno (1) no determinado; dos (2) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 222**). El Phylum Rotifera aportó la mayor riqueza, con cuatro (4) de morfoespecies, lo que representa el 62 % de la riqueza total, seguido de Arthropoda con 38 % (**Figura 106**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 358 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 222. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga San Juan de Tocagua.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	ND	<i>Cyclopoida Mf</i>
Arthropoda	Maxillopoda	ND	ND	<i>Larva nauplio</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus sp.</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus sp. 1</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella sp.</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

A nivel de phylum, se observó que el grupo Rotifera fue el más representativo en cuanto a la contribución de la riqueza aportando el 62 %. Este grupo se caracteriza por tener una corona ciliada, que le da un movimiento giratorio característico (Guerrero, *et al.*, (2013)) son buenos como indicadores de la calidad del agua, considerando características específicas de cada especie, pueden ser indicadores de materia orgánica o saprobidad, así como de condiciones oligotróficas, mesotrófica y eutróficas, variaciones de temperatura, entre otros (Sládecek, 1983). Le siguió Arthropoda con el 28 % de la riqueza, sus especies son excelentes indicadores de la calidad ambiental, ya que por la abundancia y riqueza de sus especies se puede determinar el grado de intervención o impacto ambiental que esté sufriendo un ecosistema (Ten Hagen *et al.*, 2022).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 359 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

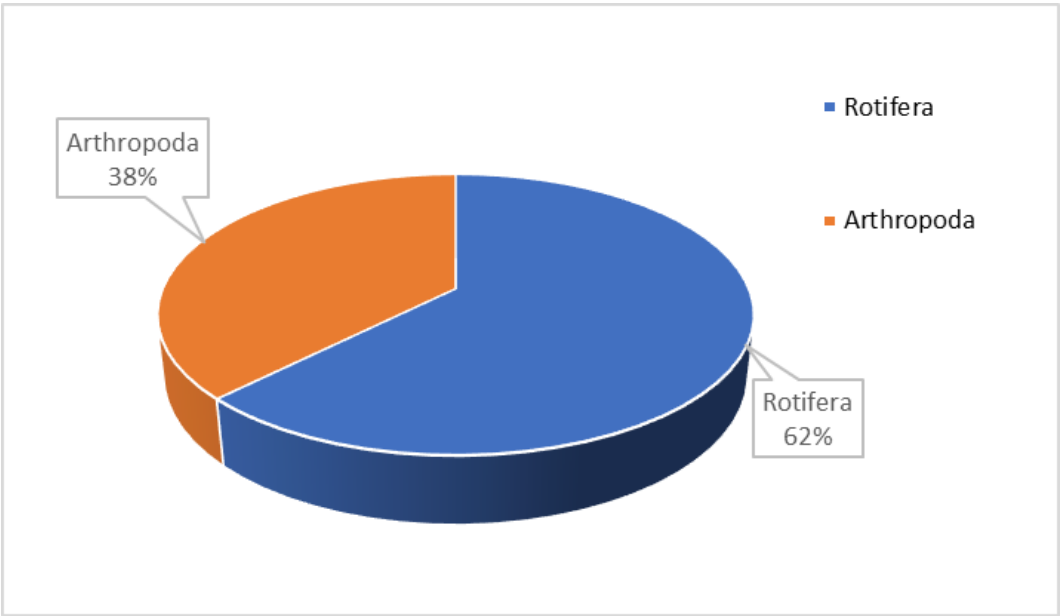


Figura 106. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga San Juan de Tocagua.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Tabla 223** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica la ciénaga San Juan de Tocagua.

Tabla 223. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en la ciénaga San Juan de Tocagua. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699671			P2_699672		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
<i>Cyclopoida Mf</i>				8	0,025	5,369
<i>Larva nauplio</i>	41	0,116	82,000	81	0,257	54,362
<i>Brachionus sp.</i>	7	0,020	14,000	21	0,067	14,094
<i>Brachionus sp. 1</i>				38	0,120	25,503
<i>Keratella sp.</i>	2	0,006	4,000			
<i>Lecane sp.</i>				1	0,003	0,671
Riqueza (S)		3			5	
Abundancia (No.Ind)		50			149	
Densidad (Ind/ml)		0,142			0,472	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 360 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

A nivel de morfoespecies se observó que las larvas nauplio fueron las más representativas, con densidades de 0,373 Ind/ml, mientras que las morfoespecies restantes presentaron densidades por debajo de 0,130 Ind/l.

Las larvas nauplio son la primera larval de todos los crustáceos, tales como cangrejos, camarones, copépodos, branquiópodos y cirrípedos, se caracterizan por su forma piriforme, tres (3) pares de apéndices cefálicos y ojo naupliar (Roca, 2015). Su abundancia en el zooplancton puede reflejar condiciones específicas como el incremento de nutrientes, lo que produce un aumento o floraciones algales, lo que aumenta la disponibilidad de alimento para copépodos y otros crustáceos planctónicos (Roca, 2015; López, 2017). Aunque niveles extremos de eutrofización reducen el oxígeno en la masa de agua, impactando negativamente la supervivencia de las larvas (Roca, 2015). Así mismo, el humedal el Burro (Tolima), Minambiente, Cortolima y Universidad del Tolima (2015), indica que las variaciones estacionales de temperatura modulan la composición del zooplancton, con picos de nauplios con durante las épocas de estabilidad térmica.

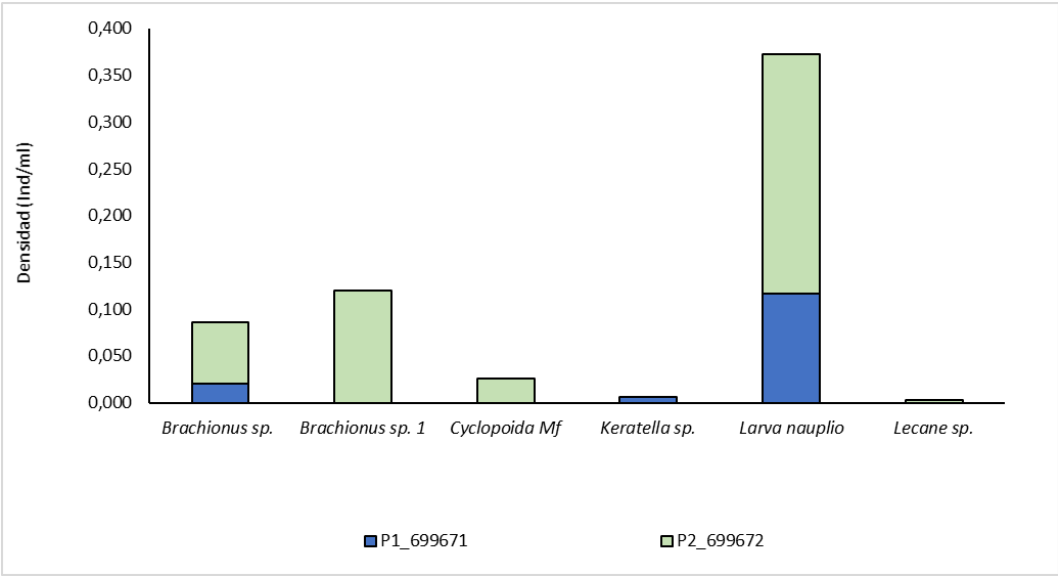


Figura 107. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga San Juan de Tocagua.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 361 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.2.2.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos, según Shannon y Margalef, muestran una diversidad baja para los puntos monitoreados, con valores por debajo de 2 bits/Individuos, siendo mayor en el P2. Estos valores indican que la comunidad zooplanctónicas es poco variada y escasamente diversa. Por otra parte, el índice de Pielou, indica que la comunidad presenta densidades con poca tendencia a la equitatividad, con valores de 0,534 y 0,721 para los puntos P1 y P2, respectivamente; lo cual es ratificado por el índice de dominancia de Simpson, cuyos valores de 0,687 y 0,379, los cuales indican que la comunidad presenta baja dominancia de especies (**Tabla 224**). Para el P1 se evidencia que una especie es abundante y mientras que las otras existen en menor medida, mientras que, para el P2, se observa una población zooplanctónica más equilibrada.

Tabla 224. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga San Juan de Tocagua.

	P1_699671	P2_699672
Taxa_S	3	5
Individuals	50	149
Dominance_D	0,687	0,379
Shannon_H	0,587	1,160
Margalef	0,511	0,799
Equitability_J	0,534	0,721

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.2.2.3. Perifiton

Para el ensamblaje perifítico de la ciénaga de San Juan de Tocagua (en adelante Tocagua), se reportó un total 109 individuos con una densidad total 166,000 Ind/cm², agrupados en 9 morfoespecies, 9 familias, 9 órdenes, 4 clases y 4 Phyla (**Tabla 225**). La división Cyanobacteria fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 44,44%, seguida de Heterokontophyta con 33,33%%; por último, se ubican Chlorophyta y Charophyta, cada una con 11,11%% (**Figura 108**).

Tabla 225. Taxonomía del ensamblaje perifítico registrado en la C. San Juan de Tocagua.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 362 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp.</i>
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktotrrix sp.</i>
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

Las Cyanobacterias, corresponden al grupo más diverso de algas, siendo cerca del 90% de estos organismos de agua dulce, se les suele encontrar asociadas a ambientes lenticos con alta disponibilidad de luz y nutrientes (Pinilla & Duarte, 2006). Por ser productores primarios juegan un papel fundamental en las redes tróficas y además contribuyen en el ciclo de nutrientes, en procesos metabólicos como la fijación de oxígeno, también se caracterizan por presentar un buen balance energético, lo que les permite realizar sus funciones con poco suministro de energía, lo cual les confiere cierta ventaja, en especial en aquellos cuerpos de agua con alto grado de turbidez, ya sea por crecimiento de otros organismos planctónicos, o por el aporte continuo de sedimentos (Fay 1992 en Comba-Gonzáles, 2009). Son muy importantes, dado que estas algas están relacionadas con la producción de toxinas (microcistina); los cuales son liberados al agua circundante en cantidades considerables cuando las células presentan rotura o lisis celular (Guzzini, 2015). Los factores ambientales como la luz y la temperatura afectan el contenido de toxinas; diversos estudios indican que las cianobacterias producen la mayor cantidad de toxinas en condiciones más favorables para su crecimiento (Chorus & Bartram 1999).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 363 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

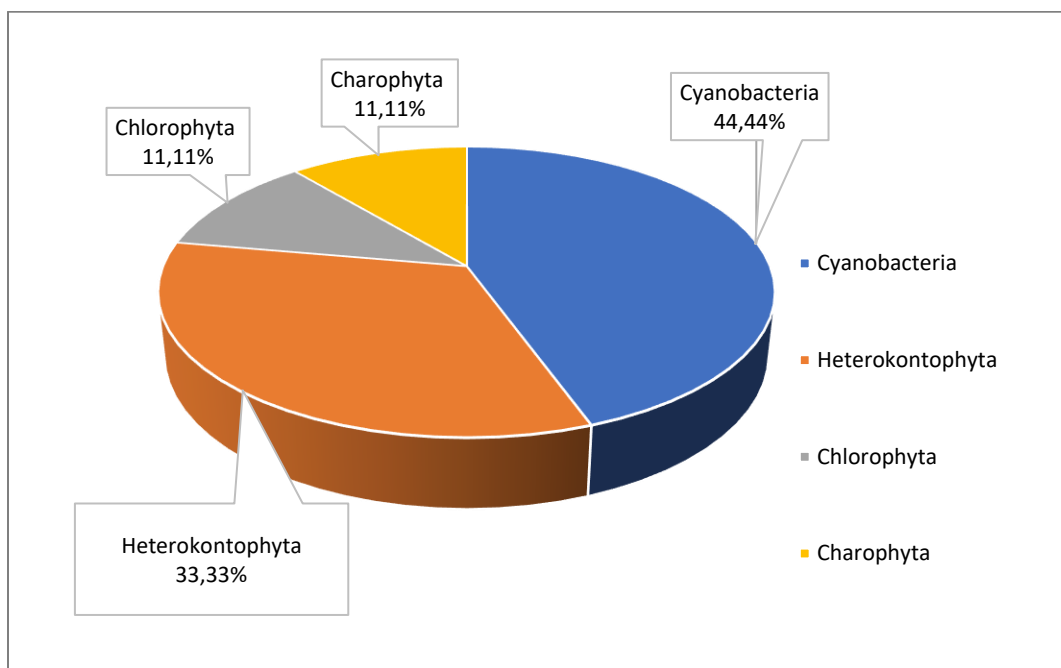


Figura 108. Riqueza del ensamblaje perifítico a nivel de División en C. San Juan de Tocagua
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Navicula* sp y *Planktotrhrrix* sp con las mayores densidades con valores de 73,333 Ind/cm² y 52,000 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Nitzschia* sp. (18,667 Ind/cm²) sp y *Chroococcus* sp (8,000 Ind/cm²). Por otra parte, *Closterium* sp registró el valor más bajo de densidad con 1,333 Ind/cm² (**Figura 108**). Los organismos asociados al género *Navicula*, están asociados a sistemas con turbulencia, carga sedimentaria y conductividad altos; mientras que los organismos asociados al género *Planktotrhrrix*, son conocidos por ser productor de numerosas toxinas con órganos diana muy diversos (hígado, sistema nervioso, etc.) (Gómez & de Corral, 2011). Prefiere intensidades de luz bajas para su crecimiento (Chorus & Bartram 1999). Con altas concentraciones de materia orgánica y altas concentraciones de sedimentos y alta conductividad (Pinilla, 2000).

Por lo que se puede concluir que las cianobacterias y las Heterokontophytas se encuentran compitiendo y liderando el ensamblaje Perifítico en la ciénaga de Tocagua. Por lo que se infiere que es una comunidad más sana en comparación a casos donde se registran diferencias en composición (densidad y riqueza) muy altas entre un phylum y otro.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 364 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 226. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico de la C. San Juan de Tocagua. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P2_699672			P1_699971		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Closterium sp.</i>	1	1,333	2,13			
<i>Scenedesmus sp.</i>				1	1,667	1,61
<i>Chroococcus sp.</i>	1	1,333	2,13	4	6,667	6,45
<i>Anabaena sp.</i>	1	1,333	2,13	1	1,667	1,61
<i>Planktotrix sp.</i>	29	38,667	61,70	8	13,333	12,90
<i>Merismopedia sp.</i>	1	1,333	2,13	1	1,667	1,61
<i>Nitzschia sp.</i>	14	18,667	29,79			
<i>Navicula sp.</i>				44	73,333	70,97
<i>Surirella sp.</i>				3	5,000	4,84
Riqueza (S)		6			7	
Abundancia (No.Ind)		47			62	
Densidad (Ind/cm²)		62,667			103,333	

Fuente: Labormar,2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 365 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

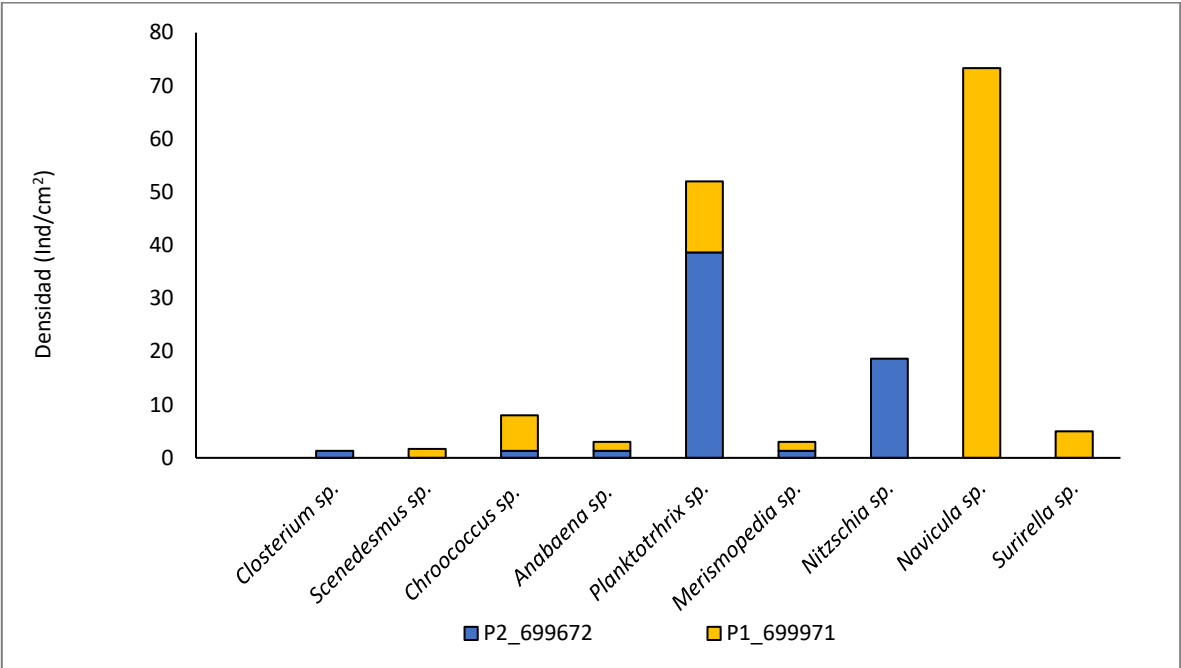


Figura 109. Densidad total de las morfoespecies de perifiton en la C. San Juan de Tocagua.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.2.2.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 227**, se muestran los índices ecológicos calculados del ensamblaje perifítico en C. de Tocagua, en el cual, se puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el punto P1_699971 registró el valor más alto de Shannon_H con 1,031 bits/individuo, mientras que ese mismo punto registró el valor más alto para Margalef con 1,454. Los valores más bajo se registraron en el P2_699672 con 0,986 y 1,299 bits/individuo para Shannon_H y Margalef respectivamente.

Por su parte, el índice de dominancia de Simpson muestra el valor más alto en el punto P1_699971 con 0,528; sin embargo, se infiere que este punto no posee una dominancia alta, al igual que el punto P2_699672, cuyo valor fue de 0,471. Lo anterior, se corrobora con el índice de Pielou, el cual registró el valor más alto en el P2_699672 (con 0,551), y el más bajo en el punto P1_699971 (0,530). Por lo que se infiere, que no hay una contundente equidad en ninguno de los puntos de muestreo de la ciénaga de Tocagua.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 366 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 227. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en C. del Totumo.

	P2_699672	P1_699971
Taxa_S	6	7
Individuals	47	62
Dominance_D	0,471	0,528
Shannon_H	0,986	1,031
Margalef	1,299	1,454
Equitability_J	0,551	0,530

Fuente: Labormar, 2024.

5.2.2.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Manatí se registró una densidad total de 240,000 Ind/m² y abundancia de 24 individuos, distribuidos en siete (7) morfoespecies, cinco (5) familias y una no determinada, cuatro (4) órdenes, tres (3) clases y dos (2) Phylum (**Tabla 228**).

El phylum Arthropoda registró el 85,71 % de las morfoespecies reportadas, seguido de Mollusca con el 14,29 % restante (**Figura 110**).

Tabla 228. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Copepoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
	Insecta	Coleoptera	Noteridae	Noteridae Mf (Adulto)
			Hydrophilidae	Hydrophilidae Mf (Larva)
				Hydrophilidae Mf 1 (Larva)
		Diptera	Chironomidae	Chironomidae Mf (Larva)
			Ceratopogonidae	Ceratopogonidae Mf (Larva)
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Drepanotrema</i> sp.

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 367 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

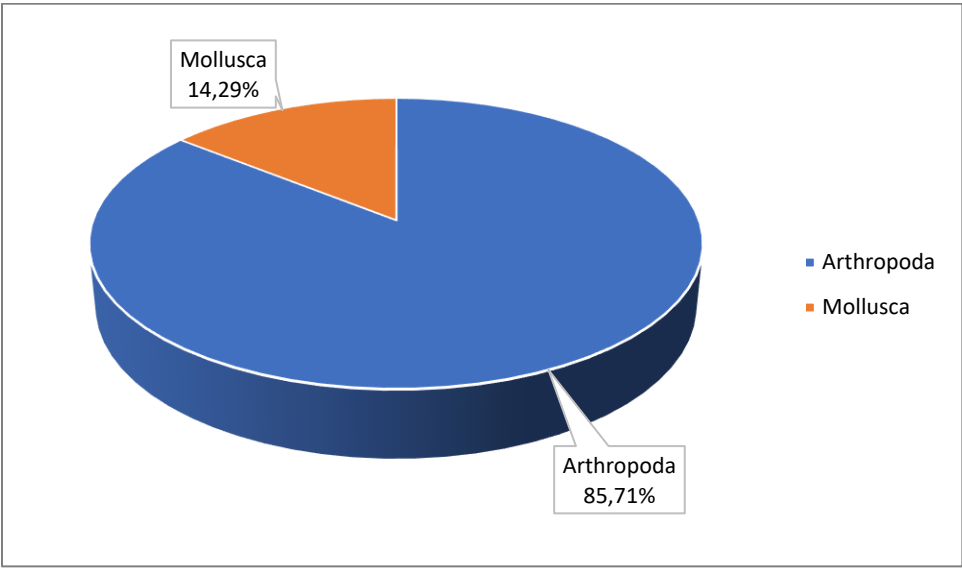


Figura 110. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la C. Manatí.

Tabla 229. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.

MORFOESPECIE	P1_699636			P2_699637		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Cyclopoida Mf	2	20,000	12,50			
Noteridae Mf (Adulto)	1	10,000	6,25			
Hydrophilidae Mf (Larva)	1	10,000	6,25	2	20,000	25,00
Hydrophilidae Mf 1 (Larva)	1	10,000	6,25			
Chironomidae Mf (Larva)	3	30,000	18,75			
Ceratopogonidae Mf (Larva)	6	60,000	37,50	4	40,000	50,00
<i>Drepanotrema</i> sp.	2	20,000	12,50	2	20,000	25,00
Riqueza (S)		7			3	
Abundancia (No.Ind)		16			8	
Densidad (Ind/m²)		160,000			80,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

Con respecto a las morfoespecies más representadas en el cuerpo de agua, se evidenció que Ceratopogonidae Mf (Larva) fue el taxon más representado en los puntos P1_699636 y P2_699637, con densidades de 60,000 Ind/m² y 40,000 Ind/m² (Figura 111).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 368 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

La familia Ceratopogonidae ha mostrado una alta densidad dentro de los ensamblajes de macroinvertebrados bentónicos en el estudio. Esta familia incluye una de las más comunes y diversas de dípteros, caracterizada por su gran diversidad y abundancia en muchos ecosistemas acuáticos (Dourado *et al.*, 2017; Spinelli *et al.*, 2009). Las larvas de Ceratopogonidae son extremadamente adaptables y pueden desarrollarse en una amplia gama de ambientes, desde los semiacuáticos hasta los totalmente acuáticos, incluyendo ríos, lagos y áreas en las que se encuentran entre detritos y plantas acuáticas (Roldán & Ramírez, 2008, Courtney *et al.*, 2017).

Además, los miembros de esta familia son consumidores detritívoros, lo que significa que se alimentan de materia orgánica en descomposición, contribuyendo al ciclo de nutrientes en los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, también se ha observado que Ceratopogonidae tiene una alta sensibilidad a la contaminación, aunque es capaz de prosperar en ambientes con un alto contenido de materia orgánica, lo que indica una cierta tolerancia a ambientes deteriorados (Micieli *et al.*, 2023).

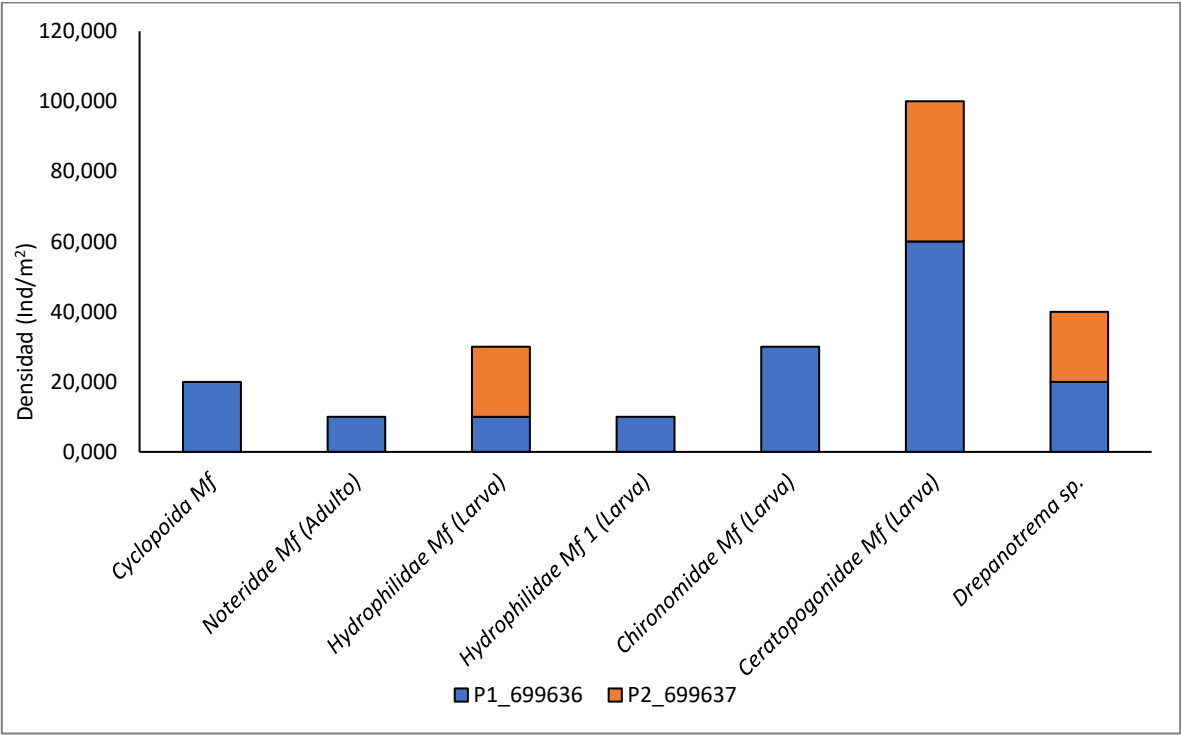


Figura 111. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la C. Manatí.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 369 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.2.4.1. Índices ecológicos

Los índices de Shannon-H y Margalef reflejaron una diversidad baja en el área de estudio, con valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que indica una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica. Sin embargo, en el punto P1_699636, el índice de Margalef mostró una diversidad moderada, sugiriendo que este sitio tiene condiciones relativamente más favorables para la proliferación de especies.

En cuanto a la equidad, el índice de Pielou mostró una alta equidad en los dos puntos de monitoreo ($J' = 0,885$ en P1 y $J' = 0,946$ en P2), lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies en estos puntos. Esto sugiere que, a pesar de la baja diversidad, las especies presentes están distribuidas de manera equilibrada en términos de abundancia.

El índice de Simpson indicó una dominancia baja, lo que es congruente con los resultados del índice de Pielou, indicando que, aunque hay diferencias en la abundancia entre las especies, ninguna especie predomina de manera excesiva en la comunidad (**Tabla 230**).

Tabla 230. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la C. Manatí.

	P1_699636	P2_699637
Taxa_S	7	3
Individuals	16	8
Dominance_D	0,219	0,375
Shannon_H	1,721	1,040
Margalef	2,164	0,962
Equitability_J	0,885	0,946

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 370 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.2.4.2. Índice BMWP (Col)

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga Manatí arrojó aguas muy contaminadas en el P1_699636 y fuertemente contaminadas en P2_699637, con la presencia de familias indicadoras de aguas contaminadas (**Tabla 231**).

Tabla 231. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la C. Manatí.

Puntos de Muestreo	P1_699636	Puntaje	P2_699637	Puntaje
Familias	Ceratopogonidae	3	Ceratopogonidae	3
	Chironomidae	2	Hydrophilidae	3
	Hydrophilidae	3	Planorbidae	5
	Noteridae	4		
	Planorbidae	5		
BMWP	17		11	
Calidad	Critica		Muy Critica	
Clase	IV		V	
Significado	Aguas Muy Contaminadas		Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.2.2.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga de Tocagua, estuvo conformada por dos morfoespecies, pertenecientes a la familia Cichlidae, del orden Cichliformes, de la clase Actinopterygii y del phylum Chordata (**Tabla 232**).

Se identificaron las morfoespecies *Andinoacara latifrons* y *Oreochromis niloticus*. Estas se capturaron en los puntos P1_699671 y P2_699672.

En la **Tabla 234**, se describen los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados. El individuo de mayor talla fue de la morfoespecie *Oreochromis niloticus* con 20,0 cm de LT, 17,0 cm de LE y un peso de 300 g. Mientras que el individuo de menor talla fue uno de la morfoespecie *Andinoacara latifrons* con una LT de 10,0 cm, LE de 7,00 cm y un peso de 75 g.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 371 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 232. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Cichliformes	Cichlidae	Oreochromis	<i>Oreochromis niloticus</i>
				Andinoacara	<i>Andinoacara latifrons</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 233. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P1_699671	P2_699672
<i>Oreochromis niloticus</i>	3	5
<i>Andinoacara latifrons</i>	2	4
Riqueza (S)	2	2
Abundancia (No. Ind)	5	9

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 234. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre común	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P1_699671	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	14,4	12	N.A.	150
	<i>Mojarra Piedra- cabeza azul</i>	<i>Andinoacara latifrons</i>	14,5	11,5	N.A.	60
	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	15	12	N.A.	170
	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	12	10	N.A.	90
	<i>Mojarra Piedra- cabeza azul</i>	<i>Andinoacara latifrons</i>	13,5	10	N.A.	80
P2_699672	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	18,5	15,0	N.A.	250
	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	17,0	15,5	N.A.	240
	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	11,4	9,0	N.A.	210
	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	19,0	15,0	N.A.	260
	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	20,0	17,0	N.A.	300
	<i>Mojarra Piedra- cabeza azul</i>	<i>Andinoacara latifrons</i>	10,0	7,5	N.A.	70
	<i>Mojarra Piedra- cabeza azul</i>	<i>Andinoacara latifrons</i>	12,0	8,0	N.A.	80
	<i>Mojarra Piedra- cabeza azul</i>	<i>Andinoacara latifrons</i>	10	7	N.A.	75
	<i>Mojarra Piedra- cabeza azul</i>	<i>Andinoacara latifrons</i>	14	10	N.A.	90

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 372 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.1.1 Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 236** se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

Tabla 235. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORIAS DE AMENAZA			USOS			Distribución
		RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN	CON	
<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra Piedra- cabeza azul	NI	NE	LC	NE	X	X	R
<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra Lora	N. E.	N. E.	LC	N. E.		X	C

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024 (EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endemica (CE) y Endemica (E).

5.2.1.2 Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

5.2.2.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue moderada, registrándose cinco morfoespecies (*Pontederia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Ipomoea aquatica*, *Poaceae Mf* y *Typha sp.*) pertenecientes a las familias Pontederiaceae, Araceae, Convolvulaceae, Poaceae y Typhaceae. De los órdenes Commelinales, Alismatales, Solanales y Poales. De la clase Magnoliopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta (**Tabla 236**).

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Pontederia crassipes* con 40,31%, seguida de *Ipomoea aquatica* con 36,88%, *Typha sp.* con 13,13%. *Poaceae Mf* con un 8,13% y *Pistia stratiotes* con 1,56% (**Tabla 237**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 373 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 236. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Tocagua.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>
		Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>
		Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i>
		Poales	Poaceae	<i>Poaceae Mf</i>
			Typhaceae	<i>Typha sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

Tabla 237. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Tocagua.

MORFOESPECIE	P1_699671	P2_699672
	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Pontederia crassipes</i>	64,5	
<i>Pistia stratiotes</i>	2,5	
<i>Ipomoea aquatica</i>	9,0	50,0
<i>Poaceae Mf</i>	3,0	10,0
<i>Typha sp.</i>	21,0	
Riqueza (S)	5	2
Cobertura (%)	100,0	60,0

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 374 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

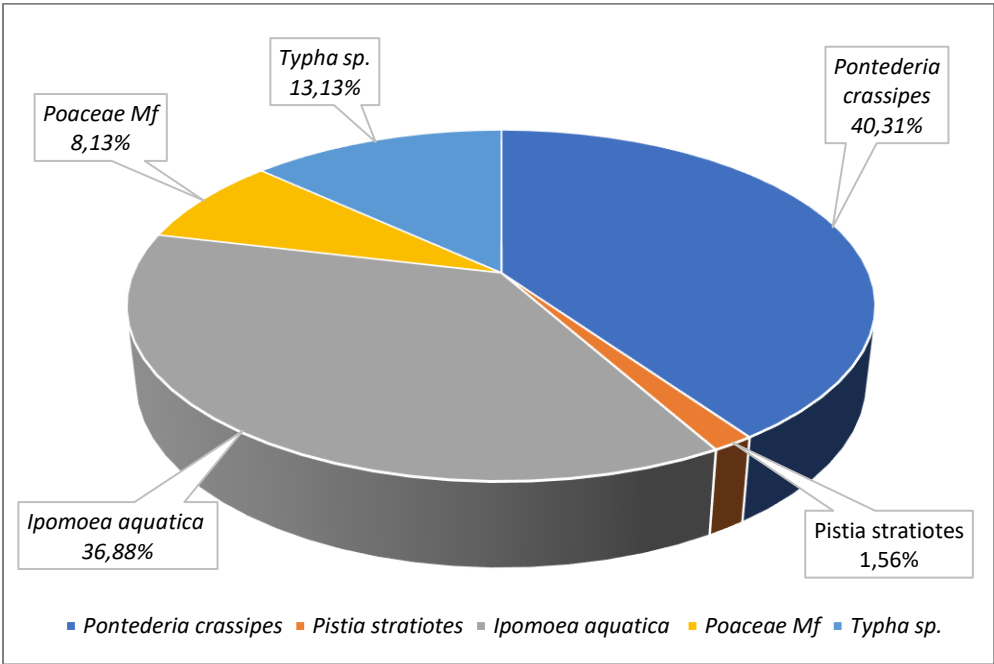


Figura 112. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. Tocagua.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 375 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.3. Embalse del Guájaro

5.2.3.1. Fitoplancton

El ensamblaje fitoplanctónico está compuesto por organismos fotosintéticos que desempeñan un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas acuáticos (continentales y marinos), debido a su relación con el flujo de energía, ciclo de nutrientes y productividad primaria (Ramírez, 2000). Para el (insertar nombre del punto), se tuvo una densidad total de 15,6019 Ind/ml y una abundancia de 662 individuos, distribuidos en 37 morfoespecies, 23 familias, 17 órdenes, 10 clases y 7 Phylum (**Tabla 238**). La división más representativa fue Euglenozoa aportando el 24,32% de las morfoespecies descritas, seguido de Cyanobacteria, Heterokontophyta y Chlorophyta los cuales aportaron el 21,62% respectivamente. (Figura 113).

Tabla 238. Taxonomía de la comunidad fitoplanctónica hallada en el Embalse del Guajaro.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiáles	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
			Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp.</i>
				<i>Volvox sp.</i>
		Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Tetraedron sp.</i>
			Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp.</i>
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Schizochlamydeaceae	<i>planktosphaeria sp.</i>
				<i>Actinastrum sp.</i>
			Chlorellaceae	<i>Micractinium sp.</i>
			Oocystaceae	<i>Oocystis sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Coelosphaerium sp.</i>
				<i>Microcystis sp.</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis sp.</i>
				<i>Dolichospermum sp.</i>
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
				<i>Oscillatoria sp. 1</i>
Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Aphanocapsa sp.</i>
				<i>Peridinium sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>
				<i>Euglena sp. 1</i>
				<i>Euglena sp. 2</i>

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 376 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
			Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp.</i>
				<i>Euglena sp. 3</i>
				<i>Trachelomonas sp.</i>
				<i>Trachelomonas sp. 1</i>
				<i>Lepocinclis sp.</i>
			Phacaceae	<i>Phacus sp.</i>
				<i>Phacus sp. 1</i>
				<i>Cylindrotheca sp.</i>
				<i>Nitzschia sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Fragilaria sp.</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>
	Mediophyceae	Stephanodisciales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>
Ochrophyta	Chrysophyceae	Ochromonadales	Synuraceae	<i>Mallomonas sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Las divisiones con mayor porcentaje fueron Euglenozoa, Cyanobacteria, Heterokontophyta y Chlorophyta, todas con valores equivalentes. Euglenozoa se caracteriza por su presencia en cuerpos de agua con alta carga de materia orgánica, siendo indicadores clave de contaminación natural Cyanobacteria, por su parte, proliferan en sistemas acuáticos eutrofizados y con alta perturbación, formando floraciones nocivas que afectan la calidad del agua .Heterokontophyta, anteriormente denominada Bacillariophyta, se distribuye ampliamente en distintos hábitats y es un grupo bioindicador relevante debido a su rápida respuesta a cambios ambientales .

La Chlorophyta se desarrolla en cuerpos de agua con alta disponibilidad de luz y nutrientes, contribuyendo a la productividad primaria. En menor proporción, Charophyta desempeña un papel fundamental en la estabilización de sedimentos y en la dinámica ecológica de los ecosistemas acuáticos. Ochrophyta, con una presencia más limitada, puede influir en la composición fitoplanctónica, mientras que Dinoflagellata incluye especies con potencial tóxico que afectan la calidad del agua y la biodiversidad en ambientes marinos y dulceacuícolas.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 377 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

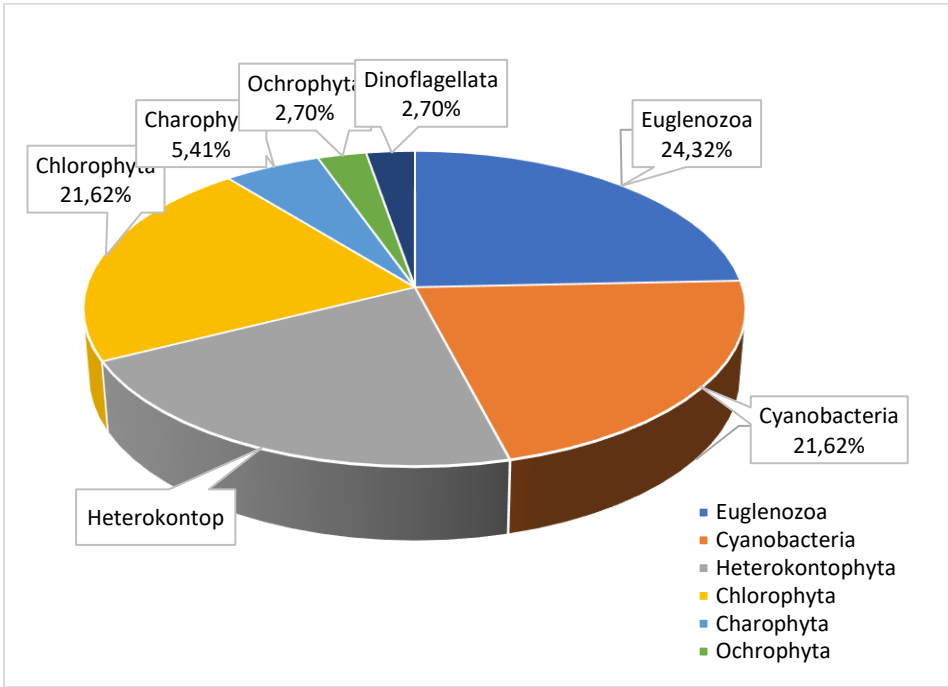


Figura 113. Riqueza del ensamblaje fitoplanctónico a nivel de División en el punto monitoreado.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el análisis de riqueza del ensamblaje en el área de estudio, se observó que los puntos P1_699627, P2_699628 y P5_699631 arrojaron los valores más altos, con 23,20 y 20 morfoespecies, respectivamente. Por su parte, los valores más bajos se registraron en P7_699633, P8_699634 y P9_699635, con 7,8 y 8 taxones, respectivamente.

En cuanto a la densidad de individuos, los valores más altos se registraron en los puntos P1_699627 y P7_699633, con 3,510 ind/ml y 3,063 ind/ml, respectivamente. Estos puntos mostraron una mayor concentración de individuos. En contraste, los valores más bajos se registraron en P3_699629 y P4_699630, con densidades de 0,92 ind/ml y 0,420 ind/ml, respectivamente (**Tabla 239**)

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 378 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 239. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado el Embalse del Guájaro, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699627			P2_699628			P3_699629			P4_699630		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Closterium sp.</i>	1	0,021	0,68	1	0,017	1,03						
<i>Staurastrum sp.</i>	1	0,021	0,68	1	0,017	1,03						
<i>Eudorina sp.</i>	14	0,292	9,52	8	0,136	8,25	8	0,184	20,00	2	0,030	7,14
<i>Volvox sp.</i>	9	0,188	6,12									
<i>Coelastrum sp.</i>	4	0,083	2,72	4	0,068	4,12						
<i>Planktosphaeria sp.</i>							3	0,069	7,50	3	0,045	10,71
<i>Actinastrum sp.</i>				1	0,017	1,03						
<i>Oocystis sp.</i>				3	0,051	3,09	3	0,069	7,50	1	0,015	3,57
<i>Microcystis sp.</i>	1	0,021	0,68									
<i>Dolichospermum sp.</i>							1	0,023	2,50			
<i>Planktothrix sp.</i>	4	0,083	2,72									
<i>Oscillatoria sp.</i>	2	0,042	1,36	1	0,017	1,03	14	0,322	35,00	4	0,060	14,29
<i>Aphanocapsa sp.</i>				12	0,205	12,37						
<i>Euglena sp.</i>	7	0,146	4,76	1	0,017	1,03	3	0,069	7,50	11	0,165	39,29
<i>Euglena sp. 1</i>	1	0,021	0,68									
<i>Euglena sp. 2</i>	3	0,063	2,04							3	0,045	10,71
<i>Euglena sp. 3</i>	1	0,021	0,68	2	0,034	2,06						

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 379 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P1_699627			P2_699628			P3_699629			P4_699630		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Trachelomonas sp.</i>	9	0,188	6,12	1	0,017	1,03						
<i>Trachelomonas sp.</i> 1	4	0,083	2,72	1	0,017	1,03						
<i>Lepocinclis sp.</i>	1	0,021	0,68	1	0,017	1,03	1	0,023	2,50			
<i>Phacus sp.</i>	1	0,021	0,68	1	0,017	1,03						
<i>Phacus sp. 1</i>				1	0,017	1,03						
<i>Nitzschia sp.</i>	6	0,125	4,08	1	0,017	1,03	1	0,023	2,50			
<i>Fragilaria sp.</i>	7	0,146	4,76									
<i>Synedra sp.</i>	3	0,063	2,04	3	0,051	3,09				1	0,015	3,57
<i>Navicula sp.</i>	1	0,021	0,68									
<i>Aulacoseira sp.</i>	62	1,292	42,18	49	0,835	50,52				1	0,015	3,57
<i>Cyclotella sp.</i>	1	0,021	0,68	1	0,017	1,03	4	0,092	10,00	2	0,030	7,14
<i>Mallomonas sp.</i>	4	0,083	2,72	4	0,068	4,12	2	0,046	5,00			
Riqueza (S)		23			20			10			9	
Abundancia (No.Ind)		147			97			40			28	
Densidad (Ind/ml)		3,063			1,652			0,920			0,420	

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 381 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	No. Ind	P5_699631			P6_699632			P7_699633			P8_699634			P9_699635		
		Ind/ml	AR		No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Cylindrotheca sp.</i>											1	0,057	4,55	1	0,042	3,70
<i>Nitzschia sp.</i>	11	0,125	6,63					4	0,180	5,13	5	0,283	22,73			
<i>Eunotia sp.</i>	11	0,125	6,63													
<i>Aulacoseira sp.</i>	6	0,068	3,61		2	0,062	3,45	7	0,315	8,97				1	0,042	3,70
<i>Cyclotella sp.</i>	61	0,691	36,75		28	0,862	48,28	52	2,340	66,67	1	0,057	4,55	4	0,168	14,81
<i>Mallomonas sp.</i>	2	0,023	1,20													
Riqueza (S)		20				12			8			7			7	
Abundancia (No.Ind)		165				58			78			22			27	
Densidad (Ind/ml)		1,870				1,786			3,510			1,247			1,134	

Fuente: LABORMAR,2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 382 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Con respecto a las morfoespecies mejor representadas, se evidenció que *Cyclotella* sp registró la mayor densidad con 4,279 Ind/ml, seguido de *Aulacoseira* sp. y *Oscillatoria* sp. las cuales presentaron una densidad de 2,628 Ind/ml y 2,333 Ind/ml respectivamente; en menor proporción *Nitzschia* sp. (0,753 Ind/ml), *Eudorina* sp. (0,664 Ind/ml), *Microcystis* sp (0,635 Ind/ml) y *Euglena* sp. (0,521 Ind/ml). (**Figura 124**).

Los géneros de diatomeas *Cyclotella* sp. abundante en la zona central del embalse (P6_699632, P7_699633 y P5_699631), *Aulacoseira* sp. con mayor número en el extremo sur (P1_699627 y P2_699628) son de amplia distribución y comprenden especies que proliferan en sistemas con diversos niveles tróficos, así como en condiciones de mezcla intensa, turbulencia, presencia de materia orgánica y aguas ácidas (Moreno, 2015; Pinilla, 2000). Las cianobacterias *Microcystis* sp. y *Oscillatoria* sp. en el extremo norte (P8_699634, P9_699635) y P3_699629 se asocian típicamente a aguas mesotróficas a eutróficas y a etapas avanzadas de sucesión ecológica. *Eudorina* sp.(P3_699629), de amplia distribución en el plancton, tiene la capacidad de formar densas floraciones que pueden afectar el sabor y el aroma de las aguas destinadas al consumo humano (Bellinger & Sigee, 2010), mientras que *Euglena* sp. (P4_699630) muestra adaptación a ambientes con presencia de materia orgánica.

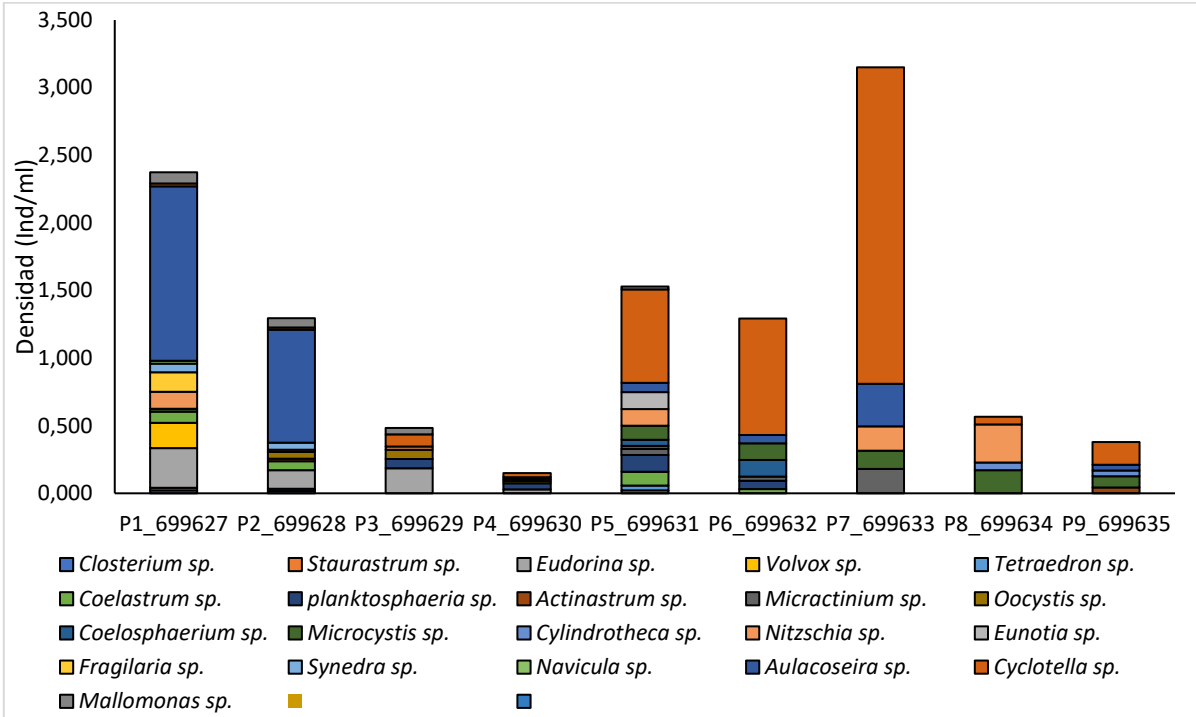


Figura 114. Densidad total de las morfoespecies de fitoplancton en el Embalse del Guájaro, Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

5.2.3.1.1. Índices ecológicos

Los resultados de los índices de diversidad obtenidos durante el monitoreo (**Tabla 240**). revelaron patrones espaciales en la estructura de la comunidad fitoplanctónica. El índice de Margalef, indicador de la riqueza de especies, fluctuó entre 1,607 y 4,408. La mayoría de los puntos de muestreo (66,66%) exhibieron una riqueza moderada, mientras que los puntos P7_699633, P8_699634 y P9_699635 presentaron una riqueza relativamente baja (33,33%). Es importante considerar que este índice es sensible al tamaño de la muestra, por lo que estas diferencias podrían reflejar tanto la abundancia como la verdadera diversidad de especies.

El índice de simpson mostró una baja dominancia, respaldando el hecho que las morfoespecies registradas en los sitios estudiados se encuentran equilibradas y no dominadas por una sola especie.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 384 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

Tabla 240. Índices de diversidad de fitoplancton en el el Embalse del Guájaro,

	P1_6996 27	P2_6996 28	P3_6996 29	P4_6996 30	P5_6996 31	P6_6996 32	P7_6996 33	P8_6996 34	P9_6996 35
Taxa_S	23	20	10	9	20	12	8	7	7
Individuals	147	97	40	28	165	58	78	22	27
Dominance_D	0,1996	0,2768	0,1731	0,1825	0,1607	0,271	0,4585	0,2165	0,3647
Shannon_H	2,341	2,031	2,041	2,001	2,447	1,829	1,271	1,75	1,456
Margalef	4,408	4,153	2,44	2,401	3,721	2,709	1,607	1,941	1,82
Equitability_J	0,7226	0,6453	0,8377	0,8455	0,7977	0,6979	0,5894	0,8292	0,6911

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

La equitabilidad de Pielou (J), que evalúa la uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies, mostró una variación entre moderada y alta. Los puntos P7_699633 (J=0,5894), P2_699628 (J=0,6453), P9_699635 (J=0,6911), P6_699632 (J=0,6979) y P1_699627 (J=0,7226) indicaron una distribución de abundancias relativamente menos uniforme. En contraste, los puntos P5_699631 (J=0,798), P8_699634 (J=0,8292), P3_699629 (J=0,8377) y P4_699630 (J=0,8455) evidenciaron una distribución más homogénea de las morfoespecies presentes. Una alta equitatividad sugiere que no hay especies que dominen abrumadoramente la comunidad en estos puntos.

El índice de dominancia de Simpson (D) complementó esta observación. En el 33,33% de los puntos (P3_699629, P4_699630 y P5_699631), se registró una baja dominancia ($D < 0,2$), lo que concuerda con la alta equitabilidad observada. En los puntos P1_699627, P2_699628 y del P6_699632 al P9_699635, la dominancia fue moderada, con valores más altos en P7_699633 ($D = 0,459$) y P9_699635 ($D = 0,365$). Estos picos de dominancia se correlacionan con las altas abundancias relativas de *Cyclotella* sp. (66,67%) en P7_699633 y *Oscillatoria* sp. (59,26%) en P9_699635 (**Tabla 239**), lo que indica una menor diversidad efectiva en estos sitios debido a la preponderancia de estas especies como respuestas adaptativas frente a gradientes de disponibilidad de nutrientes y condiciones de turbulencia o estabilidad de la masa de agua (Reynolds et al., 2002).

Finalmente, el índice de diversidad de Shannon (H), que integra tanto la riqueza como la equidad, presentó su valor mínimo en el punto P7_699633 (1,271 bits/Ind) y máximo en el punto P5_699631 (2,447 bits/Ind). De manera general, se identificó una baja diversidad en los puntos P6_699632 al P9_699635 ($H < 2$ bits/Ind), sugiriendo una limitada variedad de especies en estos sitios. En contraste, los puntos P1_699627, P2_699628, P3_699629, P4_699630 y P5_699631 mostraron una diversidad moderada ($H > 2$ bits/Ind), indicando

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 385 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

una estructura comunitaria más compleja en términos de riqueza y distribución de abundancias. La baja diversidad en algunos puntos, a pesar de una equitatividad moderada en algunos casos, sugiere una menor riqueza de especies como factor limitante principal

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 386 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.3.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 1796 individuos con una densidad total de 22,316 Ind/ml, agrupados en 19 morfoespecies, agrupadas en 16 familias, de las cuales cuatro (4) fueron no determinadas (ND); ocho (8) órdenes, incluidos dos (2) no determinados; cinco (5) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 241**). El Phylum Arthropoda aportó la mayor riqueza, con nueve (9) de morfoespecies, lo que equivale a un 54 % de la riqueza total, seguido de Rotifera y Protozoa con 41% y 5 %, respectivamente (**Figura 115**).

Tabla 241. Taxonomía del zooplancton registrado en el Embalse del Guájaro.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	Chydoridae Mf
			Daphniidae	<i>Daphnia</i> sp.
				Daphniidae Mf
			Moinidae	Moinidae Mf
	Maxillopoda	Calanoida	Sididae	Diaphanosoma sp.
			ND	Calanoida Mf
			Cyclopoida	Cyclopoida Mf
			ND	Larva nauplio
	Ostracoda	ND	ND	Ostracoda Mf
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.
			Centropyxidae	<i>Centropyxis</i> sp.
			Diffugiidae	<i>Diffugia</i> sp.
			Flosculariaceae	<i>Filinia</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Filiniidae	<i>Brachionus</i> sp.
			Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp. 1
				<i>Keratella</i> sp.
			Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> sp.
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

A nivel de phylum, se observó que el grupo Arthropoda fue el más representativo en cuanto a la contribución de la riqueza contribuyendo con el 54 % de la riqueza. Los organismos de este grupo son excelentes indicadores de la calidad ambiental ya que por la abundancia y riqueza de sus especies se puede determinar el grado de intervención o impacto ambiental que esté sufriendo un ecosistema (Ten Hagen *et al.*, 2022).

Por su parte, el Phylum Rotifera se caracteriza por tener una corona ciliada, que le da un movimiento giratorio característico (Guerrero, *et al.*, 2013) son buenos como indicadores de la calidad del agua, considerando características específicas de cada especie, pueden ser

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 387 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

indicadores de materia orgánica o saporidad, así como de condiciones oligotróficas, mesotrófica y eutróficas, variaciones de temperatura, entre otros (Sládecek, 1983).

Para el grupo Protozoa se obtuvo la clase Lobosa la cual está compuesta por organismos conocidos como Tecamebas, las cuales son protozoos de comunidades acuáticas de agua dulce o salobre. A nivel de bioindicación, algunas especies prefieren lagos oligotróficos con leve acidez porque son muy sensibles principalmente a cambios de pH o presencia de metales pesados; sin embargo, las especies tolerantes se emplean para determinar el grado de eutrofia de lagos (Zapata-Madrid, 2006) y su presencia se asocia a cuerpos de agua ricos en materia orgánica, corriente reducida y eutrofia (Pinilla, 2000).

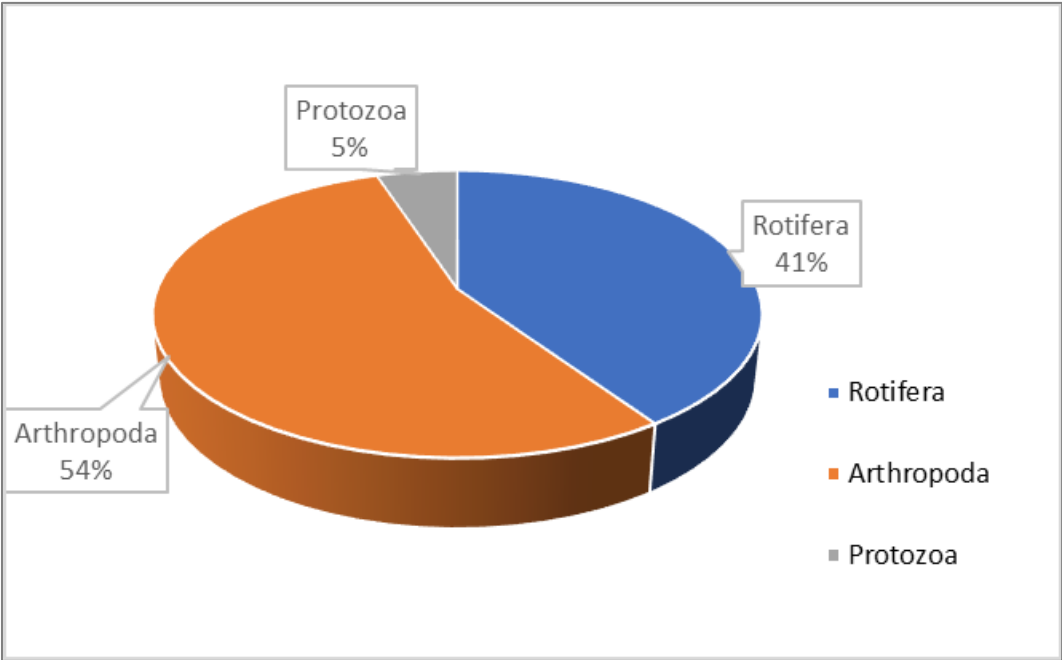


Figura 115. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en el Embalse del Guájaro.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Tabla 242** se observan las abundancias, densidades y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica en el Embalse del Guájaro.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 388 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 242. Densidad y abundancia del ensamblaje Zooplanctónico registrado en el Embalse del Guájaro. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699627			P2_699628			P3_699629			P4_699630			P5_699631		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
Chydoridae Mf															
<i>Daphnia sp.</i>															
Daphniidae Mf				2	0,012	1,389									
Moinidae Mf	4	0,120	2,548	14	0,084	9,722	8,00	0,240	5,096	21	0,102	17,949	149,00	0,143	35,990
<i>Diaphanosoma sp.</i>															
Calanoida Mf															
Cyclopoida Mf	8	0,240	5,096	15	0,090	10,417	9,00	0,270	5,732	19	0,092	16,239	83,00	0,080	20,048
Larva nauplio	34	1,020	21,656	14	0,084	9,722	66,00	1,980	42,038	48	0,232	41,026	116,00	0,111	28,019
Ostracoda Mf				1	0,006	0,694							4,00	0,004	0,966
<i>Arcella sp.</i>				1	0,006	0,694							2,00	0,002	0,483
<i>Centropyxis sp.</i>													6,00	0,006	1,449
<i>Diffugia sp.</i>				7	0,042	4,861									
<i>Filinia sp.</i>	6	0,180	3,822	1	0,006	0,694	2,00	0,060	1,274				3,00	0,003	0,725
<i>Brachionus sp.</i>	46	1,380	29,299	3	0,018	2,083	57,00	1,710	36,306	18	0,087	15,385	15,00	0,014	3,623
<i>Brachionus sp. 1</i>	18	0,540	11,465	5	0,030	3,472	3,00	0,090	1,911	7	0,034	5,983	14,00	0,013	3,382
<i>Keratella sp.</i>	1	0,030	0,637	53	0,318	36,806	11,00	0,330	7,006	3	0,015	2,564			
<i>Lecane sp.</i>	1	0,030	0,637	2	0,012	1,389				1	0,005	0,855	22,00	0,021	5,314
<i>Polyarthra sp.</i>	39	1,170	24,841	24	0,144	16,667	1,00	0,030	0,637						
<i>Trichocerca sp.</i>				2	0,012	1,389									
Riqueza (S)	9			14			8			7			10		
Abundancia (No.Ind)	157			144			157			117			414		
Densidad (Ind/ml)	4,710			0,864			4,710			0,566			0,397		

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 389 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P6_699632			P7_699633			P8_699634			P9_699635		
	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR	No. IND	Ind/ml	AR
Chydoridae Mf				11,00	0,165	2,148						
<i>Daphnia sp.</i>										5,00	0,080	6,579
Daphniidae Mf				85,00	1,275	16,602						
Moinidae Mf	60,00	0,525	45,802	23,00	0,345	4,492	28,00	0,327	31,818	25,00	0,400	32,895
<i>Diaphanosoma sp.</i>				118,00	1,770	23,047	37,00	0,432	42,045	17,00	0,272	22,368
Calanoida Mf				51,00	0,765	9,961	3,00	0,035	3,409	6,00	0,096	7,895
Cyclopoida Mf	22,00	0,193	16,794	137,00	2,055	26,758	7,00	0,082	7,955	2,00	0,032	2,632
Larva nauplio	37,00	0,324	28,244	39,00	0,585	7,617	9,00	0,105	10,227	16,00	0,256	21,053
Ostracoda Mf	2,00	0,018	1,527	37,00	0,555	7,227	2,00	0,023	2,273	4,00	0,064	5,263
<i>Arcella sp.</i>												
<i>Centropyxis sp.</i>												
<i>Diffugia sp.</i>												
<i>Filinia sp.</i>				4,00	0,060	0,781						
<i>Brachionus sp.</i>	6,00	0,053	4,580	7,00	0,105	1,367	2,00	0,023	2,273	1,00	0,016	1,316
<i>Brachionus sp. 1</i>	4,00	0,035	3,053									
<i>Keratella sp.</i>												
<i>Lecane sp.</i>												
<i>Polyarthra sp.</i>												
<i>Trichocerca sp.</i>												
Riqueza (S)	6			10			7			8		
Abundancia (No.Ind)	131			512			88			76		
Densidad (Ind/ml)	1,146			7,680			1,027			1,216		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 390 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

A nivel de morfoespecies se observó que las larvas nauplio fueron las más representativas, con densidad de 4,697 Ind/ml, seguida de *Brachionus* sp. y de las morfoespecies de Cyclopoida con densidades de 3,406 y 3,133 Ind/ml, respectivamente, mientras que las morfoespecies restantes presentaron densidades por debajo de 2,500 Ind/ml.

Las larvas nauplio son la primera larval de todos los crustáceos, tales como cangrejos, camarones, copépodos, branquiópodos y cirrípedos, se caracterizan por su forma piriforme, tres (3) pares de apéndices cefálicos y ojo naupliar (Roca, 2015). Su abundancia en el zooplancton puede reflejar condiciones específicas como el incremento de nutrientes, lo que produce un aumento o floraciones algales, lo que aumenta la disponibilidad de alimento para copépodos y otros crustáceos planctónicos (Roca, 2015; López, 2017). Aunque niveles extremos de eutrofización reducen el oxígeno en la masa de agua, impactando negativamente la supervivencia de las larvas (Roca, 2015). Así mismo, el humedal el Burro (Tolima), Minambiente, Cortolima y Universidad del Tolima (2015), indica que las variaciones estacionales de temperatura modulan la composición del zooplancton, con picos de nauplios con durante las épocas de estabilidad térmica.

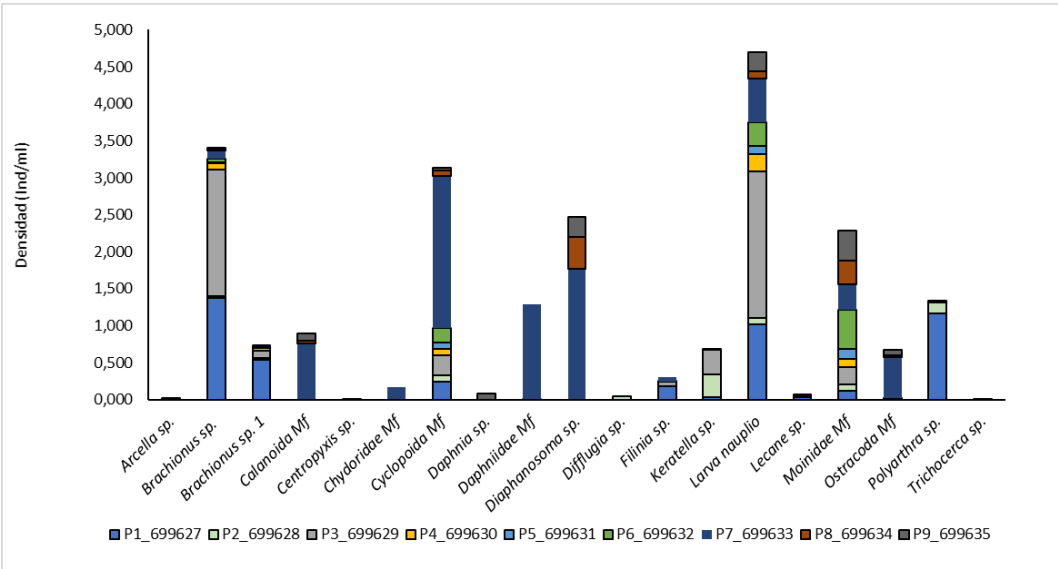


Figura 116. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en el Embalse del Guájaro.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 391 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.3.2.1. Índices ecológicos

Los valores de los índices ecológicos, según Shannon y Margalef, muestran una diversidad baja para para todos los puntos monitoreados, con excepción del P2, donde los valores del índice de Shannon fueron de 2,616 bits/Individuos, lo que indica una diversidad moderadamente alta en este punto. Mientras que, en los puntos restantes, los valores obtenidos indican que la comunidad zooplanctónicas es poco variada y escasamente diversa. Por otra parte, el índice de Pielou, indica que la comunidad presenta densidades con poca o mediana equitatividad, con valores entre 0,683 y 0,847; lo cual es ratificado por el índice de dominancia de Simpson, cuyos valores entre 0,174 y 0,316 indican que la comunidad presenta baja dominancia de especies (**Tabla 243**).

Tabla 243. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en el Embalse del Guájaro.

	P1_699627	P2_699628	P3_699629	P4_699630	P5_699631	P6_699632	P7_699633	P8_699634	P9_699635
Taxa_S	9	14	8	7	10	6	10	7	8
Individuals	157	144	157	117	414	131	512	88	76
Dominance_D	0,207	0,192	0,316	0,249	0,252	0,316	0,174	0,289	0,206
Shannon_H	1,745	2,027	1,420	1,586	1,616	1,345	1,932	1,484	1,762
Margalef	1,582	2,616	1,384	1,260	1,494	1,026	1,443	1,340	1,616
Equitability_J	0,794	0,768	0,683	0,815	0,702	0,751	0,839	0,763	0,847

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 392 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.3.3. Perifiton

La comunidad de Perifiton del Embalse del Guájaro, tuvo una densidad total de 4978,306 Ind/cm² y una abundancia absoluta de 1364 individuos, distribuidos en 17 morfoespecies, 17 familias, 14 órdenes, cinco (5) clases y cuatro (4) Phyla (**Tabla 244**). La división más representativa fue Heterokontophyta (anteriormente conocida como Bacillariophyta), la cual contribuyó con el 56,52% de las morfoespecies descritas., seguido de Charophytas y Cyanobacterias las cuales ocuparon el segundo lugar cada una con el 13,04% de la riqueza de especies (**Figura 117**).

Tabla 244. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en el Embalse del Guajaro, Atlántico, Colombia.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiáles	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>
			Desmidiaceae	<i>Micrasterias sp.</i>
		Zygnematales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra sp.</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas sp.</i>
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum sp.</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp.</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp.</i>
		Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

De las cinco divisiones presentes el Phylum Heterokontophyta (antes Bacillariophyta) suele ser común y abundante en diferentes tipos de ecosistemas, dado a sus capacidades de ocupar rápidamente sustratos, poseer estructuras especializadas que le generan ventajas frente a los competidores, tales como fijarse al sustrato con mayor facilidad, además de soportar cambios de temperaturas y altos niveles de perturbación (Ramírez & Viña, 1998). Por otra parte, las Cianobacterias quienes fueron el segundo grupo más diverso, suelen

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 393 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

proliferar en zonas con alta perturbación e intensidad lumínica, se les suele encontrar asociadas a ambientes lenticos con alta disponibilidad de luz y nutrientes (Komárek, 2003; Pinilla y Duarte, 2006). En cuanto a las Charophyta, son indicadoras de aguas ricas en nutrientes y con una relación fosforo-nitrógeno alta (Pinilla y Duarte, 2006). Estas presentan mayor desarrollo en medios alcalinos (Ramírez, 2000).

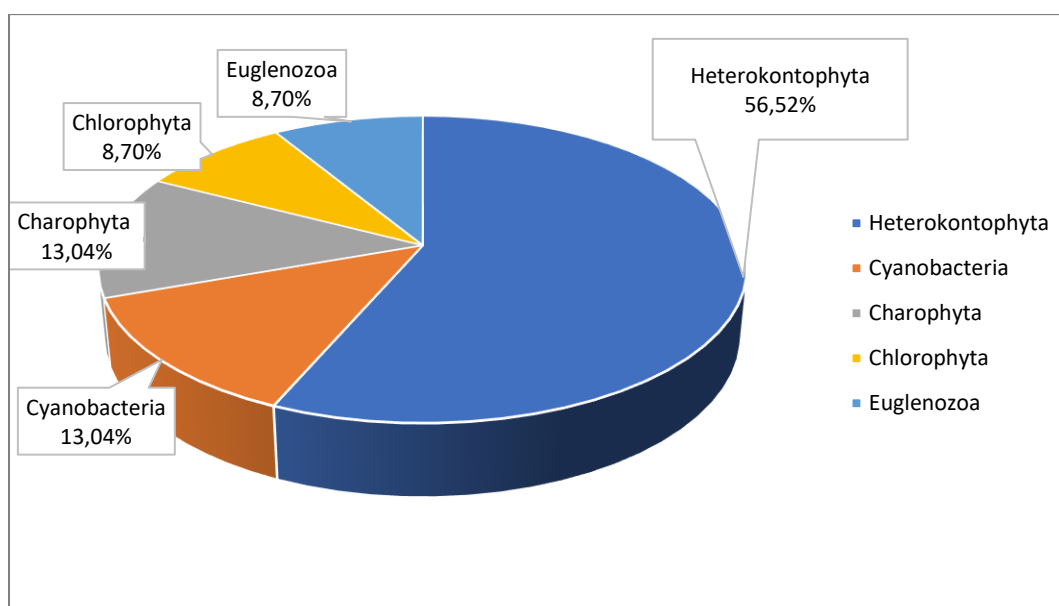


Figura 117. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los puntos monitoreados registrado en el Embalse del Guajaro, Atlántico, Colombia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Analizando la composición y abundancia por punto de monitoreo, se evidenció que el punto P8_699634 registró la mayor abundancia con una densidad absoluta de 2975 ind/cm² y la mayor riqueza con nueve taxones, seguido del punto P6_699632 con una densidad de 788 ind/cm² y el punto P3_699629 con una densidad de 507,111 Ind/cm² (**Tabla 245**). En cuanto a la menor densidad y con la menor composición de especies se reportó al punto P7_699633 con un valor de 2,083 Ind/cm² y un solo taxon.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 394 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 245. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Embalse del Guájaro, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699627			P2_699628			P3_699629			P4_699630			P5_699631		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Closterium sp.</i>													3	3,667	6,82
<i>Micrasterias sp.</i>	2	3,333	0,98												
<i>Spirogyra sp.</i>	3	5	1,46												
<i>Chlamydomonas sp.</i>															
<i>Oedogonium sp.</i>															
<i>Dolichospermum sp.</i>				2	2,667	3,57									
<i>Oscillatoria sp.</i>				1	1,333	1,79				3	4,667	4,29			
<i>Aphanocapsa sp.</i>															
<i>Nitzschia sp.</i>	29	48,333	14,15	21	28	37,5	4	6,222	1,23	10	15,556	14,29	1	1,222	2,27
<i>Cymbella sp.</i>										2	3,111	2,86			
<i>Gomphonema sp.</i>	10	16,667	4,88				16	24,889	4,91	4	6,222	5,71	2	2,444	4,55
<i>Eunotia sp.</i>	10	16,667	4,88	6	8	10,71	10	15,556	3,07				8	9,778	18,18
<i>Synedra sp.</i>	111	185	54,15	8	10,667	14,29	296	460,444	90,8	11	17,111	15,71	13	15,889	29,55
<i>Ulnaria sp.</i>	28	46,667	13,66	3	4	5,36				17	26,444	24,29	2	2,444	4,55
<i>Navicula sp.</i>	12	20	5,85	2	2,667	3,57				23	35,778	32,86	11	13,444	25
<i>Pinnularia sp.</i>				1	1,333	1,79									
<i>Aulacoseira sp.</i>				12	16	21,43							4	4,889	9,09
Riqueza (S)	8			9			4			7			8		
Abundancia (No.Ind)	205			56			326			70			44		
Densidad (Ind/cm²)	341,667			74,667			507,111			108,889			53,778		

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 395 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P6_699632			P7_699633			P8_699634			P9_699635		
	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR
<i>Closterium sp.</i>												
<i>Micrasterias sp.</i>												
<i>Spirogyra sp.</i>	1	4	0,51							8	9,778	7,69
<i>Chlamydomonas sp.</i>							2	16,667	0,56			
<i>Oedogonium sp.</i>							4	33,333	1,12			
<i>Dolichospermum sp.</i>							1	8,333	0,28			
<i>Oscillatoria sp.</i>	24	96	12,18				5	41,667	1,4	11	13,444	10,58
<i>Aphanocapsa sp.</i>							337	2808,333	94,4			
<i>Nitzschia sp.</i>	11	44	5,58	5	2,083	100	1	8,333	0,28	31	37,889	29,81
<i>Cymbella sp.</i>	2	8	1,02									
<i>Gomphonema sp.</i>	5	20	2,54									
<i>Eunotia sp.</i>	2	8	1,02									
<i>Synedra sp.</i>	144	576	73,1				4	33,333	1,12	15	18,333	14,42
<i>Ulnaria sp.</i>												
<i>Navicula sp.</i>	8	32	4,06				2	16,667	0,56			
<i>Pinnularia sp.</i>												
<i>Aulacoseira sp.</i>							1	8,333	0,28	39	47,667	37,5
Riqueza (S)		8			1			9			5	
Abundancia (No.Ind)		197			5			357			104	
Densidad (Ind/cm²)		788			2,083			2975			127,111	

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 396 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Con respecto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a él taxon *Aphanocapsa* sp. con una densidad total de 2808,333 ind/cm², estando presente solo presente en el punto de monitoreo P8_699634. Los organismos asociados al género tienen distribución mundial, pero varias especies son limitadas por sus condiciones ecológicas y porque se encuentran en áreas geográficamente específicas (Komárek, 1992), seguido de *Synedra* sp. con un valor de 1316,778 ind/cm² (**Figura 118**). El género se distribuye en lagos, lagunas o en lugares dulceacuícolas. Son poco exigentes con la calidad de las aguas en las que habitan, pueden vivir en un pH de 6.2 pero el óptimo es de 7.4 a 7-6. Suelen ser solitarias y se desplazan libremente en el agua (Komárek,1989).

Por otra parte, la menor densidad que se registró fue la del taxón *Pinnularia* sp. con un valor de 1,332 ind/cm², el cual fue exclusivo del punto P2_699628 (**Figura 118**).

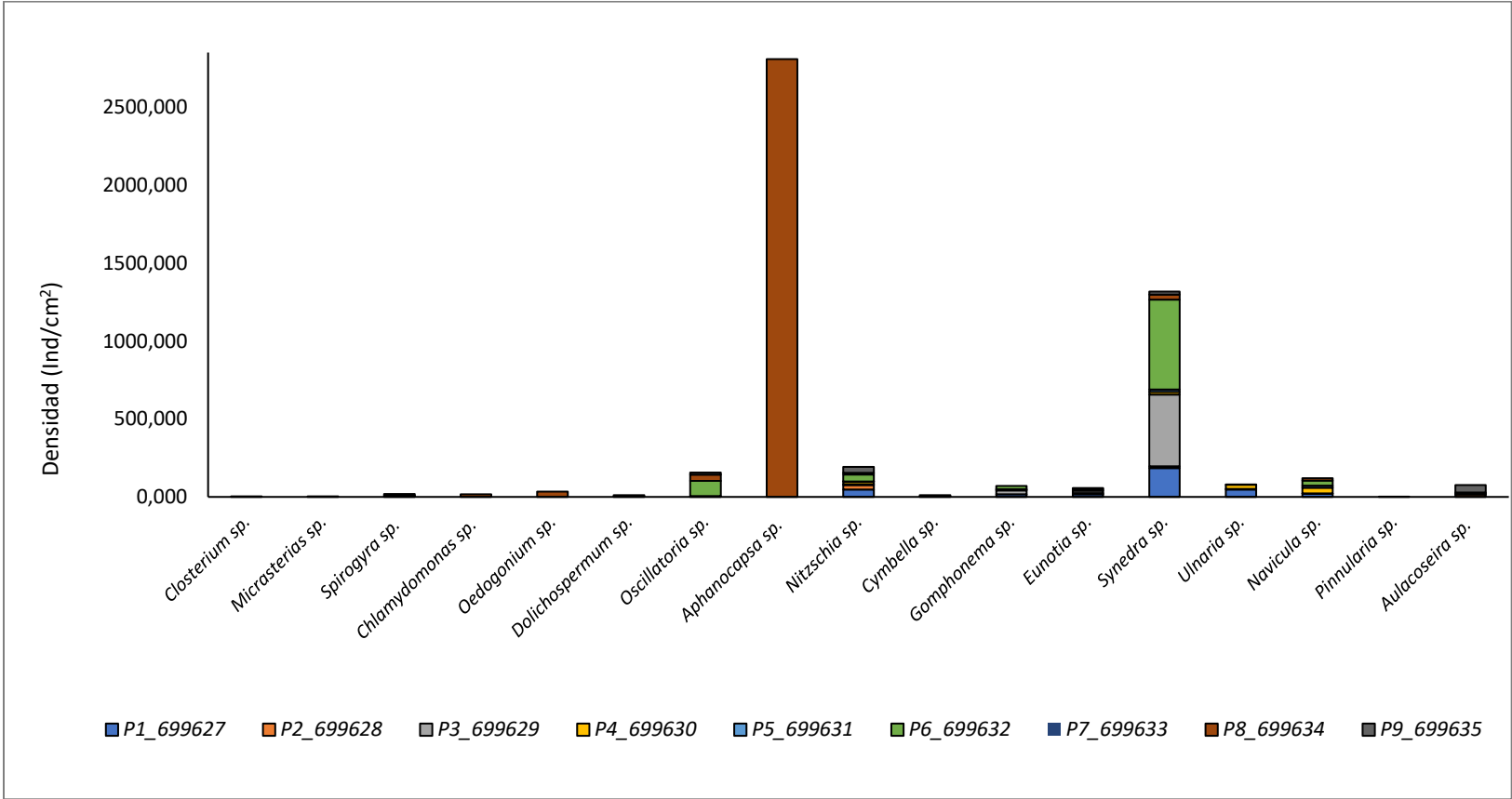


Figura 118. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en el embalse del Guájaro, Atlántico, Colombia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 398 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.2.3.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 246** se presentan los índices ecológicos calculados para el ensamblaje perifítico, muestran que la riqueza específica (S) vario entre los nueve puntos estudiados, Se evidencio que el punto P4_699630 tuvo un mayor número de individuo siendo el único punto, según el índice de Shannon con una diversidad moderada, ya que todos los puntos obtuvieron una diversidad baja, excepto este con un valor de 1,94 bits/Ind. Estos resultados concuerdan con el índice de Margalef utilizado para evaluar la riqueza de especies, quien registró valores inferiores a dos para la mayor parte de los puntos, exceptuando a este punto P4_699630; con valor de 2,338, el cual es considerados como indicativos de una biodiversidad moderada.

En cuanto al índice de Pielou (J') registró valores altos cercanos a uno para todos los puntos a excepción P5_699631 y P6_699632, el cual evidenció una distribución menos equitativa valor de $J'=0,374$ y $J=0,438$ respectivamente, lo que significa que sus especies no están distribuidas de manera uniforme dentro de la comunidad, con una dominancia alta para dichos puntos, por ende para la mayor parte de punto el índice de dominancia de Simpson presentó un valor bajo, ya que ambos índices son inversamente proporcionales, lo que nos indica que para los punto P1_699627, P2_699628, P3_699629, P4_699630, P7_699633, P8_699634 y P9_699635 no hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otras(**Tabla 246**).

Tabla 246. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en el Embalse del Guájaro, Atlántico, Colombia.

	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P1_699627	6	45	0,257	1,520	1,313	0,848
P2_699628	3	22	0,459	0,893	0,647	0,813
P3_699629	4	50	0,516	0,893	0,767	0,644
P4_699630	11	72	0,190	1,938	2,338	0,808
P5_699631	8	74	0,686	0,777	1,626	0,374
P6_699632	9	283	0,586	0,962	1,417	0,438
P7_699633	9	407	0,378	1,210	1,331	0,551
P8_699634	7	160	0,475	1,064	1,182	0,547
P9_699635	4	603	0,459	0,932	0,469	0,673

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 399 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.3.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se obtuvo una densidad de 34270,000 Ind/m² y una abundancia de 3427 individuos, distribuidos en 11 morfoespecies, 8 familias, 7 órdenes, 3 clases y 2 Phylum (**Tabla 247**).

El punto de monitoreo reportado como el de mayor densidad fue P2_699628 con 13600,000 Ind/m², aunque presentó una riqueza de solo 4 morfoespecies; mientras que P3_699629 fue la de menor densidad con 100,000 Ind/m².

Tabla 247. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	Belostomatidae Mf (Adulto)
		Odonata	Coenagrionidae	Coenagrionidae Mf (Ninfa)
			Libellulidae	Libellulidae Mf (Ninfa)
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Corbicula sp.</i>
	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	Ampullariidae Mf
				<i>Marisa sp.</i>
		Basommatophora	Planorbidae	Drepanotrema sp.
		Cerithiida	Thiaridae	<i>Melanoides sp.</i>
				<i>Melanoides sp. 1</i>
		Littorinimorpha	Cochliopidae	Cochliopidae Mf
				<i>Pyrgophorus sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

El Phylum Mollusca fue el de mayor representatividad con el 99,85% y el phylum Arthropoda con el 0,15% restante (**Figura 119**).

El phylum Mollusca incluye una cantidad de formas de organismos, las cuales cumplen diferentes roles en el ecosistema a través de relaciones tróficas complejas, además, contribuyen a la bioacumulación de sustancias tóxicas, lo que los convierte en indicadores útiles de contaminación (Regoli & Giuliani, 2014); los bivalvos filtran partículas del agua, contribuyendo a su purificación y al equilibrio del ecosistema (Gutiérrez *et al.*, 2003); los gasterópodos son clave en la descomposición de materia orgánica y la regulación de algas (Strong *et al.*, 2008).

Mientras que los Arthropodos desempeñan diferentes funciones ecológicas importantes dentro de las redes tróficas (Gullan & Cranston, 2010); en ambientes acuáticos, los

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 400 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

crustáceos y larvas de insecto forman parte de los macroinvertebrados bentónicos, contribuyendo al reciclaje de nutrientes y sirviendo como bioindicadores de la calidad del agua (Merritt *et al.*, 2008).

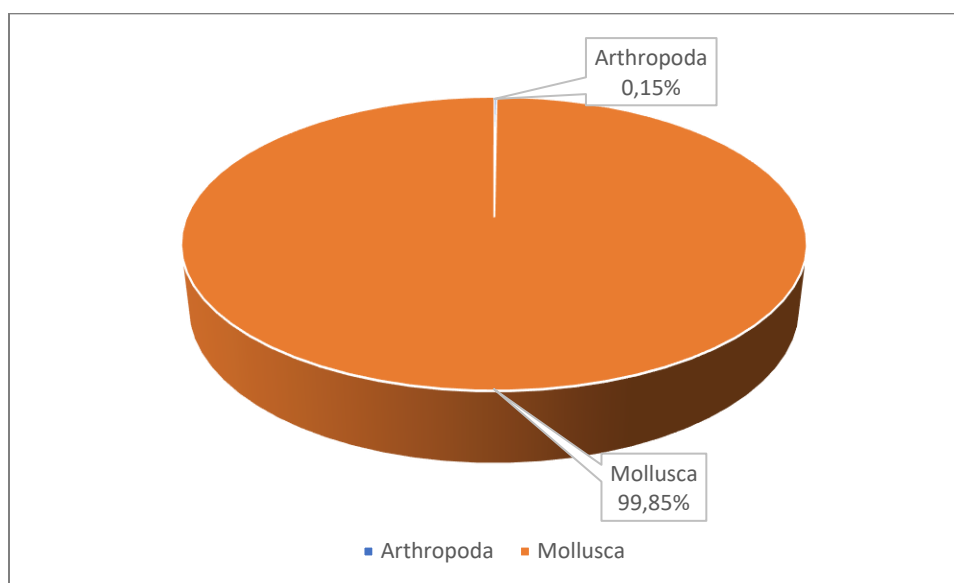


Figura 119. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados a nivel de División en los puntos monitoreados registrado en el Embalse del Guajaro, Atlántico, Colombia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Las morfoespecies que registraron la mayor densidad en los puntos de monitoreo fueron dos morfoespecies del género *Melanoides sp.* y sp1. con densidades de 10380,000 y 10340,000 Ind/m² (**Figura 120**).

El género *Melanoides sp.* es uno de los más conocidos dentro de la familia Thiaridae, destacado por la resistencia a condiciones ambientales fuertes, por lo que son importantes en la dinámica de los ecosistemas acuáticos (Facon *et al.*, 2003). Pueden encontrarse dentro de una amplia gama de ecosistemas acuáticos, tiene hábitos detritívoros y algívoros, por lo que desempeñan un importante papel en la degradación de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes (Pointier & Jourdan, 2000). La proliferación masiva de estos organismos, está asociada a sistemas eutrofizados y con alto contenido de materia orgánica, por lo que tienen esta preferencia en los sistemas, así como bajos niveles de oxígeno (Mansur *et al.*, 2016). Por otro lado, son resistentes a los cambios en la temperatura, el pH y salinidad, mostrando cambios en la morfología y el comportamiento cuando se encuentran contaminantes en el medio (Facon *et al.*, 2003).

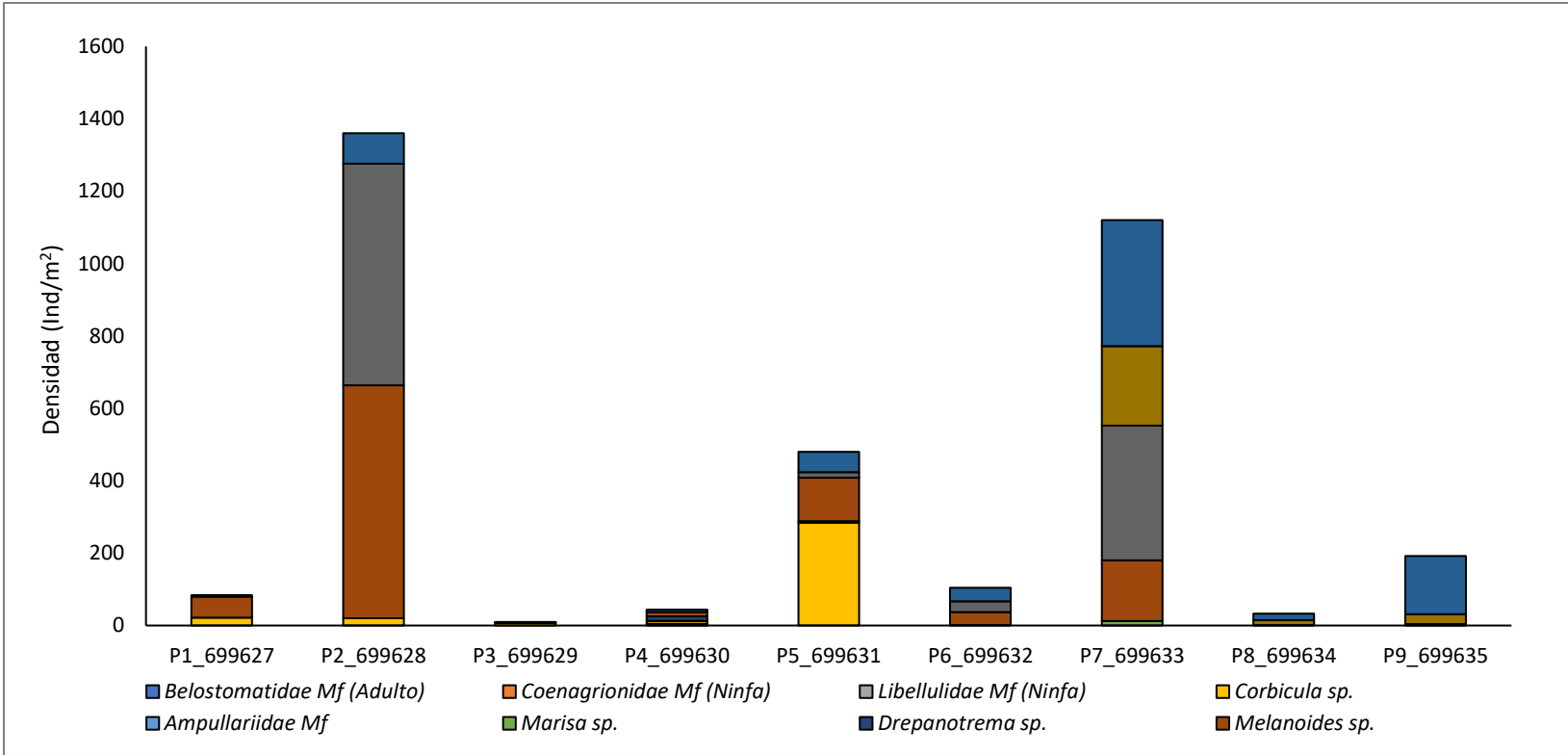


Figura 120. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 402 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 248. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado los puntos de monitoreo.

MORFOESPECIE	P1_699627			P2_699628			P3_699629			P4_699630			P5_699631		
	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR
Belostomatidae Mf (Adulto)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	2,27	0	0,000	0,00
Coenagrionidae Mf (Ninfa)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	3	30,000	6,82	0	0,000	0,00
Libellulidae Mf (Ninfa)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	2,27	0	0,000	0,00
Corbicula sp.	22	220,000	26,19	20	200,000	1,47	7	70,000	70,00	7	70,000	15,91	284	2840,000	59,17
Ampullariidae Mf	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	4	40,000	0,83
Marisa sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	2,27	0	0,000	0,00
Drepanotrema sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	10,00	12	120,000	27,27	0	0,000	0,00
Melanoides sp.	58	580,000	69,05	644	6440,000	47,35	0	0,000	0,00	12	120,000	27,27	120	1200,000	25,00
Melanoides sp. 1	0	0,000	0,00	612	6120,000	45,00	1	10,000	10,00	0	0,000	0,00	16	160,000	3,33
Cochliopidae Mf	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Pyrgophorus sp.	4	40,000	4,76	84	840,000	6,18	1	10,000	10,00	7	70,000	15,91	56	560,000	11,67
Riqueza (S)	3			4			4			8			5		
Abundancia (No. Ind)	84			1360			10			44			480		
Densidad (Ind/m²)	840,000			13600,000			100,000			440,000			4800,000		

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 403 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

MORFOESPECIE	P6_699632			P7_699633			P8_699634			P9_699635		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Belostomatidae Mf (Adulto)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Coenagrionidae Mf (Ninfa)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Libellulidae Mf (Ninfa)	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Corbicula sp.	1	10,000	0,96	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Ampullariidae Mf	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	3,03	0	0,000	0,00
Marisa sp.	0	0,000	0,00	12	120,000	1,07	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Drepanotrema sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	0,52
Melanoides sp.	36	360,000	34,62	168	1680,000	15,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Melanoides sp. 1	30	300,000	28,85	372	3720,000	33,21	0	0,000	0,00	3	30,000	1,56
Cochliopidae Mf	0	0,000	0,00	220	2200	19,64	14	140,000	42,42	27	270,000	14,06
Pyrgophorus sp.	37	370,000	35,58	348	3480	31,07	18	180,000	54,55	161	1610,000	83,85
Riqueza (S)	4			5			3			4		
Abundancia (No. Ind)	104			1120			33			192		
Densidad (Ind/m²)	1040,000			11200,000			330,000			1920,000		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 404 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre – 2024

5.2.3.4.1. Índices ecológicos.

En la **Tabla 249**, se registran los valores de los índices ecológicos calculados en los puntos de monitoreo para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos, en el cual se registraron bajos valores de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef. En cuanto a la equitatividad, la mayoría de los puntos presentó un ensamblaje uniforme y por ende bajos índices de dominancia. Los demás puntos de monitoreo presentaron valores medios-bajos con ambos índices según el caso, ya que ambos índices se corresponden, lo que puede estar influenciado por las condiciones de los ecosistemas, las preferencias de las especies, el esfuerzo de muestreo, entre otros factores.

Tabla 249. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo.

PUNTOS	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P2_699628	4	1360	0,430	0,948	0,416	0,684
P3_699629	4	10	0,467	1,090	1,303	0,787
P4_699630	8	44	0,187	1,814	1,850	0,873
P5_699631	5	480	0,426	1,065	0,648	0,662
P6_699632	4	104	0,323	1,153	0,646	0,831
P7_699633	5	1120	0,267	1,384	0,570	0,860
P9_699635	4	192	0,722	0,524	0,571	0,378

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.2.3.4.2. Índice BMWP (Col).

Para el BMWP/Col (Roldan, 2003), se observan los puntajes asignados por familia de acuerdo con las morfoespecies reportadas en los puntos de monitoreo, donde se registraron en la mayoría de los puntos aguas fuertemente contaminadas (Clase V) excepto en el punto P4_699630 donde se registraron aguas moderadamente contaminadas (Clase III) como se presenta en la **Tabla 250**.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 405 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 250. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.

Familias	P1_699627	P2_699628	P3_699629	P4_699630	P5_699631	P6_699632	P7_699633	P8_699634	P9_699635
Ampullariidae				9	9		9	9	
Belostomatidae				5					
Coenagrionidae				7					
Libellulidae				6					
Planorbidae			5	5					5
Thiaridae	5	5	5	5	5	5	5		5
BMWP	5	5	10	37	14	5	14	9	10
Calidad	Muy Critica	Muy Critica	Muy Critica	Dudosa	Muy Critica	Muy Critica	Muy Critica	Muy Critica	Muy Critica
Clase	V	V	V	III	V	V	V	V	V
Significado	Aguas Fuertemen te Contamina das	Aguas Fuertemente Contaminada s	Aguas Fuertemente Contaminadas	Aguas Moderadamente Contaminadas	Aguas Fuertemente Contaminadas	Aguas Fuertemente Contaminadas	Aguas Fuertemente Contaminadas	Aguas Fuertemente Contaminadas	Aguas Fuertemente Contaminadas

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 406 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.2.3.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en el embalse del Guájaro, estuvo conformada por tres morfoespecies, pertenecientes a dos (2) familias, dos (2) ordenes, dos (2) clases y un phylum (**Tabla 251**).

Se identificaron las morfoespecies *Oreochromis niloticus*, *geophagus steindachneri* y *Potamotrygon magdalenae*. Estas se capturaron en los puntos P5_699631, P6_699632, P7_699633 y P8_699634, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la **Tabla 252**, se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados. Para *Oreochromis niloticus*, El individuo de mayor talla registró un LT de 29,0 cm, un LE de 23,0 cm y un peso de 440 g, mientras que el de menor talla registró un LT de 27,0 cm, con LE de 22,0 cm y un peso de 343 g.

Por otra parte, el único individuo de *geophagus steindachneri* registró un LT de 17,0 cm con LE de 13,8 cm y con un peso de 119 g. Por último, el individuo de mayor talla de *Potamotrygon magdalenae* registró un LT de 41 cm, con LE de 19 y un peso de 302 g, mientras que el de menor talla registró un valor de LT de 33,0 cm, con un LE de 16,0 cm, y un peso de 242 g.

Tabla 251. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	Oreochromis	<i>Oreochromis niloticus</i>
				Geophagus	<i>geophagus steindachneri</i>
	Chondrichthyes	Myliobatiformes	Potamotrygonidae	Potamotrygon	<i>Potamotrygon magdalenae</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 252. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P5_699631	P6_699632	P7_699633	P8_699634
<i>Oreochromis niloticus</i>	5			
<i>geophagus steindachneri</i>		1		
<i>Potamotrygon magdalenae</i>			1	1
Riqueza (S)	1	1	1	1
Abundancia (No. Ind)	5	1	1	1

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 407 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 253. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre común	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P5_699631	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	27	22	N. A.	343
	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	28	23	N. A.	430
	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	27	22	N. A.	439
	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	28	23	N. A.	379
	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	29	23	N. A.	440
P6_699632	<i>Mojarra amarilla cabezona</i>	<i>geophagus steindachneri</i>	17	13,8	N. A.	119
P7_699633	<i>Raya</i>	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	41	19	N. A.	302
P8_699634	<i>Raya</i>	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	33	16	N. A.	242

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

5.2.1.1 Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 254** se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES (exceptuando a a *Potamotrygon magdalenae*, que se cataloga en CITES III), ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC), exceptuando a *Potamotrygon magdalenae*, que se cataloga en casi amenazado (NT).

Tabla 254. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORIAS DE AMENAZA				USOS		Distribución
		RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	OR N	CO N	
<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra Lora	N. I.	N. E.	LC	N. E.		X	C
<i>geophagus steindachneri</i>	<i>Mojarra amarilla cabezona</i>	N. I.	N. E.	LC	N. E.		X	E
<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya	N. I.	N. E.	NT	III		X	E

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR:

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 408 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endémica (CE) y Endémica (E).

5.2.1.2 Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

5.2.3.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue alta, registrándose ocho morfoespecies (*Elodea sp.*, *Pontederia crassipes.*, *Poaceae mf 2.*, *Poaceae Mf 1.*, *Hymenachne sp.*, *Typha sp.*, *Ipomoea sp.* y *Salvinia sp.*) pertenecientes a 6 familias (Hydrocharitaceae, Pontederiaceae, Poaceae, Typhaceae, Convolvulaceae, Salviniaceae). De 5 órdenes (Alismatales, Commelinales, Poales, Solanales y Salviniales). De dos clases (Magnoliopsida y Polypodiopsida), perteneciente al Phylum Tracheophyta (**Tabla 255**).

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Pontederia crassipes* con 57,54%, seguida de *Elodea sp.* con 16,41%, *Hymenachne sp.* con 6,72%, *Poaceae mf 2* con 5,35%. *Poaceae Mf 1* con 4,98%, *Ipomoea sp.* 4,91%, *Typha sp.* 2,93% y *Salvinia sp.* con 1,17% (**Tabla 256, Figura 121**).

Tabla 255. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en E. Guájaro.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Hydrocharitaceae	<i>Elodea sp.</i>
		Commelinales	Pontederiaceae	<i>Pontederia crassipes</i>
		Poales	Poaceae	<i>Poaceae mf 2</i>
				<i>Poaceae Mf 1</i>
				<i>Hymenachne sp.</i>
			Typhaceae	<i>Typha sp.</i>
		Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>
	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 409 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 256. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en E. Guájaro.

MORFOESPECIE	P1_699627 Cobertura (%)	P2_699628 Cobertura (%)	P3_699629 Cobertura (%)	P4_699630 Cobertura (%)	P5_699631 Cobertura (%)	P6_699632 Cobertura (%)	P9_699635 Cobertura (%)
<i>Elodea sp.</i>	20,0		40,0				52,0
<i>Pontederia crassipes</i>	80,0	70,0	20,0	72,5	62,5	83,3	4,5
<i>Poaceae mf 2</i>			20,0	16,5			
<i>Poaceae Mf 1</i>					34,0		
<i>Hymenachne sp.</i>						11,9	34,0
<i>Typha sp.</i>			20,0				
<i>Ipomoea sp.</i>		30,0			3,5		
<i>Salvinia sp.</i>				8,0			
Riqueza (S)	2	2	4	3	3	2	3
Cobertura (%)	100,0	100,0	100,0	97,0	100,0	95,2	90,5

Fuente: Labormar, 2024.

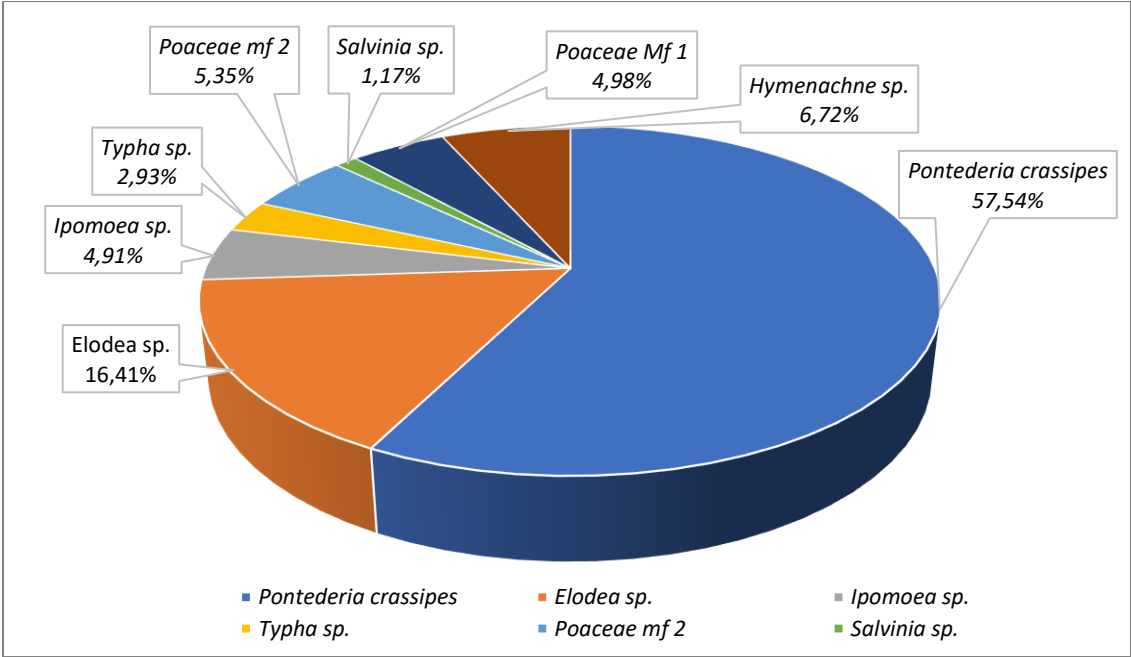


Figura 121. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en E. del Guájaro.
 Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 410 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3. Cuenca Litoral

5.3.1. Ciénaga del Totumo

5.3.1.1. Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga del Totumo registró una densidad total de 630,188 Ind/ml y una abundancia de 1280 individuos, distribuidos en veintitrés (23) morfoespecies, diecisiete (17) familias, catorce (14) órdenes, diez (10) clases y siete (7) Phyla (**Tabla 257**).

Los phyla más representativos fueron Heterokontophyta y Cyanobacteria, los cuales aportaron cada uno el 26,09% de las morfoespecies descritas, seguido de Euglenozoa y Chlorophyta ambas con el 17,39%. Los grupos Charophyta, Dinoflagellata y Ochrophyta arrojaron los valores más bajos, cada uno con el 4,35% de las morfoespecies restantes (Figura 122).

Tabla 257. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la ciénaga del Totumo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina</i> sp.
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Tetraedron</i> sp.
				<i>Tetraedron</i> sp. 1
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum</i> sp.
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis</i> sp.
				<i>Dolichospermum</i> sp.
				<i>Raphidiopsis</i> sp.
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix</i> sp.
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.
Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridiniales	Peridiniaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.
				<i>Peridinium</i> sp.
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.
				<i>Trachelomonas</i> sp.
			Phacaceae	<i>Lepocinclis</i> sp.
				<i>Phacus</i> sp.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 411 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.
				<i>Nitzschia</i> sp. 1
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i> sp.
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp.
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Centrtractaceae	<i>Centrtractus</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

El grupo de las Heterokontophyta (antes denominada Bacillariophyta) son conocidas como indicadoras de contaminación orgánica y eutrofización, dado que posee una amplia distribución, permitiendo la comparación en diversos hábitats. Se destacan como buenos indicadores debido a su alta tasa reproductiva y respuesta rápida a los cambios de las condiciones de los cuerpos del agua (Céspedes-Vargas *et al.*, 2016; Lobo *et al.*, 2010).

Las cianobacterias son organismos cosmopolitas que pueden encontrarse en diversos entornos acuáticos, incluyendo aguas dulces, salobres y marinas. Suelen proliferar en cuerpos de agua con temperaturas elevadas, baja circulación y un alto contenido de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, condiciones características de ambientes eutrofizados. Además, funcionan como indicadores de eutrofización y deterioro de la calidad del agua, ya que su crecimiento excesivo está asociado con altos niveles de nutrientes, principalmente originados por actividades humanas como la agricultura y el vertimiento de aguas residuales (Paerl & Otten, 2013).

Por otro lado, las algas de los grupos Chlorophyta y Charophyta son indicadoras de aguas con abundante contenido de nutrientes y una elevada relación fósforo-nitrógeno (Pinilla & Duarte, 2006).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 412 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

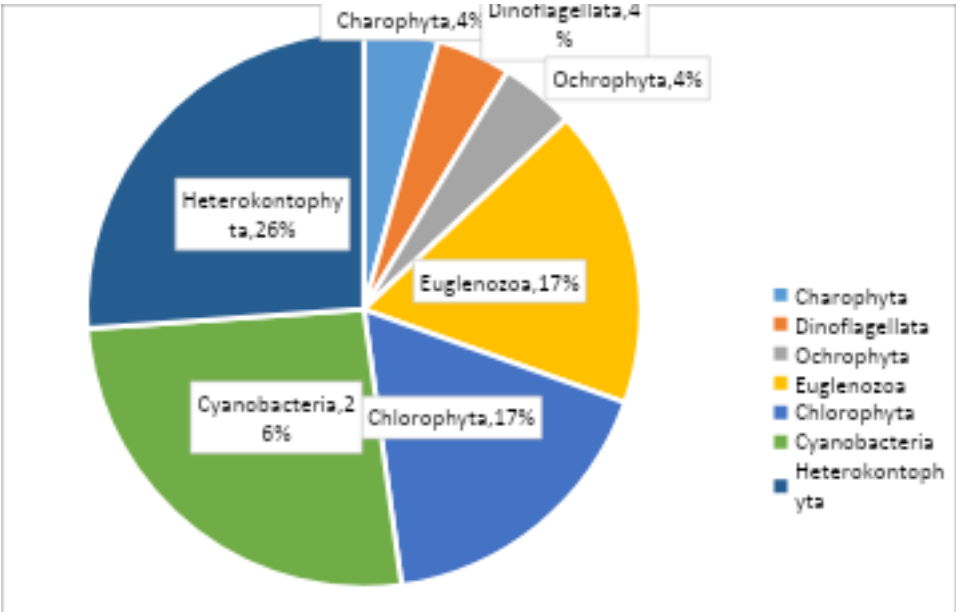


Figura 122. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga del Totumo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el análisis de riqueza del ensamblaje en el área de estudio, se observó que los puntos P2_699613 y P5_699616 arrojaron los valores más altos, con 16 y 13 morfoespecies, respectivamente. Por su parte, los valores más bajos se registraron en P1_699612 y P3_699614, con 8 y 9 taxones, respectivamente.

En cuanto a la densidad de individuos, los valores más altos se registraron en los puntos P3_699614 y P4_699615, con 296,875 ind/ml y 181,250 ind/ml, respectivamente. Estos puntos mostraron una mayor concentración de individuos, lo que sugiere que, aunque la diversidad de especies es más baja en algunos de estos puntos, las especies presentes están en mayor abundancia. En contraste, los valores más bajos se registraron en P5_699616 y P2_699613, con densidades de 12,163 ind/ml y 20,250 ind/ml, respectivamente (**Tabla 258**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 413 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 258. Densidad y abundancia del ensamble fitoplanctónico registrado en la ciénaga del Totumo.

MORFOESPECIE	P1_699612			P2_699613			P3_699614		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Closterium</i> sp.				2	0,3	1,48	2	2,083	0,70
<i>Eudorina</i> sp.	3	0,750	0,86						
<i>Tetraedron</i> sp.	7	1,750	2,01	1	0,150	0,74	1	1,042	0,35
<i>Tetraedron</i> sp. 1				1	0,15	0,7407			
<i>Actinastrum</i> sp.	1	0,250	0,29				2	2,083	0,70
<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	13	3,250	3,72	29	4,350	21,48	23	23,958	8,07
<i>Dolichospermum</i> sp.	3	0,750	0,86	14	2,100	10,37	37	38,542	12,98
<i>Raphidiopsis</i> sp.				1	0,150	0,74			
<i>Planktothrix</i> sp.	312	78,000	89,40	71	10,650	52,59	210	218,750	73,68
<i>Oscillatoria</i> sp.				3	0,450	2,22			
<i>Aphanocapsa</i> sp.							5	5,208	1,75
<i>Euglena</i> sp.				1	0,150	0,74			
<i>Trachelomonas</i> sp.				2	0,300	1,48			
<i>Lepocinclis</i> sp.				1	0,150	0,74			
<i>Phacus</i> sp.				1	0,150	0,74			
<i>Nitzschia</i> sp.				3	0,450	2,22	1	1,042	0,35
<i>Pinnularia</i> sp.				2	0,300	1,48			
<i>Aulacoseira</i> sp.	1	0,250	0,29	1	0,150	0,74			
<i>Cyclotella</i> sp.	9	2,250	2,58				4	4,167	1,40
<i>Centritractus</i> sp.				2	0,300	1,48			

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 414 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

	P1_699612			P2_699613			P3_699614		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
Riqueza (S)	8			16			9		
Abundancia (No.Ind)	349			135			285		
Densidad (Ind/ml)	87,250			20,250			296,875		

	P4_699615			P5_699616			P8_699617		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Closterium</i> sp.	4	2,083	1,15	2	0,2967	2,439	5	2,000	6,02
<i>Tetraedron</i> sp.	2	1,042	0,57	3	0,445	3,66	1	0,400	1,20
<i>Tetraedron</i> sp. 1							1	0,400	1,20
<i>Actinastrum</i> sp.	5	2,604	1,44	4	0,593	4,88	2	0,800	2,41
<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	29	15,104	8,33	14	2,077	17,07	21	8,400	25,30
<i>Dolichospermum</i> sp.	26	13,542	7,47	10	1,483	12,20	6	2,400	7,23
<i>Raphidiopsis</i> sp.	4	2,083	1,15	3	0,445	3,66			
<i>Planktothrix</i> sp.	265	138,021	76,15	35	5,192	42,68	35	14,000	42,17
<i>Oscillatoria</i> sp.				2	0,297	2,44	3	1,200	3,61
<i>Aphanocapsa</i> sp.	3	1,563	0,86						
<i>Peridinium</i> sp.				1	0,148	1,22	1	0,400	1,20
<i>Euglena</i> sp.	4	2,083	1,15						
<i>Lepocinclis</i> sp.							1	0,400	1,20
<i>Nitzschia</i> sp. 1				1	0,148	1,22			
<i>Navicula</i> sp.	1	0,521	0,29	1	0,148	1,22			

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 415 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

MORFOESPECIE	P4_699615			P5_699616			P8_699617		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Aulacoseira</i> sp.	2	1,042	0,57	1	0,148	1,22	1	0,400	1,20
<i>Cyclotella</i> sp.	3	1,563	0,86	5	0,742	6,10	4	1,600	4,82
Riqueza (S)	12			13			12		
Abundancia (No.Ind)	348			82			81		
Densidad (Ind/ml)	181,250			12,163			32,400		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 416 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

A nivel de morfoespecies, se observó *Planktothrix* sp. fue el taxón que registró la densidad más alta a nivel general, con 464,613 ind/ml, seguido de *Dolichospermum* sp. y *Cylindrospermopsis* sp. las cuales presentaron una densidad de 58,817 Ind/ml y 57,139 Ind/ml, respectivamente. En contraste, las menores densidades se registraron para las morfoespecies *Centritractus* sp., *Pinnularia* sp. y *Trachelomonas* sp., cada una con densidad 0,300 ind/ml, reportadas únicamente en el punto P2_699613, (**Figura 123**).

El género *Planktothrix* es una cianobacterias que se encuentra comúnmente en ambientes acuáticos eutróficos, especialmente en sistemas someros donde hay una mezcla continua de agua y baja disponibilidad de luz. Estas condiciones son típicas de cuerpos de agua como lagos, embalses y estanques que reciben una gran cantidad de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, lo que favorece el crecimiento y proliferación de esta cianobacteria (Bonilla, 2009). Una de las características más destacadas de *Planktothrix* es su capacidad para producir microcistinas, un grupo de toxinas que pueden tener efectos perjudiciales para la salud humana y animal (Ángel *et al.*, 2019; Cirés & Quesada 2011).

Por su parte, el género *Dolichospermum* se encuentra comúnmente asociado a ambientes mesotróficos a eutróficos, tanto estratificados como poco profundos (Vidal *et al.*, 2021), con la capacidad de formar floraciones masivas que afectan la calidad del agua y la biodiversidad acuática (Ibelings *et al.*, 2021)

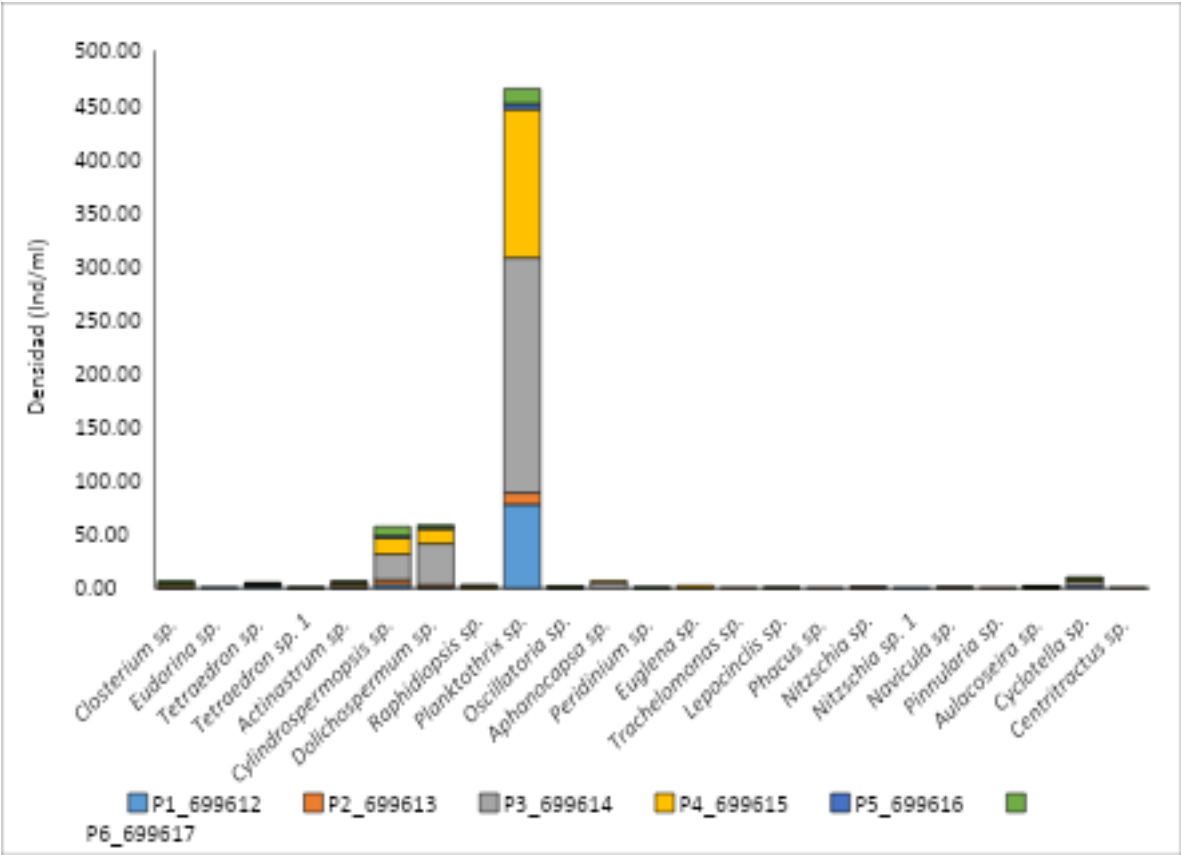


Figura 123. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga del Totumo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.1.1.1. Índices ecológicos

Los resultados de los índices de Shannon_H y Margalef reflejan una diversidad baja en los puntos monitoreados, con valores por debajo de 2 bits/Individuo, lo que indica que la comunidad fitoplanctónica en general tiene una poca variedad de especies en los diferentes puntos muestreados. Sin embargo, el índice de Margalef para los puntos P2_699613 (3,058 bits/ind), P5_699616 (2,723 bits/ind) y P6_699617 (2,503 bits/ind), registró valores superiores a 2 bits/ind, indicando una diversidad moderada.

En cuanto al índice de Pielou, que mide la equidad en la distribución de los individuos entre las especies, arrojó una equitatividad alta para el P5_699616 (J=0,732) y moderada en los puntos P2_699613 (J=0,569), P3_699614 (J= 0,425) y P6_699617 (J=0,688), indicando una distribución relativamente homogénea de las morfoespecies presentes. En contraste, los puntos P1_699612 y P4_699615 presentaron valores bajos de equitatividad y una alta

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 418 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

dominancia, posiblemente influenciado por la elevada abundancia *Planktothrix* sp., lo que concuerda con los resultados obtenidos por el índice de Pielou (**Tabla 259**)

Tabla 259. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga del Totumo.

	P1_699612	P2_699613	P3_699614	P4_699615	P5_699616	P6_699617
Taxa_S	8	16	9	12	13	12
Individuals	349	135	285	348	82	81
Dominance_D	0,801	0,331	0,565	0,592	0,227	0,259
Shannon_H	0,521	1,632	0,947	0,997	1,951	1,778
Margalef	1,196	3,058	1,415	1,880	2,723	2,503
Equitability_J	0,246	0,569	0,425	0,395	0,732	0,688

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 419 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.1.2. Zooplancton

Para el ensamblaje zooplanctónico de la ciénaga del totumo, se reportó un total 2191 individuos con una densidad total 10,002 Ind/mL, agrupados en 12 morfoespecies, 9 familias (con dos no determinadas), 7 órdenes (con una no determinada), 5 clases y 4 Phyla (Tabla 260). El phylum más representativo fue Rotifera, el cual aportó el 59% de las morfoespecies descritas, seguido de *Arthropoda* con el 25%. Los grupos *Protozoa* y *Nematoda* arrojaron los valores más bajos, cada uno con el 8 % restante (Figura 124).

Tabla 260. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga del Totumo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	Moinidae Mf
	Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva nauplio
Nematoda	Chromadorea	Monhysterida	Monhysteridae	<i>Monhystera</i> sp.
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.
		Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp.
		Philodinida	Philodinidae	Philodinidae Mf
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.
				<i>Keratella</i> sp.
			Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.
			Lepadellidae	<i>Lepadella</i> sp.
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

Las especies de los phylum *Arthropoda* y *Rotifera* desempeñan roles cruciales como bioindicadores de la calidad ambiental en diversos ecosistemas. La alta diversidad y abundancia de los artrópodos los convierte en indicadores sensibles de las alteraciones ecológicas, permitiendo evaluar el impacto de factores antropogénicos en los ecosistemas (Ten Hagen *et al.*, 2022).

Por otro lado, los rotíferos, debido a su capacidad de respuesta rápida ante cambios en las condiciones ambientales, son fundamentales para el monitoreo de la dinámica de los ecosistemas acuáticos, ya que reflejan las fluctuaciones en el flujo de energía y en la salud

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 420 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

del sistema trófico. En conjunto, algunas especies proporcionan una herramienta valiosa para la evaluación y conservación de la biodiversidad (Conde-Porcuna *et al.*, 2004).

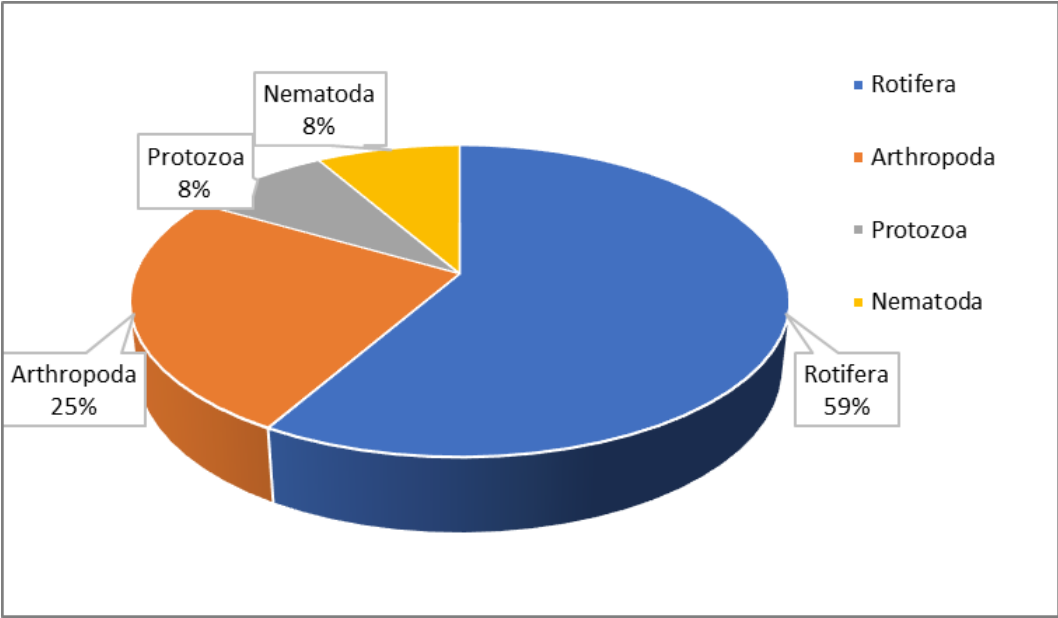


Figura 124. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga del Totumo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el análisis de riqueza del ensamblaje en el área de estudio, se observó que los puntos P3_699614 y P2_699613 arrojaron los valores más altos, con 11 y 10 morfoespecies, respectivamente. Por su parte, los valores más bajos se registraron en P4_699615 y P5_699616, cada uno con seis (6) taxones.

En cuanto a la densidad de individuos, los valores más altos se registraron en los puntos P4_699615 y P1_699612, con 3,163 ind/ml y 2,138 ind/ml, respectivamente. Estos puntos mostraron una mayor concentración de individuos, lo que sugiere que, aunque la diversidad de especies es más baja en algunos de estos puntos, las especies presentes están en mayor abundancia (**Tabla 261**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 421 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 261. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la ciénaga del Totumo.

MORFOESPECIE	P1_699612			P2_699613			P3_699614		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
Moinidae Mf	92	0,434	20,31	129	0,323	20,91	40	0,060	9,62
Cyclopoida Mf	19	0,09	4,19	22	0,055	3,57	11	0,017	2,64
Larva nauplio	85	0,401	18,76	243	0,608	39,38	80	0,120	19,23
Monhystera sp.							5	0,008	1,20
<i>Arcella</i> sp.	2	0,009	0,44				27	0,041	6,49
<i>Filinia</i> sp.	13	0,061	2,87	4	0,01	0,65	23	0,035	5,53
Philodinidae Mf	22	0,104	4,86	18	0,045	2,92	40	0,060	9,62
<i>Brachionus</i> sp.	98	0,463	21,63	118	0,295	19,12	102	0,153	24,52
<i>Keratella</i> sp.	101	0,477	22,30	45	0,113	7,29	70	0,105	16,83
<i>Lecane</i> sp.				19	0,048	3,08	12	0,018	2,88
<i>Lepadella</i> sp.				5	0,013	0,81			
<i>Polyarthra</i> sp.	21	0,099	4,64	14	0,035	2,27	6	0,009	1,44
Riqueza (S)		9			10			11	
Abundancia (No.Ind)		453			617			416	
Densidad (Ind/ml)		2,138			1,545			0,626	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 422 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Continuación **Tabla 260. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga del Totumo.**

MORFOESPECIE	P4_699615			P5_699616			P6_699617		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
Moinidae Mf	53	1,148	36,30	14	0,054	8,59	82	0,393	20,71
Cyclopoida Mf	7	0,152	4,79	2	0,008	1,23	14	0,067	3,54
Larva nauplio	33	0,715	22,60	43	0,167	26,38	79	0,379	19,95
Monhystera sp.									
<i>Arcella</i> sp.									
<i>Filinia</i> sp.							23	0,11	5,81
Philodinidae Mf	6	0,13	4,11	18	0,070	11,04	28	0,134	7,07
<i>Brachionus</i> sp.	6	0,13	4,11	26	0,101	15,95	85	0,407	21,46
<i>Keratella</i> sp.	41	0,888	28,08	60	0,233	36,81	59	0,283	14,90
<i>Lecane</i> sp.							4	0,019	1,01
<i>Lepadella</i> sp.									
<i>Polyarthra</i> sp.							22	0,105	5,56
Riqueza (S)	6			6			9		
Abundancia (No.Ind)	146			163			396		
Densidad (Ind/ml)	3,163			0,633			1,897		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 423 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

A nivel de morfoespecies, se observó que Moinidae *Mf*, Larva nauplio, *Keratella* sp. y *Brachionus* sp. fueron los taxones que registraron las densidades más altas a nivel general, con valores de 2,412 ind/ml, 2,390 ind/ml, 2,099 ind/ml y 1,549 ind/ml, respectivamente. En contraste, las menores densidades se registraron para las morfoespecies *Monhystra* sp. (0,008 ind/ml) y *Lepadella* sp. (0,013 ind/ml), reportadas únicamente en los puntos P3_699614 y P2_699613, respectivamente (**Figura 125**).

El género *Keratella* es uno de los grupos más distribuidos y estudiados dentro del filo de los rotíferos, con una presencia cosmopolita en ecosistemas acuáticos de agua dulce (Cieplinski et al., 2017). Su alta sensibilidad a factores ambientales, como la eutrofización y la contaminación, los convierte en excelentes bioindicadores de la calidad del agua (De Smet, 2009).

En cuerpos de agua afectados por la eutrofización, donde el aumento de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo favorece el crecimiento de fitoplancton, se observa generalmente un aumento en la abundancia de los géneros *Keratella* y *Brachionus* (Ezz et al., 2014).

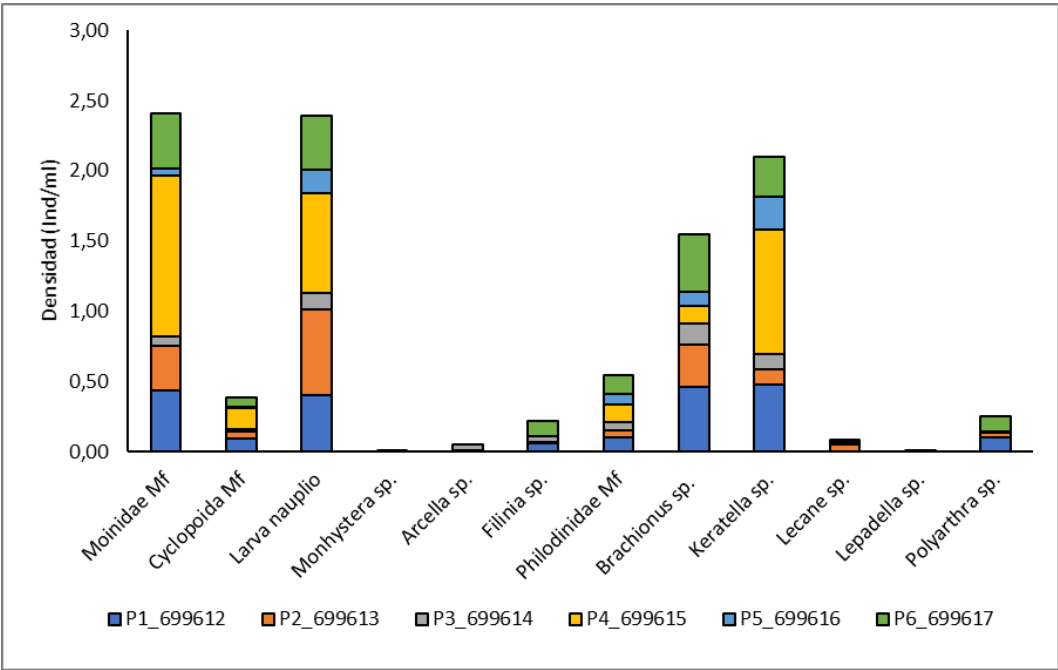


Figura 125. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga del Totumo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 424 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.1.2.1. Índices ecológicos

Los resultados de los índices de Shannon y Margalef reflejan una diversidad baja en los puntos monitoreados, con valores por debajo de 2 bits/Individuo, lo que indica que la comunidad zooplanctónica en general tiene una poca variedad de especies en los diferentes puntos muestreados. Sin embargo, el índice de Shannon para el punto P3_699614 mostró un valor de 2,074 bits/Individuo, lo que sugiere una diversidad moderada.

En cuanto al índice de Pielou, que mide la equidad en la distribución de los individuos entre las especies, se observó una alta equitatividad, con valores que oscilaron entre 0,733 y 0,860. El punto P3_699614 registró el valor más alto, lo que sugiere que este punto presenta una distribución más equilibrada de los individuos entre las especies presentes.

Por último, el índice de Simpson, que mide la dominancia de las especies, mostró valores bajos de dominancia en todos los puntos, con valores entre 0,151 y 0,262, lo que concuerda con los resultados obtenidos por el índice de Pielou (**Tabla 262**).

Tabla 262. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga del Totumo.

	P1_699612	P2_699613	P3_699614	P4_699615	P5_699616	P6_699617
Taxa_S	9	10	11	6	6	9
Individuals	453	617	416	146	163	396
Dominance_D	0,178	0,243	0,151	0,262	0,246	0,162
Shannon_H	1,860	1,696	2,074	1,486	1,536	1,949
Margalef	1,308	1,401	1,658	1,003	0,982	1,337
Equitability_J	0,843	0,733	0,860	0,820	0,849	0,883

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 425 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.1.3. Perifiton

Para el ensamblaje perifítico de la ciénaga del totumo, se reportó un total 852 individuos con una densidad total 3219,556 Ind/cm², agrupados en 17 morfoespecies, 15 familias, 13 órdenes, 6 clases y 5 Phyla (**Tabla 263**).

Tabla 263. Taxonomía del ensamblaje perifítico registrado en la C. Totumo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i> sp.
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktotrhrix</i> sp.
			Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> sp.
				<i>Oscillatoria</i> sp.
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis</i> sp.
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis</i> sp.
				<i>Phacus</i> sp.
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i> sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.
		Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i> sp.
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.
		Stephanodisciales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp.
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i> sp.

Fuente: Labormar, 2024.

La división Heterokontophyta (antes denominada Bacillariophyta) fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 47,06%, seguida de Cyanobacteria con 29,41% y Euglenozoa con 11,76%, por último, se ubican Chlorophyta y Charophyta, cada una con 5,88% (**Figura 126**). Las diatomeas (Heterokontophyta), son los productores primarios más abundantes y juegan un importante rol en la red trófica bentónica constituyendo una fuente alimenticia sustancial para los organismos que se alimentan de ellas (Gómez *et al.*, 2009). Las diatomeas son cosmopolitas (Potapova & Charles, 2003). De acuerdo con Stevenson & Bahls 1999, las diatomeas son los indicadores ecológicos más usados debido a que ellas son abundantes en la mayoría de los ecosistemas acuáticos y que sus especies se adaptan diferencialmente a un amplio rango de condiciones ecológicas. Lowe & Laliberte (1996) indicaron que las diatomeas son el grupo más abundante entre las algas bentónicas (en los

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 426 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

microhábitats epipélicos). Entre los indicadores biológicos son los que poseen tiempos de generación más cortos respondiendo rápidamente a los cambios ambientales. Son indicadores tempranos tanto de incremento de polución como de restauración del hábitat (Stevenson & Pan, 1999).

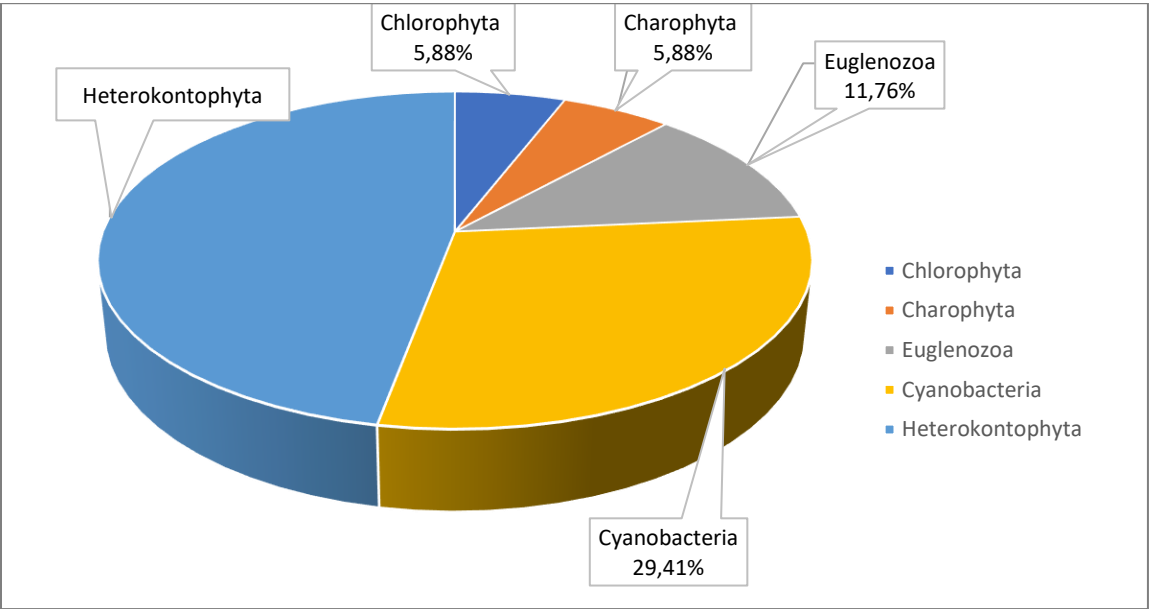


Figura 126. Riqueza del ensamblaje perifítico a nivel de División en la C. Totumo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Planktotrrix* sp y *Oscillatoria* sp con las mayores densidades con valores de 2866,056 Ind/cm² y 145,833 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Cylindrospermopsis* sp. (49,000 Ind/cm²) sp y *Eunotia* sp (39,611Ind/cm²). Por otra parte, *Microcystis* sp registró el valor más bajo de densidad con 2,111 Ind/cm² (**Figura 127**).

Los organismos asociados al género *Planktotrrix*, Morfológicamente se caracteriza por ser de filamentos solitarios, sin heterocistos ni acinetos. Los filamentos suelen ser rectos, aunque en algunos casos pueden aparecer ligeramente curvados; además, es conocido productor de numerosas toxinas con órganos diana muy diversos (hígado, sistema nervioso, etc.) (Gómez & de Corral, 2011). Prefiere intensidades de luz bajas para su crecimiento (Chorus & Bartram 1999). Con altas concentraciones de materia orgánica y altas concentraciones de sedimentos y alta conductividad (Pinilla, 2000).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 427 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Por otra parte, los organismos asociados al género *Oscillatoria* logran desplazar otras especies por medio de la competencia por espacio, captación de luz solar y la producción de sustancias alelopáticas como las cianotoxinas, para evitar ser depredadas por otros organismos (Rivera & Gomez, 2010).

Por lo que se puede concluir que las cianobacterias son la parte del perifiton que domina las aguas de la ciénaga del totumo en la presente campaña. Lo cual, es preocupante, atendiendo a que estos organismos (*Planktotrix* sp y *Oscillatoria* sp) pasan de colonizar no solo la columna de agua, sino sustratos duros y blandos que les confieren nutrientes y ventajas frente a otros grupos como las Heterokontophyta; las cuales a pesar de poseer una mayor riqueza (8 morfoespecies) frente a las cianobacterias (5 morfoespecies) no representan una densidad equiparable. Por lo que se recomienda realizar estudios de Biorremediación que mejoren la calidad de las aguas de la ciénaga del totumo.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 428 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 264. Densidad y abundancia del ensamblaje perifítico de la C. del Totumo. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699612			P2_699613			P3_699614			P4_699615			P5_699616			P6_699617		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Microcystis sp.</i>													1	1,111	0,53	1	1,000	1,30
<i>Planktotrix sp.</i>	34	39,667	16,50	47	54,833	94,00	128	1493,333	97,71	182	1011,111	91,46	181	201,111	95,77	66	66,000	85,71
<i>Lyngbya sp.</i>							1	11,667	0,76				1	1,111	0,53	3	3,000	3,90
<i>Oscillatoria sp.</i>	109	127,167	52,91							3	16,667	1,51				2	2,000	2,60
<i>Cylindrospermopsis sp.</i>	42	49,000	20,39															
<i>Closterium sp.</i>	3	3,500	1,46															
<i>Lepocinclis sp.</i>							1	11,667	0,76				2	2,222	1,06			
<i>Phacus sp.</i>										1	5,556	0,50						
<i>Ulothrix sp.</i>	2	2,333	0,97															
<i>Nitzschia sp.</i>	3	3,500	1,46							1	5,556	0,50	1	1,111	0,53			
<i>Eunotia sp.</i>	13	15,167	6,31							4	22,222	2,01	2	2,222	1,06			
<i>Fragilaria sp.</i>																3	3,000	3,90
<i>Ulnaria sp.</i>										3	16,667	1,51						
<i>Navicula sp.</i>				3	3,500	6,00	1	11,667	0,76				1	1,111	0,53	2	2,000	2,60
<i>Pinnularia sp.</i>										1	5,556	0,50						
<i>Cyclotella sp.</i>										3	16,667	1,51						
<i>Aulacoseira sp.</i>										1	5,556	0,50						
Riqueza (S)	7			2			4			9			7			6		
Abundancia (No.Ind)	206			50			131			199			189			77		
Densidad (Ind/cm²)	240,333			58,333			1528,333			1105,556			210,000			77,000		

Fuente: Labormar, 2024.

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 429 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

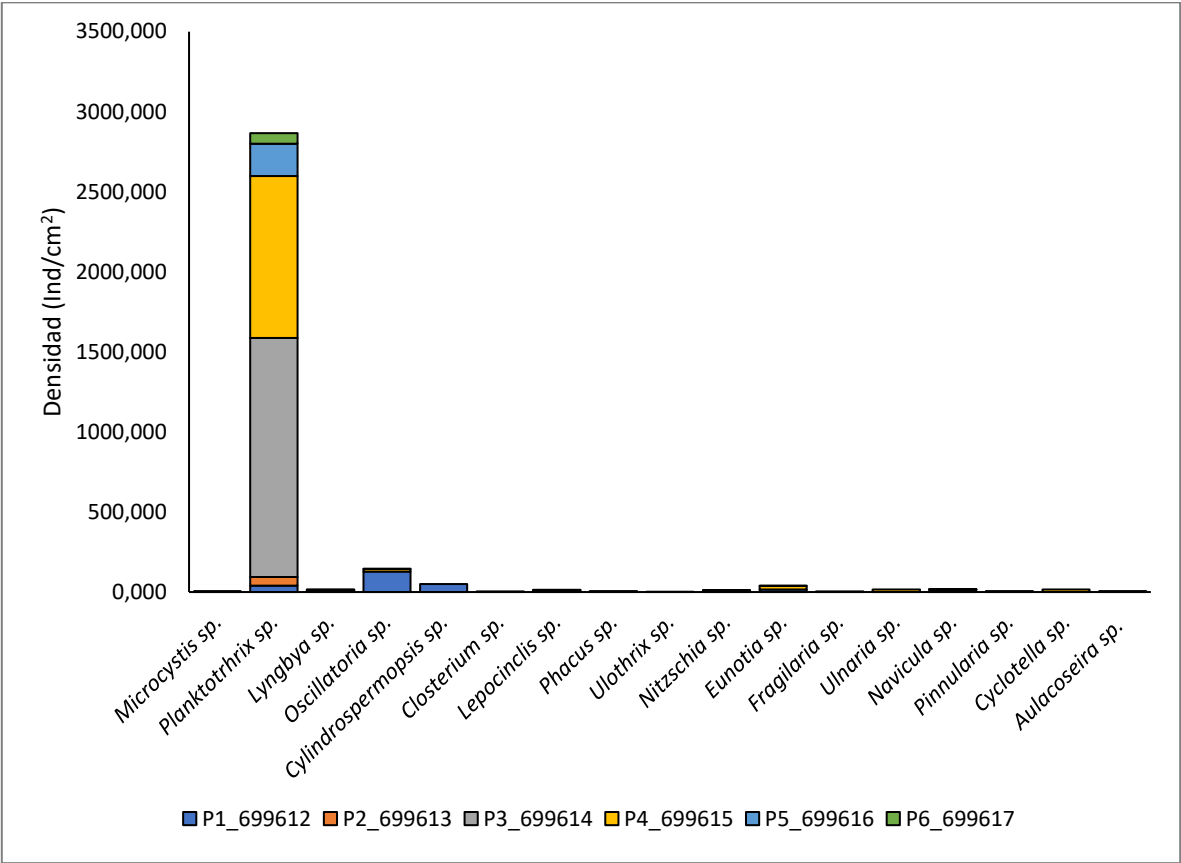


Figura 127. Densidad total de las morfoespecies de perifiton en la C. Totumo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.2.1.3 Índices ecológicos

En la **Tabla 265**, se muestran los índices ecológicos calculados del ensamblaje perifítico en C. del Totumo, en el cual, se puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el punto P1_699612 registró el valor más alto de Shannon_H con 1,301 bits/individuo y el punto P4_699615 con 1,511 bits/individuo para Margalef. Mientras que los puntos que reportaron menor diversidad fueron: el P3_699614 con 0,134 bits/individuo para Shannon_H y 0,256 bits/individuo para Margalef. Por su parte, el índice de dominancia de Simpson muestra el valor más alto en el punto P3_699614 con 0,955; por lo e se infiere que este punto posee una dominancia alta, atribuida a la morfoespecie *Planktotrix* sp. caso similar con el punto P5_699616. Mientras que el valor más bajo de dominancia se asocia al punto P1_699612, lo que lo convierte en el puntos con

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 430 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

mejor diversidad, aunque de características intrínsecas de ser, al igual que todos los puntos de muestreo, un punto con baja diversidad.

Lo anterior, se corrobora con el índice de Pielu, el cual registró el valor más alto en el P1_699612 (con 0,669), y los más bajos en los puntos P3_699614 (0,097) y P5_699616 (0,128). Por lo que se infiere, que no hay una equidad apropiada en ninguno de los puntos de muestreo de la ciénaga del totumo.

Tabla 265. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en C. del Totumo.

	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P1_699612	7	206	0,353	1,301	1,126	0,669
P2_699613	2	50	0,887	0,227	0,256	0,327
P3_699614	4	131	0,955	0,134	0,615	0,097
P4_699615	9	199	0,838	0,456	1,511	0,208
P5_699616	7	189	0,918	0,249	1,145	0,128
P6_699617	6	77	0,739	0,631	1,151	0,352

Fuente: Labormar, 2024.

5.3.1.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se obtuvo una densidad de 3281,000 Ind/m² y una abundancia de 3281 individuos, distribuidos en 9 morfoespecies, 5 familias, 5 órdenes, 2 clases y 1 Phylum (Tabla 266).

El punto de monitoreo reportado como el de mayor densidad fue P5_699616 con 10240,000, seguido de P3_699614 y P2_699613 con valores de 8140,000 Ind/m² y 8080,000 Ind/m². Con respecto a la riqueza, los valores mas altos se alcanzaron en P4_699615 P5_699616, con 8 y 7 morfoespecies, respectivamente.

Tabla 266. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Corbicula</i> sp.
		Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Marisa</i> sp.
		Basommatophora	Planorbidae	Planorbidae Mf
	Gastropoda	Cerithiida	Thiaridae	<i>Melanoides</i> sp.
				<i>Melanoides</i> sp. 1
		Littorinimorpha	Cochliopidae	Cochliopidae Mf
				Cochliopidae Mf 1

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 431 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
				<i>Pyrgophorus</i> sp.
				<i>Pyrgophorus</i> sp. 1

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

El Phylum Mollusca fue el único reportado con la mayor representatividad de morfoespecies en los puntos de monitoreo. Este phylum incluye una cantidad de formas de organismos, las cuales cumplen diferentes roles en el ecosistema a través de relaciones tróficas complejas, además, contribuyen a la bioacumulación de sustancias tóxicas, lo que los convierte en indicadores útiles de contaminación (Regoli & Giuliani, 2014).

Las morfoespecies que registraron la mayor densidad en los puntos de monitoreo fueron *Melanoides* sp. 1 y *Melanoides* sp. con densidades de 16650,000 Ind/m² y 6430,000 Ind/m², respectivamente (**Figura 128**).

El género *Melanoides* sp. es uno de los más conocidos dentro de la familia Thiaridae, destacado por la resistencia a condiciones ambientales fuertes, por lo que son importantes en la dinámica de los ecosistemas acuáticos (Facon *et al.*, 2003). Pueden encontrarse dentro de una amplia gama de ecosistemas acuáticos, tiene hábitos detritívoros y algívoros, por lo que desempeñan un importante papel en la degradación de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes (Pointier & Jourdane, 2000). La proliferación masiva de estos organismos, está asociada a sistemas eutrofizados y con alto contenido de materia orgánica, por lo que tienen esta preferencia en los sistemas, así como bajos niveles de oxígeno (Mansur *et al.*, 2016). Por otro lado, son resistentes a los cambios en la temperatura, el pH y salinidad, mostrando cambios en la morfología y el comportamiento cuando se encuentran contaminantes en el medio (Facon *et al.*, 2003).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 432 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

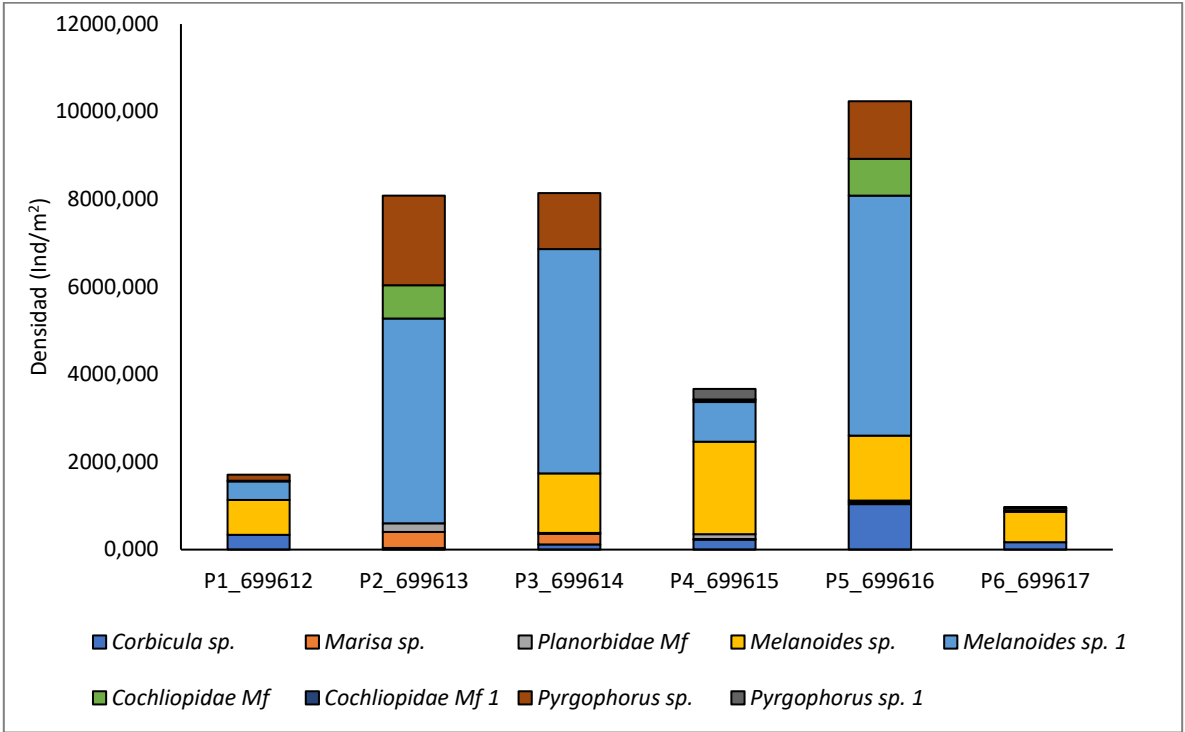


Figura 128. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 433 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 267. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado los puntos de monitoreo asociados.

P1_699612				P2_699613			P3_699614		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
<i>Corbicula</i> sp.	34	340,000	19,88	4	40,000	0,50	12	120,000	1,47
<i>Marisa</i> sp.				36	360,000	4,46	24	240,000	2,95
Planorbidae Mf				20	200,000	2,48	2	20,000	0,25
<i>Melanoidea</i> sp.	79	790,000	46,20				136	1360,000	16,71
<i>Melanoidea</i> sp. 1	43	430,000	25,15	468	4680,000	57,92	512	5120,000	62,90
Cochliopidae Mf	1	10,000	0,58	76	760,000	9,41			
<i>Pyrgophorus</i> sp.	14	140,000	8,19	204	2040,000	25,25	128	1280,000	15,72
Riqueza (S)		5			6			6	
Abundancia (No.Ind)		171			808			814	
Densidad (Ind/m²)		1710,000			8080,000			8140,000	
P4_699615				P5_699616			P6_699617		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
<i>Corbicula</i> sp.	23	230,000	6,27	104	1040,000	10,16	17	170,000	17,53
<i>Marisa</i> sp.	1	10,000	0,27	4	40,000	0,39			
Planorbidae Mf	11	110,000	3,00	4	40,000	0,39			
<i>Melanoidea</i> sp.	211	2110,000	57,49	148	1480,000	14,45	69	690,000	71,13
<i>Melanoidea</i> sp. 1	91	910,000	24,80	548	5480,000	53,52	3	30,000	3,09
Cochliopidae Mf	4	40,000	1,09	84	840,000	8,20	5	50,000	5,15
Cochliopidae Mf 1	2	20,000	0,54				3	30,000	3,09

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 434 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

P4_699615				P5_699616			P6_699617		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR
<i>Pyrgophorus</i> sp.				132	1320,000	12,89			
<i>Pyrgophorus</i> sp. 1	24	240,000	6,54						
Riqueza (S)		8			7			5	
Abundancia (No.Ind)		367			1024			97	
Densidad (Ind/m ²)		3670,000			10240,000			970,000	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 435 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.2.1.4 Índices ecológicos.

En la **Tabla 268**, se registran los valores de los índices ecológicos calculados en los puntos de monitoreo para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos, en el cual se registraron bajos valores de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef. En cuanto a la equitatividad, solo el punto P1_699612 presentó un ensamblaje uniforme y por ende bajos índices de dominancia. Los demás puntos de monitoreo presentaron valores medios-bajos con ambos índices según el caso, ya que ambos índices se corresponden.

Tabla 268. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo.

	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P1_699612	5	171	0,323	1,260	0,778	0,783
P2_699613	6	808	0,411	1,143	0,747	0,638
P3_699614	6	814	0,449	1,062	0,746	0,593
P4_699615	8	367	0,401	1,215	1,185	0,584
P5_699616	7	1024	0,341	1,359	0,866	0,698
P6_699617	5	97	0,541	0,915	0,874	0,569

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.2.1.5 Índice BMWP (Col).

Para el BMWP/Col (Roldan, 2003), se observan los puntajes asignados por familia de acuerdo con las morfoespecies reportadas en los puntos de monitoreo, donde se registraron aguas fuertemente contaminadas (Clase V) en los puntos P1_699612 y P6_699617; mientras que los demás fueron reportadas aguas muy contaminadas (Clase IV) como se presenta en la **Tabla 269**.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 436 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 269. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.

Puntos de Muestreo	P1_699612	Puntaje	P2_699613	Puntaje	P3_699614	Puntaje
Familias	Thiaridae	5	Ampullariidae	9	Ampullariidae	9
			Planorbidae	5	Planorbidae	5
			Thiaridae	5	Thiaridae	5
BMWP	5		19		19	
Calidad	Muy Critica		Critica		Critica	
Clase	V		IV		IV	
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Muy Contaminadas		Aguas Muy Contaminadas	

Puntos de Muestreo	P4_699615	Puntaje	P5_699616	Puntaje	P6_699617	Puntaje
Familias	Ampullariidae	9	Ampullariidae	9	Thiaridae	5
	Planorbidae	5	Planorbidae	5		
	Thiaridae	5	Thiaridae	5		
BMWP	19		19		5	
Calidad	Critica		Critica		Muy Critica	
Clase	IV		IV		V	
Significado	Aguas Muy Contaminadas		Aguas Muy Contaminadas		Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 437 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.1.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga del Totumo, estuvo conformada por tres morfoespecies, pertenecientes a la familia Cichlidae, del orden Perciformes, de la clase Actinopterygii y del phylum Chordata (**Tabla 270**).

Se identificaron las morfoespecies *Oreochromis niloticus*, *Andinoacara latifrons* y *Caquetaia kraussii*. Estas se capturaron en los puntos P2_699613, P3_699614, P4_699615 y P5_699616, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la (**Tabla 271**), se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados. El individuo de mayor talla fue *Oreochromis niloticus*, con LT de 19,5 cm, LE de 16,3 cm, y un peso de 154 g. Por su parte la morfoespecie *Andinoacara latifrons* registró el individuo de mayor talla con 11,2 cm de LT, 8,9 cm de LE y 25 g de peso. Mientras que, la morfoespecie *Caquetaia kraussii* tuvo el mayor valor de registro de LT en 12,5 cm, con LE de 10,1 cm y un peso de 13 g.

Tabla 270. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	Oreochromis	<i>Oreochromis niloticus</i>
				Andinoacara	<i>Andinoacara latifrons</i>
				Caquetaia	<i>Caquetaia kraussii</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 271. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P2_699613	P3_699614	P4_699615	P5_699616
<i>Oreochromis niloticus</i>	1			
<i>Andinoacara latifrons</i>	1	1	1	1
<i>Caquetaia kraussii</i>		1	1	1
Riqueza (S)	2	2	2	2
Abundancia (No.Ind)	2	2	2	2

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 438 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 272. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre comun	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P2_699613	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	19,5	16,3	N. A.	154
	Mojarra Piedra- cabeza azul	<i>Andinoacara latifrons</i>	9,8	8,1	N. A.	24
P3_699614	Mojarra Piedra- cabeza azul	<i>Andinoacara latifrons</i>	11,2	8,9	N. A.	25
	Mojarra amarilla	<i>Caquetaia kraussii</i>	8,8	6,7	N. A.	10
P4_699615	Mojarra Piedra- cabeza azul	<i>Andinoacara latifrons</i>	10	7,3	N. A.	18
	Mojarra amarilla	<i>Caquetaia kraussii</i>	7,7	5,8	N. A.	8
P5_699616	Mojarra Piedra- cabeza azul	<i>Andinoacara latifrons</i>	9,6	7,2	N. A.	17
	Mojarra amarilla	<i>Caquetaia kraussii</i>	12,5	10,1	N. A.	13

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

5.2.1.1 Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 273** se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

Tabla 273. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORIAS DE AMENAZA			USOS			Distribución
		RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN	CON	
<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra Piedra- cabeza azul	N. I.	NE	LC	NE	X	X	R
<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	N. I.	NE	LC	NE	X	X	R
<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra Lora	N. I.	N. E.	LC	N. E.		X	C

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endémica (CE) y Endémica (E).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 439 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.2.1.2 Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

5.3.1.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue alta, registrándose siete morfoespecies (*Pistia stratiotes*, *Elodea sp.*, *Ludwigia sp.*, *Hymenachne sp.*, *Ipomoea sp.*, *Ceratopteris pteridoides* y *Salvinia sp.*) pertenecientes a 7 familias (Araceae, Hydrocharitaceae, Onagraceae, Poaceae, Convolvulaceae, Pteridaceae y Salviniaceae). De los órdenes Alismatales, Myrtales, Poales, Solanales, Polypodiales y Salviniales. De dos clases Magnoliopsida y Polypodiopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta (**Tabla 274, Tabla 275**).

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Pontederia crassipes* con 88,79%, seguida de *Pistia stratiotes* con 8,69% y *Salvinia sp.* con 2,52% (**Figura 129**).

Tabla 274. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. Totumo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>
			Hydrocharitaceae	<i>Elodea sp.</i>
		Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>
		Poales	Poaceae	<i>Hymenachne sp.</i>
		Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>
	Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Ceratopteris pteridoides</i>
		Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia sp.</i>

Fuente: Labormar, 2024.

Tabla 275. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en C. Totumo.

MORFOESPECIE	P1_699612	P2_699613	P3_699614	P4_699615	P5_699616	P6_699617
	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Pistia stratiotes</i>	50,0	44,9	30,0	13,0	84,0	88,0
<i>Elodea sp.</i>		13,6				
<i>Ludwigia sp.</i>			20,9			
<i>Hymenachne sp.</i>		37,0				
<i>Ipomoea sp.</i>	47,2		40,5			
<i>Ceratopteris pteridoides</i>					14,5	8,0

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 440 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

MORFOESPECIE	P1_699612	P2_699613	P3_699614	P4_699615	P5_699616	P6_699617
	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Salvinia</i> sp.	2,8	2,5				
Riqueza (S)	3	4	3	1	2	2
Cobertura (%)	100,0	98,0	91,4	13,0	98,5	96,0

Fuente: Labormar, 2024.

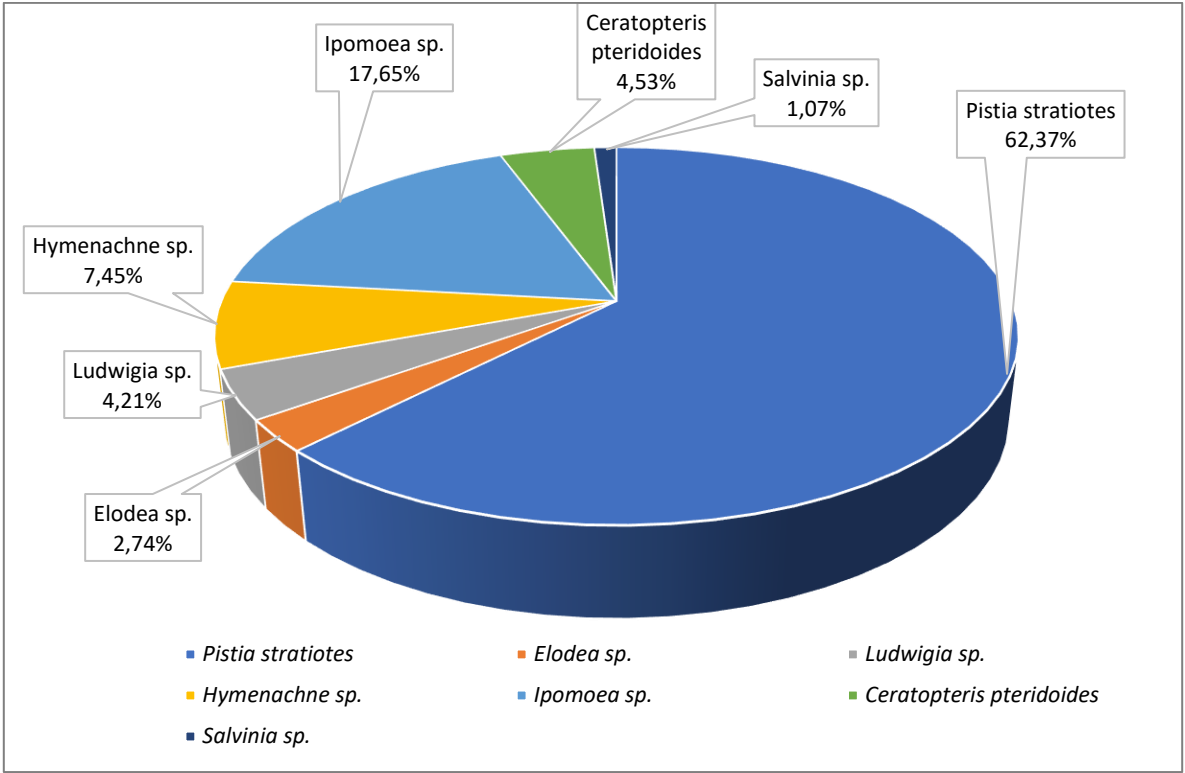


Figura 129. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. Totumo.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 441 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.2. Ciénaga de Balboa

5.3.2.1. Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Balboa estuvo constituida por 230 individuos con una densidad total de 37,892 Ind/ml, agrupados en quince (15) morfoespecies, trece (13) familias, diez (10) órdenes, cinco (4) clases y cuatro (4) Phyla (**Tabla 276**).

La división más representativa fue Heterokontophyta con el 66,67%, seguida de Cyanobacteria con el 20% de las morfoespecies descritas. Los phyla Euglenozoa y Chlorophyta aportaron los valores más bajos, cada uno el 6,67% (*Figura 130*).

Tabla 276. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la ciénaga de Balboa.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina</i> sp.
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix</i> sp.
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis</i> sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca</i> sp.
				<i>Nitzschia</i> sp.
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.
			Amphipleuraceae	<i>Amphiprora</i> sp.
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i> sp.
				<i>Navicula</i> sp.
			Stauroneidaceae	<i>Craticula</i> sp.
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp.
		Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i> sp.
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 442 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Los organismos de la división Heterokontophyta son los más abundantes y diversos, jugando un papel crucial en la productividad primaria debido a su capacidad fotosintética, que les permite capturar la energía lumínica y convertirla en compuestos orgánicos (Ramírez & Viña, 1998).

Por otro lado, los organismos de la división Cyanobacteria se distinguen por su capacidad para crecer en medios alcalinos, lo que facilita la obtención del ion bicarbonato necesario para la fotosíntesis (Ramírez, 2000). Tienen una distribución amplia y colonizan hábitats que no son aptos para otros organismos (Streble & Krauter, 1987).

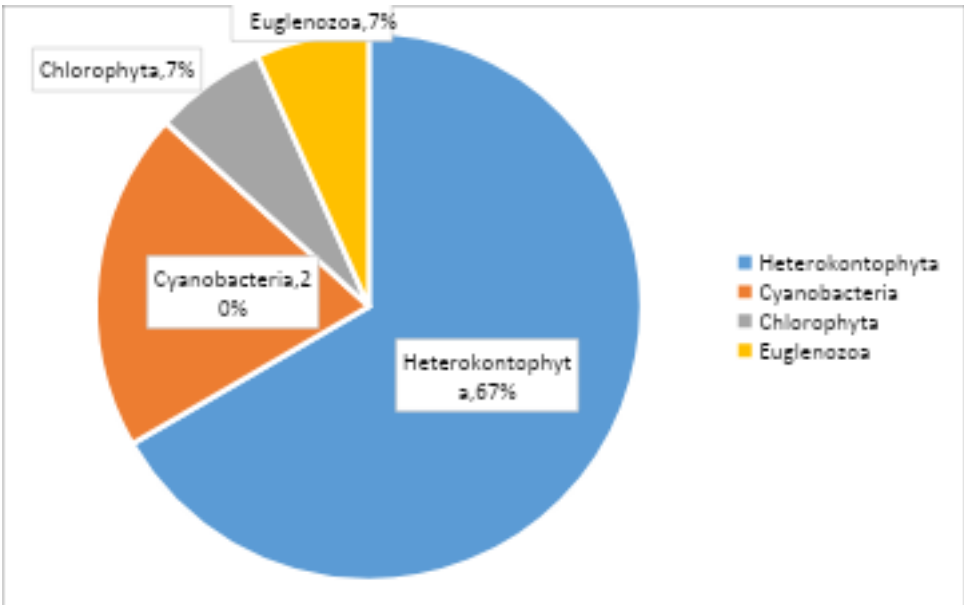


Figura 130. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga de Balboa.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el análisis de la densidad y riqueza del ensamblaje en los diferentes puntos de monitoreo, se observó que el P2_699659 registró los valores más altos, con 12 morfoespecies y una densidad de 30,600 ind/ml. En contraste, el punto P3_699660, con 6 morfoespecies y una densidad de 7,292 ind/ml, muestra una marcada disminución en la diversidad y abundancia (Tabla 277).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 443 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 277. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la ciénaga de Balboa.

MORFOESPECIE	P2_699659			P3_699660		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Pandorina</i> sp.	1	0,340	1,11			
<i>Planktothrix</i> sp.				12	0,625	8,57
<i>Oscillatoria</i> sp.	3	1,020	3,33			
<i>Aphanocapsa</i> sp.				117	6,094	83,57
<i>Lepocinclis</i> sp.	2	0,680	2,22			
<i>Cylindrotheca</i> sp.	1	0,340	1,11			
<i>Nitzschia</i> sp.	68	23,120	75,56	3	0,156	2,14
<i>Gomphonema</i> sp.	1	0,340	1,11			
<i>Amphiprora</i> sp.	1	0,340	1,11	3	0,156	2,14
<i>Gyrosigma</i> sp.	6	2,040	6,67			
<i>Navicula</i> sp.	3	1,020	3,33	1	0,052	0,71
<i>Craticula</i> sp.	1	0,340	1,11			
<i>Surirella</i> sp.	1	0,340	1,11			
<i>Amphora</i> sp.	2	0,680	2,22			
<i>Aulacoseira</i> sp.				4	0,208	2,86
Riqueza (S)		12			6	
Abundancia (No.Ind)		90			140	
Densidad (Ind/ml)		30,600			7,292	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Con respecto a las morfoespecies mejor representadas se evidenció que *Nitzschia* sp. registró la mayor densidad a nivel general con 23,276 Ind/ml, seguido de *Aphanocapsa* sp y *Gyrosigma* sp las cuales presentaron una densidad de 6,094 Ind/ml y 2,04 Ind/ml respectivamente. Por su parte, las densidades más bajas fueron registradas por *Aulacoseira* sp. con una densidad de 0,208 Ind/ml, presente únicamente en el punto P3_699660 (*Figura 131*).

Los organismos del género *Nitzschia* son comunes en sistemas que van de mesotróficos a eutróficos, destacándose por su alta tolerancia a elevados niveles de sedimentos y conductividad, así como a un alto contenido de materia orgánica y condiciones de mezcla (Pinilla, 2000; Bellinger & Sigee, 2010). Estos organismos tienen la capacidad de adaptarse

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 444 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

a una amplia gama de ambientes, incluyendo variaciones en temperatura, humedad, salinidad, exposición solar e pH. Esta adaptabilidad les permite prosperar en diferentes tipos de hábitats acuáticos, desde aguas dulces hasta salobres, así como en condiciones cambiantes dentro de estos ambientes (Whitton B & Potts M, 2000; Rippka *et al.*, 1979).

Por su parte, las morfoespecies como *Gyrosigma sp.* se caracterizan por su resistencia a altos niveles de materia orgánica, lo que las convierte en bioindicadores de eutrofización moderada. Su presencia en estos ecosistemas sugiere un incremento en la acumulación de nutrientes y una disminución en la concentración de oxígeno (Stevenson *et al.*, 2010).

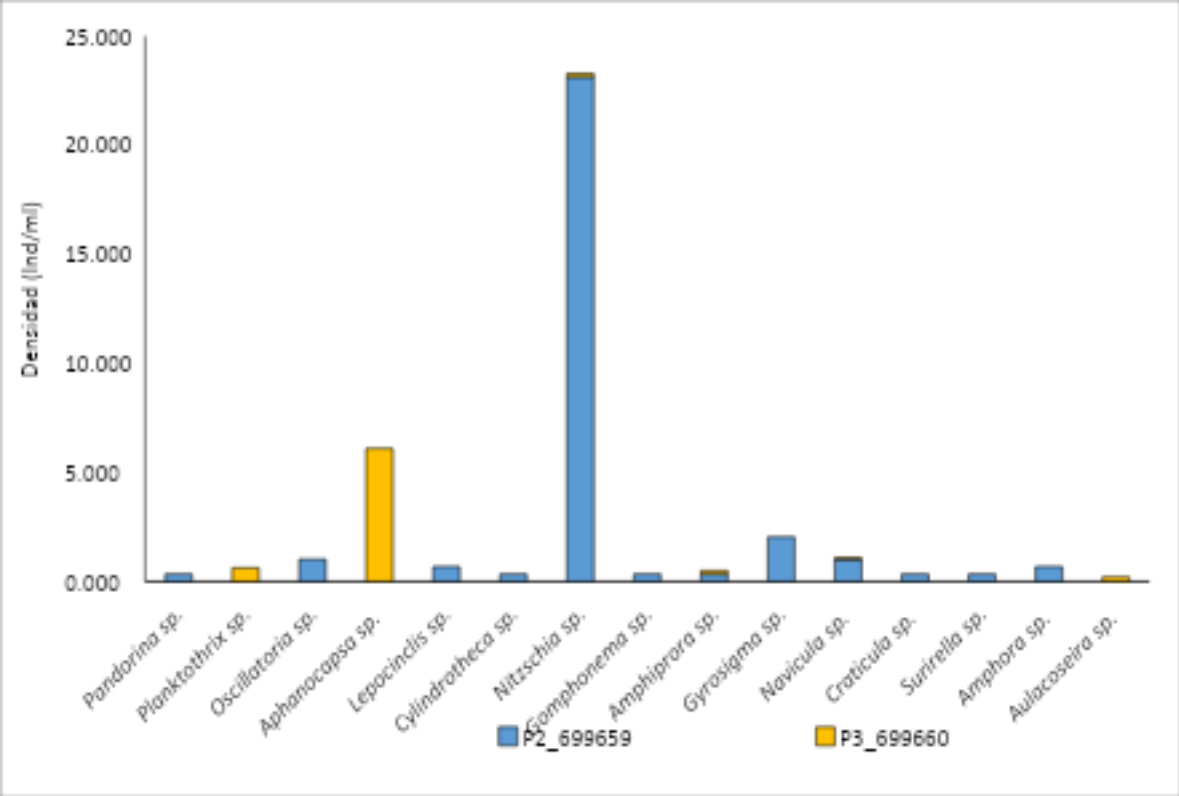


Figura 131. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga de Balboa.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 445 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.2.1.1. Índices ecológicos

El índice de Shannon y el índice de Margalef mostraron una diversidad baja, con valores por debajo de 2 bits/individuo, lo que indica una comunidad poco variada y escasamente diversa. Sin embargo, para el punto P2_699659, el índice de Margalef arrojó una diversidad moderada (2,445 bits/individuo), indicando una mayor riqueza de especies.

Por otra parte, el índice de Pielou registró una equitatividad moderada en el punto P2_699659 ($J = 0,438$ bits/ind), lo que significa que las especies están distribuidas de manera más o menos equilibrada. Sin embargo, en P3_699660, el valor de 0,370 sugiere una equitatividad baja, lo que podría indicar que una o pocas especies dominan la comunidad en ese punto.

El índice de Simpson arrojó para el punto P3_699660 una alta dominancia, coincidiendo con el bajo valor de equitatividad, lo que sugiere que una o unas pocas especies están dominando la comunidad en ese lugar, lo que reduce la equitatividad (**Tabla 278**).

Tabla 278. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga de Balboa.

	P2_699659	P3_699660
Taxa_S	12	6
Individuals	90	140
Dominance_D	0,575	0,705
Shannon_H	1,149	0,680
Margalef	2,445	1,012
Equitability_J	0,438	0,370

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 446 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.2.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga de Balboa estuvo constituida por 84 individuos con una densidad total de 20,051 Ind/ml, agrupados en ocho (8) morfoespecies, siete (7) familias, incluidas tres (3) no determinadas (ND); siete (7) órdenes, con dos (2) no determinados, seis (6) clases y cinco (5) Phyla (**Tabla 279**).

Los phyla Arthropoda y Rotifera aportaron la mayor riqueza de morfoespecies, con un 37% y 25%, respectivamente. En contraste, los grupos Protozoa, Annelida y Nematoda registraron los valores más bajos, cada uno con el 13% de las morfoespecies restantes (**Figura 132**).

La sensibilidad de los rotíferos y otras especies de zooplancton a ciertas condiciones físicas y químicas permite utilizarlos como bioindicadores de los ecosistemas acuáticos. Al ser bastante tolerantes a diferentes condiciones ambientales, muchas especies de rotíferos y ciliados son buenos indicadores de la calidad del agua y pueden utilizarse para el monitoreo ecológico de los cuerpos de agua (Abo-Taleb *et al.*, 2016). La presencia dominante de estos organismos suele asociarse a ambientes con alta concentración de materia orgánica, escasa circulación y condiciones eutróficas (Zapata-Madrid, 2006; Pinilla, 2000).

Tabla 279. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga de Balboa.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Annelida	Polychaeta	ND	ND	Polychaeta (Larva)
	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	Moinidae Mf
Arthropoda	Maxillopoda	ND	ND	Larva nauplio
		Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
Nematoda	Chromadorea	Monhysterida	Monhysteridae	<i>Monhystera</i> sp.
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.
				<i>Brachionus</i> sp. 1

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 447 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

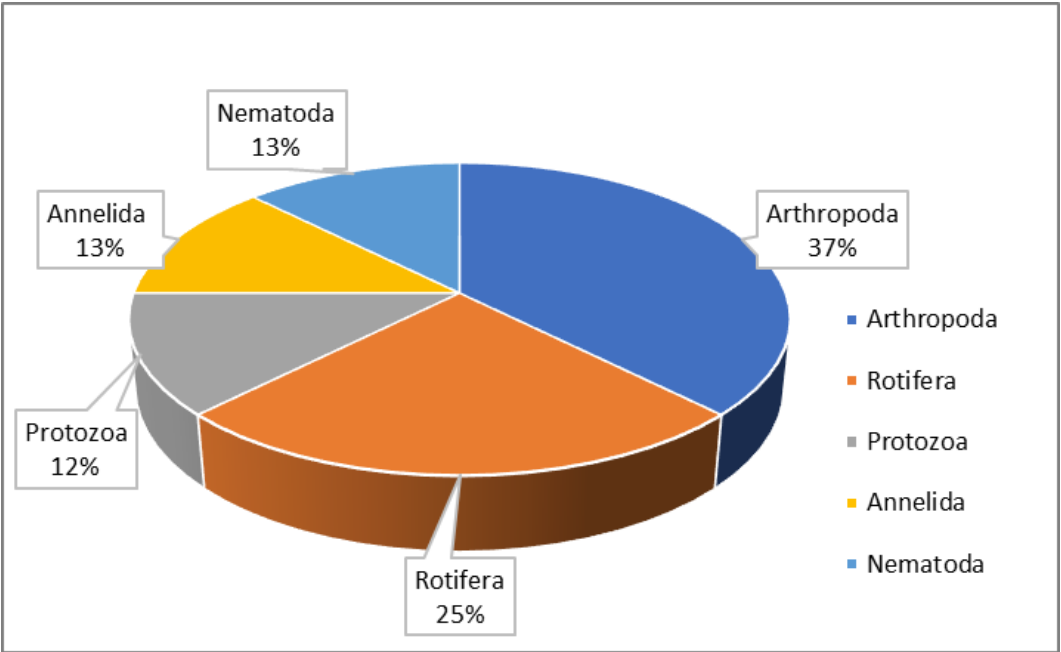


Figura 132. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga de Balboa.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el análisis de la densidad y riqueza del ensamblaje en los diferentes puntos de monitoreo, se observó que el P3_699660 registró los valores más altos, con siete (7) morfoespecies y una densidad de 20,000 Ind/ml. En contraste, el punto P2_699659, con solo dos (2) morfoespecies y una densidad de 0,051 ind/ml, muestra una marcada disminución en la diversidad y abundancia (**Tabla 280**).

Tabla 280. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la ciénaga de Balboa.

MORFOESPECIE	P2_699659			P3_699660		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
Polychaeta (Larva)				4	1,000	5,00
Moinidae Mf				37	9,250	46,25
Larva nauplio	1	0,013	25,00	25	6,250	31,25
Cyclopoida Mf				5	1,250	6,25
<i>Monhystera</i> sp.	3	0,038	75,00			
<i>Diffugia</i> sp.				2	0,500	2,50
<i>Brachionus</i> sp.				1	0,250	1,25
<i>Brachionus</i> sp. 1				6	1,500	7,50
Riqueza (S)		2			7	
Abundancia (No.Ind)		4			80	
Densidad (Ind/ml)		0,051			20,000	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2025.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 448 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

A nivel de morfoespecies, se observó que *Moinidae* Mf y larva nauplio fueron los taxones más representativos, con densidades de 9,250 Ind/ml y 6,263 Ind/ml, respectivamente, siendo *Moinidae* Mf la morfoespecie exclusiva en el punto P3_699660. Por su parte, las densidades más bajas fueron registradas por *Monhystera* sp., con un valor de 0,038 Ind/ml, presente únicamente en el punto P2_699659 (**Figura 133**).

La familia Moinidae es un grupo de crustáceos perteneciente al orden diplostraca, distribuidos en una amplia variedad de ambientes acuáticos, tanto en agua dulce como en ambientes marinos (Prieto, 2001). Los miembros de esta familia juegan un papel importante en las cadenas tróficas acuáticas, siendo una fuente crucial de alimento para una gran variedad de especies marinas y de agua dulce. Su actividad filtradora contribuye al equilibrio ecológico al regular las poblaciones de fitoplancton y otros microorganismos acuáticos, contribuyendo así al mantenimiento de la calidad del agua (Bledzki & Rybak, 2016; Sterner, 2009).

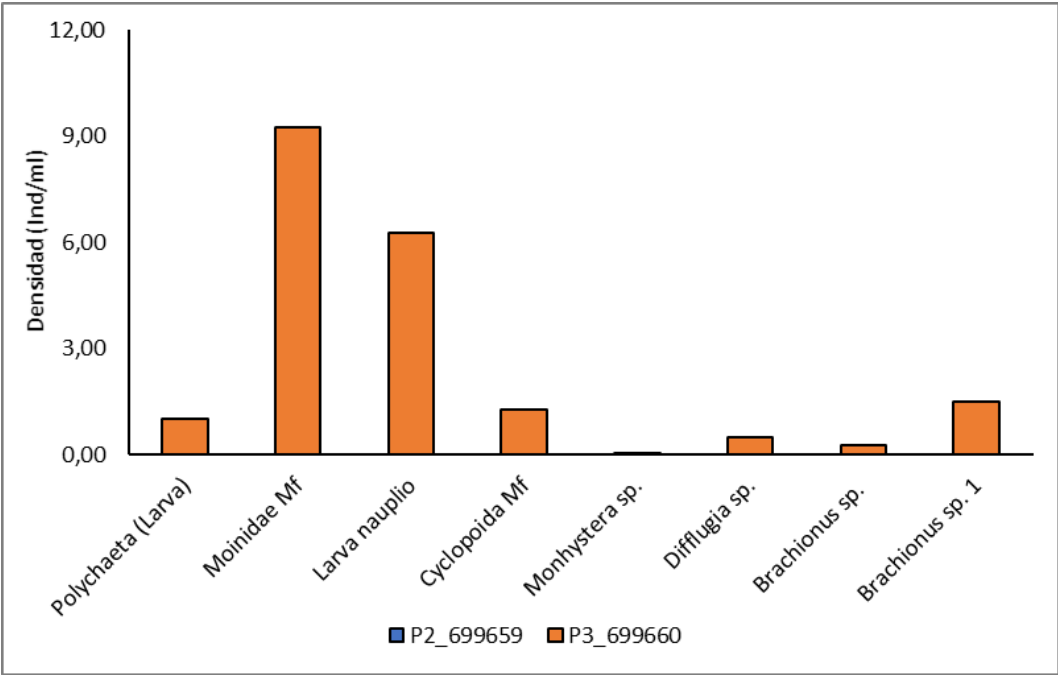


Figura 133. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga de Balboa.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 449 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.2.2.1. Índices ecológicos

Los valores obtenidos de los índices ecológicos de Shannon y Margalef mostraron una diversidad baja para los dos puntos monitoreado, con valores por debajo de 2 bits/Individuos, indicando de esta manera una comunidad poco variada y escasamente diversa.

Por otra parte, índice de Pielou registró una alta equitatividad en la distribución de las especies, con valores de 0,811 en P2 y 0,712 en P3, lo que significa que, aunque la cantidad de especies es baja, estas están distribuidas de manera relativamente uniforme en la comunidad. Además, el bajo valor del índice de dominancia de Simpson refuerza la idea de que no hay una especie dominante en la comunidad, lo que implica una distribución más equitativa de los individuos entre las especies presentes. Esto concuerda con el resultado del índice de Pielou, ya que una alta equitatividad generalmente se asocia con un bajo valor de dominancia (**Tabla 281**).

Tabla 281. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga de Balboa.

	P2_699659	P3_699660
Taxa_S	2	7
Individuals	4	80
Dominance_D	0,500	0,316
Shannon_H	0,687	1,422
Margalef	0,721	1,369
Equitability_J	0,811	0,712

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 450 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.2.3. Perifiton

La comunidad de Perifiton es una biopelícula que se forma en sustratos sumergidos y constituye una de las comunidades más importantes en los sistemas acuáticos (Romaní, 2001; Trbojević, et al., 2018). Particularmente las algas del Perifiton desempeñan un papel fundamental en la dinámica del sistema: en el ciclo de nutrientes, el flujo de la energía y la productividad primaria., además, de ser indicadores de la calidad del agua, ya que pueden desarrollarse adheridos a diferentes sustratos y muestran los cambios ocurridos por alteraciones físicas, químicas y biológicas (Pérez, *et al.*, 2007; Steinman, *et al.*, 2016). Para la ciénaga de Balboa, se tuvo una densidad total de 3453,833 Ind/cm² y una abundancia absoluta de 191 individuos, distribuidos en ocho (8) morfoespecies, seis (6) familias, cinco (5) órdenes, dos (2) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 282**). En cuanto a el Phylum o división más representativa fue Heterokontophyta y Cyanobacteria ambas con el 50% de la composición de especies de este cuerpo de agua lenticó (**Figura 134**).

Tabla 282. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en la Ciénaga de Balboa, Atlántico, Colombia

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Leptolyngbyales	Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya</i> sp.
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix</i> sp.
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.
				<i>Nitzschia</i> sp. 2
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i> sp.
				<i>Navicula</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

De las dos divisiones presentes el Phylum Heterokontophyta se caracteriza por estar relacionadas con condiciones de eutrofia, pH alcalino son reconocidas por ser indicadoras de cambios en condiciones ambientales asociadas a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009) Por otra parte, las Cianobacterias quienes fueron el segundo grupo más diverso, suelen proliferar en zonas con alta perturbación e intensidad lumínica, se les suele encontrar asociadas a ambientes lenticos con alta disponibilidad de luz y nutrientes (Komárek, 2003; Pinilla y Duarte, 2006).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 451 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

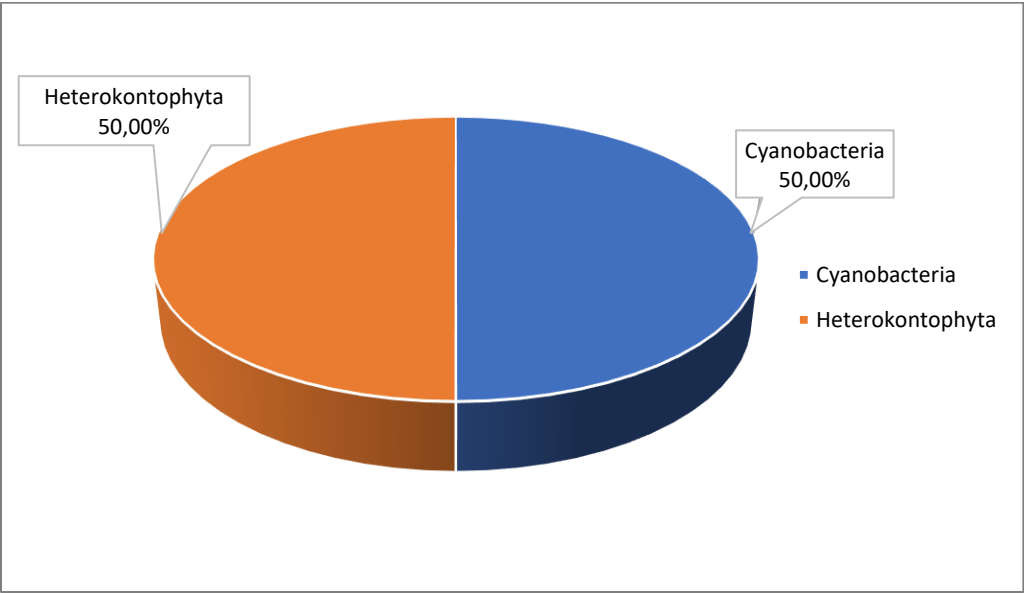


Figura 134. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrado en la Ciénaga de Balboa, Atlántico, Colombia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Analizando la composición y abundancia por punto de monitoreo, se evidenció que el punto P3_699660 registró la mayor abundancia con una densidad absoluta de 3420,000 Ind/cm² y la mayor riqueza con siete taxones. En cuanto a el punto P2_699659 tuvo la menor riqueza y una densidad más baja con un valor de 33,833 Ind/cm² (**Tabla 283**).

Tabla 283. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénaga de Balboa, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P2_699659			P3_699660		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Leptolyngbya sp.</i>				7	147,778	4,32
<i>Planktothrix sp.</i>	7	8,167	24,14			
<i>Oscillatoria sp.</i>	20	23,333	68,97	4	84,444	2,47
<i>Aphanocapsa sp.</i>				1	21,111	0,62
<i>Nitzschia sp.</i>				127	2681,111	78,40
<i>Nitzschia sp. 2</i>				1	21,111	0,62
<i>Gyrosigma sp.</i>	2	2,333	6,90	1	21,111	0,62
<i>Navicula sp.</i>				21	443,333	12,96
Riqueza (S)		3			7	
Abundancia (No.Ind)		29			162	
Densidad (Ind/cm²)		33,833			3420,000	

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 452 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Con respecto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea *Nitzschia* sp. con una densidad total de 2681,111 ind/cm², estando presente solo en un punto de monitoreado P3_699660. Los organismos asociados al género *Nitzschia* son comunes en sistemas meso a eutróficos, tolerante a contenidos de sedimentos ya que se asocia a aguas turbulentas, con altos niveles de materia orgánica y en procesos de mezcla (Bellinger & Sigee, 2010), seguido de *Navicula* sp. con un valor de 443,333 ind/cm² (**Figura 135**). El género *Navicula* posee una amplia distribución en ambientes dulceacuícolas, por lo cual es común reportarlas en estos ecosistemas. Por su parte, Gómez et al. (2001), Bellinger & Sigee (2010), Segura-García et al. (2012) y Molina (2013) afirman que este género es tolerante a la contaminación y su dominancia indica sitios altamente.

Por otra parte, la menor densidad que se registró fue en el punto P2_699659, donde el taxón *Oscillatoria* sp. fue exclusivo de este punto, con un valor de 23,333 ind/cm² (**Figura 135**).

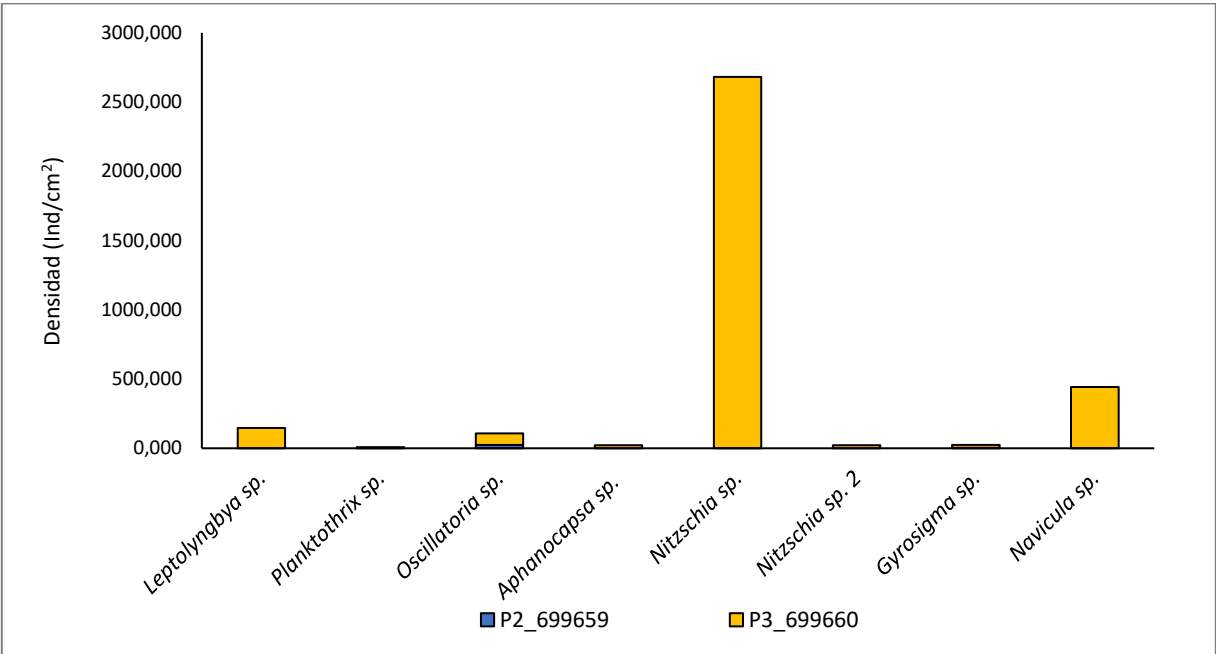


Figura 135. Densidad total de las morfoespecies del Perifiton en registrado en la Ciénaga de Balboa, Atlántico, Colombia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 453 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.2.3.1. Índices ecológicos

En la Tabla 284 se presentan los índices ecológicos calculados para el ensamblaje perifítico. Se evidencio que el punto P3_699660 tuvo un mayor número de individuos, sin embargo, según el índice de Shannon todos los puntos obtuvieron una diversidad baja, los dos puntos evaluados P2_699659 y P3_699660, con valores de 0,784 bits/Ind y 0,777 bits/Ind, respectivamente. Estos resultados contrastan con el índice de Margalef utilizado para evaluar la riqueza de especies, quien registró valores inferiores a dos; según Margalef (1995) valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad y valores inferiores a 2,0 son relacionados con zonas de baja diversidad.

En cuanto al índice de Pielou (J') tuvo un comportamiento diferente para cada uno de los puntos, se registró valor más alto para el punto P2_699659 indicando una distribución más equitativa lo que significa que sus especies están distribuidas de manera más uniforme dentro del ensamblaje, por el contrario el punto P3_699660 tuvo un valor cercano a cero, por lo que presenta una menor equitativita, por ende para este punto el índice de dominancia de Simpson presentó un valor alto, ya que ambos índices son inversamente proporcionales, lo que nos indica que existe una prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otras para P3_699660 (**Tabla 284**).

Tabla 284. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga de Balboa, Atlántico, Colombia.

	P2_699659	P3_699660
Taxa_S	3	7
Individuals	29	162
Dominance_D	0,539	0,634
Shannon_H	0,784	0,777
Margalef	0,594	1,179
Equitability_J	0,713	0,399

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 454 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.2.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se registró una densidad de 310,000 Ind/m² y abundancia de 31 individuos, distribuidos en siete (7) morfoespecies, seis (6) familias, cinco (5) órdenes y uno no determinado, cuatro (4) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 285**).

Los phyla más representativos fueron Mollusca y Arthropoda, ambos con el 42,86 % de las morfoespecies reportadas, seguidos de Annelida, con el 14,29 % restante (**Figura 136**).

Tabla 285. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. de Balboa.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Annelida	Polychaeta	ND	Capitellidae	Capitellidae Mf
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	Corixidae Mf (Adulto)
		Diptera	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae Mf (Larva)
	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Palaemonidae Mf
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	Planorbidae Mf
		Littorinimorpha	Cochliopidae	Cochliopidae Mf
				Cochliopidae Mf 1

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

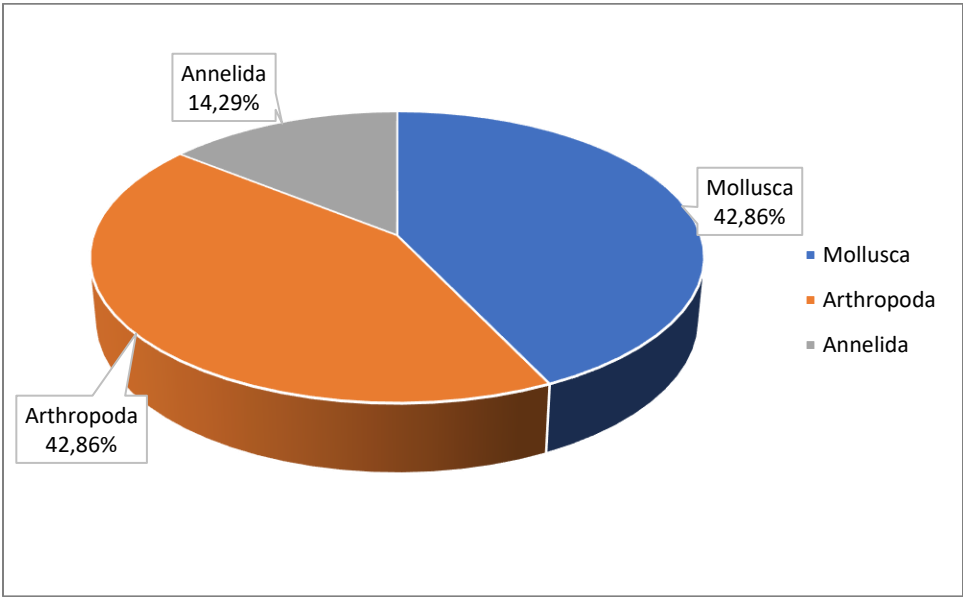


Figura 136. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la c. de Balboa.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 455 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 286. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. de Balboa.

MORFOESPECIE	P2_699659			P3_699660		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Capitellidae Mf				16	160,000	69,57
Corixidae Mf (Adulto)	4	40,000	50,00	2	20,000	8,70
Ceratopogonidae Mf (Larva)				2	20,000	8,70
Palaemonidae Mf				1	10,000	4,35
Planorbidae Mf	1	10,000	12,50			
Cochliopidae Mf	3	30,000	37,50			
Cochliopidae Mf 1				2	20,000	8,70
Riqueza (S)		3			5	
Abundancia (No.Ind)		8			23	
Densidad (Ind/m²)		80,000			230,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

El análisis de densidad de las morfoespecies en los puntos de monitoreo mostró que Capitellidae Mf presentó la mayor densidad en el área de estudio, con 160,000 Ind/m², siendo exclusiva del punto P3. Por su parte, Corixidae Mf (Adulto) registró la densidad más alta en P2, con 40,000 Ind/m², lo que indica una variación en la composición de la comunidad bentónica entre los puntos evaluados. En contraste, las menores densidades correspondieron a Planorbidae Mf y Palaemonidae Mf, con 10,000 Ind/m² cada una, y estuvieron restringidas a los puntos P2 y P3, respectivamente (**Figura 137**).

La familia Capitellidae es un grupo de anélidos poliquetos comúnmente encontrados en ambientes bentónicos marinos y estuarinos, especialmente en fondos blandos (Rouse, 2001; El Haddad *et al.*, 2013). Las especies pertenecientes a esta familia desempeñan un papel crucial en la biogeoquímica de las aguas enriquecidas orgánicamente, ya que participan en procesos de bioturbación y degradación de materia orgánica (Díaz-Castañeda & Reish, 2009).

El predominio de poliquetos específicos en los sedimentos puede ser un indicador clave de la condición o salud del ambiente bentónico. En particular, los miembros de la familia Capitellidae, cuando se encuentran en grandes cantidades, han sido ampliamente reconocidos como indicadores de contaminación orgánica (Pocklington & Wells, 1992). Esta

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 456 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

característica los convierte en una herramienta útil para evaluar el impacto de la contaminación en ecosistemas marinos y estuarinos.

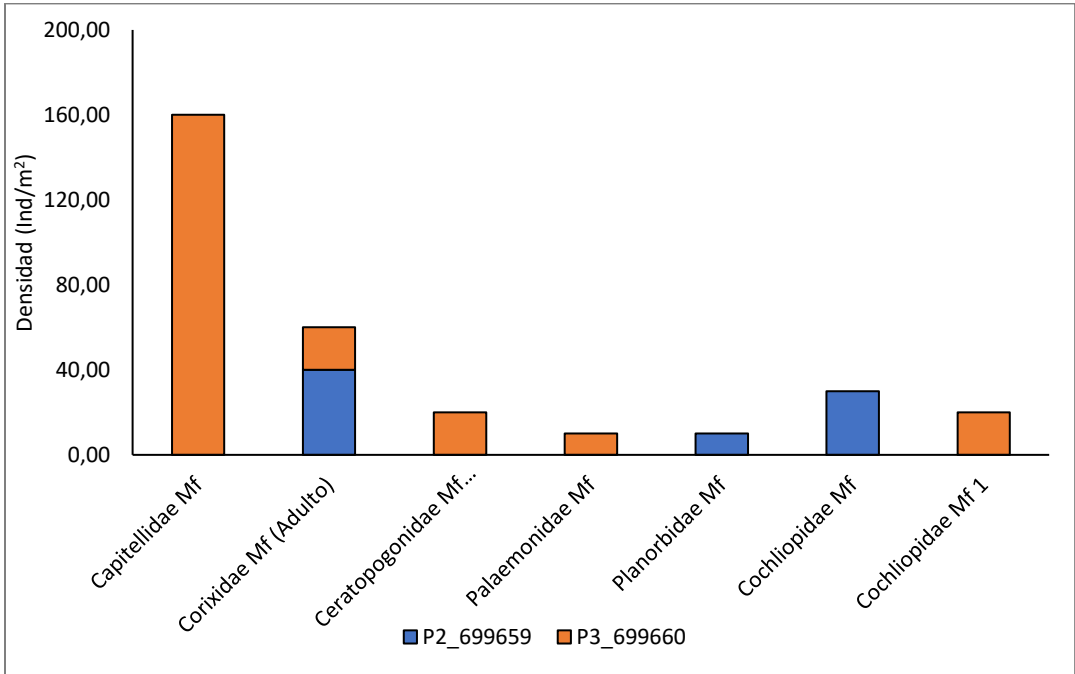


Figura 137. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la c. de Balboa.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.2.4.1. Índices ecológicos

Los índices de Shannon-H y Margalef reflejaron una diversidad baja en el área de estudio, con valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que indica una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica. Esta baja diversidad puede estar asociada a factores ambientales adversos o perturbaciones que afectan la capacidad de las especies para establecerse y prosperar en el ecosistema.

En términos de equidad, el índice de Pielou mostró una alta equidad en P2 ($J' = 0,887$), lo que indica una distribución más uniforme de los individuos entre las especies, mientras que en P3 la equitatividad fue moderada ($J' = 0,637$), sugiriendo que algunas especies pueden tener una mayor representación en este punto. Por su parte, el índice de Simpson indicó una dominancia moderada, lo que sugiere que, aunque la diversidad es baja, ninguna especie predomina de manera extrema sobre las demás, permitiendo una distribución relativamente equilibrada en la comunidad bentónica.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 457 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 287. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la c. de Balboa.

	P2_699659	P3_699660
Taxa_S	3	5
Individuals	8	23
Dominance_D	0,406	0,509
Shannon_H	0,974	1,026
Margalef	0,962	1,276
Equitability_J	0,887	0,637

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.3.2.4.2. Índice BMWP (Col).

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga de Balboa evidenció un alto nivel de contaminación en los puntos monitoreados. El punto P2 presentó aguas fuertemente contaminadas, mientras que el punto P3 mostró aguas muy contaminadas, lo que indica una condición ambiental crítica en ambos sitios. Estos resultados reflejan un impacto significativo en la calidad del agua, lo que puede afectar la biodiversidad acuática y el equilibrio ecológico del ecosistema (**Tabla 288**).

Tabla 288. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. de Balboa.

Puntos de Muestreo	P2_699659	Puntaje	P3_699660	Puntaje
Familias	Corixidae	7	Ceratopogonidae	3
	Planorbidae	5	Corixidae	7
			Palaemonidae	8
BMWP	12		18	
Calidad	Muy Critica		Critica	
Clase	V		IV	
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Muy Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 458 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.2.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga de Balboa, estuvo conformada por dos morfoespecies, pertenecientes a dos (2) familias, dos (2) ordenes, una (1) clase y un phylum (**Tabla 289**).

Se identificaron las morfoespecies *Mugil curema* y *Diapterus rhombeus*. Estas se capturaron en el punto P3_699660, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la **Tabla 291**, se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados. El individuo de la morfoespecie *Mugil curema* registró una LT de 23,0 cm, una LE de 20,0 cm, LE de 21,5 cm y un peso de 207,0 g. Mientras que el individuo de *Diapterus rhombeus* registró una LT de 18,5 cm, con una LE de 14,0 cm, con LE de 15,0 cm y un peso de 190,0 g.

Tabla 289. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Mugiliforme	Mugilidae	Mugil	<i>Mugil curema</i>
		Perciformes	Gerreidae	Diapterus	<i>Diapterus rhombeus</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 290. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P3_699660
<i>Mugil curema</i>	1
<i>Diapterus rhombeus</i>	1
Riqueza (S)	2
Abundancia (No.Ind)	2

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 291. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre común	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P3_699660	<i>El lebranche</i>	<i>Mugil curema</i>	23,0	20,0	21,5	207,0
	<i>Mojarra plateada</i>	<i>Diapterus rhombeus</i>	18,5	14,0	15,0	190,0

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 459 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.2.1.1 Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 292** se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

Tabla 292. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍAS DE AMENAZA			USOS		Distribución
		RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN	
<i>Mugil curema</i>	El lebranche	NI	NE	LC	NE	X	C
<i>Diapterus rhombeus</i>	Mojarra plateada	NI	NE	LC	NE	X	R

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endémica (CE) y Endémica (E).

5.2.1.2 Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

5.3.2.6. Macrófitas acuáticas

No se registraron morfoespecies de Macrófitas acuáticas en este cuerpo de agua. Lo que se puede explicar por ser una laguna costera, lo que dificulta el establecimiento de este tipo de vegetación acuática, las cuales no suelen colonizar ambientes con alta salinidad e influencia marina.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 460 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.3. Ciénaga de Mallorca

5.3.3.1. Fitoplancton

Para la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Mallorca se identificó una abundancia total de 844 individuos y una densidad de 4,640 Ind/ml, agrupados en treinta y dos (32) morfoespecies, veinticinco (25) familias, veintidós (22) órdenes, seis (6) clases y cuatro (4) Phyla (**Tabla 293**).

La división más representativa a nivel de taxón fue Heterokontophyta, aportando el 68,75%, seguida por Dinoflagellata con el 21,88%. Los grupos Cyanobacteria y Charophyta aportaron el 6,25% y el 3,13% de las morfoespecies restantes, respectivamente (**Figura 156**).

Los dinoflagelados representan uno de los grupos eucariotas acuáticos de mayor diversidad y abundancia, situándose como el segundo grupo más relevante del fitoplancton marino después de las diatomeas (Maciel-Baltazar & Hernández-Becerril, 2013). Con más de 2500 especies conocidas y predominancia en ambientes marinos (alrededor del 90%), estos organismos juegan un papel fundamental en la producción primaria y en el sostén de las redes tróficas (Taylor *et al.*, 2008; Bravo & Figueroa, 2014). Los integrantes de este phylum pueden producir toxinas peligrosas, lo que, junto con la proliferación de especies en floración, plantea riesgos significativos para la salud humana y la integridad de los ecosistemas acuáticos (Taylor *et al.*, 2008; Gómez *et al.*, 2011).

Por otra parte, las algas del phylum Charophyta juegan un papel fundamental como bioindicadores de la calidad del agua, especialmente en ambientes acuáticos ricos en nutrientes. Su presencia es un indicativo de aguas con alta relación fósforo-nitrógeno, lo que generalmente está relacionado con procesos de eutrofización (Pinilla & Duarte, 2006).

Tabla 293. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la ciénaga de mallorquín.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i> sp.
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia</i> sp.
Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophysales	Dinophysaceae	<i>Dinophysis</i> sp.
		Gonyaulacales	Ceratiaceae	<i>Tripos</i> sp.
			Pyrocystaceae	<i>Alexandrium</i> sp.
		Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i> sp.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 461 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Prorocentrales	Protoperidiniaceae	<i>Diplopsalis</i> sp.
				<i>Protoperidinium</i> sp.
		Prorocentrales	Prorocentraceae	<i>Prorocentrum</i> sp.
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.
				<i>Nitzschia</i> sp. 1
				<i>Nitzschia</i> sp. 2
				<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.
		Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Amphiprora</i> sp.
			Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i> sp.
				<i>Navicula</i> sp.
				<i>Navicula</i> sp. 1
		Rhaphoneidales	Asterionellopsidaceae	<i>Asterionellopsis</i> sp.
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp.
		Thalassionematales	Thalassionemataceae	<i>Thalassionema</i> sp.
		Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i> sp.
		Triceratiales	Triceratiaceae	<i>Odontella</i> sp.
	Coscinodiscophyceae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	<i>Rhizosolenia</i> sp.
		Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i> sp.
		Coscinodiscals	Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus</i> sp.
	Mediophyceae	Proboscials	Probosciaceae	<i>Proboscia</i> sp.
		Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros</i> sp.
				<i>Chaetoceros</i> sp. 1
		Stephanodiscals	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp.
		Thalassiosirales	Skeletonemataceae	<i>Skeletonema</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 462 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

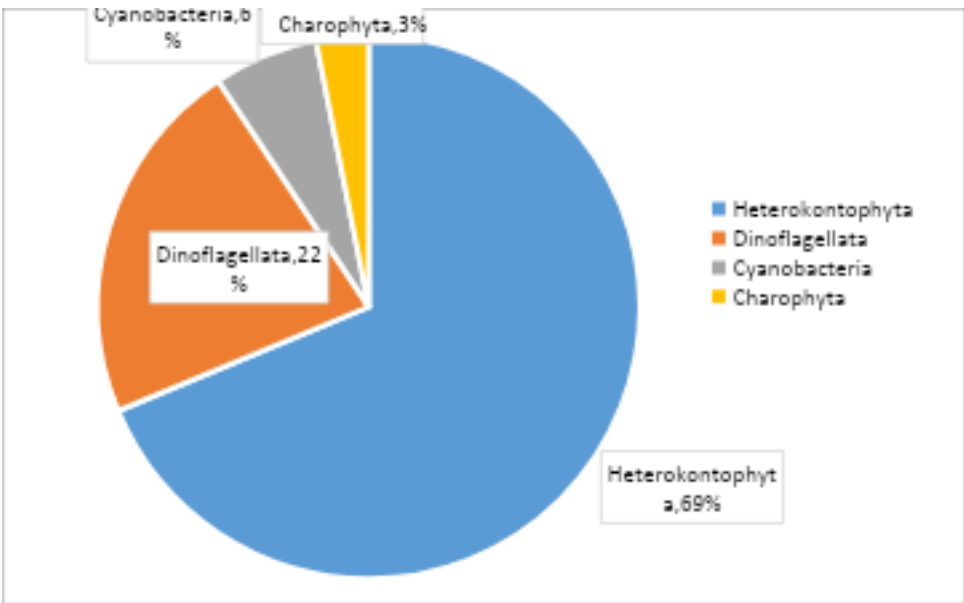


Figura 138. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga de Mallorcaín.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el análisis de la densidad y riqueza del ensamblaje en los diferentes puntos de monitoreo, se observó que el punto P1_699652 arrojó el valor más alto, con 21 morfoespecies y 1,298 ind/ml. En contraste, los valores más bajos se registran en P5_699657 y P6_699658, cada uno con 7 taxones, y una densidad de 0,128 y 0,279, respectivamente (**Tabla 294**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 463 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 294. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la ciénaga de Mallorcaín.

MORFOESPECIE	P1_699652			P2_699654			P3_699656			P4_689655		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Staurastrum sp.</i>	1	0,006	0,49									
<i>Oscillatoria sp.</i>	1	0,006	0,49							1	0,006	0,65
<i>Merismopedia sp.</i>	1	0,006	0,49									
<i>Dinophysis sp.</i>							1	0,005	0,94	3	0,017	1,95
<i>Tripes sp.</i>	13	0,082	6,34	11	0,058	6,11	41	0,195	38,68	54	0,311	35,06
<i>Alexandrium sp.</i>	2	0,013	0,98				6	0,029	5,66	1	0,006	0,65
<i>Peridinium sp.</i>	5	0,032	2,44	38	0,200	21,11	5	0,024	4,72	16	0,092	10,39
<i>Diplopsalis sp.</i>	1	0,006	0,49	4	0,021	2,22	6	0,029	5,66	8	0,046	5,19
<i>Protoperdinium sp.</i>	2	0,013	0,98	2	0,011	1,11	4	0,019	3,77	2	0,012	1,30
<i>Prorocentrum sp.</i>	13	0,082	6,34	5	0,026	2,78	6	0,029	5,66	3	0,017	1,95
<i>Nitzschia sp.</i>	1	0,006	0,49				1	0,005	0,94			
<i>Nitzschia sp. 1</i>	1	0,006	0,49									
<i>Nitzschia sp. 2</i>										1	0,006	0,65
<i>Pseudo-nitzschia sp.</i>	3	0,019	1,46	2	0,011	1,11						
<i>Cymbella sp.</i>				2	0,011	1,11						
<i>Amphiprora sp.</i>	3	0,019	1,46	8	0,042	4,44				1	0,006	0,65
<i>Gyrosigma sp.</i>	5	0,032	2,44							4	0,023	2,60
<i>Navicula sp.</i>	3	0,019	1,46									

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 464 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

	P1_699652			P2_699654			P3_699656			P4_689655		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Asterionellopsis sp.</i>				5	0,026	2,78						
<i>Surirella sp.</i>										1	0,006	0,65
<i>Thalassionema sp.</i>	2	0,013	0,98							1	0,006	0,65
<i>Amphora sp.</i>	8	0,051	3,90							2	0,012	1,30
<i>Odontella sp.</i>										1	0,006	0,65
<i>Rhizosolenia sp.</i>	1	0,006	0,49									
<i>Aulacoseira sp.</i>										1	0,006	0,65
<i>Coscinodiscus sp.</i>										2	0,012	1,30
<i>Proboscia sp.</i>				2	0,011	1,11						
<i>Chaetoceros sp.</i>	3	0,019	1,46	3	0,016	1,67	2	0,010	1,89			
<i>Chaetoceros sp. 1</i>				5	0,026	2,78				2	0,012	1,30
<i>Cyclotella sp.</i>	3	0,019	1,46	8	0,042	4,44	9	0,043	8,49	35	0,201	22,73
<i>Skeletonema sp.</i>	133	0,842	64,88	85	0,446	47,22	25	0,119	23,58	15	0,086	9,74
Riqueza (S)		21			14			11			20	
Abundancia (No.Ind)		205			180			106			154	
Densidad (Ind/ml)		1,298			0,945			0,504			0,886	

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 465 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

MORFOESPECIE	P5_699657			P6_699658			P7_699653		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Oscillatoria sp.</i>				1	0,005	1,64			
<i>Tripes sp.</i>	6	0,024	18,75	5	0,023	8,20			
<i>Alexandrium sp.</i>							11	0,062	10,38
<i>Peridinium sp.</i>	4	0,016	12,50	45	0,206	73,77	50	0,283	47,17
<i>Diplopsalis sp.</i>	1	0,004	3,13						
<i>Protoperdinium sp.</i>				3	0,014	4,92	2	0,011	1,89
<i>Amphiprora sp.</i>	2	0,008	6,25				3	0,017	2,83
<i>Navicula sp. 1</i>							1	0,006	0,94
<i>Coscinodiscus sp.</i>	1	0,004	3,13	1	0,005	1,64	1	0,006	0,94
<i>Chaetoceros sp.</i>							5	0,028	4,72
<i>Cyclotella sp.</i>	9	0,036	28,13	2	0,009	3,28			
<i>Skeletonema sp.</i>	9	0,036	28,13	4	0,018	6,56	33	0,187	31,13
Riqueza (S)		7			7			8	
Abundancia (No.Ind)		32			61			106	
Densidad (Ind/ml)		0,128			0,279			0,601	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 466 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

A nivel de morfoespecies, se observó que *Skeletonema* sp., *Peridinium* sp. y *Tripos* sp. fueron los taxones que registraron las densidades más altas en términos generales, con valores de 1,735 ind/ml, 0,852 ind/ml y 0,692 ind/ml, respectivamente. En contraste, las menores densidades fueron registradas por las morfoespecies *Staurastrum* sp., *Merismopedia* sp., *Nitzschia* sp. 1, *Nitzschia* sp. 2, *Navicula* sp. 1, *Rhizosolenia* sp., *Surirella* sp., *Odontella* sp. y *Aulacoseira* sp., cada uno con densidades de 0,006 ind/ml (**Figura 157**).

El género *Skeletonema* es un componente clave del fitoplancton marino y estuarino, siendo especialmente abundantes en aguas costeras y en áreas con alta concentración de nutrientes (Hernández-Becerril *et al.*, 2013; Sarno *et al.*, 2005). Las especies de *Skeletonema* pueden generar impactos negativos en la fauna acuática debido a su capacidad para perforar las branquias de los peces y contribuir a eventos de hipoxia durante floraciones masivas (López *et al.*, 2011)

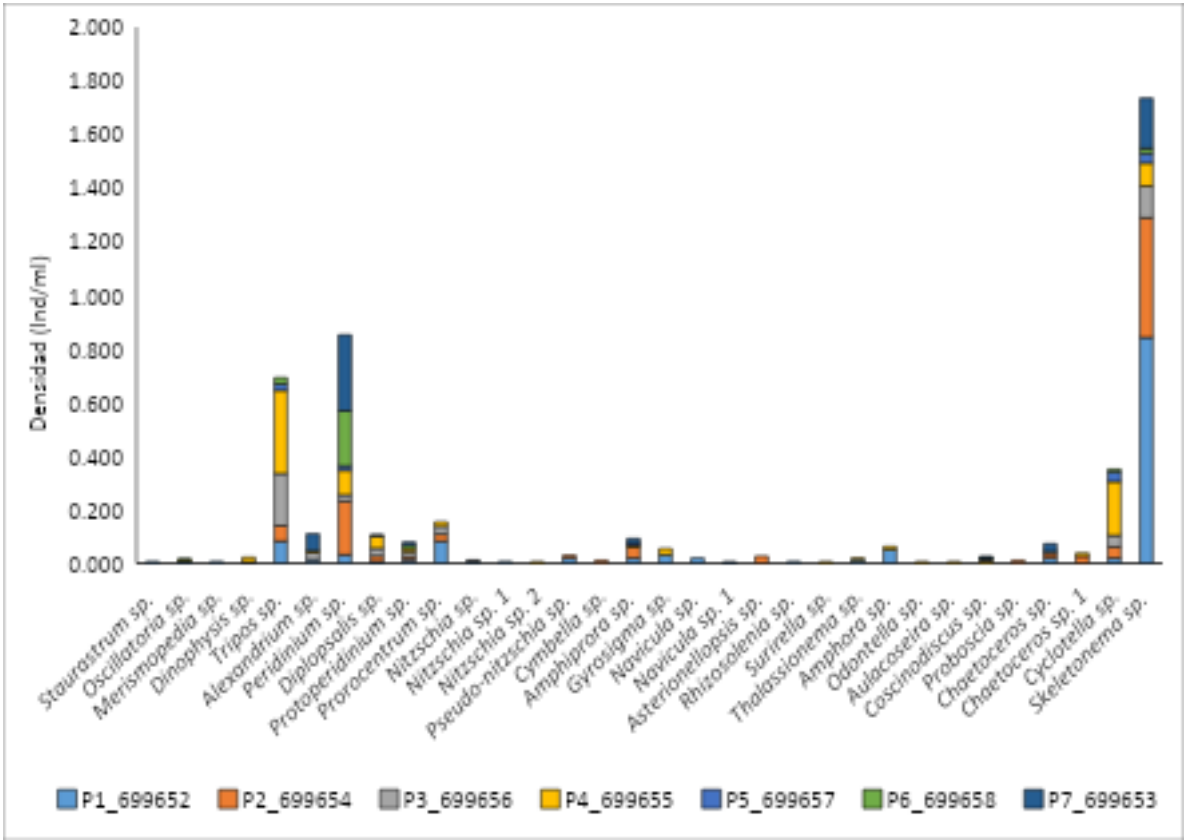


Figura 139. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga de Mallorquín.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 467 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.3.1.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos a partir de los índices de diversidad (Shannon y Margalef), equidad (Pielou) y dominancia (Simpson) proporcionan una visión integral sobre la estructura de la comunidad fitoplanctónica en los puntos muestreados.

El índice de Shannon muestra en general una diversidad baja (< 2 bits/ind), excepto en el punto P4_699655, que presenta una diversidad moderada (2,117 bits/ind). Esto podría indicar que, en la mayoría de los puntos de muestreo, unas pocas especies dominan la comunidad, mientras que en P4_699655 hay una distribución más equitativa de las especies. El índice de Margalef arrojó una diversidad baja (< 2 bits/ind) en los puntos P5_699657, P6_699658 y P7_699653 al este de la ciénaga, lo que podría indicar que la riqueza de especies en estos puntos es limitada. En contraste, los puntos P1_699652, P2_699654, P3_699656 y P4_699655 mostraron una mayor diversidad de especies, lo que podría reflejar un ambiente más favorable para el desarrollo de una mayor variedad de morfoespecies fitoplanctónicas.

Por otro lado, el índice de Pielou indica una equitatividad moderada en P1, P2, P4, P6 y P7, y alta en P3 y P5, lo que sugiere una distribución relativamente equilibrada de las especies fitoplanctónicas en la mayoría de los puntos de muestreo. Asimismo, los valores del índice de Simpson reflejan una dominancia baja y moderada, confirmando los patrones observados en el índice de Pielou (**Tabla 295**).

Tabla 295. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga de Mallorquín.

	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P1_699652	21	205	0,430	1,613	3,757	0,514
P2_699654	14	180	0,275	1,818	2,503	0,675
P3_699656	11	106	0,219	1,883	2,144	0,766
P4_699655	20	154	0,195	2,117	3,772	0,686
P5_699657	7	32	0,190	1,771	1,731	0,862
P6_699658	7	61	0,552	1,052	1,460	0,516
P7_699653	8	106	0,327	1,394	1,501	0,654

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 468 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.3.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga de Mallorquín estuvo constituida por 1150 individuos con una densidad total de 2,342 Ind/ml, agrupados en ocho (8) morfoespecies, ocho (8) familias de las cuales seis (6) son no determinadas (ND); siete (7) órdenes, incluidos tres (3) no determinados, cinco (5) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 296**).

El phylum más representativo fue *Arthropoda*, con el 78 % de las morfoespecies reportadas, seguido de *Ciliophora* y *Annelida*, cada uno con el 11 % restante (**Figura 140**).

El phylum Arthropoda es un grupo altamente diverso y adaptado, con representantes en casi todos los ecosistemas acuáticos y terrestres. Su éxito ecológico se debe a características como la segmentación del cuerpo, la presencia de un exoesqueleto de quitina y su capacidad para ocupar distintos nichos ecológicos (Barros *et al.*, 2002).

Por otro lado, el phylum Ciliophora abarca organismos con una amplia variedad de estrategias alimenticias y una notable diversidad de nichos ecológicos. Estos protozoos forman parte fundamental de la cadena trófica y están presentes en ambientes dulceacuícolas, tanto en sistemas lénticos (lagos, estanques) como lóticos (ríos, arroyos), así como en ecosistemas salobres, marinos e incluso terrestres (Lynn, 2008 en Mayén-Estrada *et al.*, 2014).

Tabla 296. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga de mallorquín.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Annelida	Polychaeta	ND	ND	Polychaeta (larva)
	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphniidae Mf
Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	ND	Calanoida Mf
		Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
			ND	Cyclopoida Mf 1
		ND	ND	Larva nauplio
	Ostracoda	ND	ND	Ostracoda Mf
Ciliophora	Ciliatea	Oligotrichida	Codonellidae	<i>Tintinnopsis</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 469 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

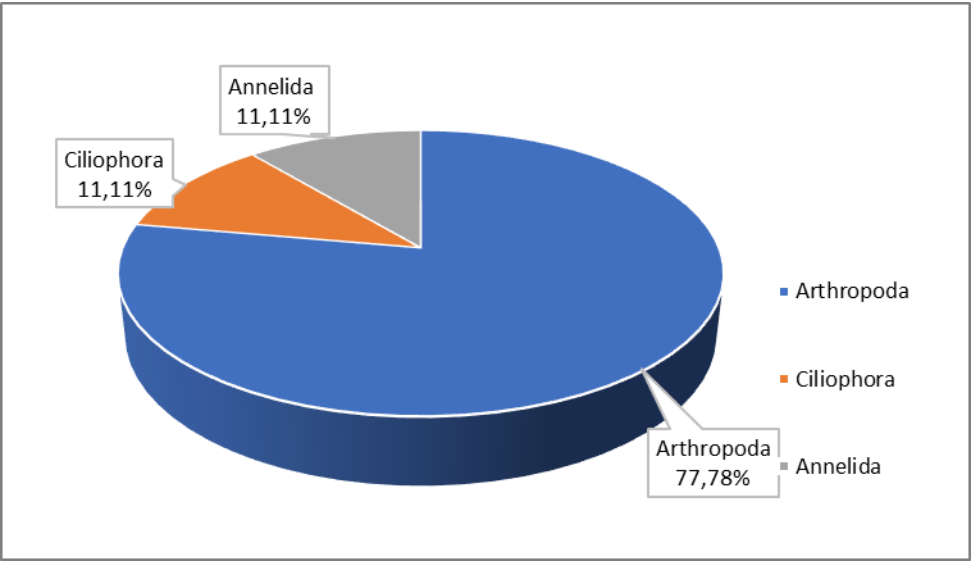


Figura 140. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga de Mallorcaín.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el análisis de la densidad y riqueza del ensamblaje en los diferentes puntos de monitoreo, se observó que el punto P4_699655 arrojó el valor más alto, con siete (7) morfoespecies. En su orden, le siguieron los puntos P1_699652, P3_699656, P5_699657 y P7_699653, cada uno con cuatro (4) taxones. En contraste, los puntos P2_699654 y P6_699658 registraron los valores más bajos, con solo dos (2) morfoespecies cada uno. Esto sugiere que las condiciones en estos puntos pueden ser menos favorables para el desarrollo de una mayor variedad de especies.

En cuanto a la densidad, el punto P4_699655 registró el valor más alto, con 0,604 ind/ml, lo que indica que, aunque su riqueza de especies es relativamente alta, la abundancia de individuos también es notablemente mayor en este punto. En cambio, los puntos con las densidades más bajas fueron P2_699654 y P3_699656, con 0,101 ind/ml y 0,184 ind/ml, respectivamente (**Tabla 297**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 470 de 689
Informe N° HB xxxx	Caracterización Hidrobiológica	Diciembre - 2023

Tabla 297. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la ciénaga de mallorquín.

MORFOESPECIE	P1_699652			P2_699654			P3_699656			P4_699655		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
Polychaeta (larva)	7	0,054	9,72				2	0,003	1,64	1	0,003	0,41
Daphniidae Mf										4	0,010	1,66
Calanoida Mf										2	0,005	0,83
Cyclopoida Mf	38	0,295	52,78	34	0,056	55,74	46	0,069	37,70	98	0,245	40,66
Cyclopoida Mf 1												
Larva nauplio	26	0,202	36,11	27	0,045	44,26	73	0,110	59,84	119	0,298	49,38
Ostracoda Mf	1	0,008	1,39							16	0,040	6,64
<i>Tintinnopsis</i> sp.							1	0,002	0,82	1	0,003	0,41
Riqueza (S)	4			2			4			7		
Abundancia (No.Ind)	72			61			122			241		
Densidad (Ind/ml)	0,559			0,101			0,184			0,604		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 471 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

MORFOESPECIE	P5_699657			P6_699658			P7_699653		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
Polychaeta (larva)									
Daphniidae Mf									
Calanoida Mf									
Cyclopoida Mf	73	0,095	36,14	83	0,116	57,24	176	0,246	57,33
Cyclopoida Mf 1							1	0,001	0,33
Larva nauplio	127	0,165	62,87	62	0,087	42,76	121	0,169	39,41
Ostracoda Mf	1	0,001	0,50						
Tintinnopsis sp.	1	0,001	0,50				9	0,013	2,93
Riqueza (S)		4			2			4	
Abundancia (No.Ind)		202			145			307	
Densidad (Ind/ml)		0,262			0,203			0,429	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 472 de 689
Informe N° HB xxxx	Caracterización Hidrobiológica	Diciembre - 2023

A nivel de morfoespecies, se observó que Cyclopoida Mf y Larva nauplio fueron los taxones que registraron las densidades más altas en términos generales, con valores de 1,122 Ind/ml y 1,076 ind/ml, respectivamente. En contraste, las menores densidades fueron registradas por las morfoespecies Cyclopoida Mf 1 (0,001 Ind/ml) y Calanoida Mf (0,005 Ind/ml), presentes exclusivamente en los puntos P7_699653 y P4_699655, respectivamente (**Figura 141**).

Los copépodos del orden Cyclopoida son pequeños crustáceos que se encuentran ampliamente distribuidos en ecosistemas acuáticos de agua dulce (Damborenea *et al.*, 2020). Estos organismos desempeñan un papel esencial en los ecosistemas acuáticos, ya que actúan como el principal eslabón entre los productores primarios y los organismos superiores, sirviendo de alimento para estadios larvarios de invertebrados, vertebrados y peces (Boxshall & Defaye, 2008).

Su alta tolerancia a condiciones ambientales adversas, como la baja disponibilidad de oxígeno, la presencia de toxinas algales y diversos contaminantes, les confiere una ventaja competitiva sobre otros microcrustáceos ((Perbiche-Neves *et al.*, 2016), favoreciendo su dominancia en entornos perturbados (Santos-Wisniewsky & Rocha, 2007). Además, su plasticidad ecológica y capacidad de adaptación a diferentes condiciones tróficas los convierte en organismos indicados para evaluar la calidad del agua (Yağci, 2016). La mayor abundancia de copépodos en ambientes eutróficos y su sensibilidad a cambios en la estructura del ecosistema refuerzan su utilidad como bioindicadores en estudios de monitoreo ambiental y conservación de cuerpos de agua dulce (Gannon & Stemberger 1978; Makino & Ban 1998).

Por otra parte, la alta densidad de larvas nauplio en comparación con otras morfoespecies sugiere la ocurrencia de un pico reproductivo, lo que indica que el ecosistema proporciona condiciones físicas y biológicas favorables para su desarrollo. Este fenómeno puede estar asociado a factores ambientales como la disponibilidad de alimento, temperatura óptima y baja presión de depredación (Espinal-García *et al.*, 2012).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 473 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

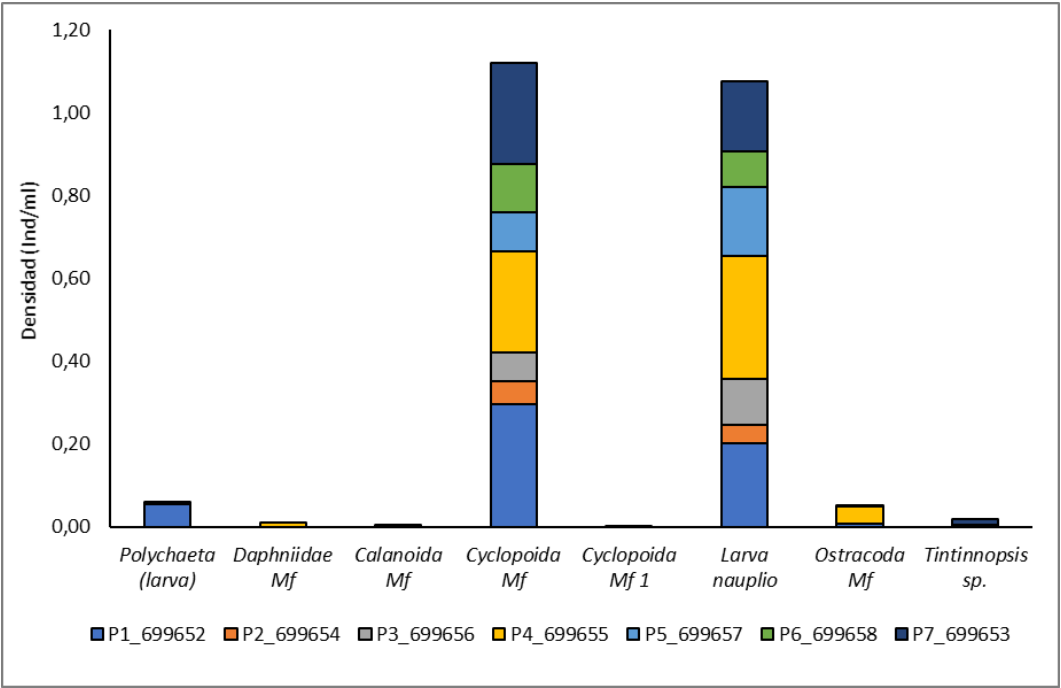


Figura 141. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga de Mallorcaín.

5.3.3.2.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos a partir de los índices de diversidad (Shannon y Margalef), equidad (Pielou) y dominancia (Simpson) proporcionan una visión integral sobre la estructura de la comunidad zooplanctónica en los puntos muestreados. Los índices de Shannon y Margalef revelaron una diversidad baja en los puntos monitoreados, con valores inferiores a 2 bits/individuo, lo que indica una baja variedad de especies en la comunidad zooplanctónica en general.

El índice de Pielou mostró variabilidad en la equidad de la distribución de los individuos entre las especies. En los puntos P1_699652, P2_699654 y P6_699658, los valores cercanos a 1 indican una distribución equitativa de los individuos entre las especies, lo que sugiere una mayor igualdad en la abundancia de las especies en estos lugares. En contraste, en los puntos P3_699656, P4_699655, P5_699657 y P7_699653, se observó una equidad moderada, lo que sugiere que algunas especies podrían dominar ligeramente en estos puntos, aunque sin llegar a una completa desigualdad en la distribución.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 474 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Por último, el índice de Simpson, que mide la dominancia arrojó valores moderados ($D = 0,410$ y $0,524$) en todos los puntos. Esto sugiere que, aunque no existe una especie dominante clara, algunas especies tienen una representación más alta que otras (**Tabla 298**).

Tabla 298. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga de mallorquín.

	P1_699652	P2_699654	P3_699656	P4_699655	P5_699657	P6_699658	P7_699653
Taxa_S	4	2	4	7	4	2	4
Individuals	72	61	122	241	202	145	307
Dominance_D	0,410	0,498	0,496	0,412	0,524	0,507	0,483
Shannon_H	1,012	0,695	0,794	1,060	0,720	0,686	0,813
Margalef	0,702	0,243	0,625	1,094	0,565	0,201	0,524
Equitability_J	0,715	0,991	0,564	0,538	0,514	0,985	0,583

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 475 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.3.3. Perifiton

La comunidad de Perifiton de la ciénaga de mallorquín, tuvo una densidad total de 1585,644 Ind/cm² y una abundancia absoluta de 490 individuos, distribuidos en 17 morfoespecies, 13 familias, 11 órdenes, tres (3) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 299**). La división más representativa fue Heterokontophyta (anteriormente conocida como Bacillariophyta), la cual contribuyó con el 82,35% de las morfoespecies descritas. En cuanto a las cianobacterias ocuparon el segundo lugar con el 17,65% (**Figura 142**).

Tabla 299. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en la Ciénaga de Mallorquín, Atlántico, Colombia
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Leptolyngbyales	Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya sp.</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum sp.</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca sp.</i>
				<i>Nitzschia sp.</i>
				<i>Nitzschia sp. 1</i>
				<i>Nitzschia sp. 2</i>
		Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis sp.</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp.</i>
				<i>Navicula sp.</i>
			Pleurosigmataceae	<i>Pleurosigma sp.</i>
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp.</i>
	Mediophyceae	Thalassiosirales	Catenulaceae	<i>Amphora sp.</i>
		Thalassiosirales	Skeletonemataceae	<i>Skeletonema sp.</i>

De las dos divisiones presentes el Phylum Heterokontophyta (antes Bacillariophyta) suele ser común y abundante en diferentes tipos de ecosistemas, dado a sus capacidades de ocupar rápidamente sustratos, poseer estructuras especializadas que le generan ventajas frente a los competidores, tales como fijarse al sustrato con mayor facilidad, además de soportar cambios de temperaturas y altos niveles de perturbación (Ramírez & Viña, 1998). Por otra parte, las Cianobacterias quienes fueron el segundo grupo más diverso, suelen proliferar en zonas con alta perturbación e intensidad lumínica, se les suele encontrar

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 476 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

asociadas a ambientes lenticos con alta disponibilidad de luz y nutrientes (Komárek, 2003; Pinilla y Duarte, 2006).

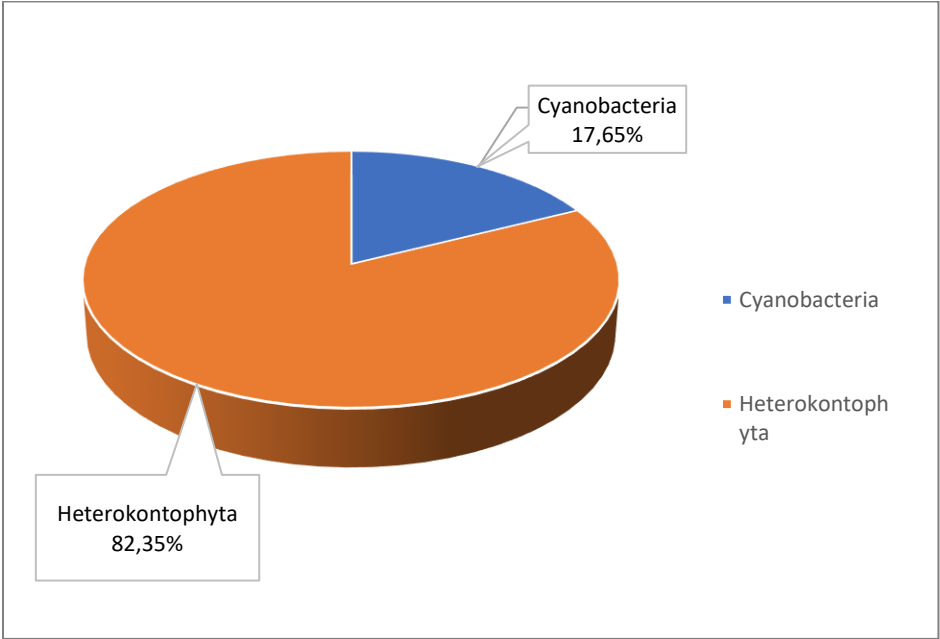


Figura 142. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los puntos monitoreados registrado en la Ciénaga de Mallorquín, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Analizando la composición y abundancia por punto de monitoreo, se evidenció que el punto P1_689652 registró la mayor abundancia con una densidad absoluta de 1241,944 ind/cm² y la mayor riqueza con nueve taxones, seguido del punto P7_689653 con una densidad de 109,667 ind/cm² y también con nueve taxones. En cuanto a el punto P4_689655 tuvo la mayor riqueza con 10 taxa y una densidad de 49,333 Ind/cm² (**Tabla 300**). Con la menor densidad se reportó al punto P5_689657 y con la menor composición de especies a los puntos P2_689654 y P3_689656 ambas con cuatro morfoespecies identificadas.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 477 de 689
Informe N° HB xxxx	Caracterización Hidrobiológica	Diciembre - 2023

Tabla 300. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénaga de Mallorquín, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_689652			P2_689654			P3_689656			P4_689655		
	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR
<i>Leptolyngbya sp.</i>							9	10	23,68			
<i>Dolichospermum sp.</i>												
<i>Oscillatoria sp.</i>	5	23,611	1,9	5	8,056	8,47	7	7,778	18,42	6	8	16,22
<i>Cylindrotheca sp.</i>										2	2,667	5,41
<i>Nitzschia sp.</i>	237	1119,167	90,11	36	58	61,02	21	23,333	55,26	8	10,667	21,62
<i>Nitzschia sp. 1</i>										2	2,667	5,41
<i>Nitzschia sp. 2</i>										1	1,333	2,7
<i>Cocconeis sp.</i>												
<i>Cymbella sp.</i>	4	18,889	1,52	10	16,111	16,95				3	4	8,11
<i>Gomphonema sp.</i>	6	28,333	2,28									
<i>Synedra sp.</i>	1	4,722	0,38									
<i>Gyrosigma sp.</i>	1	4,722	0,38				1	1,111	2,63	6	8	16,22
<i>Navicula sp.</i>	4	18,889	1,52									
<i>Pleurosigma sp.</i>										1	1,333	2,7
<i>Surirella sp.</i>										2	2,667	5,41
<i>Amphora sp.</i>	3	14,167	1,14	8	12,889	13,56						
<i>Skeletonema sp.</i>	2	9,444	0,76							6	8	16,22
Riqueza (S)		9			4			4			10	
Abundancia (No.Ind)		263			59			38			37	
Densidad (Ind/cm²)		1241,944			95,056			42,222			49,333	

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 478 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

MORFOESPECIE	P5_689657			P6_689658			P7_689653		
	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR
<i>Leptolyngbya sp.</i>									
<i>Dolichospermum sp.</i>							1	2,333	2,13
<i>Oscillatoria sp.</i>	1	0,889	4						
<i>Cylindrotheca sp.</i>									
<i>Nitzschia sp.</i>	5	4,444	20	6	7,2	28,57	4	9,333	8,51
<i>Nitzschia sp. 1</i>	5	4,444	20				1	2,333	2,13
<i>Nitzschia sp. 2</i>	1	0,889	4						
<i>Cocconeis sp.</i>	2	1,778	8	2	2,4	9,52	4	9,333	8,51
<i>Cymbella sp.</i>	6	5,333	24	7	8,4	33,33	20	46,667	42,55
<i>Gomphonema sp.</i>							2	4,667	4,26
<i>Synedra sp.</i>									
<i>Gyrosigma sp.</i>	5	4,444	20	2	2,4	9,52	5	11,667	10,64
<i>Navicula sp.</i>				4	4,8	19,05	8	18,667	17,02
<i>Pleurosigma sp.</i>									
<i>Surirella sp.</i>							2	4,667	4,26
<i>Amphora sp.</i>									
<i>Skeletonema sp.</i>									
Riqueza (S)	7			5			9		
Abundancia (No.Ind)	25			21			47		
Densidad (Ind/cm²)	22,222			25,2			109,667		

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 479 de 689
Informe N° HB xxxx	Caracterización Hidrobiológica	Diciembre - 2023

Con respecto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea *Nitzschia* sp. con una densidad total de 1232,144 ind/cm², estando presente solo en todos los puntos de monitoreo. Los organismos asociados al género *Nitzschia* son comunes en sistemas meso a eutróficos, tolerante a contenidos de sedimentos ya que se asocia a aguas turbulentas, con altos niveles de materia orgánica y en procesos de mezcla (Bellinger & Sigeo, 2010), seguido de *Cymbella* sp. con un valor de 99,400 ind/cm² (**Figura 143**). El género *Cymbella*, es una diatomea solitaria, generalmente de vida libre que forma tallos mucilaginosos, puede tolerar levemente aguas contaminadas con compuestos orgánicos o inorgánicos (Bourelly, 1990). Se puede encontrar en aguas con conductividad media a alta, estas prefieren las aguas ligeramente alcalinas (Spaulding y Edlund, 2008). Por otra parte, la menor densidad que se registró fue la del taxón *Pleurosigma* sp con un valor de 1,333 ind/cm², el cual fue exclusivo del punto P4_689655. (**Figura 143**).

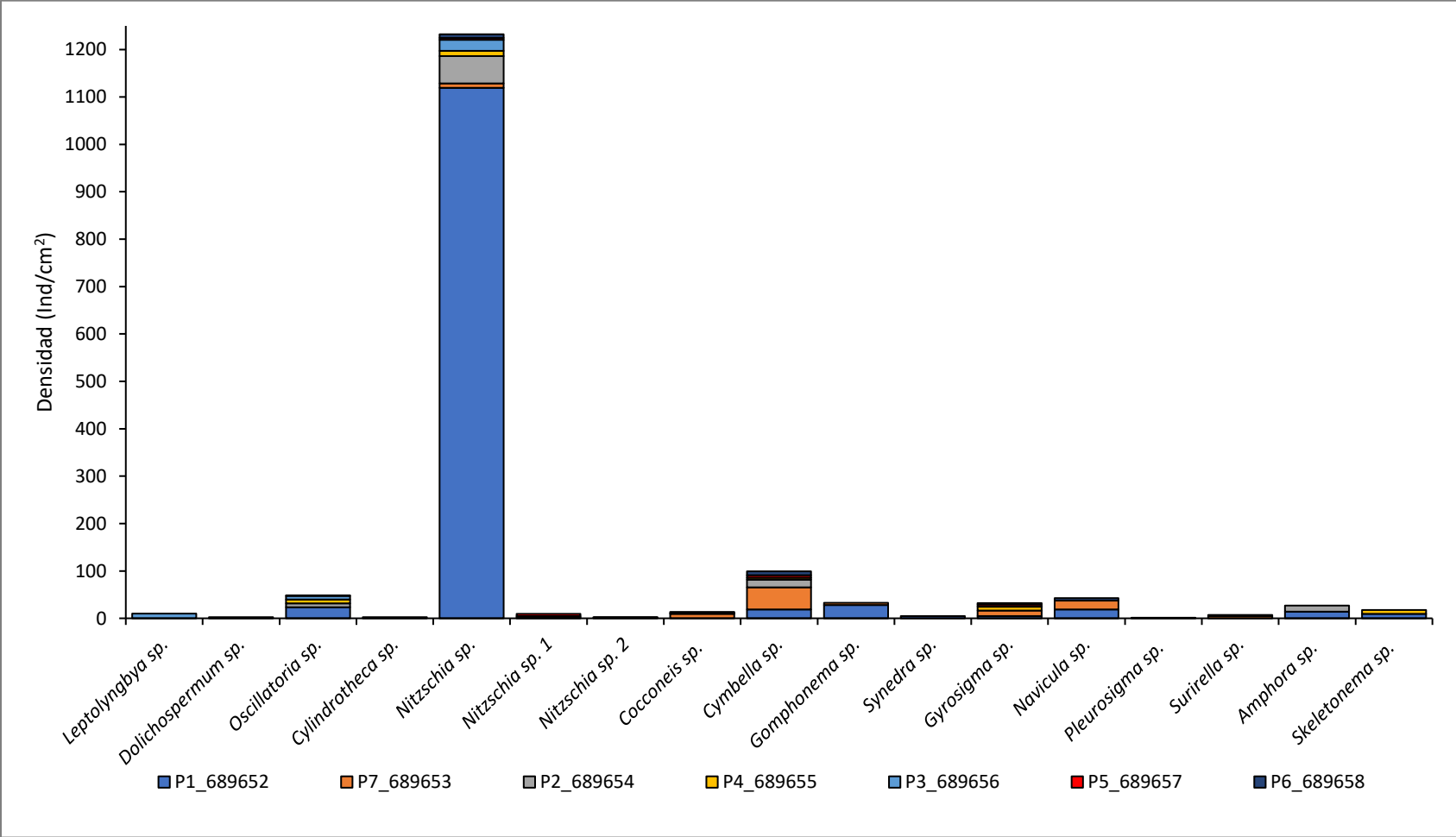


Figura 143. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga de Mallorquín, Atlántico, Colombia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 481 de 689
Informe N° HB xxxx	Caracterización Hidrobiológica	Diciembre - 2023

5.3.3.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 301** se presentan los índices ecológicos calculados para el ensamblaje perifítico, muestran que la riqueza específica (S) vario entre los siete puntos estudiados, Se evidencio que el punto P4_689655 tuvo un mayor número de individuo siendo el único punto según el índice de Shannon con una diversidad moderada, ya que todos los puntos obtuvieron una diversidad baja, excepto este con un valor de 2,088 bits/Ind. Estos resultados concuerdan con el índice de Margalef utilizado para evaluar la riqueza de especies, quien registró valores inferiores a dos para la mayor parte de los puntos, exceptuando los puntos P7_689653 y P4_689655; con valores 2,078 y 2,492 respectivamente, valores que son considerados como indicativos de una biodiversidad moderada.

En cuanto al índice de Pielou (J') registró valores altos cercanos a uno para todos los punto a excepción P1_689652 el cual evidenció una distribución menos equitativa valor de $J'=0,234$, lo que significa que sus especies no están distribuidas de manera uniforme dentro del ensamblaje perifítico con una dominancia alta con un valor de $D= 0,814$, por ende para la mayor parte de punto el índice de dominancia de Simpson presentó un valor bajo, ya que ambos índices son inversamente proporcionales, lo que nos indica que para los punto P2_689654, P3_689656, P4_689655, P5_689657, P6_689658 y P7_689653 no hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otras(**Tabla 301**).

Tabla 301. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga de Mallorquín, Atlántico, Colombia..

	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P1_689652	9	263	0,814	0,513	1,436	0,234
P7_689653	9	47	0,240	1,755	2,078	0,799
P2_689654	4	59	0,427	1,082	0,736	0,781
P4_689655	10	37	0,142	2,088	2,492	0,907
P3_689656	4	38	0,396	1,076	0,825	0,776
P5_689657	7	25	0,187	1,768	1,864	0,908
P6_689658	5	21	0,247	1,488	1,314	0,925

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 482 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.3.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se obtuvo una densidad de 6610,000 Ind/m² y una abundancia de 661 individuos, distribuidos en 21 morfoespecies, 14 familias, 11 órdenes incluyendo uno no determinado (ND), 2 clases y 1 Phylum (**Tabla 302**).

El punto de monitoreo reportado como el de mayor densidad fue P4_699655 con 2450,000 Ind/m²; sin embargo, el punto de mayor riqueza fue P3_699656 con 10 taxas, por el contrario, el punto P7_699653 fue el de menor densidad con 40,000 Ind/m² respectivamente.

Tabla 302. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Tellinidae	<i>Tellina sp.</i>
		Myida	Corbulidae	<i>Corbula sp.</i>
		Lucinida	Lucinidae	<i>Luciniscia sp.</i>
		Mytilida	Mytilidae	<i>Lithophaga sp.</i>
				<i>Mytilidae Mf</i>
				<i>Mytilidae Mf 1</i>
				<i>Diplodonta sp.</i>
		Venerida	Veneridae	<i>Chione sp.</i>
				<i>Leukoma sp.</i>
				<i>Leukoma sp. 1</i>
	Gastropoda	Cephalaspidea	Bullidae	<i>Bulla sp.</i>
		Cycloneritida	Neritidae	<i>Neritina sp.</i>
				<i>Neritina sp. 1</i>
				<i>Nerita sp. 2</i>
				<i>Nerita sp. 3</i>
		Littorinida	Hydrobiidae	<i>Hydrobiidae Mf</i>
		ND	Amathinidae	<i>Amathinidae Mf</i>
		Neogastropoda	Columbellidae	<i>Anachis sp.</i>
			Nassariidae	<i>Nassarius sp.</i>
			Olividae	<i>Olivella sp.</i>
		Trochida	Tegulidae	<i>Tegula sp.</i>

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el monitoreo se registró el Phylum Mollusca como el de mayor representatividad con la totalidad de las morfoespecies reportadas. Este phylum incluye una cantidad de formas de

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 483 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

organismos, las cuales cumplen diferentes roles en el ecosistema a través de relaciones tróficas complejas, además, contribuyen a la bioacumulación de sustancias tóxicas, lo que los convierte en indicadores útiles de contaminación (Regoli & Giuliani, 2014).

Las morfoespecies que registraron la mayor densidad en los puntos de monitoreo fueron Hydrobiidae Mf con 4190,000 Ind/m² y *Corbula sp.* con 1240,000 Ind/m² (**Figura 144**).

La familia Hydrobiidae está caracterizada por caracoles de menor tamaño principalmente dulceacuícolas, se encuentran ampliamente distribuidos y dada su sensibilidad a los cambios ambientales se consideran indicadores clave de la calidad del agua (Hershler & Ponder, 1998). Las altas densidades de esta familia, pueden estar relacionadas con aguas de buena calidad, especialmente en arroyos oligotróficos (Strayer *et al.*, 2003); algunas especies pueden tolerar condiciones eutróficas como sistemas cargados de materia orgánica; otras especies pueden desaparecer lo que se relaciona con bajos niveles de oxígeno disuelto, también pueden ser indicadores de alteraciones en temperatura, pH y la salinidad (Wilke *et al.*, 2010).

Igual que muchos otros bivalvos los pertenecientes al genero *Corbula sp.*, son ampliamente utilizados en estudios de bioacumulación de contaminantes y metales pesados (Nascimento *et al.*, 2016). Estos bivalvos, pueden tolerar fluctuaciones de salinidad, lo que les permite habitar en ecosistemas costeros como estuarios y lagunas (Dame, 2016). Su rol en los ecosistemas es variado, desde filtradores, hasta ser parte importante de la red trófica (Gollasch & Leppäkoski, 2007). Su uso en estudios ambientales es variado, ya que la disminución de su población se relaciona a alteraciones en la calidad del agua como la acidificación de la misma, así como las anomalías en su calcificación pueden relacionarse con los niveles de carbonato en el agua, además al variar el oxígeno disuelto su lugar en el ecosistema empieza a ser reemplazado por espacios con mayores rangos de tolerancia (Gazeau *et al.*, 2007).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 484 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

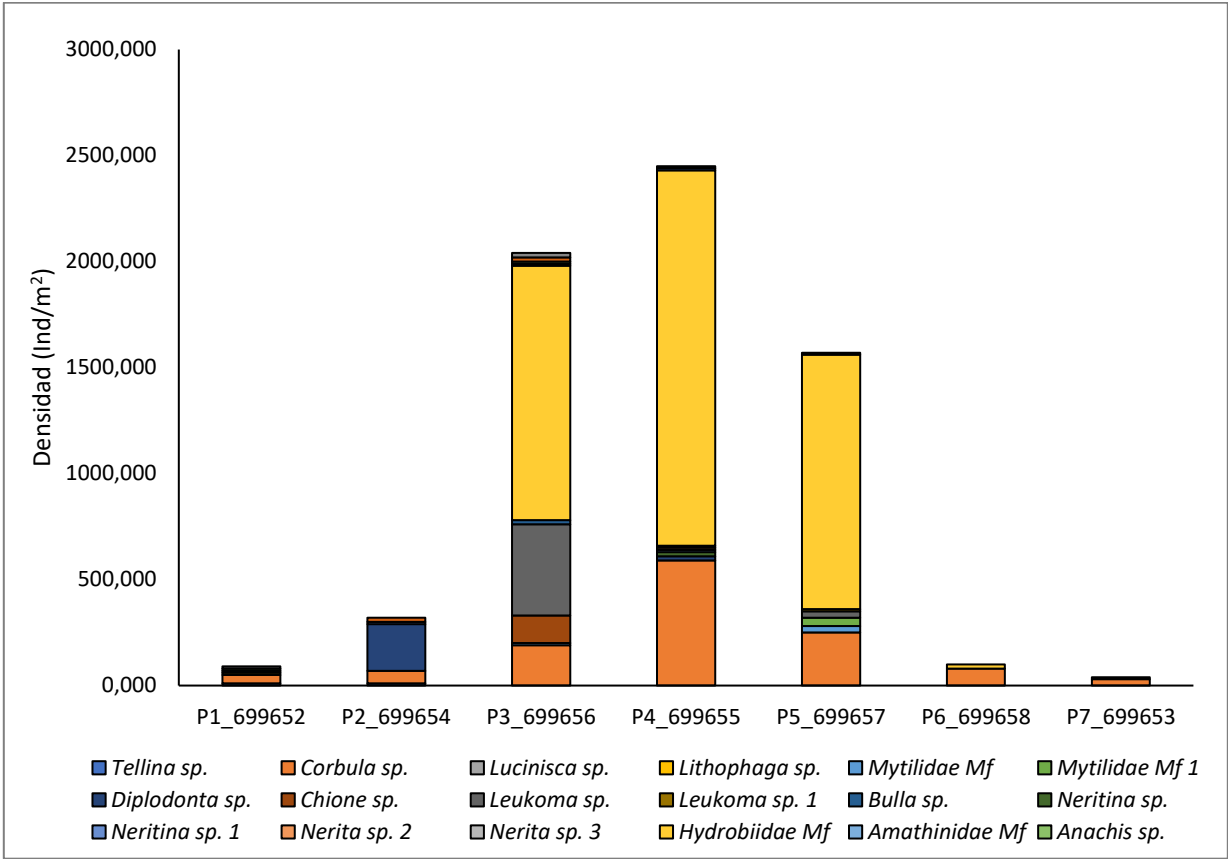


Figura 144. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 485 de 689
Informe N° HB xxxx	Caracterización Hidrobiológica	Diciembre - 2023

Tabla 303. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado los puntos de monitoreo.

MORFOESPECIE	P1_699652			P2_699654			P3_699656			P4_699655		
	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR
Tellina sp.	1	10,000	11,11	1	10,000	3,13	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Corbula sp.	4	40,000	44,44	6	60,000	18,75	19	190,000	9,31	59	590,000	24,08
Luciniscia sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Lithophaga sp.	1	10,000	11,11	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Mytilidae Mf	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	0,49	0	0,000	0,00
Mytilidae Mf 1	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Diplodonta sp.	1	10,000	11,11	22	220,000	68,75	0	0,000	0,00	2	20,000	0,82
Chione sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	13	130,000	6,37	0	0,000	0,00
Leukoma sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	43	430,000	21,08	0	0,000	0,00
Leukoma sp. 1	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Bulla sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	2	20,000	0,98	0	0,000	0,00
Neritina sp.	1	10,00	11,11	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	2	20,000	0,82
Neritina sp. 1	0	0,000	0,00	1	10,000	3,13	0	0,000	0,00	1	10,000	0,41
Nerita sp. 2	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	0,41
Nerita sp. 3	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	0,41
Hydrobiidae Mf	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	120	1200	58,82	177	1770	72,24
Amathinidae Mf	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	0,49	0	0,000	0,00
Anachis sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	0,49	0	0,000	0,00
Nassarius sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	0,41
Olivella sp.	0	0,000	0,00	2	20,000	6,25	2	20,000	0,98	0	0,000	0,00
Tegula sp.	1	10,000	11,11	0	0,000	0,00	2	20,000	0,98	1	10,000	0,41
Riqueza (S)	6			5			10			9		
Abundancia (No. Ind)	9			32			204			245		
Densidad (Ind/m²)	90,000			320,000			2040,000			2450,000		

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 486 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

MORFOESPECIE	P5_699657			P6_699658			P7_699653		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Tellina sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Corbula sp.	25	250,000	15,92	8	80,000	80,00	3	30,000	75,00
Luciniscas sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	1	10,000	25,00
Lithophaga sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Mytilidae Mf	3	30,000	1,91	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Mytilidae Mf 1	4	40,000	2,55	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Diplodonta sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Chione sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Leukoma sp.	3	30,000	1,91	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Leukoma sp. 1	1	10,000	0,64	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Bulla sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Neritina sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Neritina sp. 1	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Nerita sp. 2	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Nerita sp. 3	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Hydrobiidae Mf	120	1200,000	76,43	2	20,000	20,00	0	0,000	0,00
Amathinidae Mf	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Anachis sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Nassarius sp.	1	10,000	0,64	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Olivella sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Tegula sp.	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00	0	0,000	0,00
Riqueza (S)	7			2			2		
Abundancia (No. Ind)	157			10,00			4		
Densidad (Ind/m²)	1570,000			100,000			40,000		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 487 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.3.4.1. Índices ecológicos.

Los índices de diversidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, presentaron una baja diversidad en la mayoría de los puntos monitoreados con los índices de Shannon y Margalef, excepto el punto P1_699652, el cual presentó un valor de 2,276 bits con el índice de Margalef, el cual es considerado moderado, como se muestra en la **Tabla 304**.

Por otro lado, se reportaron dominancias con valores medios igual que el índice de Pielou, lo que sugiere que la comunidad no está definida por especies dominantes y tampoco distribuida de manera uniforme, lo que puede estar relacionado con la cantidad de especies reportadas, el esfuerzo de muestreo, la temporalidad, las condiciones ambientales, entre otros factores que inciden en el desarrollo y presencia de las comunidades.

Tabla 304. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de monitoreo.

PUNTOS	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P1_699652	6	9	0,167	1,859	2,276	1,037
P2_699654	5	32	0,498	1,024	1,154	0,636
P3_699656	10	204	0,401	1,273	1,692	0,553
P4_699655	9	245	0,578	0,785	1,454	0,357
P5_699657	7	157	0,609	0,826	1,187	0,425

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.3.4.2. Índice BMWP (Col).

Para el BMWP/Col (Roldan, 2003), se observan los puntajes asignados por familia de acuerdo con las morfoespecies reportadas en los puntos de monitoreo, donde se registraron aguas fuertemente contaminadas (Clase V) en los puntos donde este índice pudo ser estimado, ya que algunas familias que fueron reportadas en el monitoreo no se encuentran incluidas en el cálculo del índice, tal como se presenta en la **Tabla 305**. Los puntos donde si pudo ser estimado el índice presentaron aguas fuertemente contaminadas (Clase V).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 488 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 305. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en los puntos de monitoreo.

Familias	P1_699618	P2_699619	P3_699620	P4_699621	P5_699622	P6_699623	P7_699624
Hydrophilidae			8	8	8	8	
BMWP	0	0	8	8	8	8	
Calidad	0	0	Muy Critica	Muy Critica	Muy Critica	Muy Critica	
Clase	0	0	V	V	V	V	
Significado	0	0	Aguas Fuertemente Contaminadas	Aguas Fuertemente Contaminadas	Aguas Fuertemente Contaminadas	Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 489 de 689
Informe N° HB xxxx	Caracterización Hidrobiológica	Diciembre - 2023

5.3.3.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga de mallorquin, estuvo conformada por cinco morfoespecies, pertenecientes a cuatro (4) familias, a cuatro ordenes, una (1) clase y un phylum (**Tabla 306**).

Se identificaron las morfoespecies *Mugil curema*, *Diapterus rhombeus*, *Diapterus sp.*, *Opisthonema sp.* y *bagre marinus*. Estás se capturaron en los puntos designados para el muestreo en dicha ciénaga. Es decir, todos los puntos registraron capturas.

En la **Tabla 308**, se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados.

El individuo con mayor talla del estudio fue de la morfoespecie *Mugil curema* con un valor de LT de 22 cm, un LE de 19,5 cm, un LH de 20,0 cm y un peso de 84 g. Mientras que, el individuo de menor talla del estudio para este cuerpo de agua fue *Opisthonema sp.*, con un LT de 9,00 cm, con LE de 7,5 cm, con LH de 8,0 cm y con un peso de 10,0 g.

Tabla 306. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Mugiliforme	Mugilidae	Mugil	<i>Mugil curema</i>
		Perciformes	Gerreidae	diapterus	<i>Diapterus rhombeus</i>
					<i>Diapterus sp.</i>
		Clupeiformes	Clupeidae	Opisthonema	<i>Opisthonema sp.</i>
		Siluriformes	Ariidae	bagre	<i>bagre marinus</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 307. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P1_689652	P7_689653	P2_689654	P4_689655	P3_689656	P5_689657	P6_689658
<i>Mugil curema</i>	2	3	2	5	2	2	3
<i>Diapterus rhombeus</i>	2		1				2
<i>Diapterus sp.</i>			1	1	1		
<i>Opisthonema sp.</i>					3		
<i>bagre marinus</i>					1	1	

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 490 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

ESPECIE/MORFO	P1_689652	P7_689653	P2_689654	P4_689655	P3_689656	P5_689657	P6_689658
Riqueza (S)	2	1	3	2	4	2	2
Abundancia (No. Ind)	4	3	4	6	7	3	5

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 308. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre común	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P1_689652	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	18	15	17	53
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	17	14	15,5	45
	Mojarra plateada	<i>Diapterus rhombeus</i>	15,5	12,5	13,5	49
	Mojarra plateada	<i>Diapterus rhombeus</i>	16	12,8	13,5	50
P7_689653	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	18	15	17	44
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	17	14,5	16	37
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	17	14	14,5	40
P2_689654	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	18,5	18,5	16	56
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	19,5	19,5	17	65
	Mojarra plateada	<i>Diapterus rhombeus</i>	11	11	9	16
	Mojarra plateada	<i>Diapterus sp.</i>	12,5	12,5	10,5	21
P4_689655	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	19	16	17,5	60
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	17	15	16	43
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	18,5	16	17,5	53
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	18	15,5	16,7	42
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	17,5	15	16	39
	Mojarra plateada	<i>Diapterus sp.</i>	13	11	11,5	21
P3_689656	Mojarra plateada	<i>Diapterus sp.</i>	15	12	12,5	31
	sardinas	<i>Opisthonema sp.</i>	15	12,5	13	29
	sardinas	<i>Opisthonema sp.</i>	14	12	12,5	25
	sardinas	<i>Opisthonema sp.</i>	9	7,5	8	10
	Bagre	<i>bagre marinus</i>	15	13	13,5	24
	El lebrancha	<i>mugil curema</i>	18	15,5	17	51

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 491 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Punto	Nombre común	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P5_689657	El lebrancha	<i>mugil curema</i>	19	16	17,5	52
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	17,5	14	14	42
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	17,5	15,3	15,3	48
	Bagre	<i>bagre marinus</i>	15	12,5	12,5	28
P6_689658	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	22	19,5	20	84
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	19,5	16,5	17,8	55
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	18	15,3	16,5	46
	Mojarra plateada	<i>Diapterus rhombeus</i>	12	9,5	10,2	20
	Mojarra plateada	<i>Diapterus rhombeus</i>	10	8	9,1	17

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

5.2.1.1 Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 309** se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 492 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 309. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORIAS DE AMENAZA				USOS		Distribución
		RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN	CON	
<i>Mugil curema</i>	El lebranche	N. I.	NE	LC	NE		X	C
<i>Diapterus rhombeus</i>	Mojarra plateada	N. I.	NE	LC	NE		X	R
<i>Diapterus sp.</i>	Mojarra plateada	N. I.	NE	LC	NE		X	R
<i>Opisthonema sp.</i>	sardinas	N. I.	NE	LC	NE		X	R
<i>bagre marinus</i>	Bagre	N. I.	NE	LC	NE		X	R

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endemica (CE) y Endemica (E).

5.2.1.2 **Índices Ecológicos**

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

5.3.3.6. **Macrófitas acuáticas**

No se registraron morfoespecies de Macrófitas acuáticas en este cuerpo de agua. Lo que se puede explicar por ser una laguna costera, lo que dificulta el establecimiento de este tipo de vegetación acuática, las cuales no suelen colonizar ambientes con alta salinidad e influencia marina.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 493 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.4. Ciénaga Los Manatíes

5.3.4.1. Fitoplancton

Para la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga los Manatíes se registró una abundancia de 629 individuos y una densidad total de 116,450 Ind/ml, agrupados en cuatro (4) morfoespecies, cuatro (4) familias, cuatro (4) órdenes, tres (3) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 310**).

La división más representativa fue Cyanobacteria, aportando el 50,00% de las morfoespecies descritas, seguida de Chlorophyta y Heterokontophyta, los cuales aportaron cada uno el 25,00% de las morfoespecies restante (**Figura 145**).

Tabla 310. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la ciénaga los Manatíes.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas</i> sp.
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix</i> sp.
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina</i> sp.
Heterokontophyta	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

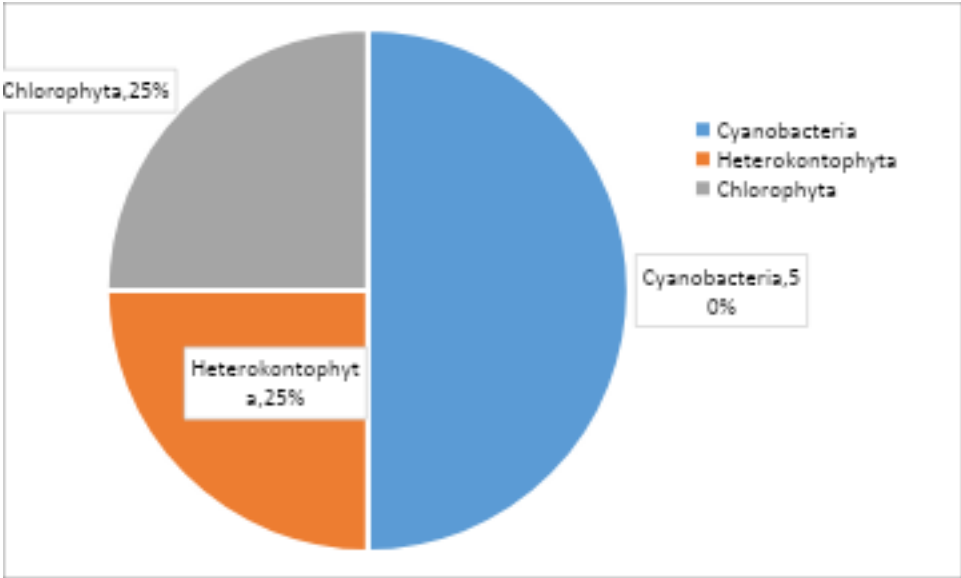


Figura 145. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga los Manatíes.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 494 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

En términos de riqueza, se evidenciaron 3 morfoespecies en cada punto de monitoreo. No obstante, el P1_699648 registró la mayor densidad con 89,250 ind/m (**Tabla 311**).

Tabla 311. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la ciénaga los Manatíes.

MORFOESPECIE	P1_699648			P2_699649		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Chlamydomonas</i> sp.	349	87,250	97,76	263	26,300	96,69
<i>Planktothrix</i> sp.	5	1,250	1,40	3	0,300	1,10
<i>Spirulina</i> sp.				6	0,600	2,21
<i>Cyclotella</i> sp.	3	0,750	0,84			
Riqueza (S)		3			3	
Abundancia (No.Ind)		357			272	
Densidad (Ind/ml)		89,250			27,200	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

A nivel de morfoespecies, se observó que *Chlamydomonas* sp. registró los valores más altos en los puntos P1 y P2, con densidades de 87,250 ind/ml y 26,300 ind/ml, respectivamente. En contraste, *Spirulina* sp., *Cyclotella* sp. y *Planktothrix* sp. arrojaron los valores más bajos con densidades de 0,600 ind/ml, 0,750 ind/ml y 1,550 ind/ml, respectivamente (**Figura 146**).

El género *Chlamydomonas* es uno de los más grandes y diversos dentro de las algas verdes, con una amplia distribución en hábitats acuáticos, especialmente en pequeños cuerpos de agua ricos en nutrientes (Bellinger & Sigee, 2015). Por otro lado, *Spirulina* es una cianobacteria filamentosa de la familia Oscillatoraceae, que suele desarrollarse en ecosistemas de agua dulce, marina y salobre. Prefiere condiciones de alta conductividad, baja radiación solar y un pH que varía entre 8,5 y 11,0 U de pH (Vigo, 2019; Ahsan *et al.*, 2008; Salmeán *et al.*, 2015). Esta cianobacteria no produce toxinas, por lo que ofrece beneficios para la salud, siendo empleada como suplemento alimenticio (Bonilla, 2009). Además, se ha utilizado en procesos de biorremediación para tratar contaminantes en aguas residuales (Jacome-Pilco *et al.*, 2021).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 495 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

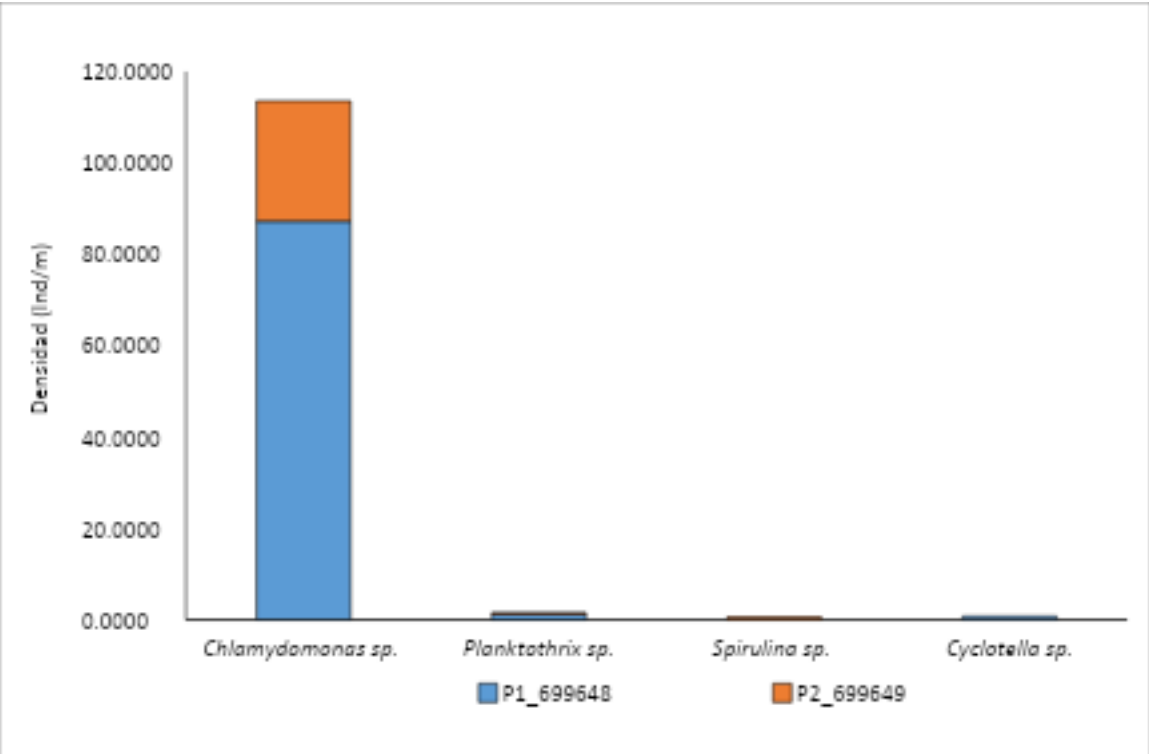


Figura 146. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga los Manatíes.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.4.1.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos a partir de los índices de diversidad de Shannon y Margalef arrojaron una diversidad baja en los puntos monitoreados, con valores por debajo de 2 bits/individuo, indicando de esta manera una comunidad poco variada y escasamente diversa.El índice de Pielou, que mide la equidad en la distribución de los individuos, registró una baja equidad en ambos puntos, con valores de 0,111 para P1_699649 y 0,151 para P2_699650, lo que indica que algunos individuos o especies están mucho más representados que otros.

El índice de Simpson, con valores altos, refuerza la idea de una fuerte dominancia de especies, posiblemente relacionada con la alta abundancia de la morfoespecie *Chlamydomonas sp.*, que parece dominar la comunidad fitoplanctónica en los puntos de monitoreo. Este patrón de dominancia podría estar asociado a condiciones ecológicas locales que favorecen a esta especie, afectando la estructura de la comunidad y limitando la presencia de otras especies (Tabla 312).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 496 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 312. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga los Manatíes.

	P1_699648	P2_699649
Taxa_S	3	3
Individuals	357	272
Dominance_D	0,956	0,935
Shannon_H	0,125	0,170
Margalef	0,340	0,357
Equitability_J	0,111	0,151

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.4.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga los Manatíes estuvo compuesta por 564 individuos con una densidad total de 5,974 Ind/ml, agrupados en cuatro (4) morfoespecies, cuatro (4) familias, de las cuales tres (3) son no determinadas (ND); cuatro (4) órdenes, incluidos dos (2) no determinados, tres (3) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 313**).

El phylum más representativo fue Arthropoda, con el 50 % de las morfoespecies descritas, seguido de Annelida y Rotifera, cada uno con el 25 % restante (**Figura 147**).

Tabla 313. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga los Manatíes.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Annelida	Polychaeta	ND	ND	Polychaeta (larva)
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva nauplio
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 497 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

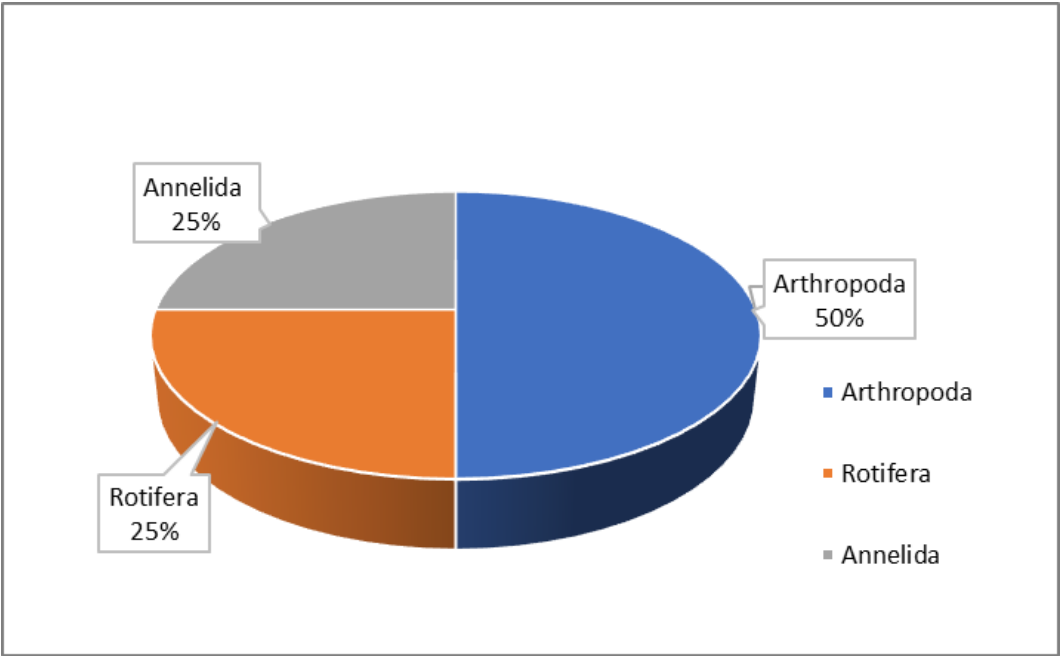


Figura 147. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga los Manatíes.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En el análisis de la densidad y riqueza del ensamblaje en los diferentes puntos de monitoreo, se observó que el punto P2_699650 registró los valores más altos, con cuatro (4) morfoespecies y una densidad de 3,970 ind/ml. Por su parte, el punto P1_699649 registró solo tres (3) taxones, con una densidad de 2,004 ind/ml (**Tabla 314**).

Tabla 314. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la ciénaga los Manatíes.

MORFOESPECIE	P1_699649			P2_699650		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
Polychaeta (larva)	2	0,024	1,20	2	0,020	0,50
Cyclopoida Mf				6	0,060	1,51
Larva nauplio	4	0,048	2,40	13	0,130	3,27
<i>Brachionus</i> sp.	161	1,932	96,41	376	3,760	94,71
Riqueza (S)		3			4	
Abundancia (No.Ind)		167			397	
Densidad (Ind/ml)		2,004			3,970	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 498 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

A nivel de morfoespecies, se observó que *Brachionus* sp. registró los valores más altos en los puntos P1 y P2, con densidades de 1,932 ind/ml y 3,760 ind/ml, respectivamente. En contraste, Polychaeta (larva) registró la densidad más baja en ambos puntos de monitoreo (P1: 0,024 ind/ml y P2: 0,020 ind/ml) (**Figura 148**).

Los rotíferos del género *Brachionus* son capaces de adaptarse a condiciones extremas. Su tolerancia a ambientes ricos en nutrientes y su preferencia por pH alcalinos, junto con altos niveles de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos, los hacen indicadores de la calidad del agua en estos ecosistemas (Pinilla, 2000; Ortega *et al.*, 2015). Además, su capacidad para tolerar amplios rangos de temperatura y salinidad les permite habitar en diversos entornos, desde aguas dulces hasta zonas más salinas (Dhont *et al.*, 2013).

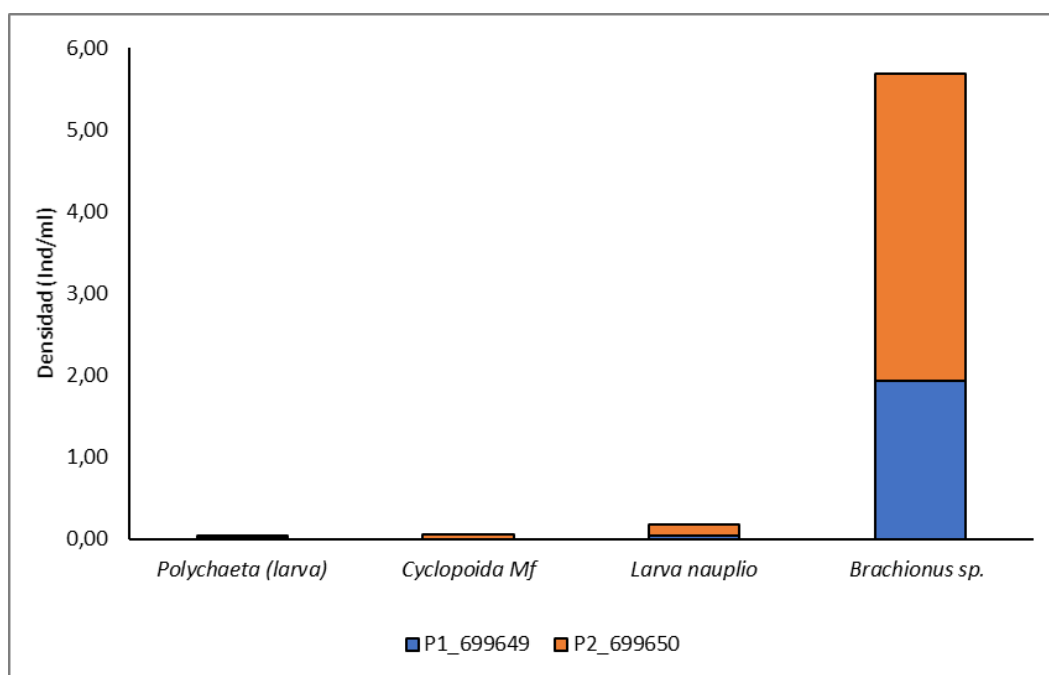


Figura 148. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga los Manatíes.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.4.2.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos a partir de los índices de diversidad de Shannon y Margalef arrojaron una diversidad baja en los puntos monitoreados, con valores por debajo de 2 bits/individuo.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 499 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

El índice de Pielou mostró una equidad baja en ambos puntos de monitoreo, con valores de 0,162 para P1_699649 y 0,183 para P2_699650. Esto implica que la distribución de individuos entre las especies no es equitativa, lo que podría estar asociado a una dominancia de algunas especies sobre otras, contribuyendo a una estructura menos equilibrada en la comunidad zooplanctónica en estos puntos.

Por otra parte, el índice de Simpson registró valores altos, lo que indica una fuerte dominancia de una o varias especies en ambos puntos. Este patrón de dominancia podría estar relacionado con la alta abundancia de la morfoespecie *Brachionus* sp., lo que lleva a una distribución desigual de los individuos (**Tabla 315**).

Tabla 315. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga los Manatíes.

	P1_699649	P2_699650
Taxa_S	3	4
Individuals	167	397
Dominance_D	0,930	0,898
Shannon_H	0,184	0,257
Margalef	0,391	0,501
Equitability_J	0,162	0,183

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 500 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.4.3. Perifiton

Para la ciénaga lo Manatíes, se tuvo una densidad total de 1571,111 Ind/cm² y una abundancia absoluta de 504 individuos, distribuidos en siete (7) morfoespecies, siete (7) familias, seis (6) órdenes, dos (2) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 316**). En cuanto a el Phylum o división más representativa fue Heterokontophyta con el 71,43%, seguido del grupo de las Cyanobacteria con el 28,57% de la composición de especies de este cuerpo de agua lentico (**Figura 149**).

Tabla 316. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en la Ciénaga Los Manatíes, Atlántico, Colombia
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>
		Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora sp.</i>

De las dos divisiones presentes el Phylum Heterokontophyta se caracterizada por estar relacionadas con condiciones de eutrofia, pH alcalino son reconocidas por ser indicadoras de cambios en condiciones ambientales asociadas a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009) Por otra parte, las Cianobacterias quienes fueron el segundo grupo más diverso, suelen proliferar en zonas con alta perturbación e intensidad lumínica, se les suele encontrar asociadas a ambientes lentico con alta disponibilidad de luz y nutrientes (Komárek, 2003; Pinilla y Duarte, 2006).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 501 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

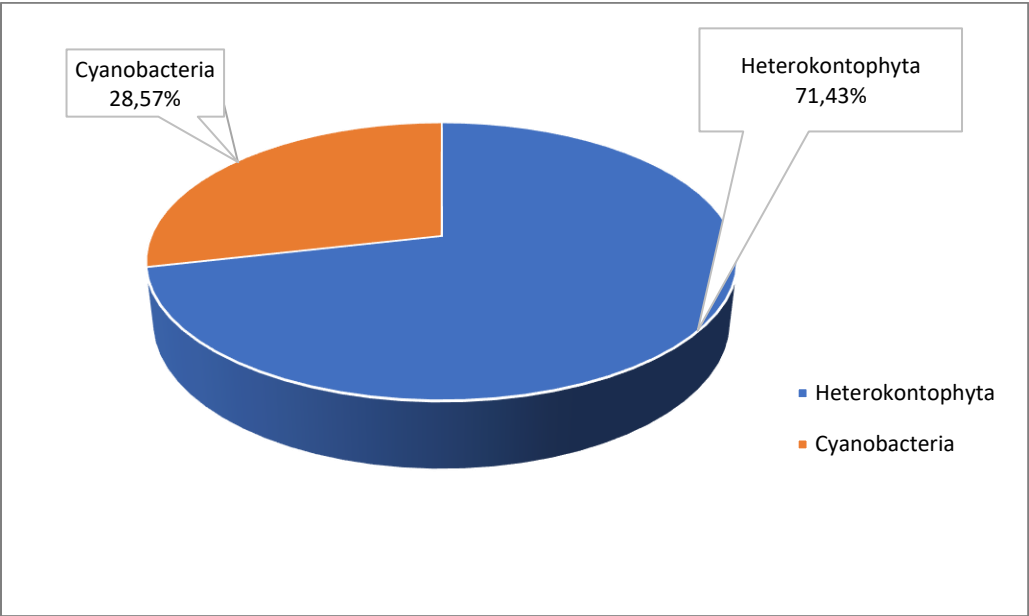


Figura 149. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los dos puntos monitoreados registrado en la Ciénaga los Manatíes, Atlántico, Colombia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Analizando la composición y abundancia por punto de monitoreo, se evidenció que el punto P2_699649 registró la mayor abundancia con una densidad absoluta de 1026,667 Ind/cm² y una riqueza de cinco (5) taxa. En cuanto a el punto P1_699648 tuvo la menor densidad con un valor de 544,444 Ind/cm² (**Tabla 317**).

Tabla 317. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénaga Los Manatíes, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699648			P2_699649		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Planktothrix sp.</i>	9	25,000	4,59			
<i>Oscillatoria sp.</i>	5	13,889	2,55	9	30,000	2,92
<i>Nitzschia sp.</i>				35	116,667	11,36
<i>Cymbella sp.</i>				33	110,000	10,71
<i>Eunotia sp.</i>	4	11,111	2,04			
<i>Navicula sp.</i>	157	436,111	80,10	164	546,667	53,25
<i>Amphora sp.</i>	21	58,333	10,71	67	223,333	21,75
Riqueza (S)		5			5	
Abundancia (No.Ind)		196			308	
Densidad (Ind/cm²)		544,444			1026,667	

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 502 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Con respecto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea *Navicula* sp. con una densidad total de 982,778 ind/cm², estando presente en los dos puntos de monitoreo. Los organismos asociados al género *Navicula* posee una amplia distribución en ambientes dulceacuícolas, además de ser un Indicador biológico de contaminación orgánica (Hernández y Guerrero, 1993).

Seguido de *Amphora* sp. con un valor de 281,667 ind/cm² (**Figura 150**). Este genero es un grupo grande, ampliamente distribuido y diverso de especies de agua dulce, salobre y marina. diatomeas (Stepanek & Kociolek, 2013).

Por otra parte, la menor densidad que se registró fue en el punto P1_699648, donde las morfoespecies menos abundantes fueron *Planktothrix* sp. y *Eunotia* sp. siendo exclusivos de este punto, con un valor de 25,000 ind/ cm² y 11,111 ind/cm² respectivamente (**Figura 150**).

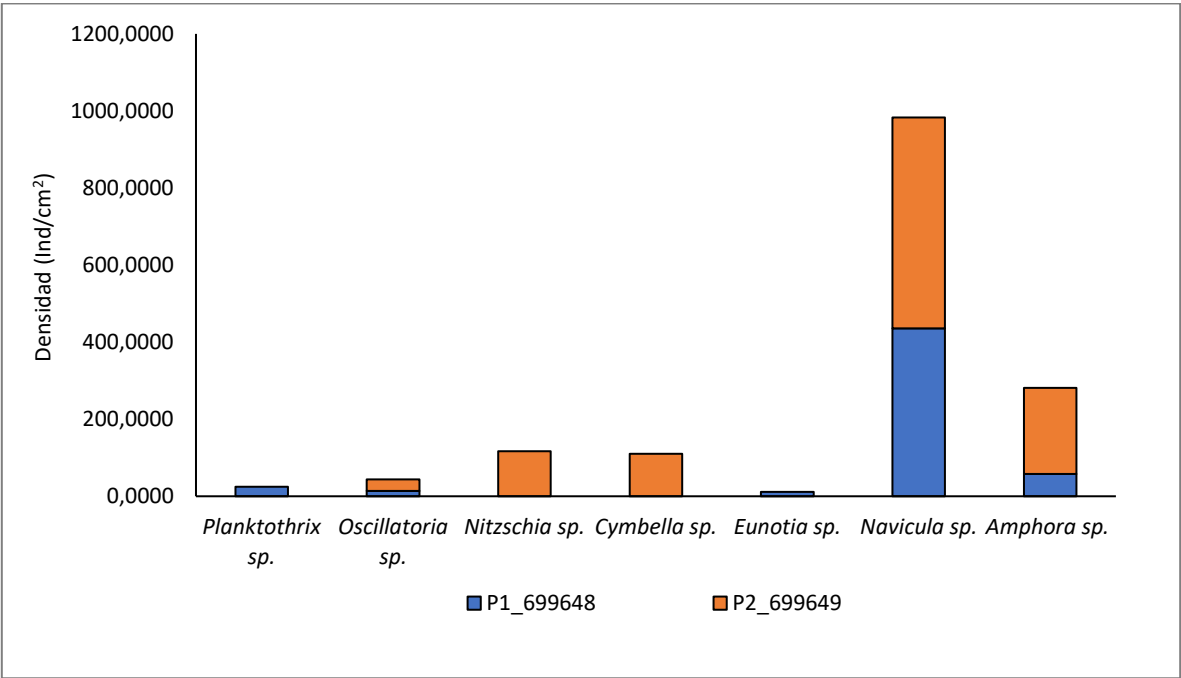


Figura 150. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga Los Manatíes, Atlántico, Colombia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 503 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.4.3.1. Índices ecológicos

En la **Tabla 318** se presentan los índices ecológicos calculados para el ensamblaje Perifítico donde el índice de Shannon para los dos los puntos tuvieron una diversidad baja, los puntos evaluados P1_699648 y P2_699649, con valores de 0,732 bits/Ind y 1,257 bits/Ind, respectivamente. Estos resultados contrastan con el índice de Margalef utilizado para evaluar la riqueza de especies, quien registró valores inferiores a dos; según Margalef (1995) valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad y valores inferiores a 2,0 son relacionados con zonas de baja diversidad.

En cuanto al índice de Pielou (J') tuvo un comportamiento diferente para cada uno de los puntos, se registró valor más alto para el punto P2_699649 indicando una distribución más equitativa lo que significa que sus especies están distribuidas de manera más homogénea dentro de la comunidad, por el contrario el punto P1_699648 tuvo un valor cercano a cero, por lo que presenta una menor equitativita, por ende para este punto el índice de dominancia de Simpson presentó un valor alto (D= 0,656), ya que ambos índices son inversamente proporcionales, lo que nos indica que existe una prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otras para P1_699648 (**Tabla 318**).

Tabla 318. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga de Manatías, Atlántico, Colombia.

	P1_699648	P2_699649
Taxa_S	5	5
Individuals	196	308
Dominance_D	0,656	0,356
Shannon_H	0,732	1,257
Margalef	0,758	0,698
Equitability_J	0,455	0,781

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 504 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.4.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos se registró una densidad de 2700,000 Ind/m² y abundancia de 270 individuos, distribuidos en nueve (9) morfoespecies, ocho (8) familias, seis (6) órdenes y uno no determinado, cuatro (4) clases y tres (3) Phyla (Tabla 319).

Los phyla más representativos fueron Mollusca y Annelida, con el 55,56% y 33,33% de las morfoespecies reportadas, respectivamente. En contraste, el phylum Arthropoda presentó la menor representación, con solo el 11,11% del total de morfoespecie.

Tabla 319. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. los Manatíes.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Nereididae	Nereididae Mf
		Spionida	Spionidae	<i>Streblospio</i> sp.
		ND	Capitellidae	Capitellidae Mf
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae Mf (Larva)
Mollusca	Bivalvia	Myida	Corbulidae	<i>Corbula</i> sp.
		Venerida	Veneridae	Veneridae Mf
			Mactridae	Mactridae Mf
				Mactridae Mf 1
	Gastropoda	Littorinimorpha	Hydrobiidae	Hydrobiidae Mf

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 505 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

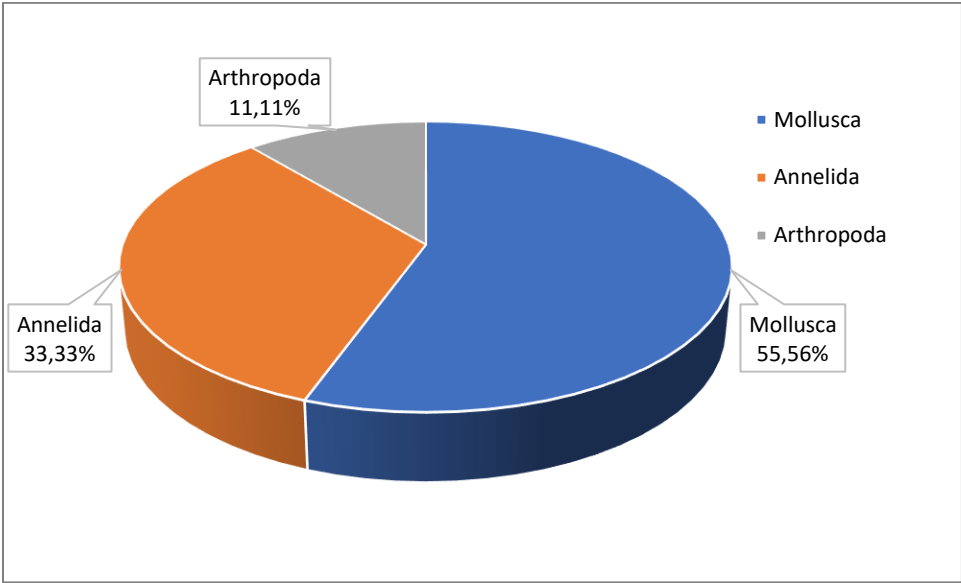


Figura 151. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la c. los Manatíes.

Tabla 320. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. los Manatíes.

MORFOESPECIE	P1_699648			P2_699649		
	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Nereididae Mf				33	330,000	12,41
<i>Streblospio</i> sp.				122	1220,000	45,86
Capitellidae Mf				108	1080,000	40,60
Chironomidae Mf (Larva)				1	10,000	0,38
<i>Corbula</i> sp.	1	10,000	25,00			
Veneridae Mf	1	10,000	25,00			
Mactridae Mf	1	10,000	25,00			
Mactridae Mf 1	1	10,000	25,00			
Hydrobiidae Mf				2	20,000	0,75
Riqueza (S)		4			5	
Abundancia (No.Ind)		4			266	
Densidad (Ind/m²)		40,000			2660,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 506 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Con respecto a las morfoespecies más representadas en el cuerpo de agua, se evidenció que *Streblospio* sp., Capitellidae Mf y Nereididae Mf fueron los taxones con las mayores densidades, con valores de 1220,000 Ind/m², 1080,000 Ind/m² y 330,000 Ind/m², respectivamente, siendo reportados exclusivamente en el P2. Las morfoespecies Chironomidae Mf (Larva) y Hydrobiidae Mf registraron los valores más bajos para este punto, con densidades de 10,000 Ind/m² y 20,000 Ind/m², respectivamente. Por su parte, en el P1 se reportaron cuatro morfoespecies (*Corbula* sp., *Veneridae* Mf, *Mactridae* Mf y *Mactridae* Mf 1), cada una con densidades de 10,000 Ind/m².

La familia Nereididae es un grupo de anélidos poliquetos ampliamente distribuido en ambientes acuáticos marinos, con algunas especies presentes en agua dulce. Su papel en la dinámica de las comunidades bentónicas es fundamental, ya que intervienen en procesos ecológicos clave como la bioturbación y la degradación de materia orgánica (Rouse *et al.*, 2022; Dean, 2001). Esta familia comprende aproximadamente 37 géneros y 400 especies (Hilbig, 1997), lo que refleja su alta diversidad y capacidad adaptativa.

Debido a su habilidad para colonizar distintos hábitats y su tolerancia a condiciones ambientales variables, los Nereididae son considerados bioindicadores efectivos en la evaluación de la calidad del agua, especialmente en la detección de contaminación por materia orgánica (Fernández & Londoño, 2015; Pearson & Rosenberg, 1978). Su presencia y abundancia pueden proporcionar información valiosa sobre el estado ecológico de los ecosistemas acuáticos y los efectos de actividades antropogénicas sobre la biodiversidad bentónica.

Por otra parte, los miembros de las familias Capitellidae y Spionidae, en particular el género *Streblospio*, desempeña un papel esencial como indicadores biológicos de contaminación orgánica en ambientes estuarinos y marinos (Pocklington & Wells, 1992). Este género presenta una amplia distribución en hábitats intermareales y submareales fangosos, donde muchas de sus especies se encuentran en altas densidades, particularmente en aguas salobres y sedimentos ricos en materia orgánica (Elías *et al.*, 2021; García-Arberas & Rallo, 2004). La alta tolerancia de *Streblospio* a las fluctuaciones de parámetros fisicoquímicos, especialmente en lo que respecta a la salinidad (Lardicci *et al.*, 1997), lo convierte en un bioindicador clave para evaluar la calidad del agua y la salud de los ecosistemas en zonas afectadas por contaminación orgánica.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 507 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

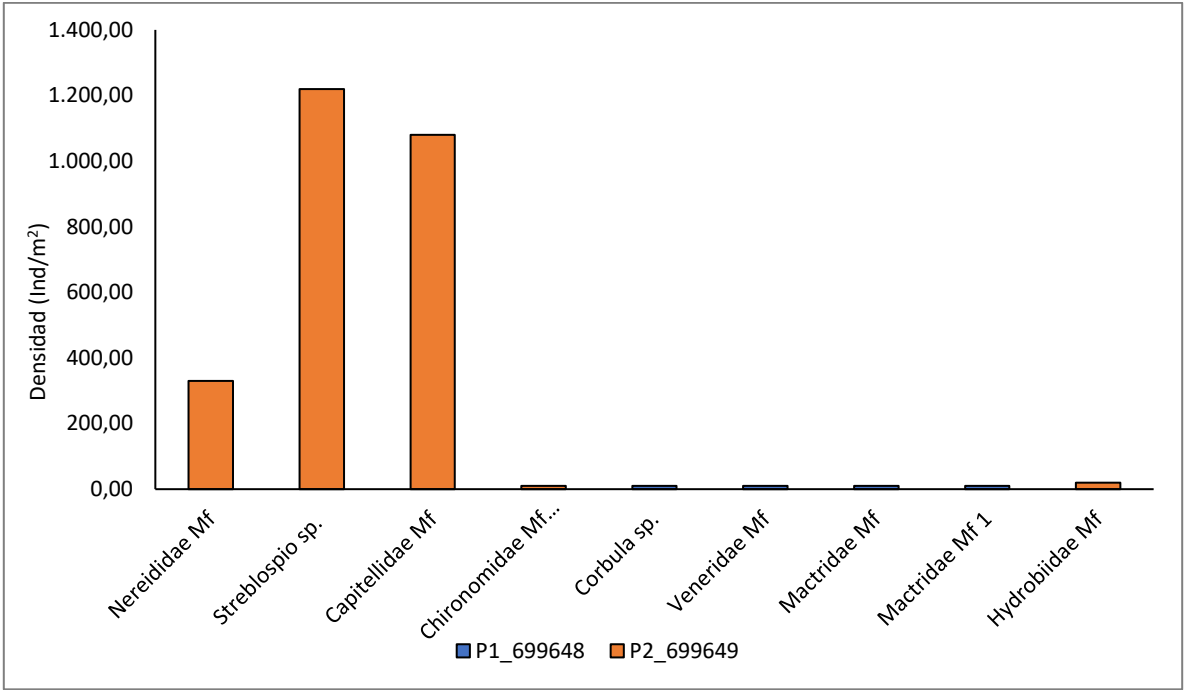


Figura 152. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la c. los Manatíes.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.4.4.1. Índices ecológicos

Los índices de Shannon-H y Margalef reflejaron una diversidad baja en el área de estudio, con valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que indica una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica. Sin embargo, el punto P1_699648 presentó una excepción, ya que el índice de Margalef mostró una diversidad moderada (2,164 bits/Ind), sugiriendo que este punto tiene condiciones relativamente más favorables para la proliferación de especies en comparación con los demás puntos monitoreados.

En términos de equidad, el índice de Pielou mostró una alta equidad en P1 ($J' = 1,000$), lo que indica una distribución uniforme de los individuos entre las especies en este punto. Por otro lado, en P2, la equidad fue moderada ($J' = 0,646$), lo que sugiere que algunas especies podrían estar dominando en términos de abundancia en este punto.

El índice de Simpson indicó una baja dominancia, lo que implica que, aunque hay algunas diferencias en la abundancia entre especies, ninguna especie está dominando excesivamente en la comunidad.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 508 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 321. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la c. los Manatíes.

	P1_699648	P2_699649
Taxa_S	4	5
Individuals	4	266
Dominance_D	0,250	0,391
Shannon_H	1,386	1,040
Margalef	2,164	0,716
Equitability_J	1,000	0,646

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.3.4.4.2. Índice BMWP (Col)

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga los Manatíes evidenció aguas fuertemente contaminadas de calidad muy crítica en el P2. La presencia de familias como Chironomidae, asociadas a altas cargas orgánicas, sugiere que el ecosistema está experimentando una eutrofización o contaminación orgánica significativa. Por otro lado, la presencia de Hydrobiidae, que se asocia típicamente a aguas limpias, indica que también hay condiciones favorables para algunas especies en este mismo cuerpo de agua, lo que puede ser un reflejo de una heterogeneidad en la calidad del agua a lo largo del ecosistema.

Tabla 322. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. los Manatíes.

Puntos de Muestreo	P2_699649	Puntaje
Familias	Chironomidae	2
	Hydrobiidae	8
BMWP	10	
Calidad	Muy Critica	
Clase	V	
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 509 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.4.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga de Los Manatíes, estuvo conformada por dos morfoespecies, pertenecientes a la familia Mugilidae, del orden Mugiliforme, de la clase Actinopterygii y del phylum Chordata (**Tabla 323**).

Se identificaron las morfoespecies *Mugil liza* y *Mugil curema*. Estas se capturaron en el punto P2_699649, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la **Tabla 323**, se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados.

El individuo de la morfoespecie *Mugil liza* tuvo una longitud total (LT) de 29,0 cm, una LE de 24,0 cm y con un peso de 175 g. Mientras que el individuo de *Mugil curema* tuvo una LT de 29,0 cm, con LE de 24,5 cm y un peso de 215 g.

Tabla 323. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Mugiliforme	Mugilidae	Mugil	<i>Mugil liza</i>
					<i>Mugil curema</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 324. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénaga Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P2_699649
<i>Mugil liza</i>	1
<i>Mugil curema</i>	1
Riqueza (S)	2
Abundancia (No.Ind)	2

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 325. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre comun	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P2_699649	El lebranche	<i>Mugil liza</i>	29,0	24,0	N.A.	175
	El lebrancha	<i>Mugil curema</i>	29,0	24.5	N.A.	215

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 510 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.2.1.3 Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la **Tabla 326** se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

Tabla 326. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	CATEGORIAS DE AMENAZA				USOS		Distribución
	NOMBRE COMÚN	RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITES	ORN CON	
<i>Mugil liza</i>	El lebranche	VU	VU	DD	NE	X	R
<i>Mugil curema</i>	El lebrancha	NI	NE	LC	NE	X	C

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX: extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN); Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endemica (CE) y Endemica (E).

5.2.1.1 Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

5.3.4.6. Macrófitas acuáticas

No se registraron morfoespecies de Macrófitas acuáticas en este cuerpo de agua. Lo que se puede explicar por ser una laguna costera, lo que dificulta el establecimiento de este tipo de vegetación acuática, las cuales no suelen colonizar ambientes con alta salinidad e influencia marina.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 511 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.5. Ciénaga del Rincón

5.3.5.1. Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la ciénaga del Rincón estuvo compuesta por 2866 individuos con una densidad total de 262,245 ind/ml, agrupados en nueve (9) morfoespecies, nueve (9) familias, nueve (9) órdenes, cinco (5) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 327**).

La comunidad fitoplanctónica en el área de estudio estuvo dominada por los filos Heterokontophyta y Cyanobacteria, con el 55,56% y 44,44% de las morfoespecies presentes, respectivamente (*Figura 153*). El predominio de estos dos filos refleja una posible adaptación de la comunidad fitoplanctónica a las condiciones ambientales locales, como la concentración de nutrientes y las características físico-químicas del agua.

Tabla 327. Taxonomía del Fitoplancton registrado en la ciénaga del Rincón.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanobacteria	Chrysophyceae	Ochromonadales	Synuraceae	<i>Mallomonas</i> sp.
		Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i> sp.
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum</i> sp.
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp.
Heterokontophyta	Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus</i> sp.
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp.
	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.
	Mediophyceae	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 512 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

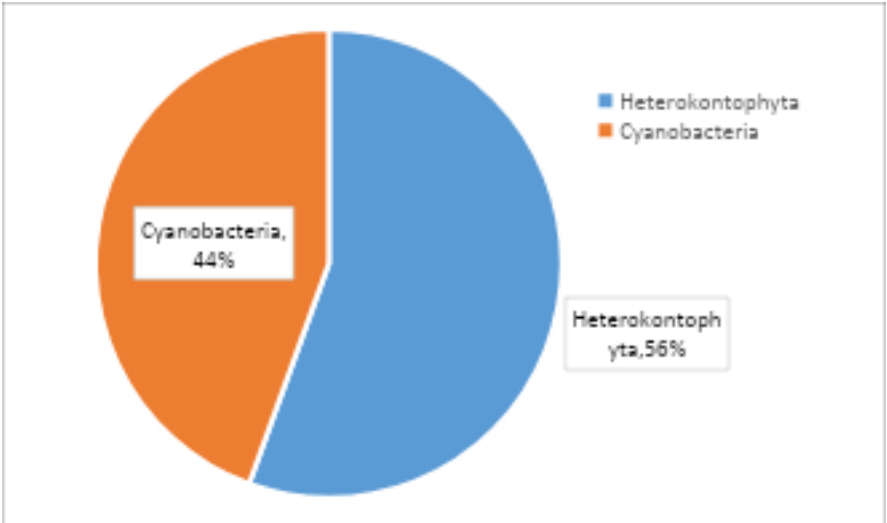


Figura 153. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en la ciénaga del Rincón.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Tabla 328** se muestran los resultados de riqueza y densidad registrados en los diferentes puntos de monitoreo, donde se evidencian valores de riqueza entre 5 y 6 morfoespecies, siendo los puntos P2_699607 y P3_699608 los que registraron los valores más altos. Por su parte, la densidad más alta se alcanzó en P3_699608 con 144,970 ind/ml.

Tabla 328. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en la ciénaga del Rincón.

MORFOESPECIE	P1_699606			P2_699607			P3_699608		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Mallomonas</i> sp.				2	0,170	0,30	6	0,570	0,39
<i>Microcystis</i> sp.	332	29,880	49,19	119	10,115	17,89	289	27,455	18,94
<i>Dolichospermum</i> sp.	239	21,510	35,41						
<i>Cyclotella</i> sp.				1	0,085	0,15	13	1,235	0,85
<i>Coscinodiscus</i> sp.	16	1,440	2,37						
<i>Melosira</i> sp.	6	0,540	0,89						
<i>Anabaena</i> sp.				265	22,525	39,85	345	32,775	22,61
<i>Aphanocapsa</i> sp.				7	0,595	1,05	210	19,950	13,76
<i>Chaetoceros</i> sp.	82	7,380	12,15	271	23,035	40,75	663	62,985	43,45
Riqueza (S)	5			6			6		
Abundancia (No.Ind)	675			665			1526		
Densidad (Ind/ml)	60,750			56,525			144,970		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 513 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

A nivel de morfoespecies, se observó que *Chaetoceros* sp. y *Microcystis* sp. arrojaron las densidades más altas a nivel general, con valores de 93,400 ind/ml y 67,450 ind/ml, respectivamente. En contraste, las densidades más bajas fueron registradas por los taxones *Melosira* sp. y *Mallomonas* sp. con 0,540 ind/ml y 0,740 ind/ml, respectivamente (**Figura 154**).

El género *Chaetoceros* es una de las diatomeas más diversas y ampliamente distribuidas entre las algas planctónicas marinas (Malviya *et al.*, 2016). Estas diatomeas son conocidas por su gran diversidad morfológica y su capacidad para formar floraciones masivas en diversas áreas oceánicas, lo que puede provocar impactos adversos en la acuicultura, la economía y los ecosistemas, al alterar la dinámica de nutrientes y la calidad del agua (Bates & Strain, 2006; Tomaru *et al.*, 2008).

Por su parte, *Microcystis* es un género de cianobacterias que se encuentra principalmente en ambientes de agua dulce, aunque algunas especies pueden encontrarse en áreas salinas (Tonk 2007; Preece *et al.*, 2017). Su proliferación suele estar vinculada a condiciones ambientales de alta disponibilidad de nutrientes, un fenómeno relacionado con la eutrofización, lo que puede facilitar su crecimiento (Pinilla, 2009). Muchas especies de *Microcystis* son productoras de microcistinas, toxinas hepatotóxicas que representan un riesgo para la fauna acuática y los seres humanos (Visser *et al.*, 2005).

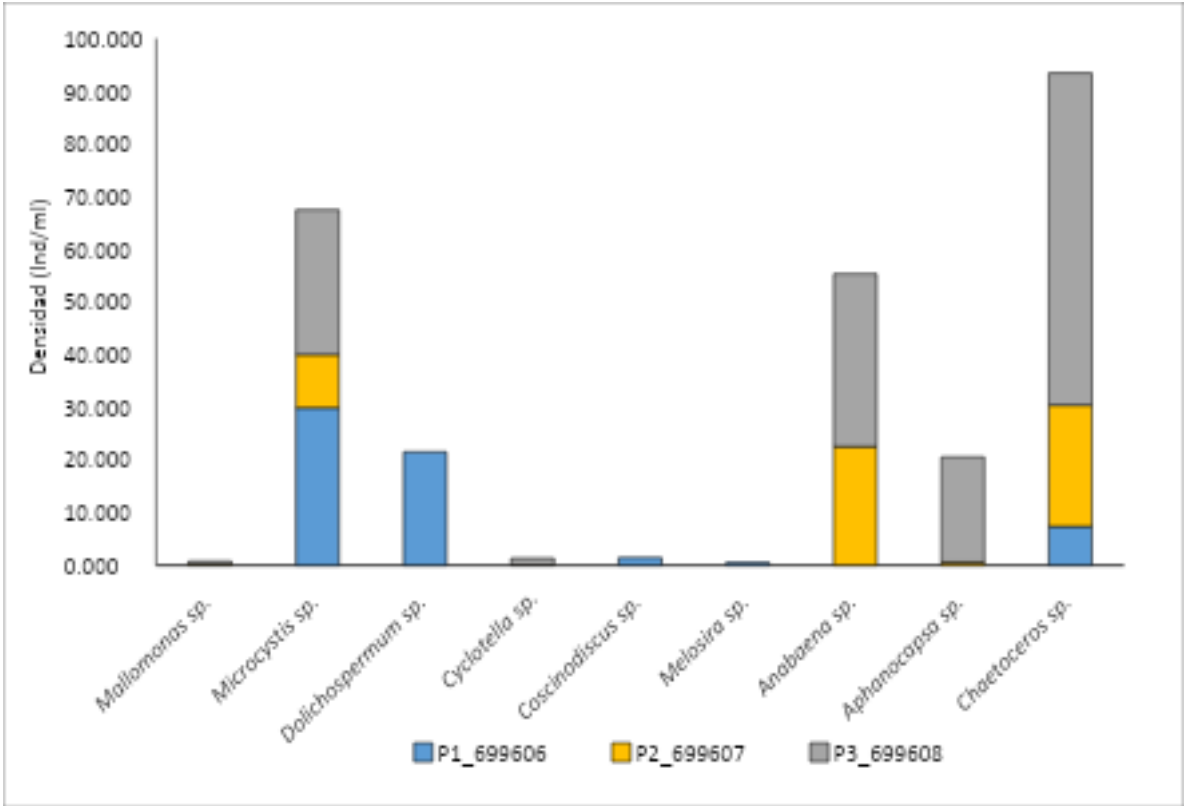


Figura 154. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en la ciénaga del Rincón.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.5.1.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos a partir de los índices de diversidad de Shannon_H y Margalef arrojaron una diversidad baja en los puntos monitoreados, con valores por debajo de 2 bits/individuo. Según Margalef (1995), valores inferiores a 2,0 están relacionados con zonas de baja diversidad, mientras que valores superiores a 5,0 indican alta biodiversidad.

El índice de Pielou mostró una equitatividad moderada en los puntos P1_699606 y P2_699607 con valores de 0,686 y 0,623, respectivamente. En contraste, el punto P3_699608 presentó una equidad alta ($J' = 0,757$), lo que sugiere una distribución más uniforme de las especies en ese punto. Por lo tanto, el índice de Simpson mostró una baja dominancia, lo que respalda la idea de que las morfoespecies registradas en los sitios estudiados se encuentran equilibradas y no dominadas por una sola especie (**Tabla 329**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 515 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 329. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en la ciénaga del Rincón.

	P1_699606	P2_699607	P3_699608
Taxa_S	5	6	6
Individuals	675	665	1526
Dominance_D	0,382	0,356	0,294
Shannon_H	1,106	1,119	1,350
Margalef	0,614	0,769	0,682
Equitability_J	0,686	0,623	0,753

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 516 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.5.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en la ciénaga del Rincón estuvo compuesta por 467 individuos con una densidad total de 4,498 ind/ml, agrupados en diez (10) morfoespecies, nueve (9) familias, incluidas tres (3) no determinadas (ND); siete (7) órdenes, con dos (2) no determinados, cinco (5) clases y tres (3) Phyla (**Tabla 330**).

Los phyla más representativos fueron Arthropoda y Rotifera, con el 50% y el 40%, respectivamente, de las morfoespecies descritas. En contraste, el phylum Protozoa aportó el porcentaje más bajo, con el 10 % de las morfoespecies restantes (**Figura 155**).

Tabla 330. Taxonomía del zooplancton registrado en la ciénaga del Rincón.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	Moinidae Mf
			Sididae	<i>Diaphanosoma</i> sp.
	Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
		ND	ND	Larva nauplio
	Ostracoda	ND	ND	Ostracoda Mf
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp.
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.
				<i>Brachionus</i> sp. 1
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 517 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

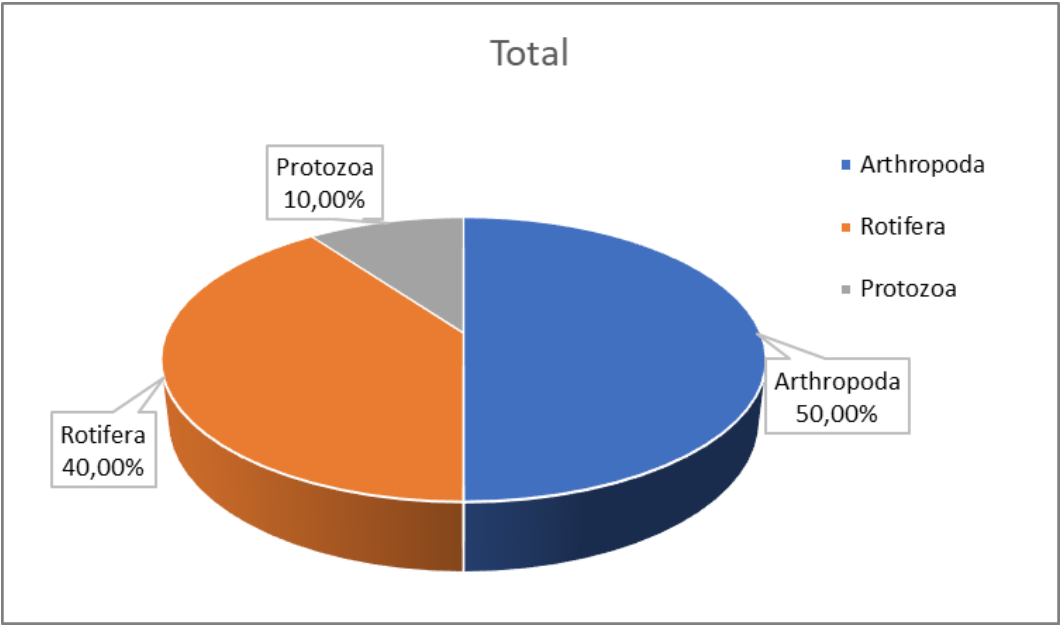


Figura 155. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en la ciénaga del Rincón.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

En la **Tabla 331** se muestran los resultados de riqueza y densidad registrados en los diferentes puntos de monitoreo, donde se evidencia que el punto P2_699607 presentó el mayor número de morfoespecies, con un total de nueve (9) taxones. Los puntos P1_699606 y P3_699608 mostraron una menor riqueza, con solo siete (7) morfoespecies cada uno. A pesar de tener menos morfoespecies, estos dos puntos registraron densidades más altas de individuos, alcanzando 2,013 ind/ml para P1_699606 y 1,910 ind/ml para P3_699608. Este patrón sugiere que, en los puntos con menor riqueza, las especies presentes tienen una mayor abundancia de individuos.

Tabla 331. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en la ciénaga del Rincón.

MORFOESPECIE	P1_699606			P2_699607			P3_699608		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
Moinidae Mf	32	0,400	19,88	14	0,070	12,17	57	0,570	29,84
Diaphanosoma sp.	9	0,113	5,59	13	0,065	11,30	5	0,050	2,62
Cyclopoida Mf	35	0,438	21,74	10	0,050	8,70	18	0,180	9,42
Larva nauplio	78	0,975	48,45	68	0,340	59,13	37	0,370	19,37
Ostracoda Mf				1	0,005	0,87	69	0,690	36,13
<i>Arcella</i> sp.				1	0,005	0,87			
<i>Filinia</i> sp.	1	0,013	0,62	3	0,015	2,61	1	0,010	0,52

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 518 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

MORFOESPECIE	P1_699606			P2_699607			P3_699608		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Brachionus</i> sp.	5	0,063	3,11	4	0,020	3,48	4	0,040	2,09
<i>Brachionus</i> sp. 1	1	0,013	0,62						
<i>Polyarthra</i> sp.				1	0,005	0,87			
Riqueza (S)	7			9			7		
Abundancia (No.Ind)	161			115			191		
Densidad (Ind/ml)	2,013			0,575			1,910		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

A nivel de morfoespecies, se observó que Larva nauplio y Moinidae Mf arrojaron las densidades más altas a nivel general, con valores de 1,685 Ind/ml y 1,040 Ind/ml, respectivamente. En contraste, las densidades más bajas fueron registradas por los taxones *Arcella* sp. y *Polyarthra* sp., cada uno con valores de 0,005 Ind/ml (**Figura 156**).

Las morfoespecies pertenecientes al género *Arcella* se reportan frecuentemente en ambientes donde se llevan a cabo procesos de nitrificación, así mismo también se asocian a sistemas con baja carga orgánica y buena oxigenación (Salcedo-Vargas *et al.*, 2017). Por otra parte, *Polyarthra* es un género de rotíferos perteneciente al orden Ploima, conocido por su alta tolerancia a fluctuaciones y perturbaciones en las condiciones ambientales, lo que les permite desarrollarse en diversos tipos de ecosistemas (Rogozin, 2023, Gallo-Sánchez *et al.*, 2009). Estos organismos son considerados indicadores de sistemas mesotróficos a eutróficos, ya que su presencia y abundancia pueden reflejar condiciones de nutrientes moderadamente altos a elevados en el agua, típicos de ecosistemas en los que la productividad biológica es significativa (Pinilla, 2000).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 519 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

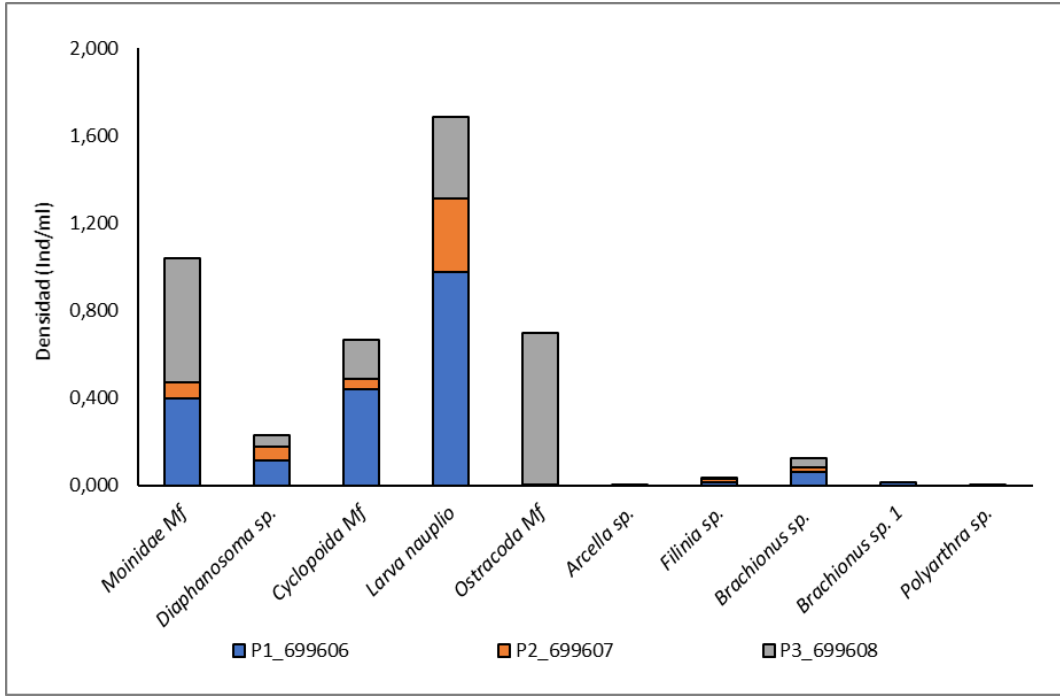


Figura 156. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en la ciénaga del Rincón.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.5.2.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos a partir de los índices de diversidad de Shannon y Margalef arrojaron una diversidad baja en los puntos monitoreados, con valores por debajo de 2 bits/individuo. Según Margalef (1995), valores inferiores a 2,0 están relacionados con zonas de baja diversidad, mientras que valores superiores a 5,0 indican alta biodiversidad.

El índice de Pielou mostró una equidad moderada en los puntos P1_699606 y P2_699607 con valores de 0,687 y 0,620, respectivamente. En contraste, el punto P3_699608 presentó una equidad alta ($J' = 0,757$), lo que sugiere una distribución más uniforme de las especies en ese punto. Por lo tanto, el índice de Simpson mostró una baja dominancia, lo que respalda la idea de que las morfoespecies registradas en los sitios estudiados se encuentran equilibradas y no dominadas por una sola especie (**Tabla 332**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 520 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 332. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en la ciénaga del Rincón.

	P1_699606	P2_699607	P3_699608
Taxa_S	7	9	7
Individuals	161	115	191
Dominance_D	0,321	0,382	0,263
Shannon_H	1,355	1,396	1,489
Margalef	1,181	1,686	1,142
Equitability_J	0,687	0,620	0,757

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 521 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.5.3. Perifiton

El ensamblaje perifítico en los ecosistemas acuáticos es el principal punto de entrada de energía y actúa como indicador de la calidad del agua además de ser un componente esencial en la trama trófica, sirviendo de alimento para diferentes organismos heterótrofos (Ramírez & Viña, 1998). Para la ciénaga el Rincón, se tuvo una densidad total de 50788,889 Ind/cm² y una abundancia de 1054 individuos, distribuidos en 11 morfoespecies, nueve (9) familias, nueve (9) órdenes, cuatro (4) clases y cuatro (4) Phyla (**Tabla 333**). La división más representativa fue Heterokontophyta (anteriormente conocida como Bacillariophyta) aportando el 45,45, % de las morfoespecies descritas, seguido de Cyanobacteria con el 36,36% y con la menor composición de especies las divisiones Charophyta y Chlorophyta ambas con el 9,09% (**Figura 157**).

Tabla 333. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis</i> sp.
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria</i> sp.
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum</i> sp.
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> sp.
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.
				<i>Cylindrotheca</i> sp.
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.
				<i>Nitzschia</i> sp. 1
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.

La división con mayor riqueza la cual fue Heterokontophyta se caracterizada por ser indicadora de contaminación orgánica y eutrofización, dado que posee una extensa distribución (Cosmopolita). Asimismo, se destacan como buenos indicadores por su alta tasa reproductiva y respuesta rápida a los cambios de las condiciones de los cuerpos del agua (Céspedes *et al.*, 2016, Lobo *et al.*, 2010). A su vez la clase Bacillariophyceae (diatomeas) fue el grupo más abundante y diverso, de gran importancia ya que contribuyen con la productividad primaria, gracias a su capacidad fotosintética que les permite capturar la energía lumínica y transformarla en compuestos orgánicos (Guamán & González, 2016)

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 522 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Por otra parte, las Cianobacterias quienes fueron el segundo grupo más diverso, suelen proliferar en zonas con alta perturbación e intensidad lumínica (Komárek, 2003).

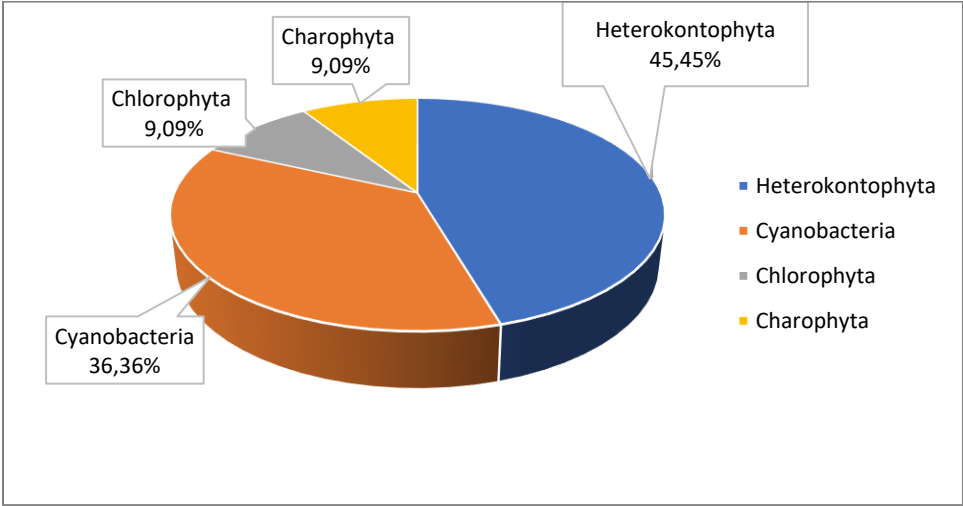


Figura 157. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los tres puntos monitoreados registrado en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Analizando la composición y abundancia por punto de monitoreo, se evidenció que el punto P3_699608 registró la mayor densidad absoluta con un valor de 19722,222 Ind/cm² y una riqueza de ocho taxones. Seguido del punto P1_699606 que tuvo la mayor riqueza de taxones con nueve morfos y una densidad 18355,556 Ind/cm² (Tabla 334).

Tabla 334. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699606			P2_699607			P3_699608		
	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR	No. Ind	Ind/cm²	AR
<i>Mougeotia</i> sp.				4	177,778	1,40	7	388,889	1,97
<i>Sphaerocystis</i> sp.	3	133,333	0,73				3	166,667	0,85
<i>Gomphosphaeria</i> sp.	12	533,333	2,91	112	4977,778	39,16	123	6833,333	34,65
<i>Dolichospermum</i> sp.	11	488,889	2,66						
<i>Lyngbya</i> sp.	46	2044,444	11,14	96	4266,667	33,57	145	8055,556	40,85
<i>Aphanocapsa</i> sp.				3	133,333	1,05	6	333,333	1,69
<i>Cylindrotheca</i> sp.	1	44,444	0,24	1	44,444	0,35			
<i>Nitzschia</i> sp.	215	9555,556	52,06	65	2888,889	22,73	65	3611,111	18,31
<i>Nitzschia</i> sp. 1	2	88,889	0,48						
<i>Gomphonema</i> sp.	17	755,556	4,12	2	88,889	0,70	3	166,667	0,85
<i>Navicula</i> sp.	106	4711,111	25,67	3	133,333	1,05	3	166,667	0,85

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 523 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

MORFOESPECIE	P1_699606			P2_699607			P3_699608		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
Riqueza (S)	9			8			8		
Abundancia (No.Ind)	413			286			355		
Densidad (Ind/cm²)	18355,556			12711,111			19722,222		

Fuente: Labormar, 2024.

En cuanto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea pennada *Nitzschia* sp. con una densidad total de 16055,556 ind/cm², estando presente en los tres puntos monitoreados. Los organismos asociados al género *Nitzschia* son comunes en sistemas meso a eutróficos, tolerante a contenidos de sedimentos ya que se asocia a aguas turbulentas, con altos niveles de materia orgánica y en procesos de mezcla (Bellinger & Sigee, 2010), seguido de la cianobacterias *Lyngbya* sp. con un valor de 14366,667 ind/cm² (**Figura 158**). El género *Lyngbya* es propia de ecosistemas con sucesión avanzada, sedimentos, conductividades altas, y aguas eutróficas e hipereutróficas (Salamanca, 2005; Pinilla, 2000). Este género emite más de cien toxinas diferentes dañinas para otras formas de vida y para los humanos (Stewart, 2009).

Por otra parte, la mayor densidad que se registró para el punto P3_699608, donde el taxón *Lyngbya* sp. Tuvo la mayor abundancia con un valor de 8055,556 ind/cm², seguido de *Gomphosphaeria* sp. con un valor de 6833,333 ind/cm². Otro de los puntos con mayor contribución a abundancia también fue el punto P1_699606 representada mayormente por la diatomea fue *Nitzschia* sp. con una densidad absoluta de 9555,556 ind/cm² (**Figura 158**).

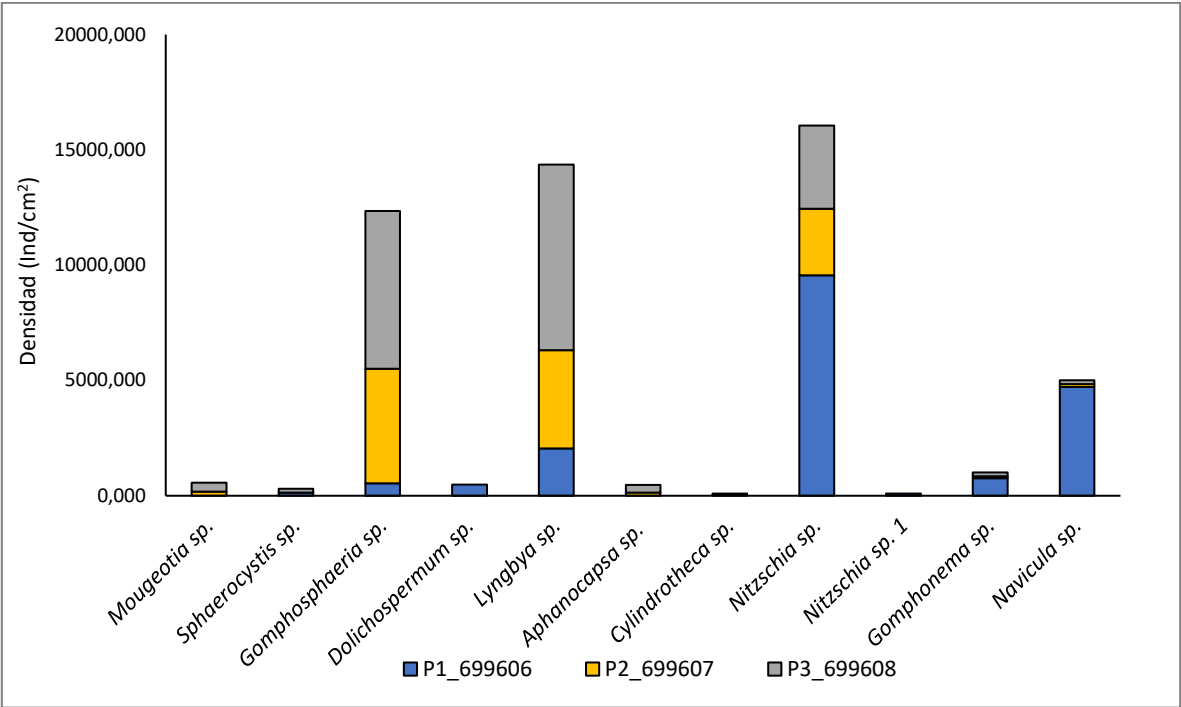


Figura 158. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.5.3.1. Índices ecológicos

Los índices ecológicos hallados para la comunidad Perifítica se muestran en la **Tabla 335** donde se puede evidenciar una diversidad baja según el índice de diversidad de Shannon (H) para los tres puntos analizados, los cuales presentaron valores Inferiores a 2, valores entre 1,28 a 1,34 bits/individuos, asociados con una diversidad pobre. Por su parte, el índice de Margalef presentó valores bajos también menores a dos, lo que implica que según Margalef (1995) valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad y valores inferiores a 2,0 como zonas de baja diversidad. En cuanto a el índice de Equidad de Pielou presentó valores cercanos a uno, lo cual indicó que hay equidad en las densidades, por consiguiente, el índice de Simpson tuvo valores bajos cercanos a cero, indicando que no existe prevalencia de una especie sobre otra en ninguno de los puntos. mostrando una distribución bastante uniforme de las abundancias, dentro de las diferentes especies identificadas, esto considerando que este índice toma valores de 0 a 1, donde los valores más cercanos a 1 muestran mayor uniformidad, condición que igualmente evidenció el bajo valor obtenido para el índice de dominancia de Simpson.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 525 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 335. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	P1_699606	P2_699607	P3_699608
Taxa_S	9	8	8
Individuals	413	286	355
Dominance_D	0,353	0,318	0,321
Shannon_H	1,340	1,280	1,311
Margalef	1,328	1,238	1,192
Equitability_J	0,610	0,616	0,631

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 526 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.5.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga del Rincón se registró una densidad total de 14860,000 Ind/m² y abundancia de 1486 individuos, distribuidos en nueve (9) morfoespecies, cuatro (4) familias, cuatro (4) órdenes, una (1) clases y un (1) Phylum (**Tabla 336**).

El phylum Mollusca fue el único grupo representado, registrando el 100% de las morfoespecies reportadas. Esto sugiere que los moluscos dominan la comunidad bentónica en este ecosistema, lo que podría estar relacionado con su alta capacidad de adaptación a las condiciones del agua o su predominancia en ciertos hábitats dentro de la ciénaga.

Tabla 336. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. del Rincón.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	Ampullariidae Mf
				Ampullariidae Mf 1
		Basommatophora	Planorbidae	<i>Drepanotrema</i> sp.
		Cerithiida	Thiaridae	<i>Melanoides</i> sp.
				<i>Melanoides</i> sp. 1
		Littorinimorpha	Cochliopidae	Cochliopidae Mf
				Cochliopidae Mf 1
				<i>Pyrgophorus</i> sp.
				<i>Pyrgophorus</i> sp.1

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 527 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

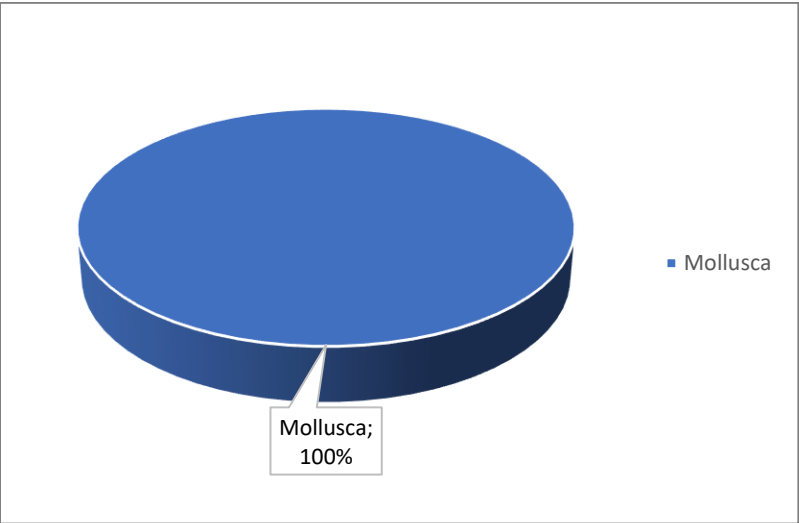


Figura 159. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en la c. del Rincón.

Tabla 337. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. del Rincón.

	P1_699606			P2_699607			P3_699608		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR	No. Ind	Ind/m²	AR
Ampullariidae Mf							2	20,000	0,25
Ampullariidae Mf 1							1	10,000	0,13
<i>Drepanotrema</i> sp.							17	170,000	2,14
<i>Melanoides</i> sp.	114	1140,000	25,73	159	1590,000	63,86	233	2330,000	29,35
<i>Melanoides</i> sp. 1	42	420,000	9,48	12	120,000	4,82	22	220,000	2,77
Cochliopidae Mf	28	280,000	6,32	27	270,000	10,84	121	1210,000	15,24
Cochliopidae Mf 1							90	900,000	11,34
<i>Pyrgophorus</i> sp.	259	2590,000	58,47	9	90,000	3,61	53	530,000	6,68
<i>Pyrgophorus</i> sp.1				42	420,000	16,87	255	2550,000	32,12
Riqueza (S)	4			5			9		
Abundancia (No.Ind)	443			249			794		
Densidad (Ind/m²)	4430,000			2490,000			7940,000		

Fuente: LABORMAR S.A.S., 202

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 528 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Con respecto a las morfoespecies más representadas en el cuerpo de agua, se evidenció que *Pyrgophorus* sp. y *Pyrgophorus* sp. 1 fueron los taxones más representados en la ciénaga del Rincón, con las densidades más altas en los puntos P1_699606 y P3_699608, con valores de 2590,000 Ind/m² y 2550,000 Ind/m², respectivamente. Por otro lado, *Melanoides* sp. le sigue en densidad, con presencia en todos los cuerpos de agua; sin embargo, el P3_699608 y P2_699607 arrojaron los valores más altos, con densidades de 2,330,000 Ind/m² y 1,590,000 Ind/m², respectivamente.

Este patrón de distribución sugiere que, aunque varias especies están presentes, *Pyrgophorus* sp. y *Melanoides* sp. son las especies clave que dominan los ecosistemas bentónicos de la ciénaga, lo que podría reflejar su capacidad para tolerar las condiciones ambientales específicas de la región, como la calidad del agua y la disponibilidad de recursos.

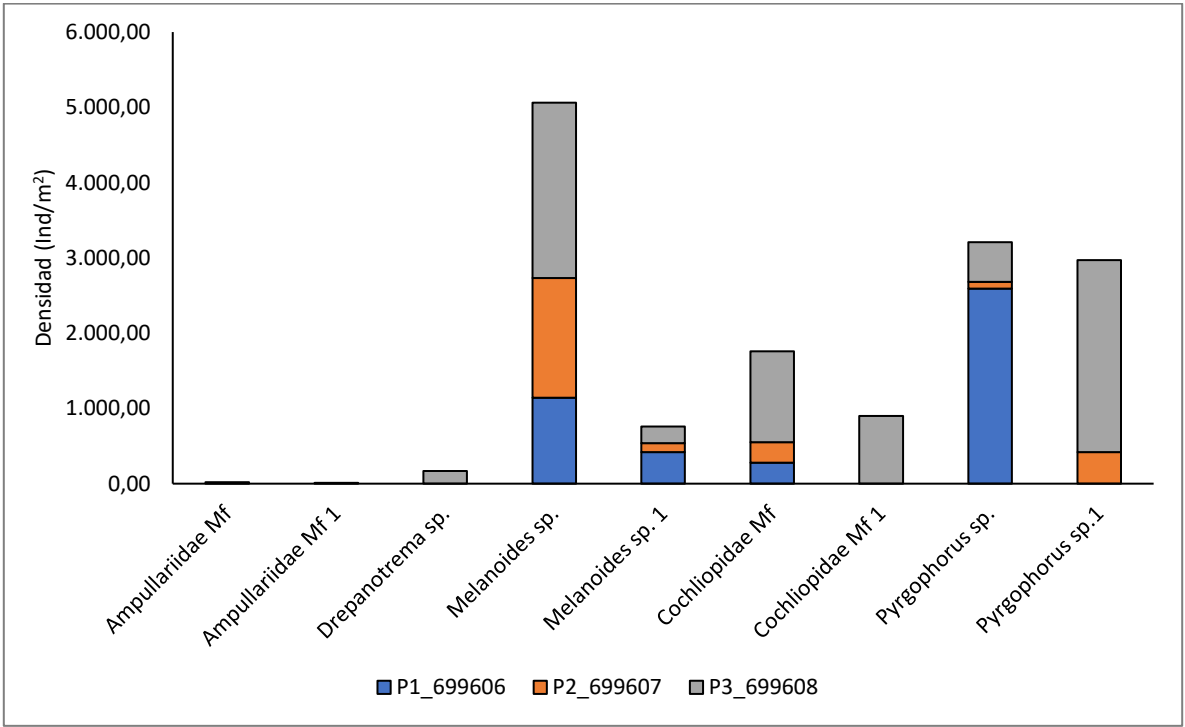


Figura 160. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en la c. del Rincón.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 529 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.5.4.1. Índices ecológicos

Los índices de Shannon-H y Margalef reflejaron una diversidad baja en el área de estudio, con valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que indica una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica.

En cuanto a la equidad, el índice de Pielou mostró una alta equidad en los puntos P1_699606 ($J' = 1,000$) y P3_699608 ($J' = 0,748$), lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies en estos puntos. Sin embargo, en P2_699607, la equidad fue moderada ($J' = 0,680$), sugiriendo que en este punto algunas especies podrían estar dominando en términos de abundancia, lo que afecta la distribución más equilibrada observada en los otros puntos.

El índice de Simpson mostró una dominancia moderada en P1_699606 y P2_699607, lo que indica que, aunque no hay una especie dominante excesiva, algunas especies tienen una representación más alta que otras. En P3_699608, el índice de Simpson indicó una dominancia baja, lo que sugiere que este punto tiene una distribución más equilibrada de especies (**Tabla 338**).

Tabla 338. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en la c. del Rincón.

	P1_699606	P2_699607	P3_699608
Taxa_S	4	5	9
Individuals	443	249	794
Dominance_D	0,421	0,452	0,231
Shannon_H	1,061	1,094	1,644
Margalef	0,492	0,725	1,198
Equitability_J	0,765	0,680	0,748

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.3.5.4.2. Índice BMWP (Col)

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en la ciénaga del Rincón arrojó aguas fuertemente contaminadas de calidad muy crítica en todos los puntos monitoreados, con la presencia de familias como Thiaridae y Planorbidae, que actúan como bioindicadores de aguas medianamente contaminadas.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 530 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 339. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en la c. del Rincón.

Puntos de Muestreo	P1_699606	Puntaje	P2_699607	Puntaje	P3_699608	Puntaje
Familias	Thiaridae	5	Thiaridae	5	Planorbidae	5
					Thiaridae	5
BMWP	5		5		10	
Calidad	Muy Critica		Muy Critica		Muy Critica	
Clase	V		V		V	
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Fuertemente Contaminadas		Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.5.5. Peces

La composición taxonómica de la fauna íctica registrada en la ciénaga EL Rincón (Lago del Cisne), estuvo conformada por dos morfoespecies, pertenecientes a dos (2) familias, dos (2) ordenes, una (1) clase y un phylum (**Tabla 340**).

Se identificaron las morfoespecies *Oreochromis niloticus* y *Mugil curema*. Estás se capturaron en el punto P2_699607, mientras que el resto de puntos no se registraron capturas a pesar del esfuerzo de muestreo.

En la **Tabla 342**, se muestran los datos de las tallas y pesos de los individuos capturados.

El individuo de la morfoespecie *Oreochromis niloticus* tuvo una longitud total (LT) de 22,1 cm, una longitud estándar (LE) de 18,6 cm y un peso (W) de 206 g. Mientras que, el individuo de la morfoespecie *Mugil curema* tuvo una LT de 30,1 cm, con una LE de 25 cm, con un peso de 260 g.

Tabla 340. Taxonomía íctica registrada en los puntos de monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE/MORFO
Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	Oreochromis	<i>Oreochromis niloticus</i>
Chordata	Actinopterygii	Mugiliforme	Mugilidae	Mugil	<i>Mugil curema</i>

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 531 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 341. Riqueza y abundancia del ensamblaje íctico de la ciénega Mesolandia.

ESPECIE/MORFO	P2_699607
<i>Oreochromis niloticus</i>	1
<i>Mugil curema</i>	1
Riqueza (S)	2
Abundancia (No.Ind)	2

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

Tabla 342. Medidas morfométricas de la ictiofauna.

Punto	Nombre comun	Especie	LT (cm)	LE (cm)	LH (cm)	Wt (g)
P2_699607	<i>M. negra</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	22,1	18,6	N. A.	206
	<i>El lebrancha</i>	<i>Mugil curema</i>	30,1	25	N. A.	260

Fuente: Labormar S.A.S. 2024.

5.2.1.1 Categorías de amenazas, usos y gremios tróficos

Para determinar las categorías de amenaza, se consultó la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica, 2012) y el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, www.iucnredlist.org).

En la Tabla 343 se presentan las categorías de amenaza y uso de la morfoespecie registrada en los puntos monitoreados, donde se muestra que las morfoespecies no se registran en el CITES, ni libro rojo, y tampoco en la Resolución 0126 de 2024. Dentro del IUCN se catalogan como preocupación menor (LC).

Tabla 343. Categorías de amenazas y usos de la fauna íctica en los puntos monitoreados.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORIAS DE AMENAZA			USOS			Distribución
		RES/0126 2024	LIBRO ROJO	REDLIST UICN	CITE S	OR N	CO N	
<i>Mugil curema</i>	El lebrancha	NI	NE	LC	NE		X	C
<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra Lora	N. I.	N. E.	LC	N. E.		X	C

Categorías de Amenaza: Resolución 0126 de 2024(EN: En peligro; VU: vulnerable, NI: no incluida); IUCN y Libro Rojo de peces continentales de Colombia (DD: datos deficientes, LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, VU: vulnerable, EN: en peligro, CR: en peligro crítico, EW: extinto en estado silvestre, EX:

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 532 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

extinto, NE: no evaluado) NA: No aplica. Usos: especies de consumo (CON); Ornamentales (ORN);
Distribución: Cosmopolita (C), Restringida (R), Casi endemica (CE) y Endemica (E).

5.2.1.2 Índices Ecológicos

No fue posible correr el índice debido a que se registraron pocas morfoespecies.

5.3.5.6. Macrófitas acuáticas

La riqueza de Macrófitas en el punto de monitoreo fue baja, registrándose dos morfoespecies (*Typha sp.* y *Lemna sp.*) pertenecientes a 2 familias (Typhaceae y Araceae). De los órdenes Poales y Alismatales. De la clase Magnoliopsida. Perteneciente al Phylum Tracheophyta (**Tabla 344**).

La cobertura total de Macrófitas acuáticas más alta la registró *Typha sp.* con 98,30, seguida de *Lemna sp.* con 1,70% (**Figura 161**).

Tabla 344. Taxonomía de las Macrófitas acuáticas registrado en C. El Rincón.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Tracheophyta	Magnoliopsida	Poales	Typhaceae	<i>Typha sp.</i>
		Alismatales	Araceae	<i>Lemna sp.</i>

Fuente: Labormar,2024.

Tabla 345. Riqueza y porcentaje de las Macrófitas acuáticas en la C. El Rincón.

MORFOESPECIE	P1_699606	P2_699607	P3_699608
	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Typha sp.</i>	97,0	95,4	96,8
<i>Lemna sp.</i>	0,8	2,2	2,0
Riqueza (S)	2	2	2
Cobertura (%)	97,8	97,6	98,8

Fuente: Labormar, 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 533 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

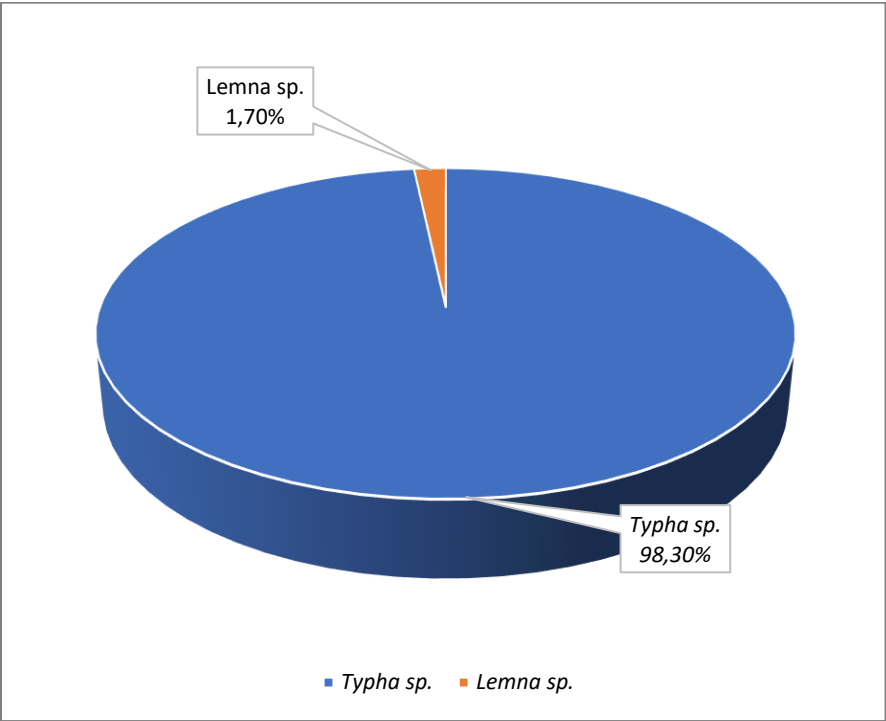


Figura 161. Cobertura (%) de Macrófitas acuáticas en C. El Rincón. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 534 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.6. Arroyo león

5.3.6.1. Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en el arroyo León estuvo compuesta por 284 individuos con una densidad total de 15,161 Ind/ml, agrupados en veinte (20) morfoespecies, catorce (14) familias, doce (12) órdenes, seis (6) clases y cinco (5) Phyla (**Tabla 346**).

Tabla 346. Taxonomía del Fitoplancton registrado en el arroyo León.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiáles	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina</i> sp.
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i> sp.
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum</i> sp.
				<i>Cylindrospermopsis</i> sp.
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix</i> sp.
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina</i> sp.
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.
		Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales
	<i>Trachelomonas</i> sp.			
	<i>Lepocinclis</i> sp.			
Phacaceae	<i>Lepocinclis</i> sp. 1			
	<i>Lepocinclis</i> sp. 2			
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.
				<i>Nitzschia</i> sp. 1
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.
				<i>Gyrosigma</i> sp.
	Mediophyceae	Anaulales	Anaulaceae	<i>Terpsinoë</i> sp.
		Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 535 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Los phyla Cyanobacteria, Heterokontophyta y Euglenozoa representaron la mayor riqueza de morfoespecies con el 35,00%, 30,00% y 25,00%, respectivamente. En contraste, los grupos Chlorophyta y Charophyta registraron los valores más bajos, cada uno con el 5,00% de las morfoespecies restantes (**Figura 162**).

Las Cyanobacterias son un grupo altamente diverso de algas que representan cerca del 90% de los organismos de agua dulce, siendo especialmente comunes en ambientes lénticos, donde hay alta disponibilidad de luz y nutrientes (Pinilla & Duarte, 2006). Este grupo se destaca por su capacidad para realizar fotosíntesis y por su papel crucial como productores primarios en las redes tróficas acuáticas. Por otra parte, el grupo Euglenozoa muestra una amplia variedad de estrategias alimenticias, desde organismos estrictamente fotosintéticos hasta estrictamente heterótrofos, lo que les permite prosperar en ambientes con alta intensidad lumínica o en ausencia de luz (Romero, 2010). Se alimentan heterótrofamente de alimentos orgánicos disueltos que absorben a través de su superficie celular (Ramírez, 2000; Roldán & Ramírez, 2008). En términos de contaminación, los Euglenozoa son indicadores de contaminación por materia orgánica y eutrofia, siendo especialmente abundantes en ambientes ricos en nitrógeno (Pinilla, 2000).

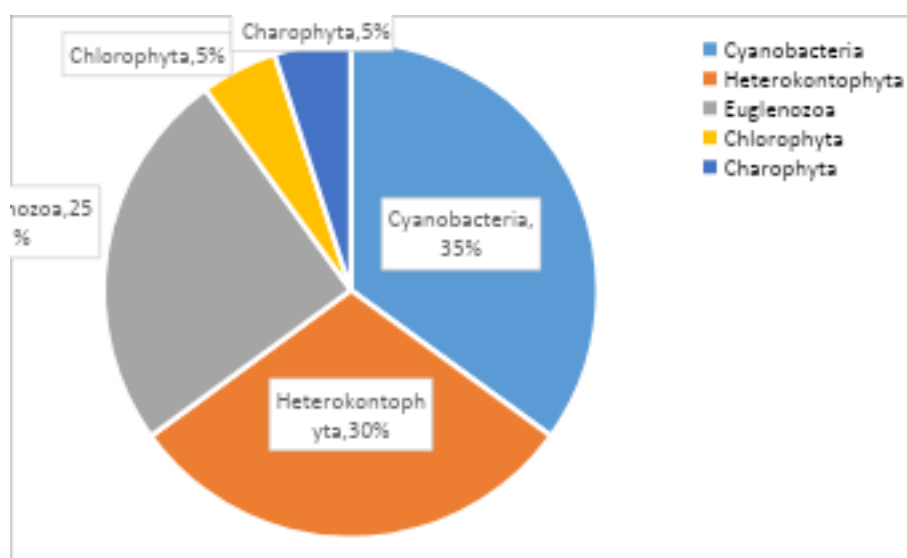


Figura 162. Riqueza de la comunidad de Fitoplancton a nivel de División en el arroyo León.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 536 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 347. Densidad y abundancia del ensamblaje fitoplanctónico registrado en el arroyo León.

MORFOESPECIE	P1_699609			P2_699610			P3_699611		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Closterium</i> sp.							2	0,011	2,74
<i>Pandorina</i> sp.				4	0,413	2,88	22	0,121	30,14
<i>Microcystis</i> sp.				76	7,853	54,68	1	0,006	1,37
<i>Dolichospermum</i> sp.	2	0,011	2,78						
<i>Cylindrospermopsis</i> sp.				1	0,103	0,72			
<i>Planktothrix</i> sp.	7	0,039	9,72						
<i>Oscillatoria</i> sp.	17	0,094	23,61	43	4,443	30,94	19	0,105	26,03
<i>Spirulina</i> sp.							1	0,006	1,37
<i>Aphanocapsa</i> sp.				9	0,930	6,47			
<i>Euglena</i> sp.							1	0,006	1,37
<i>Trachelomonas</i> sp.	1	0,006	1,39				1	0,006	1,37
<i>Lepocinclis</i> sp.							13	0,072	17,81
<i>Lepocinclis</i> sp. 1							6	0,033	8,22
<i>Lepocinclis</i> sp. 2							1	0,006	1,37
<i>Nitzschia</i> sp.	40	0,220	55,56	5	0,517	3,60	3	0,017	4,11
<i>Nitzschia</i> sp. 1							1	0,006	1,37
<i>Navicula</i> sp.	3	0,017	4,17						
<i>Gyrosigma</i> sp.	1	0,006	1,39						
<i>Terpsinoë</i> sp.	1	0,006	1,39						
<i>Cyclotella</i> sp.				1	0,103	0,72	2	0,011	2,74

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 537 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

	P1_699609			P2_699610			P3_699611		
MORFOESPECIE	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
Riqueza (S)	8			7			13		
Abundancia (No.Ind)	72			139			73		
Densidad (Ind/ml)	0,396			14,363			0,402		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 03
		2022-11-28
		Página 538 de 689
Informe N° HB xxxx	Caracterización Hidrobiológica	Diciembre - 2023

A nivel de morfoespecies, se observó que *Microcystis* sp. y *Oscillatoria* sp. fueron los taxones con las mayores densidades a nivel general, registrando valores de 7,859 ind/ml y 4,641 ind/ml, respectivamente. En contraste, las morfoespecies con las menores densidades fueron *Euglena* sp., *Spirulina* sp., *Nitzschia* sp. 1, *Gyrosigma* sp. y *Terpsinoë* sp., cada una con un valor de 0,006 ind/ml (**Figura 12, Tabla 347**).

Las cianobacterias son organismos de gran relevancia ecológica y ambiental debido a su capacidad para producir toxinas, particularmente las microcistinas, que pueden ser liberadas al agua circundante cuando las células sufren rotura o lisis celular. Este fenómeno es una de las principales preocupaciones en ecosistemas acuáticos debido a los riesgos que las microcistinas representan para la salud humana, animal y la calidad del agua (Guzzini, 2015).

Las microcistinas son producidas principalmente por géneros como *Microcystis*, *Planktothrix* y *Anabaena* (Ángel *et al.*, 2019). Entre ellos, *Microcystis* se destaca como uno de los géneros más importantes formadores de blooms o floraciones algales, asociados a sistemas de aguas eutróficas (Marshall, 2014). Este género es dominante en condiciones ricas en nutrientes, especialmente donde hay un importante aporte de amoníaco, aunque también forma floraciones en aguas menos contaminadas, lo que demuestra su capacidad de adaptación a diferentes condiciones (Chorus & Bartram 1999).

Por otra parte, las *oscillatorias* son organismos procariotas fotosintéticos, con una gran variabilidad morfológica y fisiológica, que pueden adaptarse a diferentes tipos de ambientes, a cambios de temperatura, humedad, salinidad, irradiación solar y pH (Whitton & Potts, 2000). Este género es muy común en los tapetes microbianos en ambientes tanto marinos como dulceacuícolas, y sobre todo en presencia de altas cargas orgánicas (Fuenmayor *et al.*, 2009).

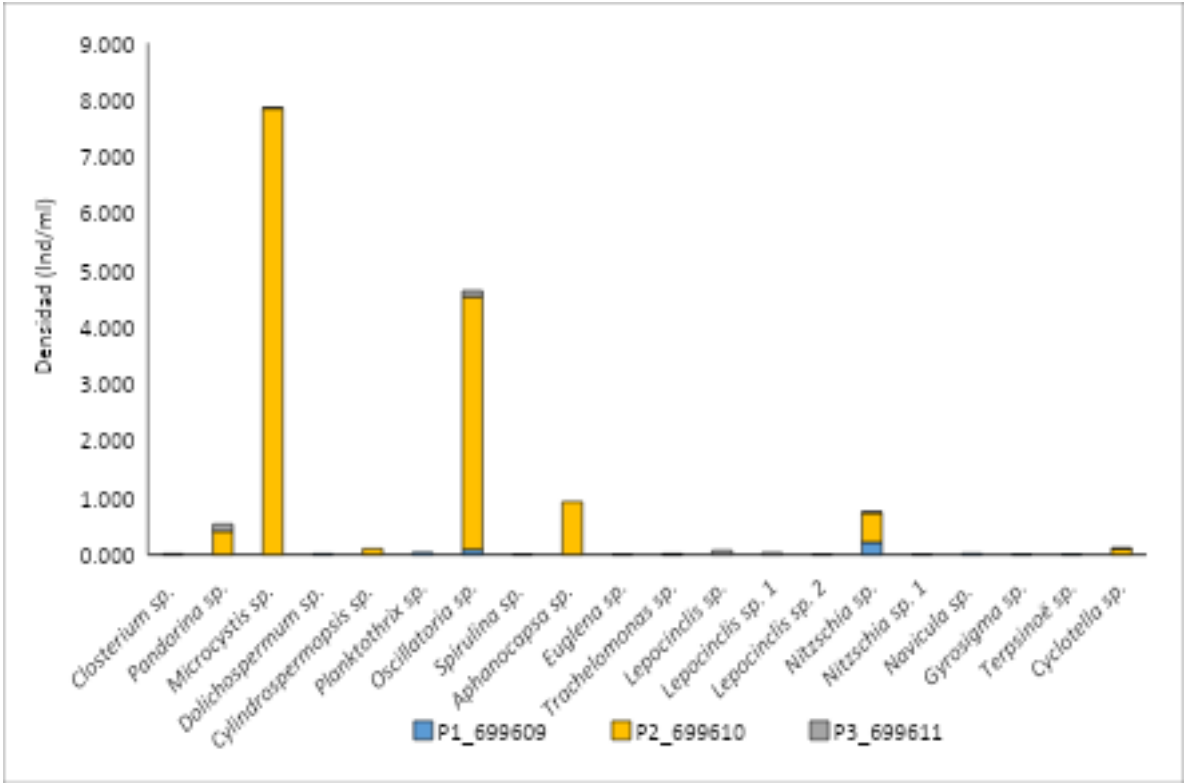


Figura 163. Densidad total de las morfoespecies de Fitoplancton en el arroyo León.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.6.1.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos a partir de los índices de diversidad de Shannon y Margalef arrojaron una diversidad baja en los puntos monitoreados, con valores por debajo de 2 bits/individuo. Sin embargo, el punto P3_699611 arrojó una diversidad moderada en el índice de Margalef (2,797 bits/ind), lo que sugiere que este sitio tiene una mayor variedad de especies en comparación con los demás puntos monitoreados.

El análisis del índice de Pielou registró una equitatividad moderada en los puntos P1_699609 ($J' = 0,627$) y P2_699610 ($J' = 0,598$). En contraste, el punto P3_699611, registró una equitatividad alta ($J' = 0,743$), lo que indica una distribución más equilibrada de las especies. Por su parte, El índice de Simpson muestra una baja dominancia en los puntos monitoreados, lo que indica que las morfoespecies presentes están distribuidas de manera homogénea, particularmente en P3_699611, donde la alta equidad se alinea con esta baja dominancia (Tabla 348).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 540 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 348. Índices de diversidad para la comunidad de Fitoplancton en el arroyo León.

	P1_699609	P2_699610	P3_699611
Taxa_S	8	7	13
Individuals	72	139	73
Dominance_D	0,368	0,397	0,190
Shannon_H	1,353	1,185	1,988
Margalef	1,637	1,216	2,797
Equitability_J	0,627	0,598	0,743

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 541 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.6.2. Zooplancton

La comunidad zooplanctónica en el arroyo León estuvo compuesta por 306 individuos con una densidad total de 1,676 Ind/ml, agrupados en nueve (9) morfoespecies, nueve (9) familia, incluidas dos (2) no determinadas (ND); siete (7) órdenes, con uno (1) no determinado, seis (6) clases y cinco (5) Phyla (**Tabla 349**).

El phylum Rotifera presentó la mayor riqueza de morfoespecies, con un 44 %, seguido de Arthropoda, con el 22 %. En contraste, los phyla Ciliophora, Nematoda y Protozoa registraron los valores más bajos, cada uno con un 11 % de las morfoespecies restantes (**Figura 164**).

Tabla 349. Taxonomía del zooplancton registrado en el arroyo León.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Diaphanosoma</i> sp.
	Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Mf
Ciliophora	Ciliatea	ND	ND	Ciliatea Mf
Nematoda	Chromadorea	Monhysterida	Monhysteridae	<i>Monhystera</i> sp.
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.
		Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.
			Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i> sp.

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024. Abreviaturas utilizadas: ND: no determinado.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 542 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

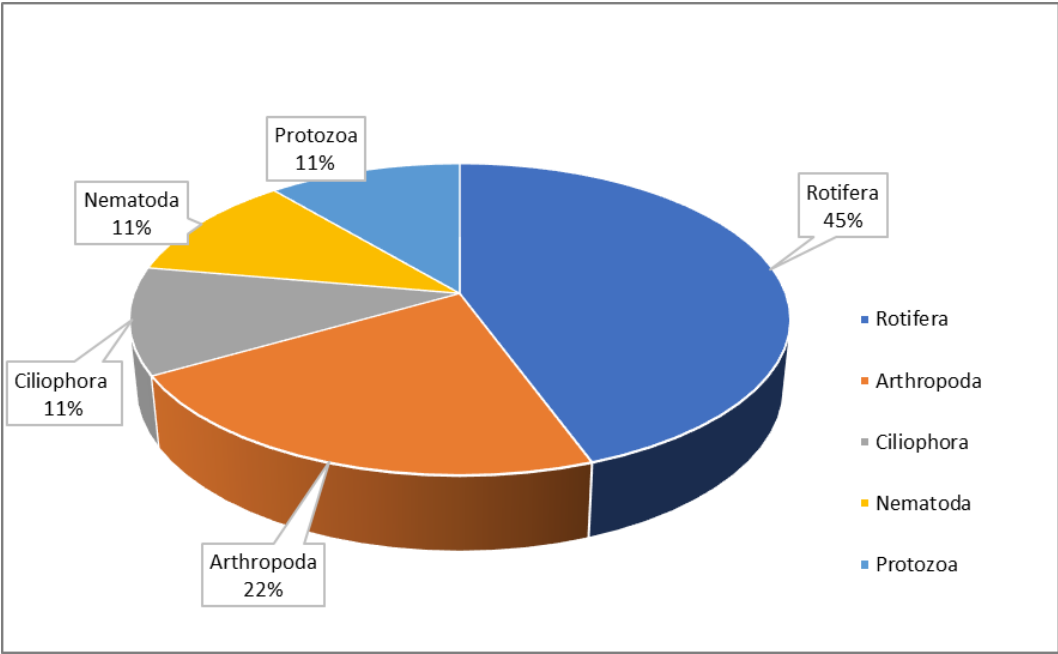


Figura 164. Riqueza de la comunidad de zooplancton a nivel de División en el arroyo León.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Tabla 350. Densidad y abundancia del ensamblaje zooplanctónico registrado en el arroyo León.

MORFOESPECIE	P1_699609			P2_699610			P3_699611		
	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR	No. Ind	Ind/ml	AR
<i>Diaphanosoma</i> sp.				1	0,006	0,67	3	0,013	2,50
Cyclopoida Mf	1	0,006	1,79				1	0,004	0,83
Ciliatea Mf	48	0,304	85,71	21	0,126	14,09	4	0,017	3,33
<i>Monhystera</i> sp.				2	0,012	1,34			
<i>Arcella</i> sp.	4	0,025	7,14	6	0,036	4,03	1	0,004	0,83
<i>Filinia</i> sp.	1	0,006	1,79	92	0,552	61,74	84	0,364	70,00
<i>Brachionus</i> sp.	2	0,013	3,57	19	0,114	12,75	13	0,056	10,83
<i>Lecane</i> sp.							1	0,004	0,83
<i>Trichocerca</i> sp.				2	0,012	1,34			
Riqueza (S)	5			7			7		
Abundancia (No.Ind)	56			143			107		
Densidad (Ind/ml)	0,355			0,858			0,464		

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

A nivel de morfoespecies, se observó que *Filinia* sp. y Ciliatea Mf fueron los taxones con las mayores densidades a nivel general, registrando valores de 0,922 Ind/ml y 0,447 Ind/ml, respectivamente. En contraste, la morfoespecie con la menor densidad fue *Lecane* sp., presente exclusivamente en el punto P3_699611, con un valor de 0,004 Ind/ml (**Figura 165**).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 543 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

El género *Filinia* es conocido por su asociación con aguas eutróficas, donde los niveles elevados de nutrientes, como nitrógeno y fósforo, favorecen su proliferación. La mayoría de las especies de este género se encuentran comúnmente en ambientes con alta concentración de materia orgánica, lo que las convierte en un buen bioindicador de la calidad del agua, especialmente en términos de eutrofización (García, 2001; Frutos *et al.*, 2009; Estlander *et al.*, 2024).

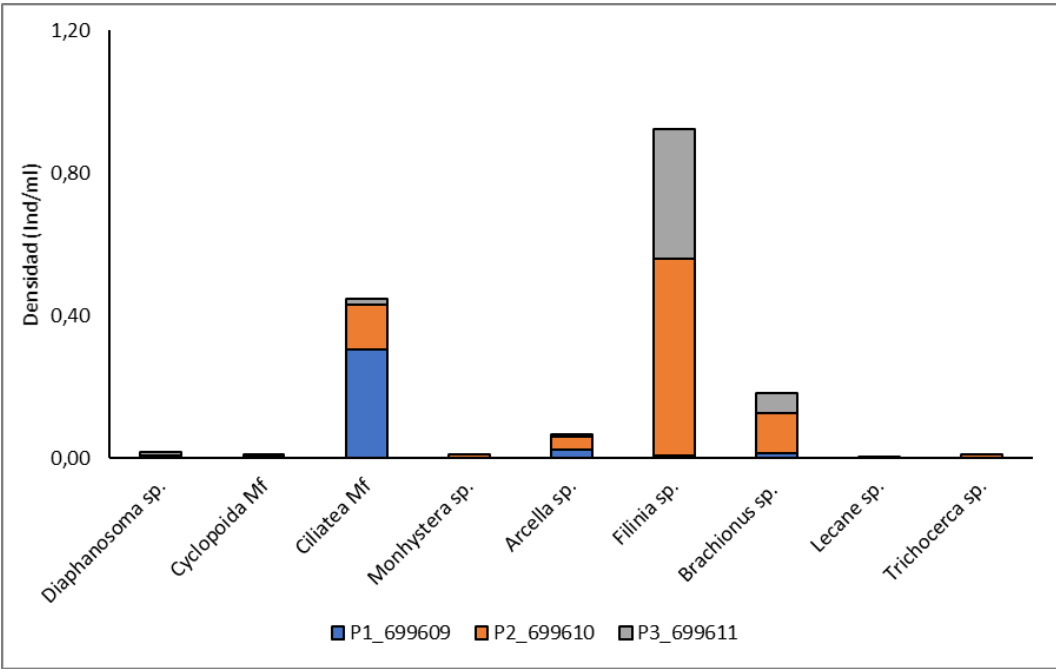


Figura 165. Densidad total de las morfoespecies de zooplancton en el arroyo León.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

5.3.6.2.1. Índices ecológicos

Los resultados obtenidos a partir de los índices de diversidad de Shannon y Margalef arrojaron una diversidad baja en los puntos monitoreados, con valores por debajo de 2 bits/individuo.

El análisis del índice de Pielou registró una equidad baja en el punto P1_699609 ($J' = 0,363$), lo que sugiere una dominancia de ciertas especies sobre otras, posiblemente como resultado de condiciones ambientales específicas que favorecen a algunas morfoespecies. En contraste, en los puntos P2_699610 y P3_699611, se registraron valores de equidad moderados ($J' = 0,576$ y $J' = 0,411$, respectivamente), lo que indica una distribución más homogénea de las morfoespecies presentes. Estos resultados reflejan una mayor equidad

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 544 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

en la estructura de la comunidad bentónica en estos puntos, lo que podría estar relacionado con un ambiente más equilibrado o menos perturbado en comparación con el punto P1_699609.

Por otra parte, el índice de Simpson registró valores altos en el punto P1_699609, lo que indica una fuerte dominancia de una o varias especies. Este patrón de dominancia podría estar relacionado con la alta abundancia de la morfoespecie Ciliatea Mf lo que lleva a una distribución desigual de los individuos. Por otra parte, para los puntos P2 y P3 se registró una dominancia moderada, indicando una distribución de individuos más balanceada entre las distintas especies (**Tabla 351**).

Tabla 351. Índices de diversidad para la comunidad de zooplancton en el arroyo León.

	P1_699609	P2_699610	P3_699611
Taxa_S	5	7	7
Individuals	56	143	107
Dominance_D	0,742	0,455	0,634
Shannon_H	0,583	1,121	0,800
Margalef	0,994	1,209	1,284
Equitability_J	0,363	0,576	0,411

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 545 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.6.3. Perifiton

El Perifiton desempeñan un papel fundamental en la dinámica de los ríos y de otros ecosistemas acuáticos: en el ciclo de nutrientes, el flujo de la energía y la productividad primaria. Son indicadores de la calidad del agua, ya que pueden desarrollarse adheridos a diferentes sustratos y reflejan los cambios ocurridos por alteraciones físicas, químicas y biológicas (Pérez, et al., 2007; Steinman, *et al.*, 2016), por lo que es posible obtener información derivada de su presencia o su ausencia como indicación del estado ecológico de su entorno (Lobo, et al., 2016). Para el arroyo león, se tuvo una densidad total de 40650 ind/cm² y una abundancia absoluta de 1029 individuos, distribuidos en ocho (8) morfoespecies, siete (7) familias, seis (6) órdenes, cuatro (4) clases y cuatro (4) Phyla (**Tabla 352**). Las divisiones más representativas fueron Heterokontophyta y Cyanobacteria ambas aportando el 37,50, % de la composición de especies, y con la menor riqueza los Phylum Euglenozoa y Chlorophyta ambas con el 12,50% (**Figura 166**).

Tabla 352. Taxonomía de la comunidad Perifítica hallada en Arroyo león, Atlántico, Colombia
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Chlorophyta	Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora sp.</i>
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp.</i>
				<i>Oscillatoria sp.</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp.</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>

De las cuatro divisiones presentes el Phylum Heterokontophyta se caracterizada por estar relacionadas con condiciones de eutrofia, pH alcalino son reconocidas por ser indicadoras de cambios en condiciones ambientales asociadas a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009) Por otra parte, las Cianobacterias quienes fueron uno de los grupos más diverso, por ser productores primarios juegan un papel fundamental en las redes tróficas y además contribuyen en el ciclo de nutrientes, en procesos metabólicos como la fijación de oxígeno (Comba-Gonzáles, 2009).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 546 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

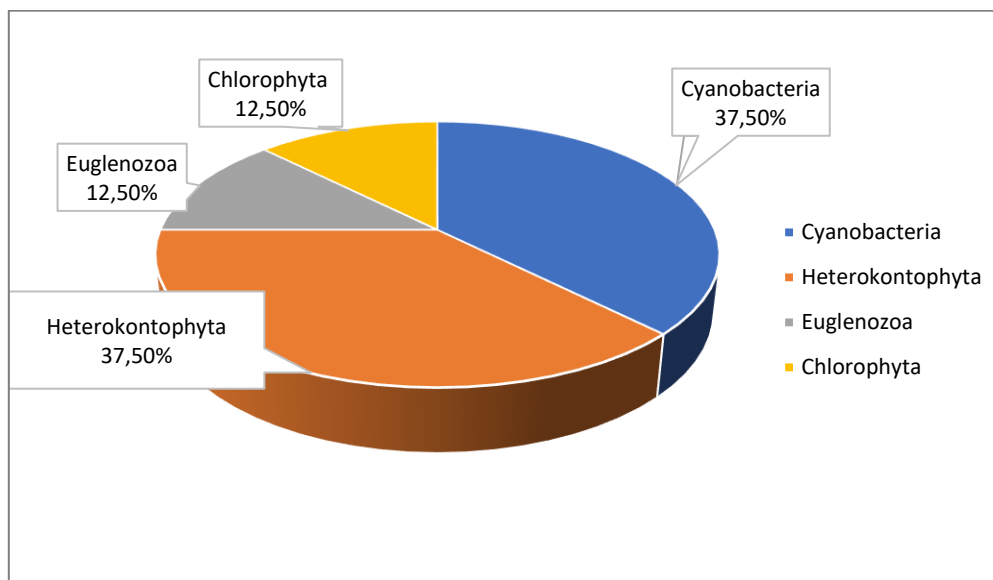


Figura 166. Riqueza del ensamblaje Perifítico a nivel de División en los tres puntos monitoreados registrado Arroyo León, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

Analizando la composición y abundancia por punto de monitoreo, se evidenció que el punto P1_699609 registró la mayor abundancia con una densidad absoluta de 22355,556 Ind/cm² y una riqueza de especies de cinco taxones, Seguido del punto P3_699611 que tuvo la misma riqueza de morfoespecies y una densidad 8472,222 Ind/cm² (**Tabla 353**).

En cuanto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea *Nitzschia* sp. con una densidad total de 19294,444 ind/cm², la cual estuvo presente en todos los puntos monitoreados. Los organismos asociados al género *Nitzschia* son comunes en sistemas meso a eutróficos, son tolerante a contenidos de sedimentos y conductividades altas (Bellinger & Sigee, 2010), además de estar presente en ambientes con alta turbulencia (Pinilla, 2000).

Otra de los taxas más abundantes fue la cianobacterias *Planktothrix* sp. con un valor de 14366,667 ind/cm² (**Figura 167**). El género *Planktothrix* es un grupo de algas donde la mayoría son planctónicas potencialmente tóxicas (Guiry y Guiry, 2020), algunas generan floraciones en aguas eutróficas, además producen toxinas y geosmina (sustancia responsable del olor a moho o tierra) (Komárek et al., 2003).

Por otra parte, la mayor densidad que se registró para el P1_699609, fue el taxón *Nitzschia* sp. con un valor de 13822,222 ind/cm², seguido de *Oscillatoria* sp. con un valor de 7644,444 ind/cm². El género probablemente se distribuye en todo el mundo fuera de las regiones frías (Guiry y Guiry, 2020). varias se consideran cosmopolitas. La mayoría son de agua

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 547 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

dulce, pero otras son de ambientes marinos y salobres. Se encuentran en ambientes bentónicos y pocas son planctónicas (Komárek et al., 2003)

Otro de los puntos con mayor contribución a abundancia también fue el punto P2_699610 representada mayormente por la cianobacterias *Planktothrix* sp. con una densidad absoluta de 9555,556 ind/cm² (**Figura 167**).

Tabla 353. Densidad y abundancia del ensamblaje Perifítico registrado en el Arroyo león, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Abundancia relativa (AR).

MORFOESPECIE	P1_699609			P2_699610			P3_699611		
	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR	No. Ind	Ind/cm ²	AR
<i>Cladophora</i> sp.	8	355,556	1,59						
<i>Planktothrix</i> sp.				179	7955,556	81,00	121	3361,111	39,67
<i>Lyngbya</i> sp.				9	400,000	4,07	5	138,889	1,64
<i>Oscillatoria</i> sp.	172	7644,444	34,19						
<i>Trachelomonas</i> sp.				3	133,333	1,36			
<i>Nitzschia</i> sp.	311	13822,222	61,83	30	1333,333	13,57	149	4138,889	48,85
<i>Gomphonema</i> sp.	5	222,222	0,99				4	111,111	1,31
<i>Navicula</i> sp.	7	311,111	1,39				26	722,222	8,52
Riqueza (S)	5			4			5		
Abundancia (No.Ind)	503			221			305		
Densidad (Ind/cm²)	22355,556			9822,222			8472,222		

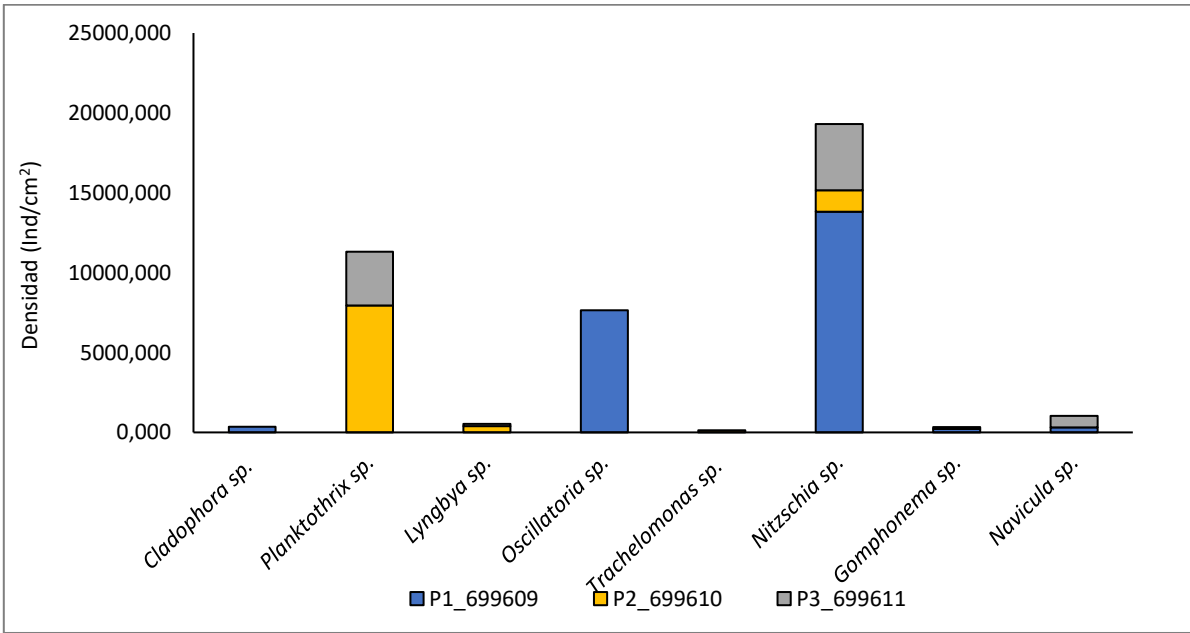


Figura 167. Densidad total de las morfoespecies de Perifítica en registrado en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 548 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.6.3.1. Índices ecológicos

Los índices ecológicos hallados para el ensamblaje Perifítico se muestran en la **Tabla 354**, se puede evidenciar que todos los puntos tuvieron una biodiversidad similar, ya que según el índice de Shannon (H) para los tres puntos de esta ciénaga, se presentaron valores inferiores a 2, valores entre 0,631 a 1,051 bits/individuos, asociados con una diversidad pobre. Por consiguiente, el índice de Margalef presentó valores bajos también menores a dos, lo que implica que según Margalef (1995) valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad y valores inferiores a 2,0 como zonas de baja diversidad.

En cuanto a el índice de Equidad de Pielou presentó valores cercanos a uno para dos de los puntos, lo cual indicó que en los puntos P1_699609 y P3_699611 hay similitud en las densidades, por ende, el índice de Simpson tuvo valores moderados, indicando que no hay prevalencia de una especie sobre otra en los puntos mencionados. A diferencia del punto P2_699610 el cual no mostro una distribución bastante homogénea de las abundancias, dentro de los diferentes taxones identificados, ya que este índice toma valores de 0 a 1, donde los valores más cercanos a 1 muestran mayor uniformidad, condición que se evidenció dado el alto valor obtenido para el índice de dominancia de Simpson (**Tabla 354**).

Tabla 354. Índices de diversidad de la comunidad Perifítica registrada en la Ciénaga El Rincón, Atlántico, Colombia. Fuente LABORMAR S.A.S. 2024

	P1_699609	P2_699610	P3_699611
Taxa_S	5	4	5
Individuals	503	221	305
Dominance_D	0,500	0,676	0,404
Shannon_H	0,835	0,631	1,051
Margalef	0,643	0,556	0,699
Equitability_J	0,519	0,455	0,653

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 549 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.6.4. Macroinvertebrados Bentónicos

Para el ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en el arroyo León se registró una densidad total de 90,000 Ind/m² y abundancia de 9 individuos, distribuidos en tres (3) morfoespecies, dos (2) familias, dos (2) órdenes, dos (2) clases y dos (2) Phyla (**Tabla 355**).

El phylum Mollusca registró el mayor porcentaje de morfoespecies, representando el 66,67% del total, lo que indica que los moluscos son el grupo dominante. Este predominio podría estar relacionado con la capacidad de adaptación de los moluscos a las condiciones específicas del ecosistema, como la calidad del agua y el tipo de sustrato disponible. Por otro lado, el phylum Arthropoda representó el 33,33% restante de las morfoespecies, indicando su presencia, aunque en menor cantidad en comparación con los moluscos. Esto sugiere que los artrópodos también juegan un papel importante en la comunidad bentónica, aunque su representación es más limitada.

Tabla 355. Taxonomía del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en el arroyo León.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae Mf (Larva)
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Cochliopidae	<i>Pyrgophorus</i> sp.
				Cochliopidae Mf

Fuente: Labormar S.A.S., 2024.

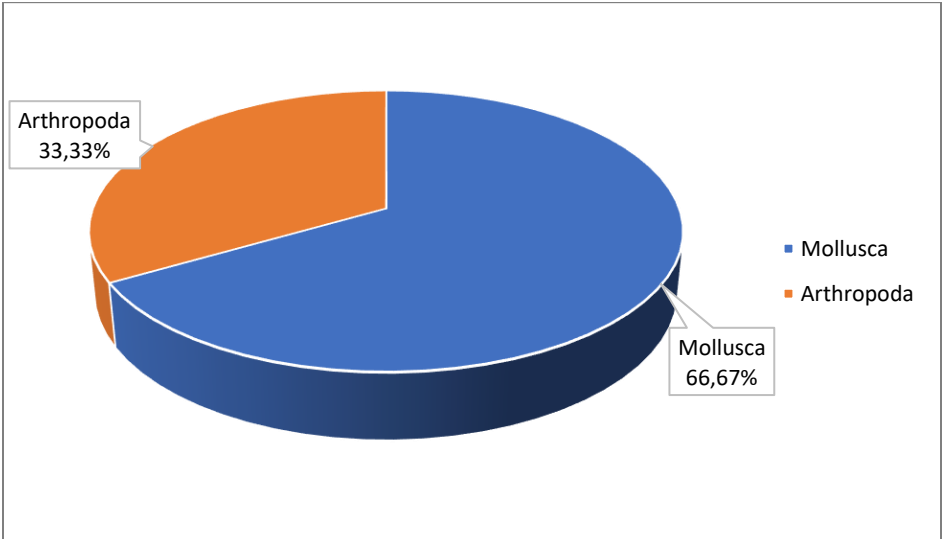


Figura 168. Riqueza del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos a nivel de phylum en el arroyo León.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 550 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Tabla 356. Densidad y abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en el arroyo León.

MORFOESPECIE	P1_699609			P2_699610			P3_699611		
	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR	No. Ind	Ind/m ²	AR
Chironomidae Mf (Larva)	6	60,000	85,71						
<i>Pyrgophorus</i> sp.	1	10,000	14,29						
Cochliopidae Mf							2	20,000	100,00
Riqueza (S)		2						1	
Abundancia (No.Ind)		7						2	
Densidad (Ind/m²)		70,000						20,000	

Fuente: LABORMAR S.A.S., 2024.

El análisis de densidad y riqueza de la comunidad bentónica evidenció que el punto P1_699609 registró la mayor densidad, con 70,000 Ind/m², seguido por P3_699611, con 20,000 Ind/m². En contraste, en el punto P2_699610 no se registraron individuos, lo que indica la ausencia de organismos bentónicos en este sitio, posiblemente debido a condiciones ambientales adversas o falta de hábitats adecuados para su establecimiento. En cuanto a la riqueza, los valores fueron bajos en P1 y P3, con dos y una morfoespecie, respectivamente. Esto sugiere una composición comunitaria limitada, dominada por pocas especies, lo que podría estar relacionado con la calidad del agua, la disponibilidad de recursos o la presencia de factores que restringen la diversidad en el ecosistema.

Con respecto a las morfoespecies más representadas en el cuerpo de agua, se evidenció que Chironomidae Mf (Larva) fue el taxón con mayor densidad, con 60,000 Ind/m², presente únicamente en P1_699609. La morfoespecie Cochliopidae Mf ocupó el segundo lugar en densidad, con 20,000 Ind/m², reportada exclusivamente en P3_699611. La presencia de esta especie solo en este punto podría indicar una mayor especialización o preferencia por las condiciones locales.

Por otro lado, *Pyrgophorus* sp. registró la densidad más baja, con 10,000 Ind/m², presente solo en P1, lo que sugiere que, aunque está presente en el ecosistema, su abundancia es limitada en comparación con las otras morfoespecies. Esto podría estar relacionado con factores como la competencia con otras especies o la preferencia por condiciones específicas del hábitat.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 551 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

La familia Chironomidae es uno de los grupos más abundantes y diversos en los ecosistemas acuáticos, con casi 900 especies descritas en el Neotrópico (Spies *et al.*, 2009). Esta familia ha sido reconocida como un excelente bioindicador de alteraciones o condiciones particulares del agua, gracias a su alta diversidad de especies (Kranzfelder & Ferrington, 2018).

Sus estados inmaduros (larvas y pupas) juegan un rol importante en la dinámica de la comunidad bentónica, interactuando con otros organismos y contribuyendo a los procesos de reciclaje de nutrientes en la mayoría de los cuerpos de agua (Paggi, 1999). Aunque toleran una gama más amplia de condiciones que otros macroinvertebrados, una alta presencia de Chironomidae puede ser señal de eutrofización o contaminación orgánica en un ambiente acuático (Pinilla, 2000).

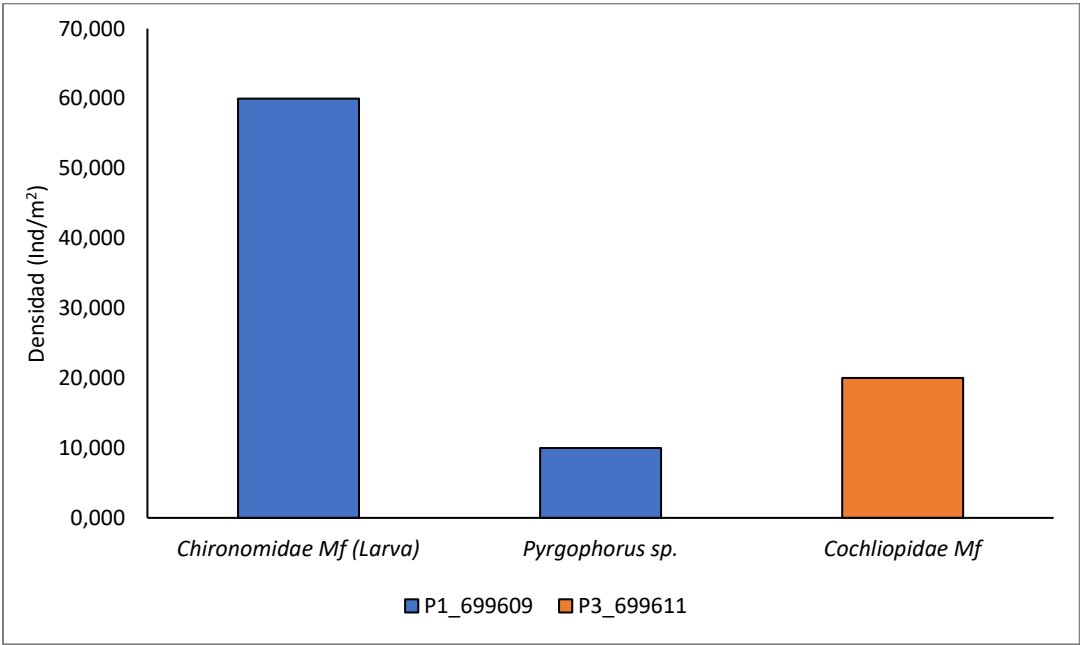


Figura 169. Densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos en el arroyo León.
Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 552 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.6.4.1. Índices ecológicos

Los índices de Shannon-H y Margalef reflejaron una diversidad baja para el punto P1_699609, con valores inferiores a 2 bits/Ind, lo que indica una riqueza de especies limitada en la comunidad bentónica. Sin embargo, en el punto P3_699611, no se calcularon los índices de diversidad debido a que solo se registró una morfoespecie

En cuanto a equidad, el índice de Pielou mostró una equidad moderada con un valor de 0,592, lo que sugiere que la distribución de los individuos entre las especies no es completamente uniforme, y que algunas especies podrían estar dominando en términos de abundancia. Por su parte, el índice de Simpson indicó una alta dominancia (0,755), lo que refuerza la idea de que una morfoespecie predomina en la abundancia total.

Tabla 357. Índices ecológicos del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en el arroyo León.

	Taxa_S	Individuals	Dominance_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P1_699609	2	7	0,755	0,410	0,514	0,592

Fuente: LABORMAR S.A.S.,2024.

5.3.6.4.2. Índice BMWP (Col)

El índice BMWP/Col (Roldán, 2003) aplicado en el arroyo León arrojó aguas fuertemente contaminadas de calidad muy crítica en el punto P1_699609, con la presencia de la familia Chironomidae bioindicadora de aguas muy contaminadas

Tabla 358. Índice BMWP (Col) del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos registrado en el arroyo León.

Puntos de Muestreo	P1_699609	Puntaje
Familias	Chironomidae	2
BMWP		2
Calidad		Muy Crítica
Clase		V
Significado	Aguas Fuertemente Contaminadas	

Fuente LABORMAR S.A.S. 2024.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 553 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

5.3.6.5. Peces

En cuanto a los peces, no hubo capturas de estos, en los puntos objeto de estudio. Sin embargo, esto no debe interpretarse como ausencia total de peces. Es decir, se realizó el esfuerzo de muestreo con atarraya sin capturas de individuos.

5.3.6.6. Macrófitas acuáticas

No se registraron morfoespecies de Macrófitas acuáticas en este cuerpo de agua. Lo que se puede explicar por ser un cuerpo de agua altamente intervenido (canalizado).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 554 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6. HISTORICOS

Para cada uno de las ciénagas de cada Cuenca, se analizó el comportamiento de la riqueza y densidad de las comunidades hidrobiológicas estudiadas, durante los últimos cinco (5) años, con el fin de visualizar su comportamiento temporal (No se tuvieron en cuenta registros en cero, como por ejemplo el cero registró de macrofitas en ecosistemas como mallorquin). A continuación, se describe los resultados históricos por cuenca y ecosistema.

6.1. Cuenca Río Magdalena

6.1.1. Ciénaga del Mesolandia

6.1.1.1. Fitoplancton

La riqueza fitoplanctónica en la ciénaga de Mesolandia presentó una marcada variabilidad durante el periodo 2020–2024. En 2020 se registraron 22 morfoespecies, seguido de un incremento notable en 2021 con 55 morfoespecies, el valor más alto del periodo (**Figura 170**). Posteriormente, se observó una disminución progresiva: 24 morfoespecies en 2022, 9 en 2023, y una ligera recuperación en 2024 con 22 morfoespecies. Estos cambios reflejan oscilaciones en la estabilidad ecológica del sistema, posiblemente asociadas a eventos de conectividad hídrica, disponibilidad de nutrientes y presión antrópica.

En términos de densidad, el sistema mostró un comportamiento extremo en 2023, con un pico de 3.026.000 Ind/L, indicando una floración fitoplanctónica de gran magnitud, dominada por cianobacterias, especialmente *Microcystis* sp. (CRA, 2023). En contraste, los años 2020, 2021, 2022 y 2024 reportaron valores mucho menores (373.580; 26.360; 46.500 y 228.838 Ind/L respectivamente). Este pico de 2023 refleja una alteración del equilibrio ecológico del cuerpo de agua, posiblemente inducida por aislamiento hidráulico y acumulación de nutrientes en condiciones de alta temperatura y baja renovación.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 555 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

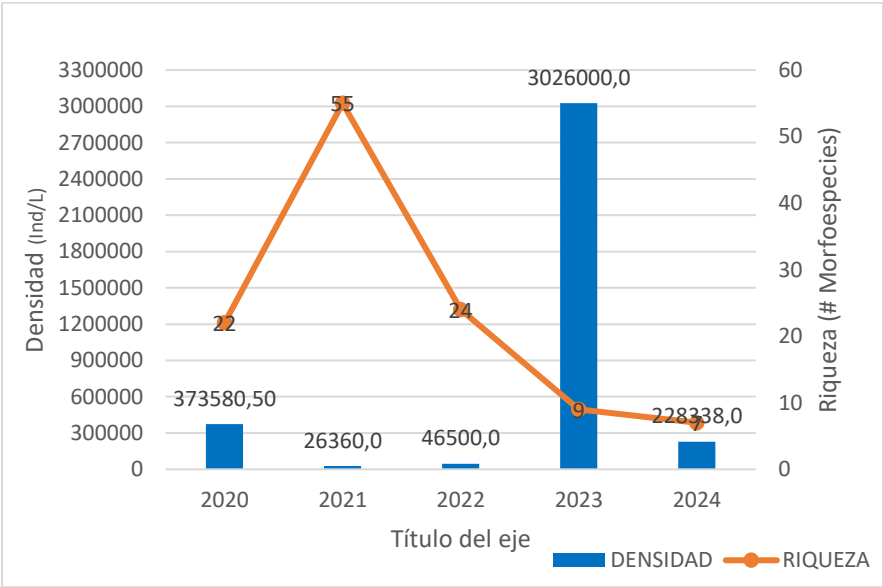


Figura 170. Histórico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Mesolandia.

6.1.1.2. Zooplancton

La ciénaga de Mesolandia muestra fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor alto en 2020 (2910 Ind/L), disminuyendo drásticamente en 2021 (642 Ind/L), continúa su descenso en 2022 (420 Ind/L), alcanzando su punto más bajo 2023 (202 Ind/L) y se recupera ligeramente en 2024 (520 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que siguen las mismas fluctuaciones que la densidad, oscilando entre 43 Morfoespecies en 2020 y cinco (5) Morfoespecies en 2023, para luego incrementar ligeramente a 10 Morfoespecies en 2024, como se observa en la (**Figura 171**). Esta tendencia sugiere estrés por contaminación (ej. agroquímicos) y reducción del flujo hídrico, seguido de una posible apertura de compuertas que restableció conexiones con el río Magdalena, diluyendo tóxicos y permitiendo recolonización.

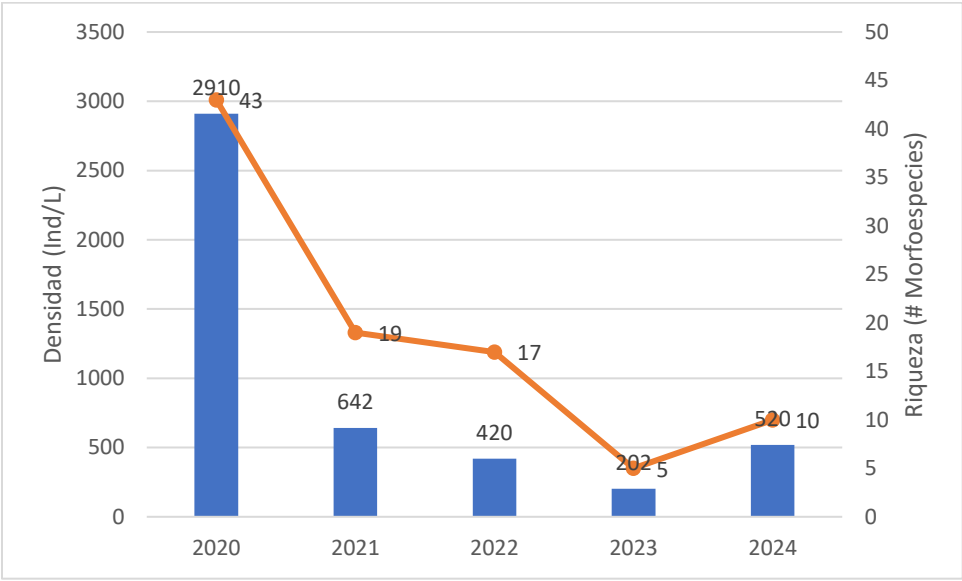


Figura 171. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Mesolandia

6.1.1.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga Mesolandia registró el mayor valor en el año 2021 con 4599,21 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 151,58. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 14 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2020 con 6 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

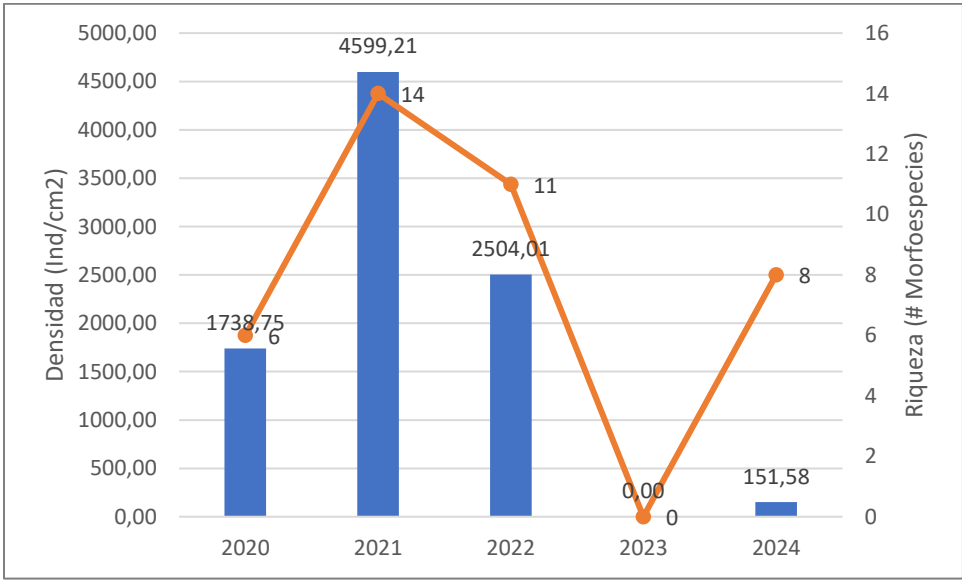


Figura 172. Historico de la densidad y la riqueza de la C. Mesolandia

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 557 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.1.4. Macroinvertebrados Benticos

La densidad de la Ciénaga Mesolandia registró el mayor valor en el año 2024 con 46960 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2023 con 176,665 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 12 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 2 morfoespecies, tal como se muestra en la siguiente figura.

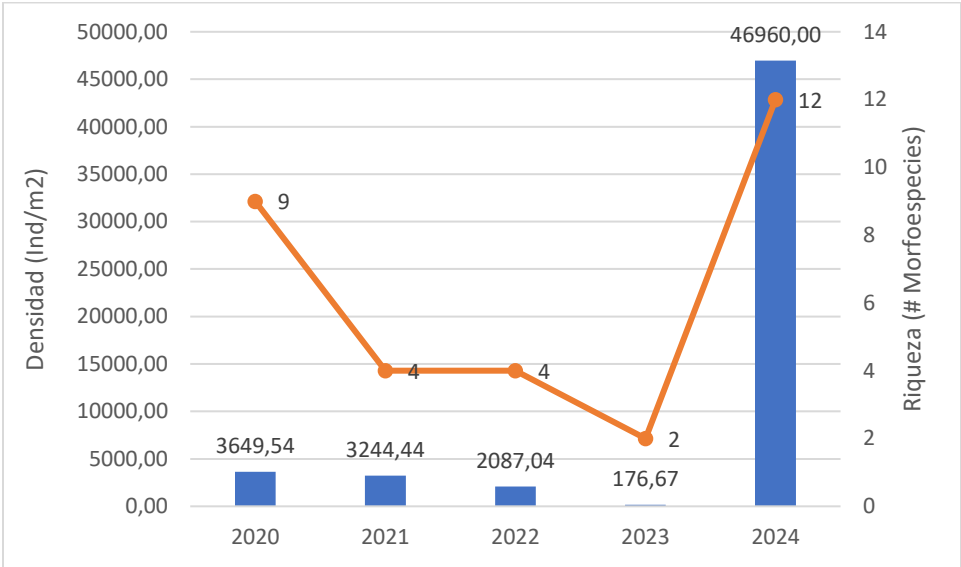


Figura 173. Historico de la densidad y la riqueza de Macroinvertebrados bentónicos de la C. Mesolandia

6.1.1.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga Mesolandia registró el mayor valor en el año 2022 con 105 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2024 con 4 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 5 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2022 con 2 morfoespecies, tal como se muestra en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 558 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

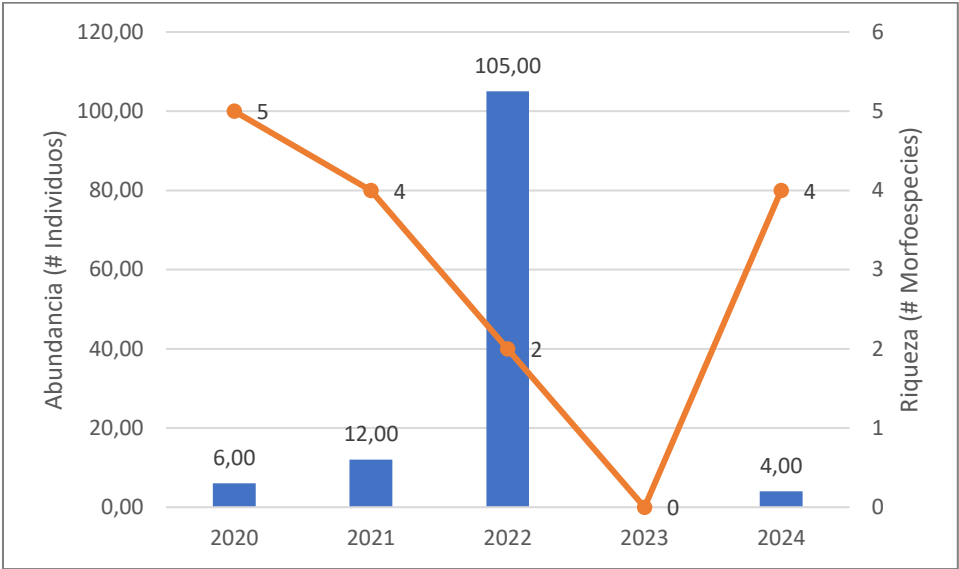


Figura 174. Historico de la densidad y la riqueza de de Peces de la C. Mesolandia.

6.1.1.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la Ciénaga Mesolandia registró el mayor valor en el año 2021 con 4 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en el año 2021 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

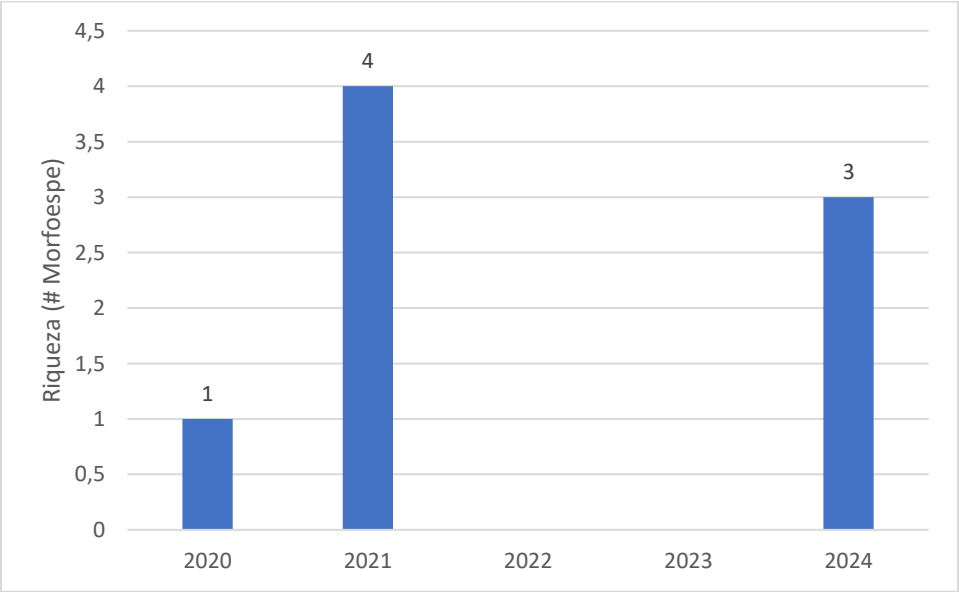


Figura 175. Historico de la riqueza de macrofitas acuáticas de la C. Mesolandia

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 559 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.2. Ciénaga de Malambo

6.1.2.1. Fitoplancton

Durante el periodo 2020–2023, la riqueza fitoplanctónica en la ciénaga de Malambo mostró una tendencia variable. En 2020 se identificaron 20 morfoespecies, cifra que aumento a 42 en 2021 y disminuyo hasta 10 taxa en 2023, evidenciando una pérdida progresiva de diversidad. Sin embargo, en 2024 se observó una recuperación parcial con 24 morfoespecies. Esta dinámica sugiere que el sistema fue sometido a condiciones de estrés ambiental, posiblemente relacionadas con la carga orgánica y el confinamiento, seguido de un proceso de recolonización o estabilización ecológica.

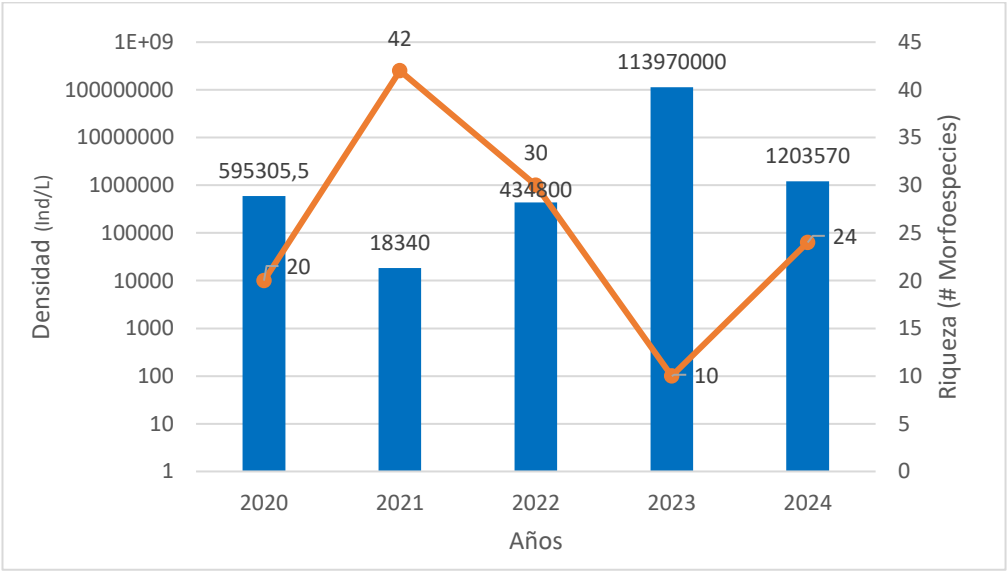


Figura 176. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Malambo.

En cuanto a la densidad fitoplanctónica, se observó un comportamiento marcadamente fluctuante. En el año 2020 se registraron 595.305,5 individuos por litro (Ind/L), valor que descendió significativamente en 2021 hasta alcanzar los 18,340 Ind/L. Sin embargo, en 2023 se evidenció un incremento abrupto hasta 113.970.000 Ind/L, asociado a un evento de floración masiva dominado por *Arthrospira* sp (CRA, 2023). Este tipo de proliferación sugiere un desequilibrio en la dinámica ecológica del sistema, favoreciendo la ocurrencia de especies oportunistas con alta tolerancia a condiciones ambientales adversas (Paerl &

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 560 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Otten, 2013). Las variaciones en abundancia y estructura del fitoplancton resultan de la interacción de factores físicos, químicos y biológicos. Entre los físicos e hidrológicos destacan la luz, temperatura, turbulencia, tiempo de residencia del agua y sedimentación del plancton. Químicamente, influyen la disponibilidad de nutrientes, la materia orgánica y la mineralización. Biológicamente, actúan la competencia entre especies, la depredación y la sucesión ecológica (Reynolds, 2006; Sommer et al., 1986).

6.1.2.1. Zooplancton

La ciénaga de Malambo muestra fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor bajo en 2020 (3692 Ind/L), disminuyendo drásticamente en 2021 (92 Ind/L), se recupera ligeramente en 2022 (324 Ind/L), presentando un segundo año de recuperación en el 2023, donde crece de forma exponencial (49.938 Ind/L), para sufrir un fuerte descenso en 2024 (974 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que presentan fluctuaciones similares a las de la densidad, oscilando entre 47 Morfoespecies en 2020 y ocho (8) Morfoespecies en 2023, para luego incrementar ligeramente a 13 Morfoespecies en 2024, como se observa en la **Figura 177**. Se destaca el pico anómalo de densidad en 2023 (49.938 Ind/L), el cual es 152 veces mayor que 2022, mientras la riqueza se mantuvo baja (8 y 16 especies, respectivamente). Este fenómeno podría indicar un bloom de especies oportunistas (ej. rotíferos del género *Brachionus*) por eutrofización extrema, la cual posiblemente se encuentre vinculada a vertimientos de aguas residuales no tratadas.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 561 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

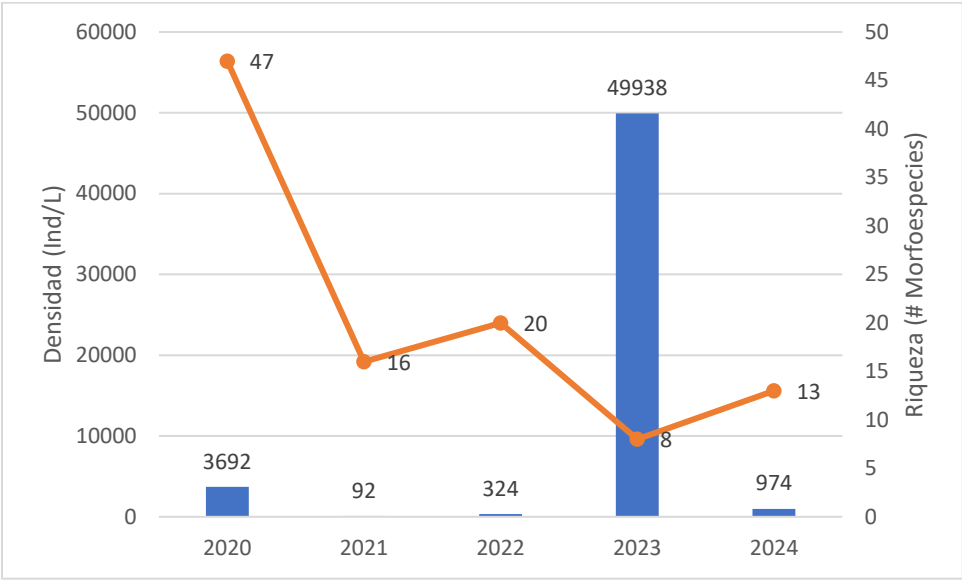


Figura 177. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Malambo

6.1.2.2. Perifiton

La densidad de la Ciénaga de Malambo registró el mayor valor en el año 2021 con 6931,25 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2022 con 2262,86 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2022 con 17 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 11 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 562 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

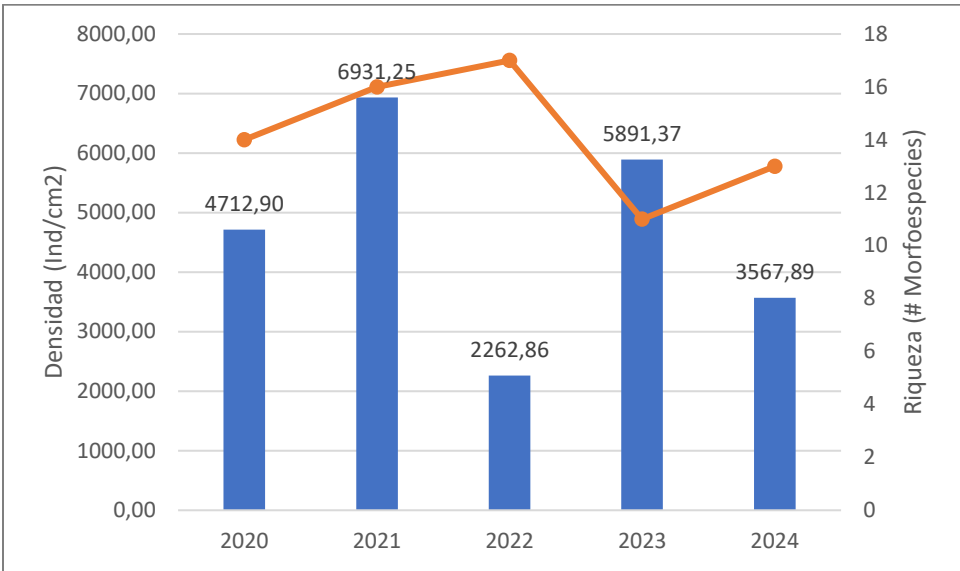


Figura 178. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Malambo

6.1.2.3. Macroinvertebrados Bentonicos

La densidad de la Ciénaga de Malambo registró el mayor valor en el año 2024 con 5580 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2023 con 6,11 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 20 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 4 morfoespecies, tal como se muestra en la siguiente figura.

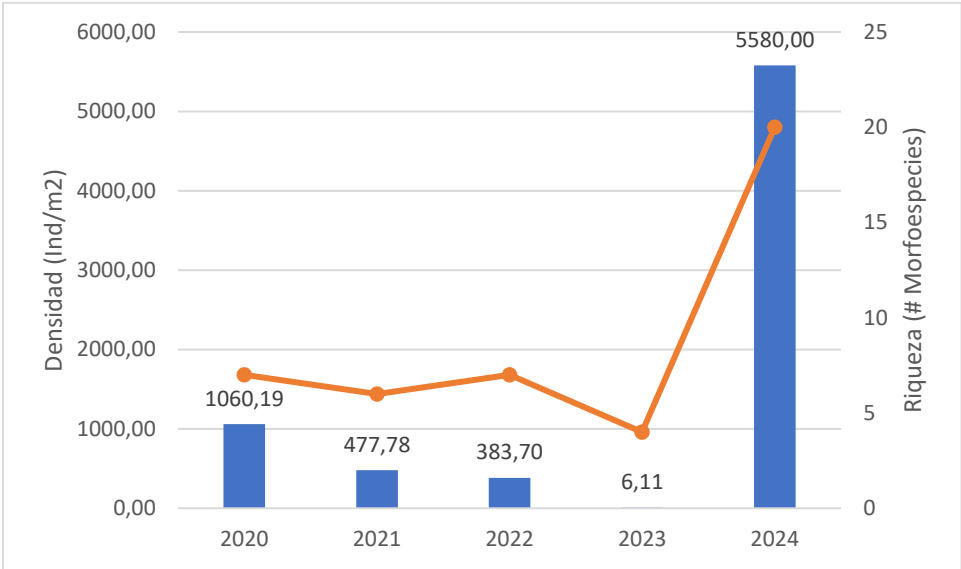


Figura 179. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Malambo

6.1.2.4. Peces

La abundancia de la Ciénaga de Malambo registró el mayor valor en el año 2023 con 32 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2020 con 2 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 4 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2020, 2023 y 2024 con 2 morfoespecies.

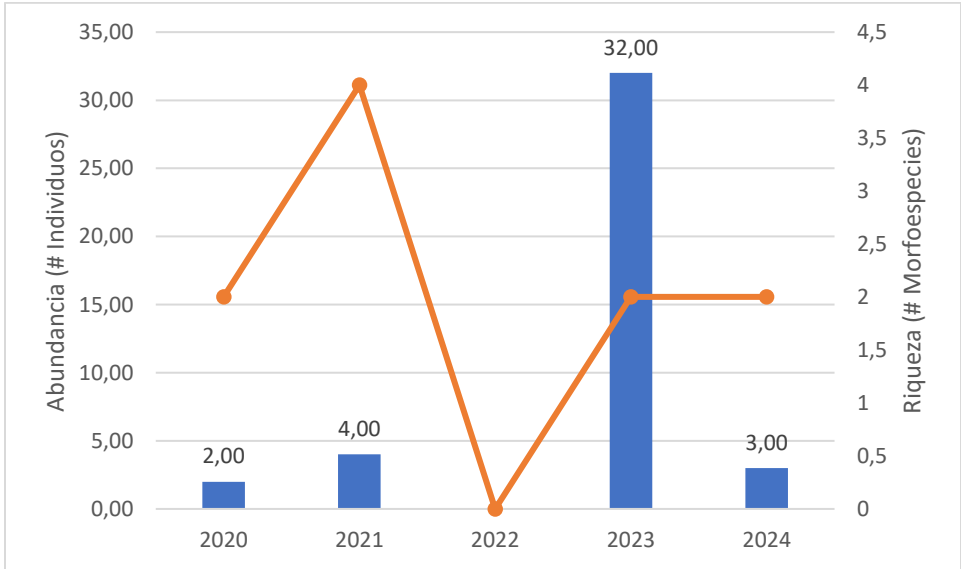


Figura 180. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Malambo.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 564 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.2.5. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la Ciénaga malambo registró el mayor valor en el año 2024 con 4 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en los años 2020 y 2022 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

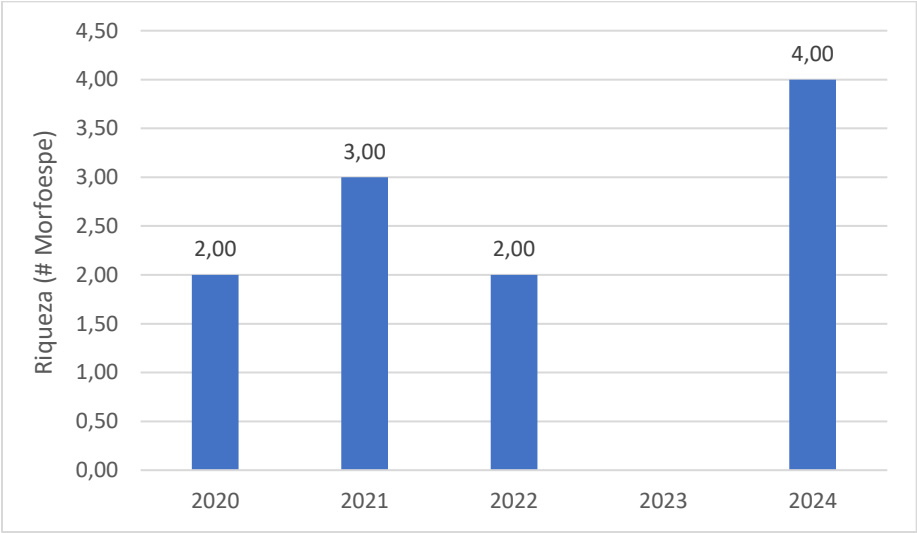


Figura 181. Historico de la riqueza de peces de la C. Malambo

6.1.3. Ciénaga de Sabanagrande

6.1.3.1. Fitoplancton

La riqueza en la ciénaga de Sabanagrande sufrió un incremento de 31 morfoespecies en 2020 a 44 morfoespecies en 2021, el valor más alto registrado durante el periodo analizado, el cual disminuyo progresivamente a 16 morfoespecies en 2024. Este descenso estuvo acompañado de un aumento en la densidad, lo que sugiere una dominancia competitiva de unas pocas especies en condiciones posiblemente eutróficas.

La densidad fue más baja en 2021 (3516,7 Ind/L), presentó un incremento de 1.257.200 Ind/l en 2022 causado por *Monoraphidium* sp. hasta que alcanzó su valor máximo en 2023 (2.030.000 Ind/L), causado por la notoria proreración sectorizada de *Navicula* sp., *Cyclotella* sp. En 2024, la densidad disminuyó a 13640 Ind/L, lo cual podría representar un proceso de recuperación o regulación natural, relacionaso con el periodo de aguas altas.

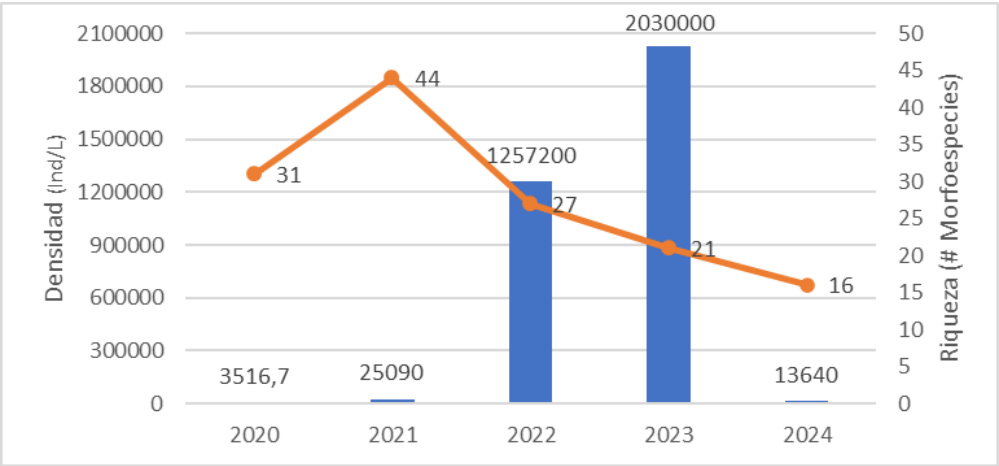


Figura 182. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. de Sabanagrade.

6.1.3.2. Zooplancton

La ciénaga de Sabanagrande muestra fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor alto en 2020 (1166 Ind/L), disminuyendo drásticamente en 2021 (177 Ind/L), continúa su descenso en 2022 (164 Ind/L), recuperándose para el 2023 (702 Ind/L) y experimente otro descenso en 2024 (518 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que siguen las mismas fluctuaciones que la densidad, oscilando entre 57 Morfoespecies en 2020 y 14 Morfoespecies en 2022, para luego incrementar ligeramente a 13 Morfoespecies en 2023 y 14 Morfoespecies en 2024, como se observa en la **Figura 183**. Se observa un patrón estable en la riqueza entre el 2021 y el 2024 (entre 17 y 13 Morfoespecies), así como en densidad moderada (entre 164 y 702 Ind/L). Debido probablemente, a la conectividad constante con el río Magdalena mediante compuertas operativas, lo que podría mantener condiciones hidroquímicas estables, evitando colapsos drásticos.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 566 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

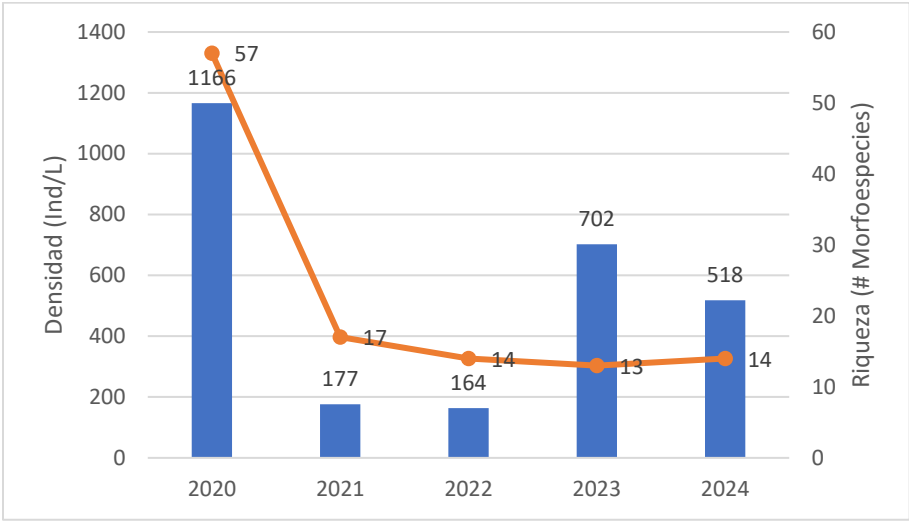


Figura 183. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Sabanagrande

6.1.3.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga de Sabanagrande registró el mayor valor en el año 2022 con 4414,4 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 2172,22 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 19 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2024 con 8 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

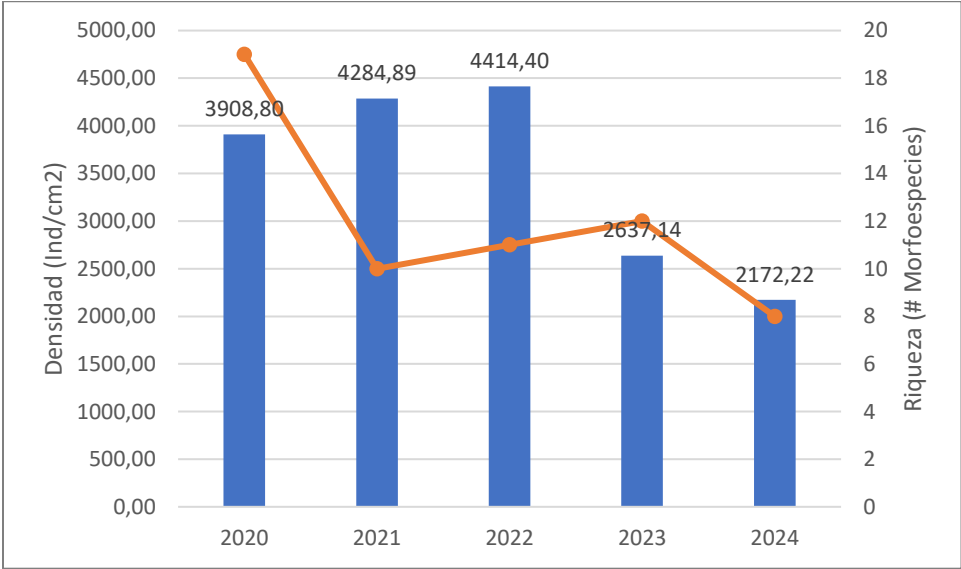


Figura 184. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Sabanagrande

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 567 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.3.4. Macroinvertebrados Benthicos

La densidad de la Ciénaga de Sabanagrande registró el mayor valor en el año 2024 con 1280 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2023 con 33,33. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 7 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 2 morfoespecies, tal como se muestra en la siguiente imagen.

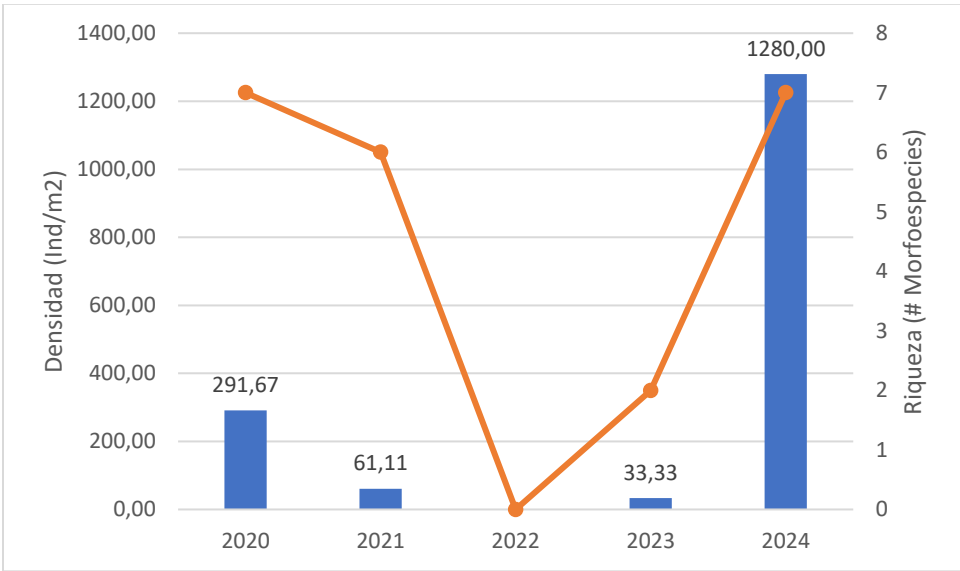


Figura 185. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Sabanagrande

6.1.3.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga de Sabanagrande registró el mayor valor en los años 2021 y 2023 con 10 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2020 con 5 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 5 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2020 con 3 morfoespecies.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 568 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

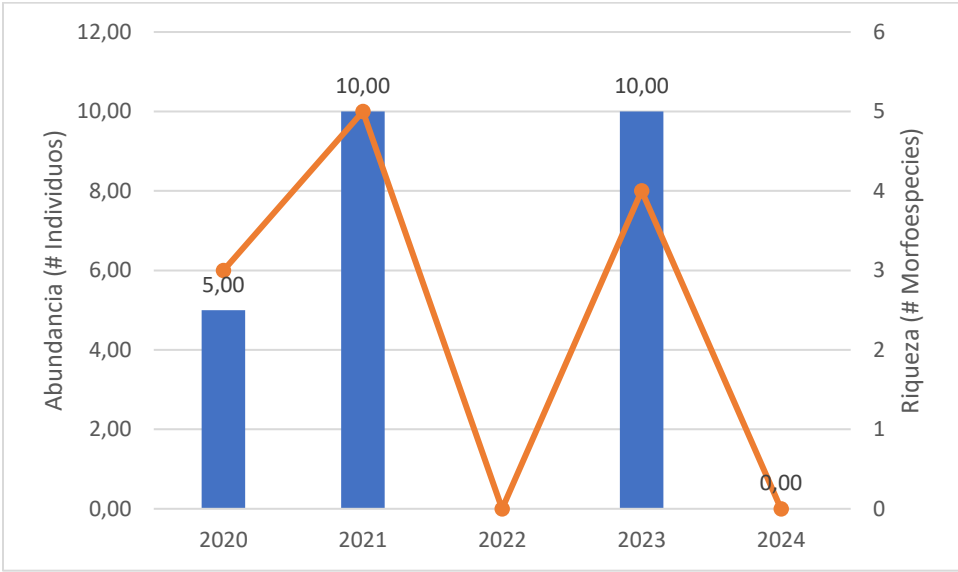


Figura 186. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Sabanagrande

6.1.3.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la Ciénaga sabagrande registró el mayor valor en el año 2024 con 6 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en los años 2022 y 2024 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

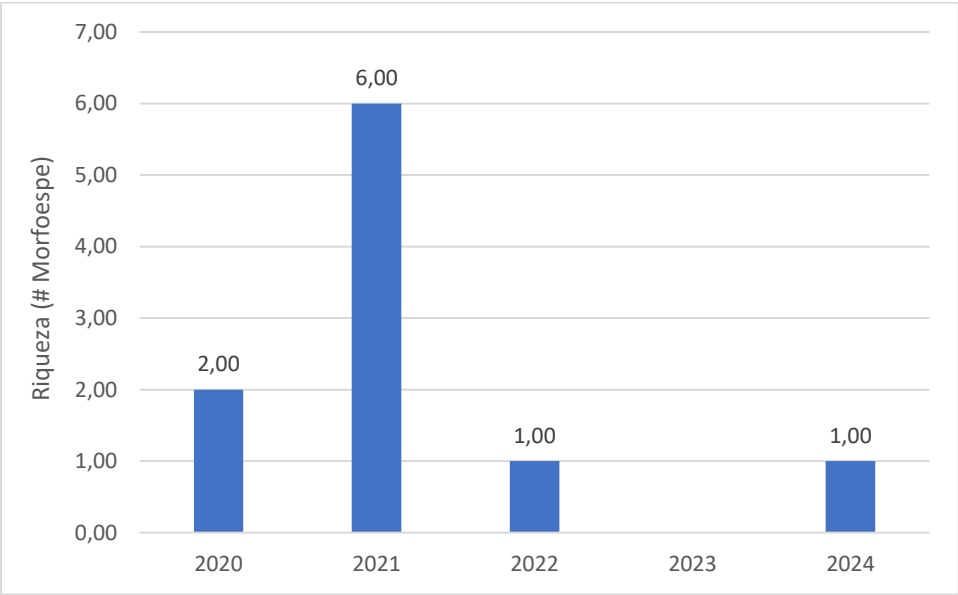


Figura 187. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. sabanagrande

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 569 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.4. Ciénaga de Santo Tomás

6.1.4.1. Fitoplancton

La riqueza fitoplanctónica osciló entre ocho (8) y 33 morfoespecies (**Figura 188**). El año 2024 registró el menor valor, mientras que 2021 presentó el mayor número de taxa, posiblemente por especies alóctonas dada una mayor conectividad entre complejo cenagoso, mayor estabilidad ecológica. Las Euglenozoa ha sido el grupo con mayor riqueza durante cada monitoreo, aunque a nivel de densidad es remplazado por las Cyanobacterias y Heterokontophytas (CRA, 2020–2023).

Las densidades se mantuvieron en rangos bajos a moderados, con valores extremos en los monitoreos correspondientes a 2021 (epoca de lluvia) y 2023 periodo de sequia. La cianobacteria *Planktothrix* sp. fue recurren en el sistema entre 2020 y 2021, remplazada por *Aulacoseira* sp.1, durante 2022, *Fragilaria* sp.1 en codominancia con *Anabaena* sp. durante el 2023 (CRA, 2020–2023). y finalmente por *Cylindrospermopsis* sp. y *Raphidiopsis* sp. durante la última campaña, morfoespecies que sugieren diferentes condiciones acordes a la época muestreada.

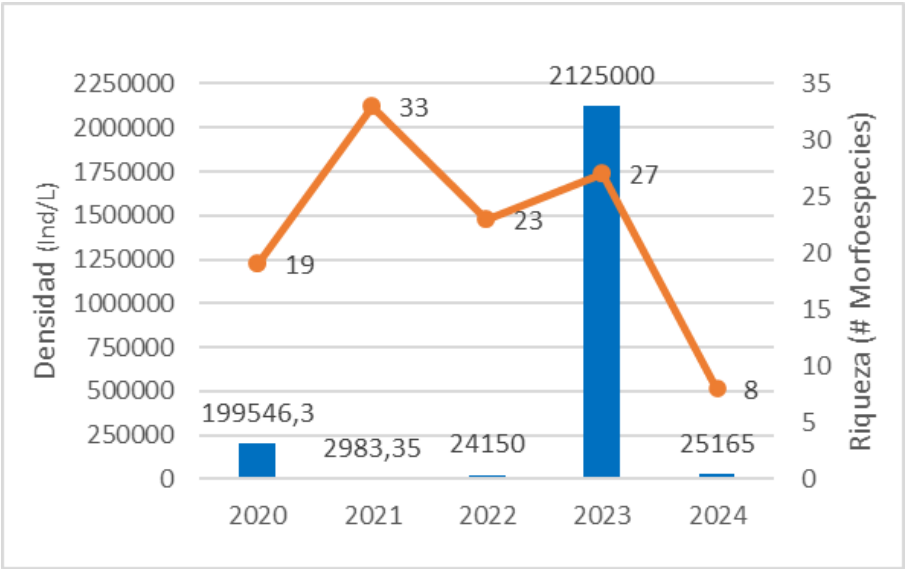


Figura 188. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. de Santo Tomás

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 570 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.4.2. Zooplancton

La Ciénaga de Santo Tomas presenta fluctuaciones moderadas en la densidad: comienza con un valor alto en 2020 (1601 Ind/L), disminuyendo drásticamente en 2021 (64 Ind/L), recuperándose paulatinamente año tras año, 2022 (177 Ind/L), 2023 (250 Ind/L) y 2024 (365 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que experimentan las mismas fluctuaciones que la densidad, entre 2020 (45 Morfoespecies) y 2021 (15 Morfoespecies), continuando su disminución hasta presentar los valores más bajos en 2023, con 12 Morfoespecies, mientras que, en 2024, experimentó una leve recuperación con 13 Morfoespecies, como se observa en la **Figura 189**. Estas fluctuaciones de densidad y riqueza podrían reflejar impactos periódicos de escorrentías agrícolas, combinados con esfuerzos de restauración de la ciénaga.

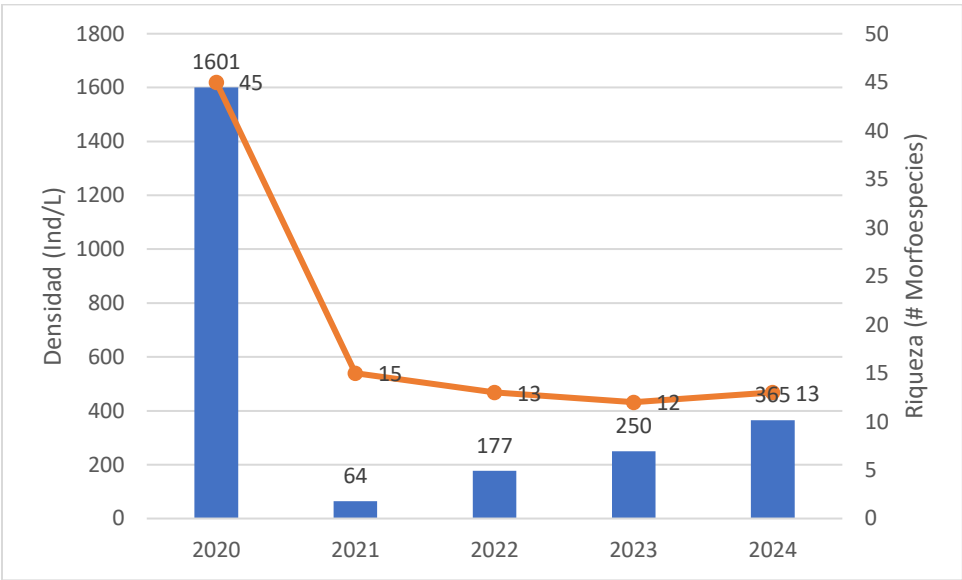


Figura 189. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Santo Tomás

6.1.4.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga de Santo tomas registró el mayor valor en el año 2020 con 14042,8 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 624,5333 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 22 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2024 con 11 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 571 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

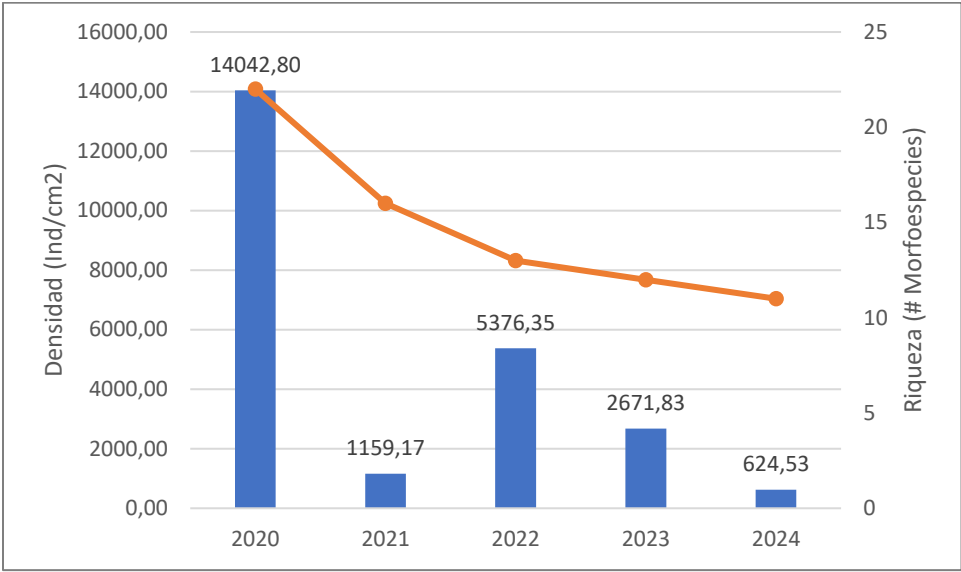


Figura 190. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Santo tomas

6.1.4.4. Macroinvertebrados Bentonicos

La densidad de la Ciénaga de Santo tomas registró el mayor valor en el año 2022 con 979,63 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2021 con 16,665. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 9 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2022 y 2023 con 2 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

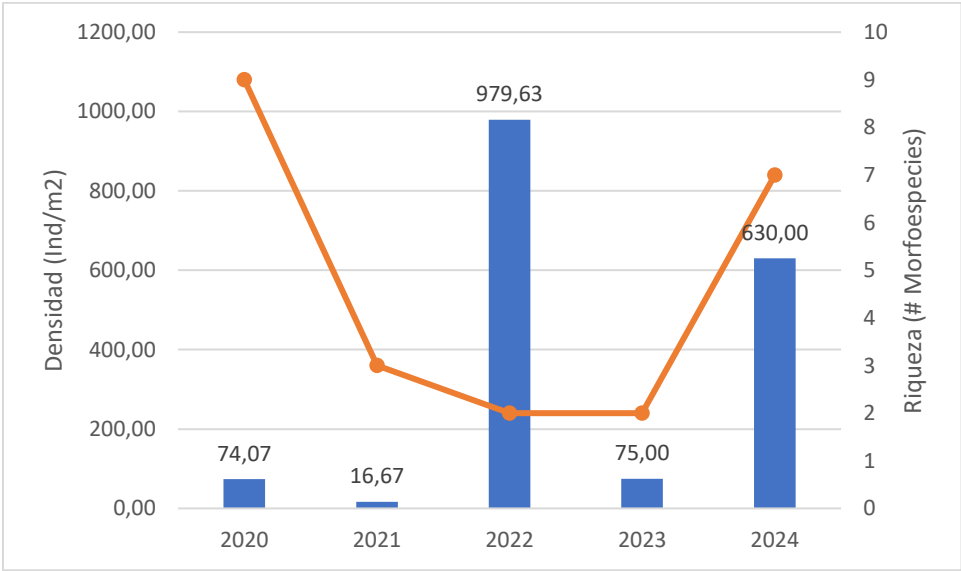


Figura 191. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Santo Tomas.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 572 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.4.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga de Santo Tomas registró el mayor valor en el año 2021 con 52 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2024 con 4 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 4 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2024 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

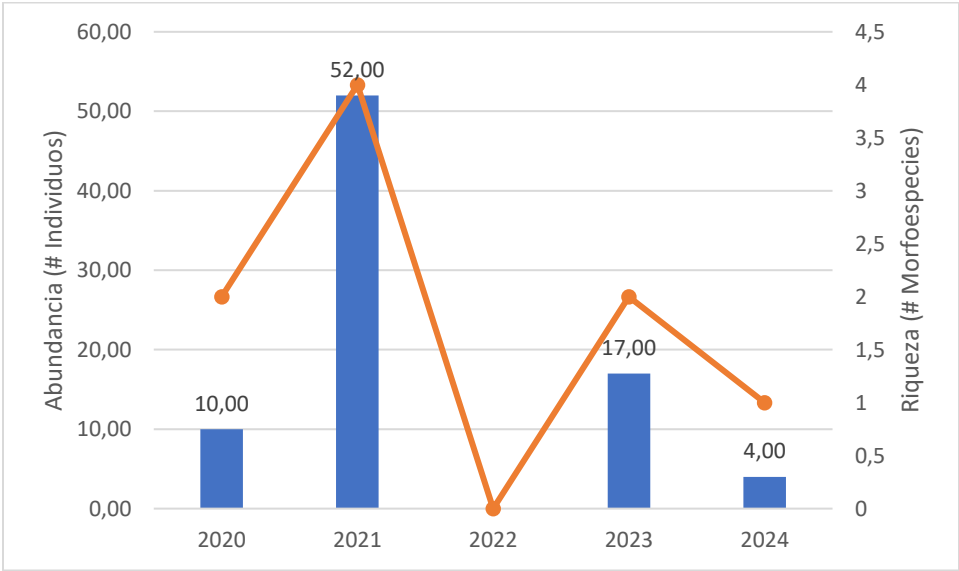


Figura 192. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Santo Tomas.

6.1.4.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la Ciénaga santo tomás registró el mayor valor en el año 2020 con 5 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en los años 2022 y 2023 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 573 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

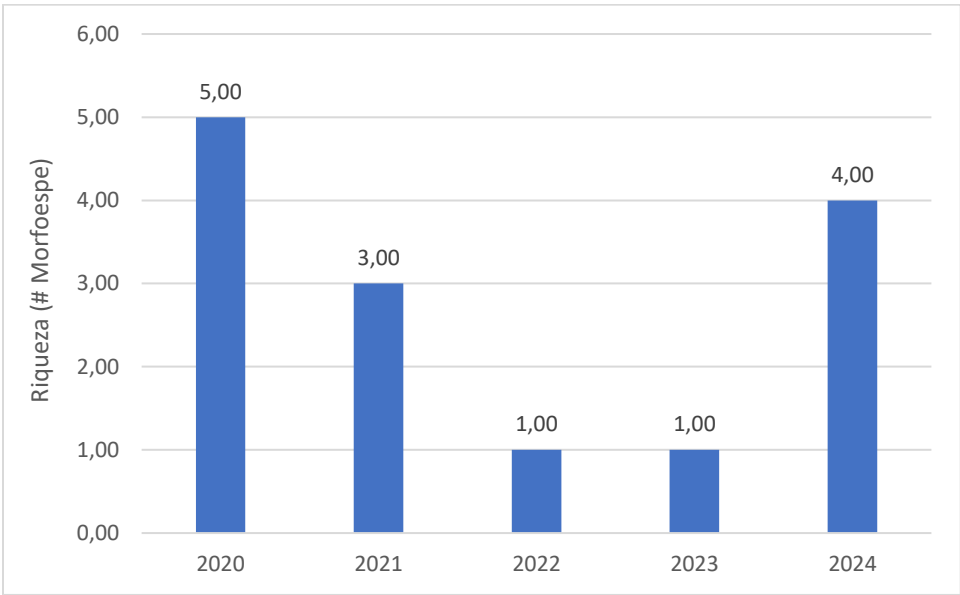


Figura 193. Historico de la riqueza dezooplancton de la C. santo tomas

6.1.5. Ciénaga Convento

6.1.5.1. Fitoplancton

La riqueza fitoplanctónica en la ciénaga El Convento En 2020 registro 19 morfoespecies, y en 2021 se alcanzó un máximo de 52, lo que sugiere condiciones favorables para la diversificación biológica. En 2022, la riqueza descendió a 27 morfoespecies, y en 2023 disminuyo nuevamente a 22. Estos cambios reflejan una comunidad fitoplanctónica expuesta a fluctuaciones ambientales, aunque con cierta capacidad de recuperación.

En cuanto a la densidad, se registraron 206.710 Ind/L en 2020, 28.520 Ind/L en 2021, 19.700 Ind/L en 2022, un fuerte incremento en 2023 con 11.426.666,67 Ind/L para finalmente disminuir en 2024 a una concentración intermedia próxima a a reportda en el monitoreo de 2010. El mayor crecimiento poblacional del ensamblaje fitoplanctónico es típico de condiciones adversas, en la cuales las especies tolerantes son predominantes (CRA, 2020–2023).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 574 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

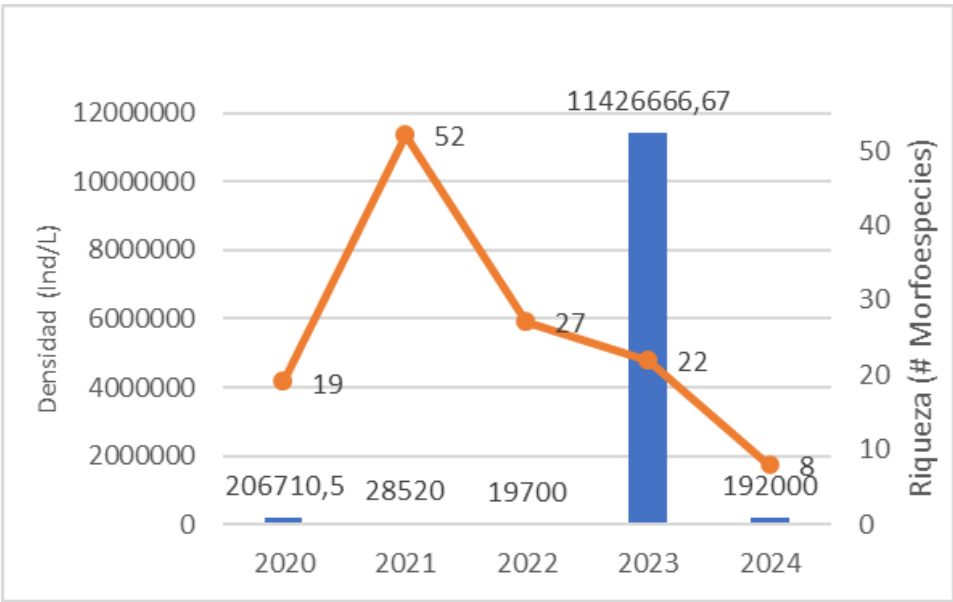


Figura 194. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Convento.

6.1.5.2. Zooplancton

La Ciénaga El Convento presenta fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor alto en 2020 (1512 Ind/L), disminuyendo drásticamente en 2021 (299 Ind/L), recuperándose gradualmente entre el 2022 (373 Ind/L) y 2023 (430 Ind/L), sin embargo, presentó otra pérdida de densidad en el 2024 (365 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que experimentan las mismas fluctuaciones que la densidad, entre 2020 (40 Morfoespecies) y 2021 (15 Morfoespecies), continuando su disminución hasta presentar los valores más bajos en 2023, con 10 Morfoespecies, mientras que, en 2024, experimentó una leve recuperación con 11 Morfoespecies, como se observa en la **Figura 195**. Las fluctuaciones ocurridas, sugiere eventos de hipoxia tras blooms algales, posiblemente por cierre prolongado de las compuertas que acumulan materia orgánica.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 575 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

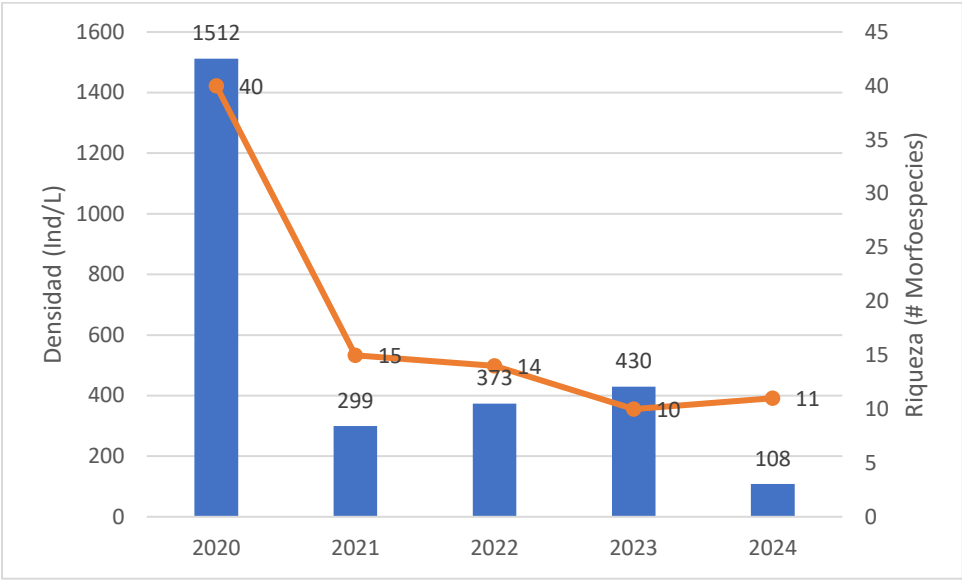


Figura 195. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Convento

6.1.5.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga El Convento registró el mayor valor en el año 2021 con 9503,335 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 250,000 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 16 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2024 con 4 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 576 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

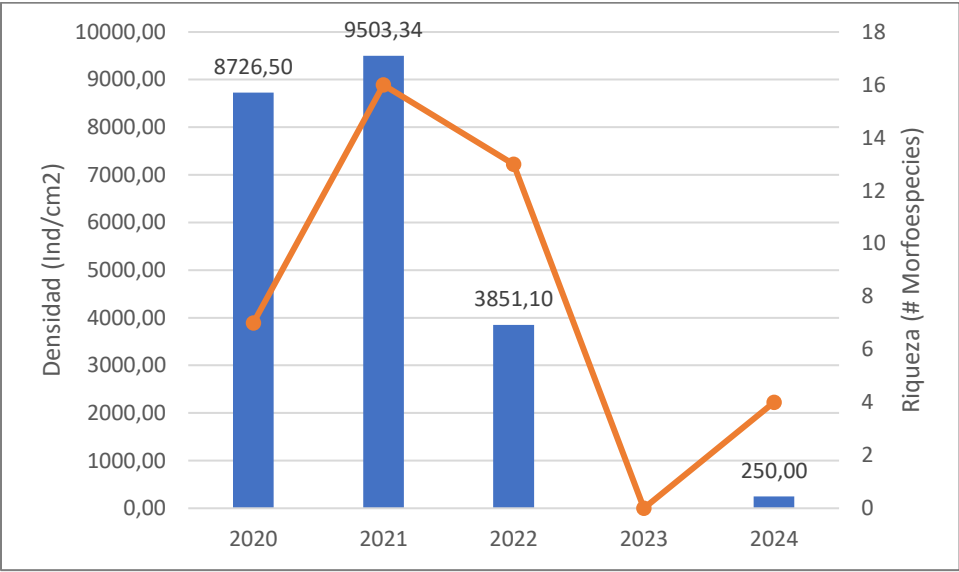


Figura 196. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. El Convento

6.1.5.4. Macroinvertebrados Benticos

La densidad de la Ciénaga El Convento registró el mayor valor en el año 2022 con 979,63 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2023 con 50,00 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 10 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2022 con 2 morfoespecies, tal como se observa a continuación en la siguiente figura, , tal como se evidencia en la siguiente figura.

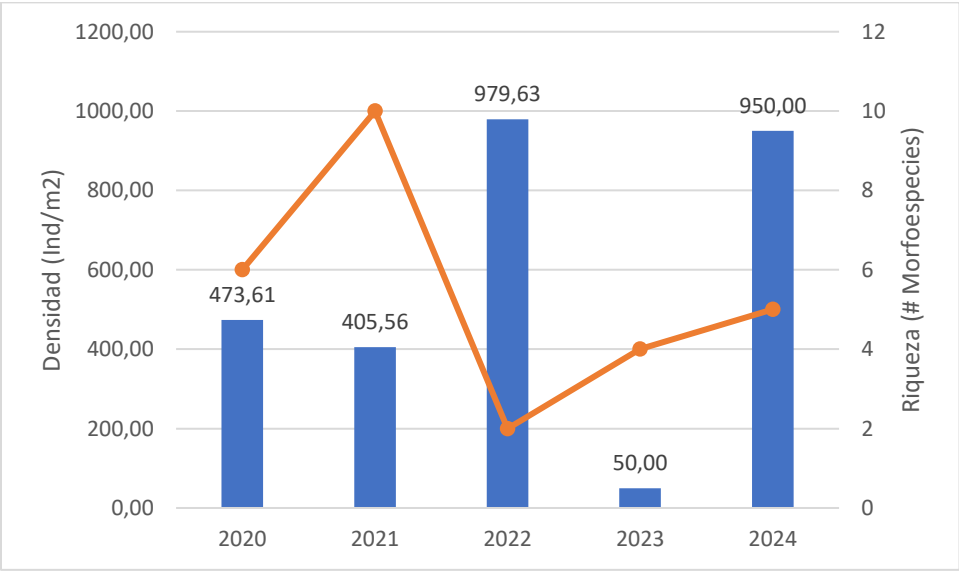


Figura 197. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. El Convento.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 577 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.5.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga El Convento registró el mayor valor en el año 2020 con 7 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2024 con 1 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 5 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2024 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

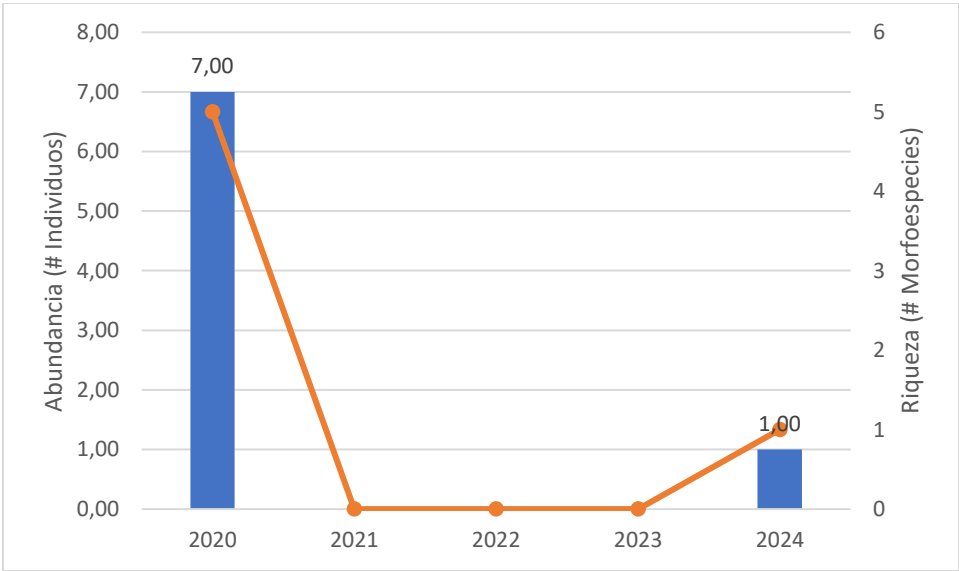


Figura 198. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. convento

6.1.5.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la Ciénaga convento registró el mayor valor en el año 2021 con 3 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en los años 2020 y 2024 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 578 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

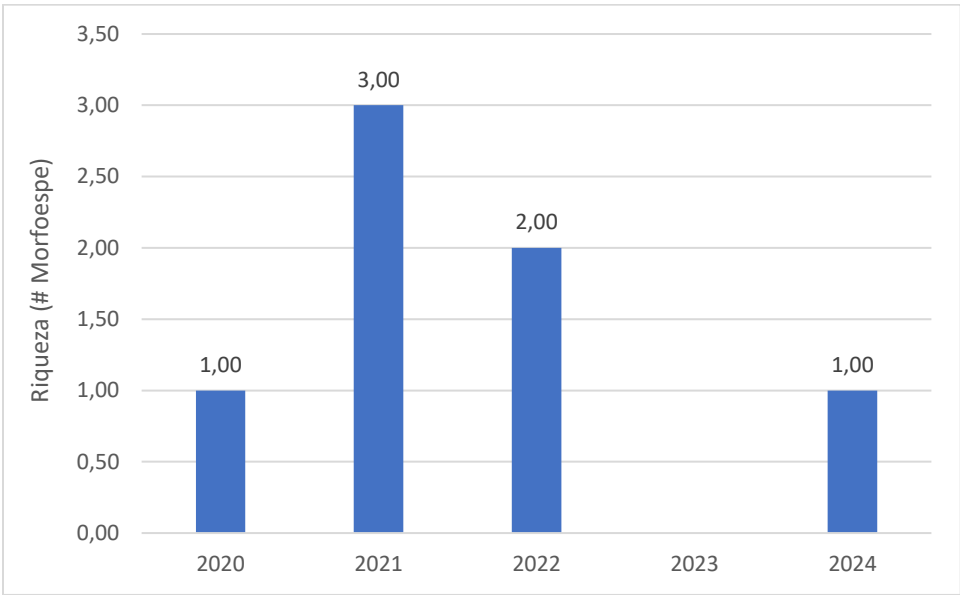


Figura 199. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. convento

6.1.6. Ciénaga Paraíso

6.1.6.1. Fitoplancton

Durante este periodo de análisis, la riqueza varió entre 2 morfoespecies para el 2024 a 37 en el año 2021, durante el 2023 la riqueza de 25morfoespecies desciende durante el 2024 a dos (2) Cyanobacterias pertenecientes al genero *Oscillatoria* frecuente en 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 en CRA, 2024). Estas condiciones indican una progresiva simplificación de la comunidad, favoreciendo especies resistentes.

En términos de densidad, se evidenció baja densidad, con un valor máximo recurrente durante el 2023 alcanzando 4890 Ind/L en el punto de monitoreo (CRA, 2020). En el cual *Cyclotella* sp. y *Navicula* sp.1. estuvo vinculado a una alta carga de nutrientes, temperaturas y conductividad elevadas (Pinilla, 2000) coherente del periodo de sequía (Wetzel, 2001).

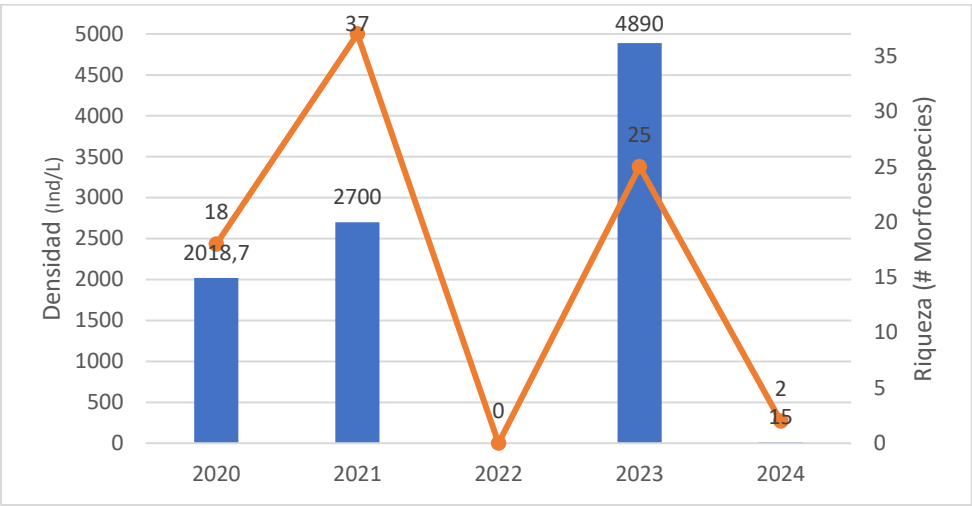


Figura 200. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Paraíso

6.1.6.2. Zooplancton

La Ciénaga El Paraíso presenta fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor alto en 2020 (406 Ind/L), disminuyendo drásticamente en 2021 (69 Ind/L), con un colapso total en la comunidad zooplanctónica en el 2022 (0 Ind/L); mientras que en 2023 (268 Ind/L) se observa una recuperación de la comunidad zooplanctónica, sin embargo, presentó otra pérdida de densidad, casi catastrófica en el 2024 (1 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que experimentan las mismas fluctuaciones que la densidad, entre 2020 (24 Morfoespecies), 2021 (5 Morfoespecies), observándose el colapso total en el 2022, recuperándose en 2023 (8 Morfoespecies), e igualmente en 2024, una pérdida casi catastrófica (2 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 201**. Esta ciénaga experimenta una situación crítica por aislamiento extremo y contaminación por residuos sólidos, lo que genera la anoxia y la acidificación de sus aguas, lo que lleva al colapso a la comunidad zooplanctónica.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 580 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

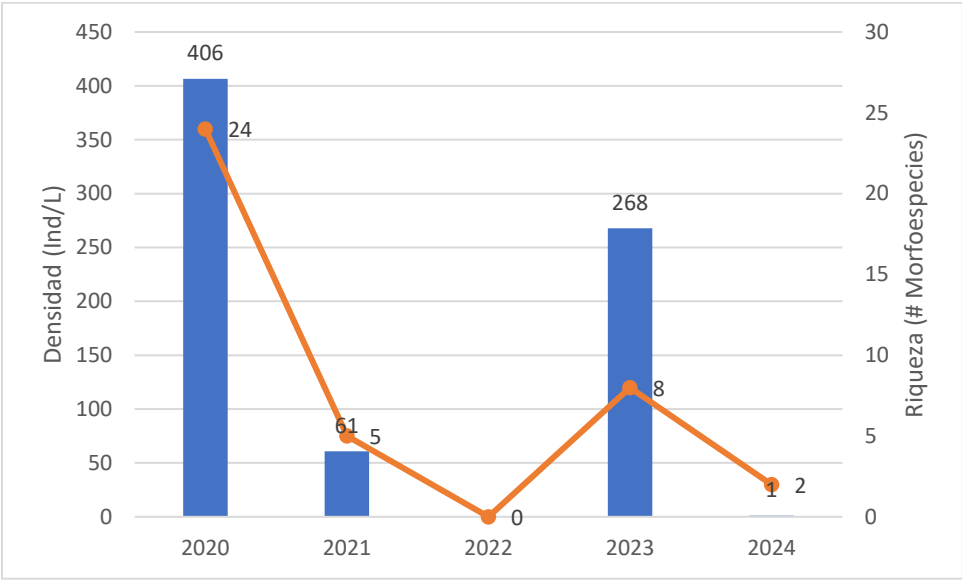


Figura 201. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. El Paraiso

6.1.6.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga El Paraíso registró el mayor valor en el año 2020 con 9973,2 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 654,611 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 13 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2021 con 9 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 581 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

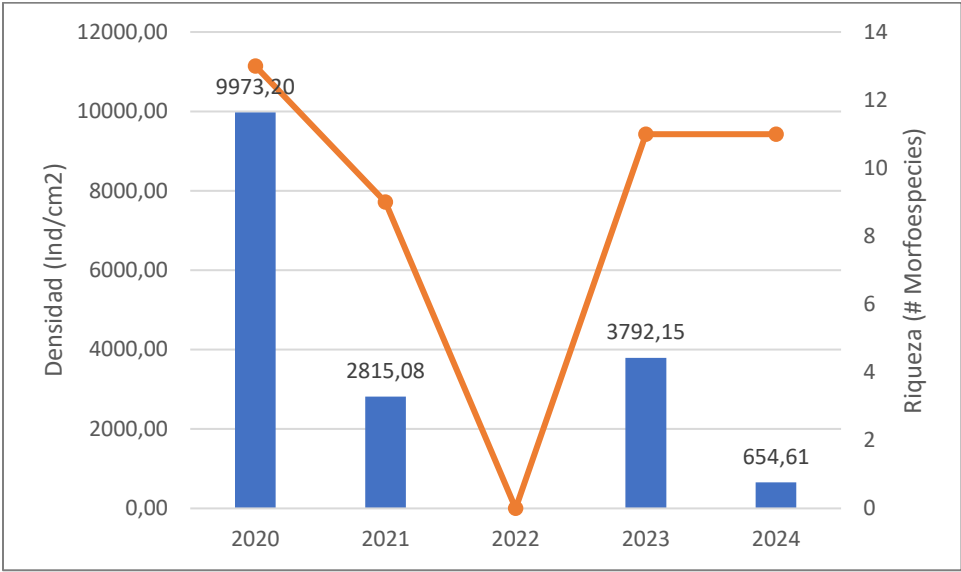
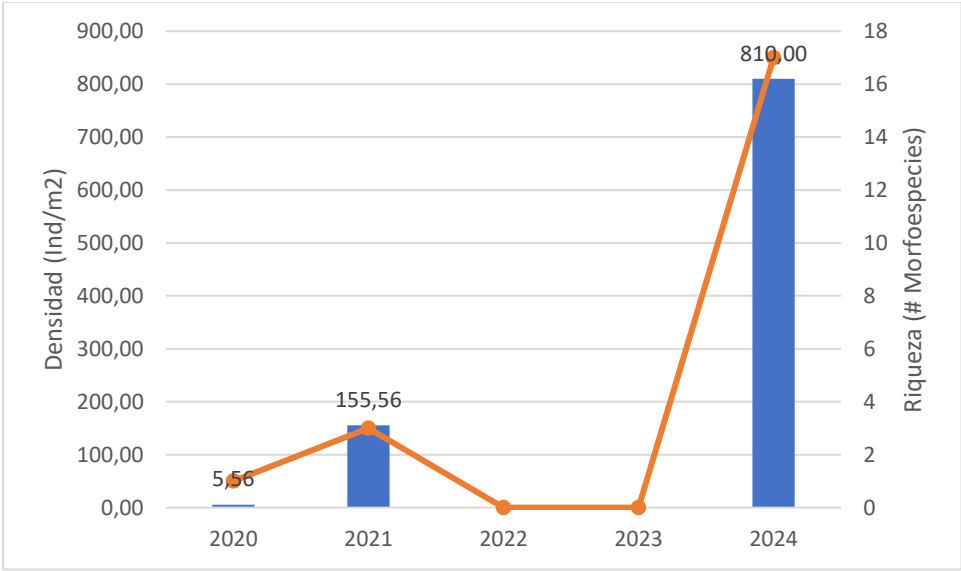


Figura 202. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. El Paraíso

6.1.6.4. Macroinvertebrados Bentonicos

La densidad de la Ciénaga El Paraíso registró el mayor valor en el año 2024 con 810 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2020 con 5,55. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 17 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2020 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.



	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 582 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Figura 203. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Paraiso

6.1.6.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga El Paraíso registró el mayor valor en el año 2021 con 146 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2024 con 1 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 3 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2020 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

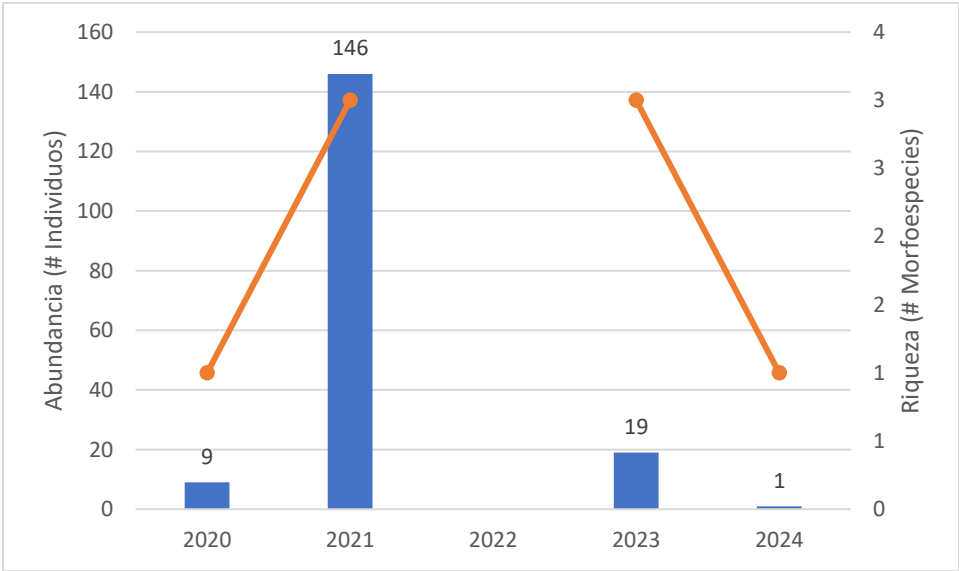


Figura 204. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Paraiso.

6.1.6.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la Ciénaga convento registró el mayor valor en el año 2021 con 8 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en el año 2023 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 583 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

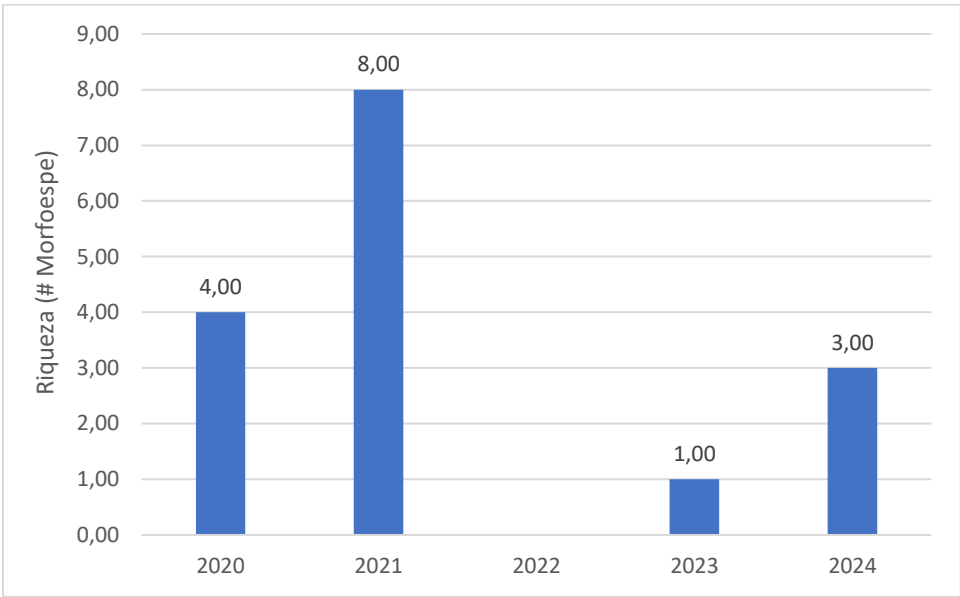


Figura 205. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. paraíso

6.1.7. Ciénaga El Uvero

6.1.7.1. Fitoplancton

La riqueza osciló entre 7 y 27 morfoespecies durante el periodo 2020–2023, con los valores más altos registrados en 2021 y los más bajos en 2023. Esta disminución de la diversidad taxonómica en los años con mayor densidad sugiere unas alteraciones ecológico, posiblemente asociado a acumulación de nutrientes, baja circulación de agua y condiciones que favorecen el crecimiento explosivo de unas pocas especies tolerantes. En 2023 se presentó una floración intensa (14,8 millones Ind/L), con dominancia de la cianobacteria *Pseudanabaena* sp. (CRA, 2023) la cual puede estar presente en diferntes tipos de sistemas especialmente en los eutróficos. En 2024, la densidad se disminuyo a 15 Ind/L, reflejando una fuerte reducción de la productividad.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 584 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

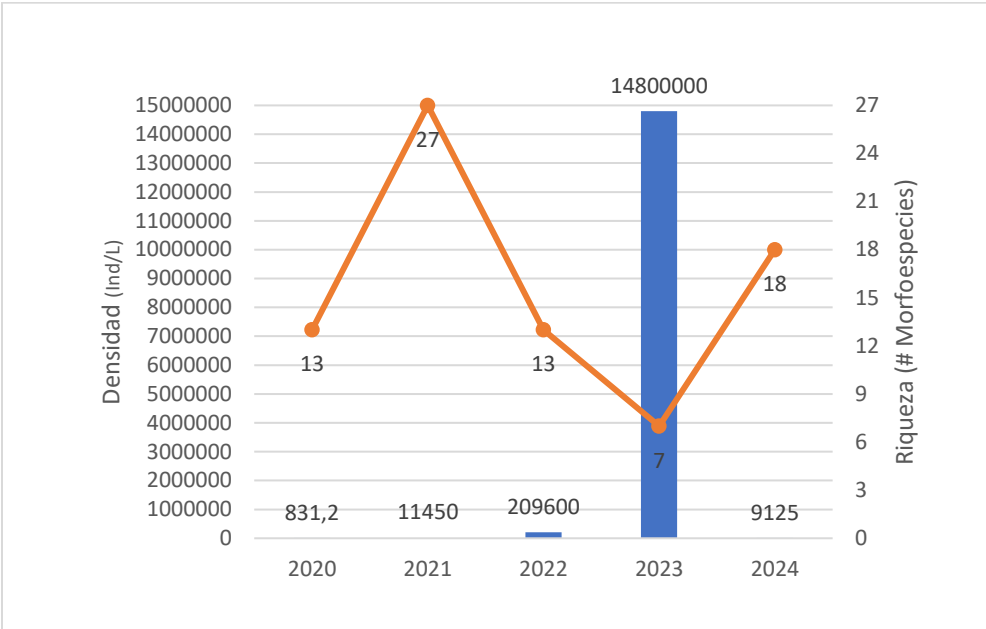


Figura 206. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. el Uvero.

6.1.7.2. Zooplancton

La Ciénaga El Uvero presenta ligeras fluctuaciones en la densidad: comienza con un valor medio en 2020 (414 Ind/L), disminuyendo en 2021 (261 Ind/L), continuando con la disminución de la densidad en el 2022 (214 Ind/L); mientras que en 2023 presentó los valores más altos (668 Ind/L) observándose otra pérdida de densidad en el 2024 (157 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que siguen las mismas fluctuaciones que la densidad, en 2020 se observó la mayor riqueza (55 Morfoespecies), disminuyendo a 15 Morfoespecies en 2021, continuando la disminución de la riqueza a 11 Morfoespecies 2022 y 2023; observándose una leve recuperación en 2024 (14 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 207**. El comportamiento que se observa en la ciénaga El Uvero, podría asociarse a pulsos de inundación del río Magdalena, los cuales introducen nutrientes y especies oportunistas, seguidos de fases de aislamiento que favorecen la dominancia.

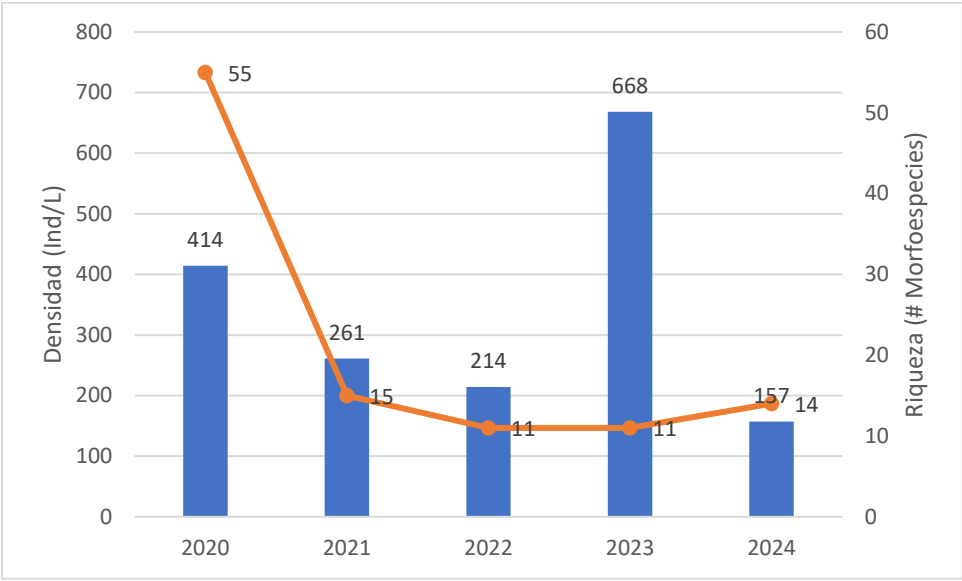


Figura 207. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. El Uvero

6.1.7.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga El Uvero registró el mayor valor en el año 2024 con 5005 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2020 con 3917,65 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 17 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2024 con 10 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

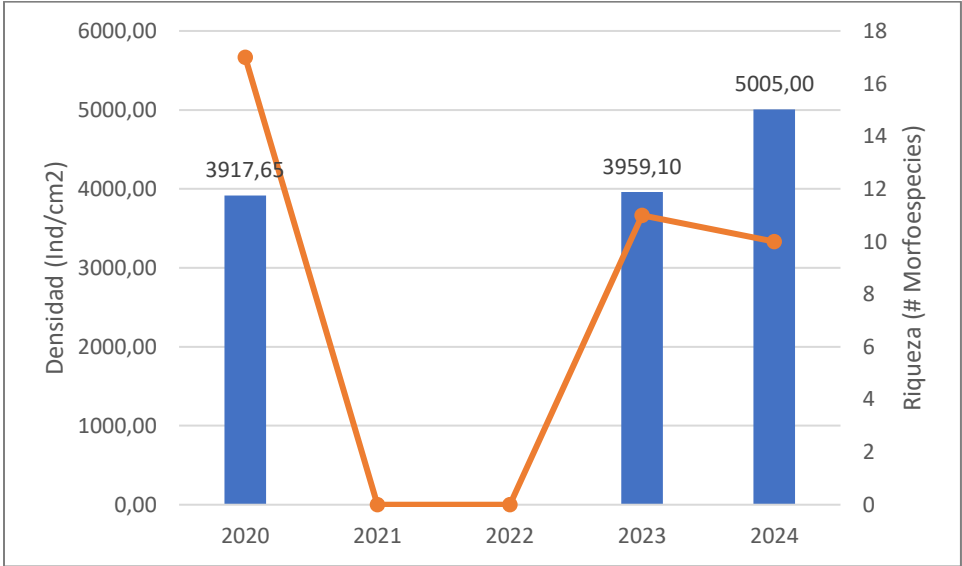


Figura 208. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. El Uvero

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 586 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.7.4. Macroinvertebrados Benticos

La densidad de la Ciénaga El Uvero registró el mayor valor en el año 2024 con 430 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2023 con 6,67 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 7 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 2 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

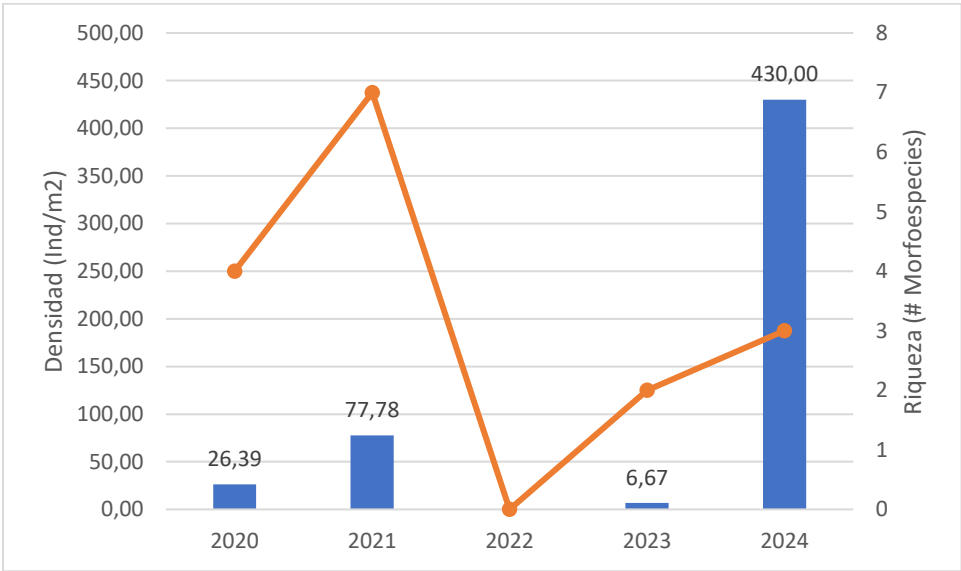


Figura 209. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Uvero

6.1.7.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga El Uvero registró el mayor valor en el año 2021 con 38 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2024 con 1 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 6 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2022 y 2024 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 587 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

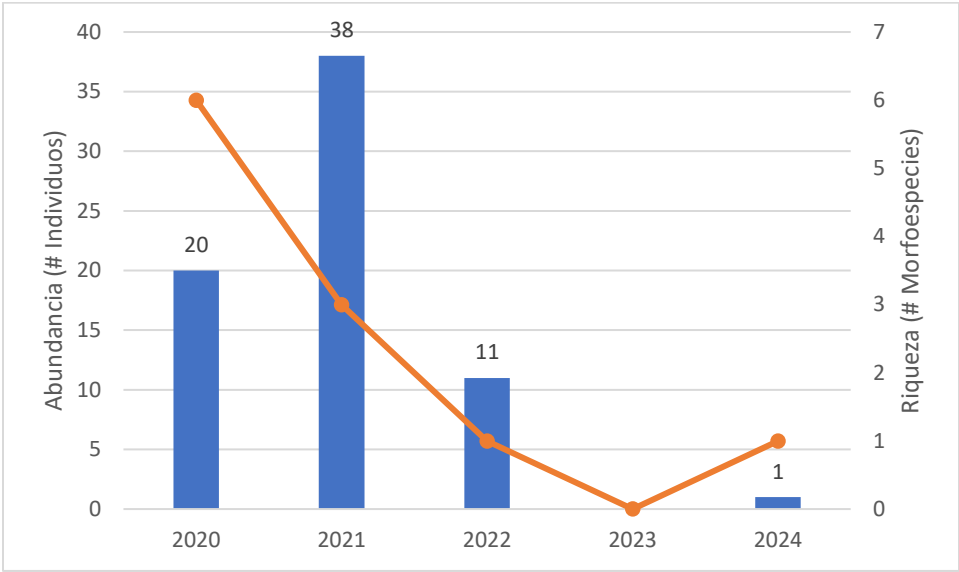


Figura 210. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Uvero.

6.1.7.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la Ciénaga el Uvero registró el mayor valor en el año 2021 con 5 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en los años 2020, 2022 y 2023 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

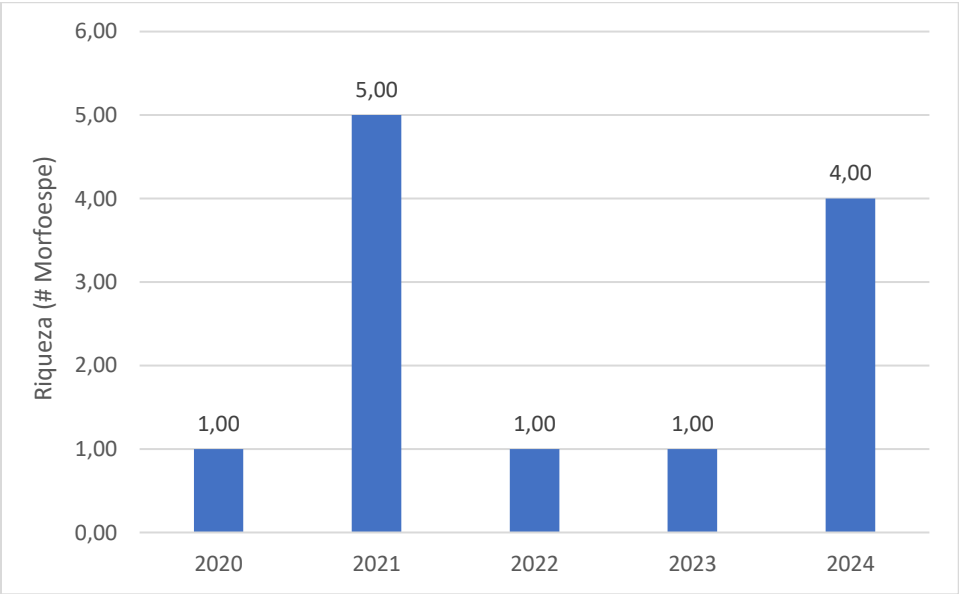


Figura 211. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. Uvero

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 588 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.8. Ciénaga Luisa

6.1.8.1. Fitoplancton

La riqueza fitoplanctónica en la ciénaga La Luisa mostró una tendencia descendente a lo largo del periodo 2020–2023 como se presenta en la **Figura 212**. En 2020 se identificaron 28 morfoespecies, cifra que disminuyó a 11 en 2023, alcanzando las 20 taxa la última campaña. Esta disminución progresiva refleja un proceso de empobrecimiento de la comunidad fitoplanctónica, posiblemente asociado condiciones limitantes como altos niveles tróficos, pérdida de conectividad hidráulica,

En cuanto a la densidad, los valores fueron relativamente bajos durante todo el periodo, con ligeros incrementos del 2020 (540, 25 Ind/L). al 2022 (10.311, 11 Ind/l), con un evento de floración en el 2023 causado por *Aphanocapsa* sp. y *Oscillatoria* sp.1 y su reducción en 2024 (2293 Ind/L) a valores comparables con la campaña del 2021 correspondiente también a aguas altas.

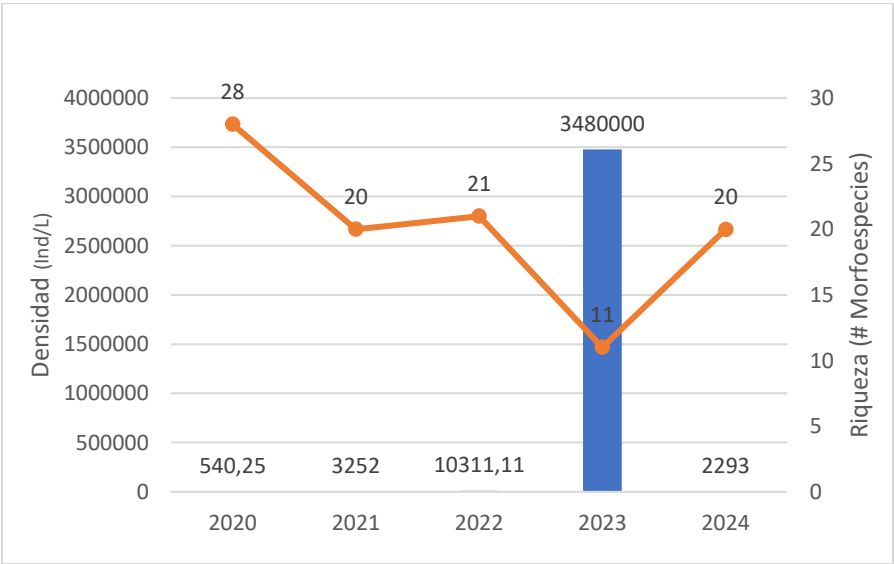


Figura 212. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Luisa.

6.1.8.2. Zooplancton

La Ciénaga La Luisa presenta ligeras fluctuaciones en la densidad: aunque comienza con un valor alto en 2020 (439 Ind/L), el cual disminuye considerablemente en 2021 (66 Ind/L),

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 589 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

presentando una recuperación de la densidad en el 2022 (162 Ind/L); mientras que en 2023 se presentan las mayores pérdidas de densidad (26 Ind/L) con una leve recuperación en el 2024 (32 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que siguen las mismas fluctuaciones que la densidad, en 2020 se observó la mayor riqueza (44 Morfoespecies), disminuyendo a 10 Morfoespecies en 2021, conservando la misma riqueza en 2022, presentado la mayor pérdida de riqueza en 2023 (5 Morfoespecies) y una recuperación en 2024 (12 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 213**. El comportamiento que observado en la ciénaga la Luisa puede estar relacionado con la colmatación de sedimentos, que reducen los hábitats y disponibilidad de fitoplancton.

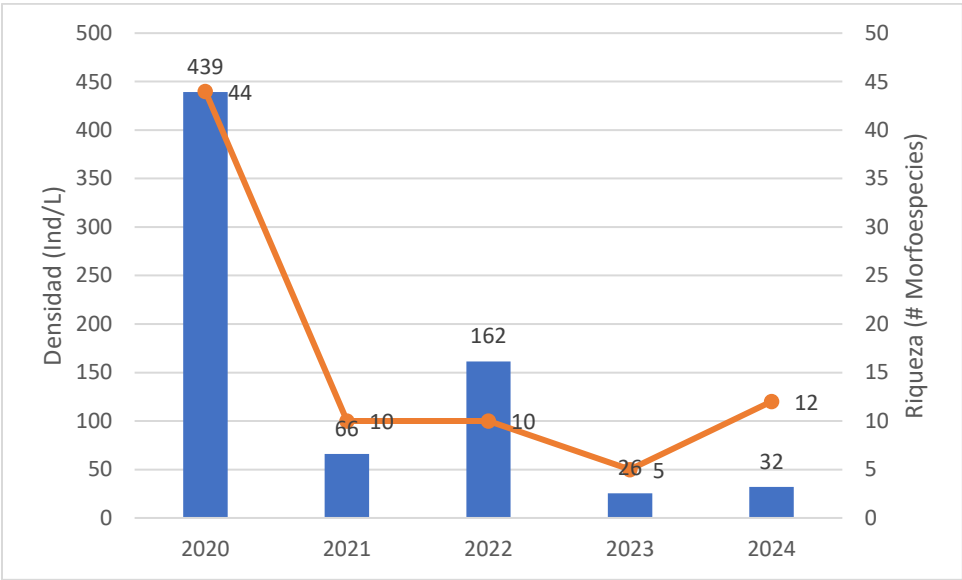


Figura 213. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. La Luisa

6.1.8.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga la Luisa registró el mayor valor en el año 2022 con 8697,8 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 1284,667 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 30 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2022 con 7 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 590 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

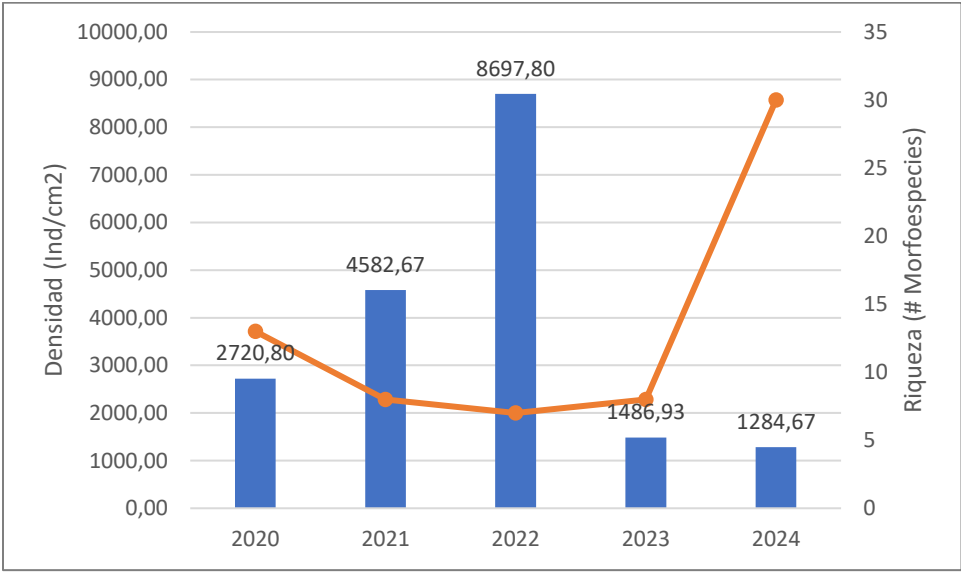


Figura 214. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. La Luisa

6.1.8.4. Macroinvertebrados Benticos

La densidad de la Ciénaga la Luisa registró el mayor valor en el año 2021 con 266,67 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2022 con 2,22 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 6 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2022 y 2023 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

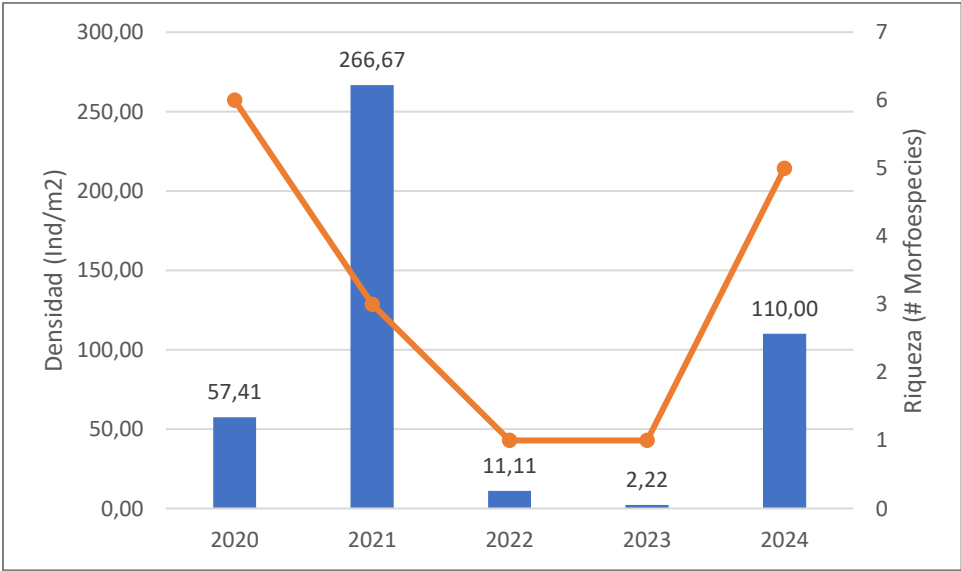


Figura 215. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. La Luisa.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 591 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.8.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga la Luisa solo ha registrado capturas en el año 2022 con 21 Ind. Con una riqueza de 1 morfoespecie, tal como se evidencia en la siguiente figura.

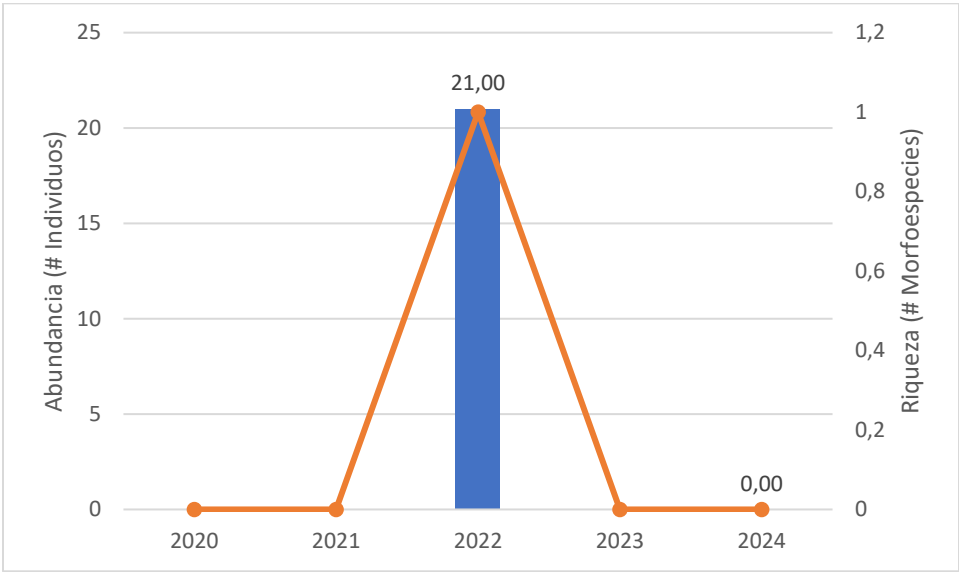


Figura 216. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. La Luisa.

6.1.8.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la Ciénaga la luisa registró el mayor valor en el año 2021 con 4 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en los años 2020y 2023 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 592 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

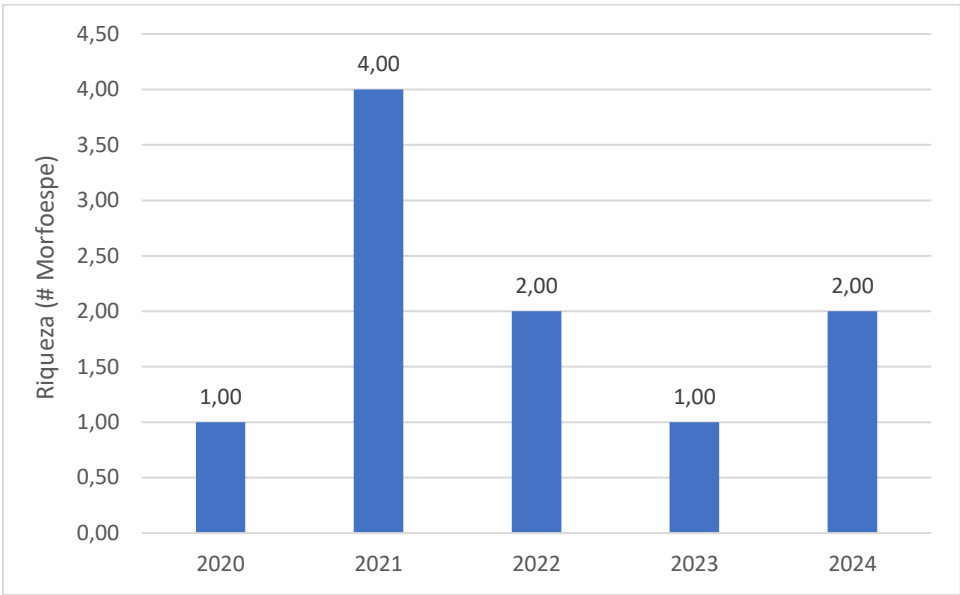


Figura 217. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. la luisa

6.1.9. Ciénaga Manatí

6.1.9.1. Fitoplancton

En la **Figura 218** se presenta el comportamiento de la riqueza y abundancia del fitoplancton en las campañas realizadas desde el 2020. La riqueza se mantuvo en un rango moderado, con valores extremos en 2023 (15 taxa) y 2024 (21 taxa) e intermedios en la campaña del 2020. Es reiterativo, el incremento marcado de la densidad durante la campaña del 2023 causado por la Chlorophyta *Pediastrum dúplex* (69,54% de la abundancia), una microalga típica ecosistemas oligohalinos y con estado trofico tendiente a elevado (CRA, 2023)

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 593 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024



Figura 218. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Manatí.

6.1.9.2. Zooplancton

La ciénaga Manatí muestra fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor alto en 2020 (1306 Ind/L), con pérdida total de la densidad entre 2021 y 2022, seguido por una recuperación en 2023 (646 Ind/L) para luego presentar menores densidades en 2024 (137 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta un comportamiento similar, comenzando con una riqueza alta en 2020 (31 Morfoespecies), experimentando una pérdida absoluta entre 2021 y 2022, seguido de una leve recuperación en 2023 (3 Morfoespecies) que continuó en 2024 (12 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 219**. Este comportamiento contradictorio entre años sugiere un sistema en transición, donde nuevas especies están colonizando el ambiente, pero sin lograr establecer poblaciones numerosas. La ausencia de datos en 2021 y 2022 podría responder a eventos extremos como sequías, inundaciones o vertidos contaminantes que afectaron temporalmente la viabilidad del ecosistema para sostener poblaciones zooplanctónicas (Corporación Autónoma Regional del Atlántico, 2007). La recuperación en términos de biodiversidad, pero no de abundancia en 2024 podría estar relacionada con cambios en la dinámica trófica, donde posiblemente hay mayor presión de depredación sobre el zooplancton o limitaciones de recursos que impiden el crecimiento poblacional a pesar de existir condiciones para la diversificación.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 594 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

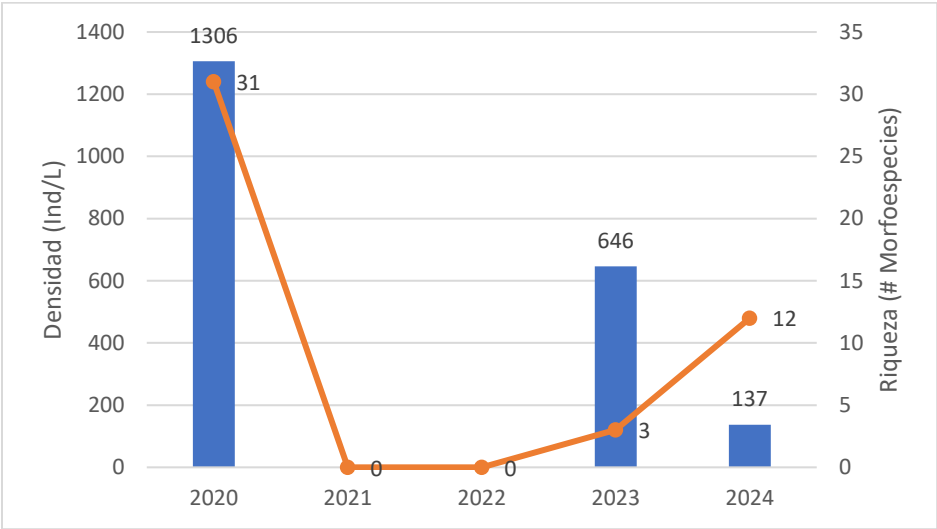


Figura 219. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Manatí

6.1.9.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga Manatí registró el mayor valor en el año 2020 con 10183,15 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 2679,167 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 14 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 7 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

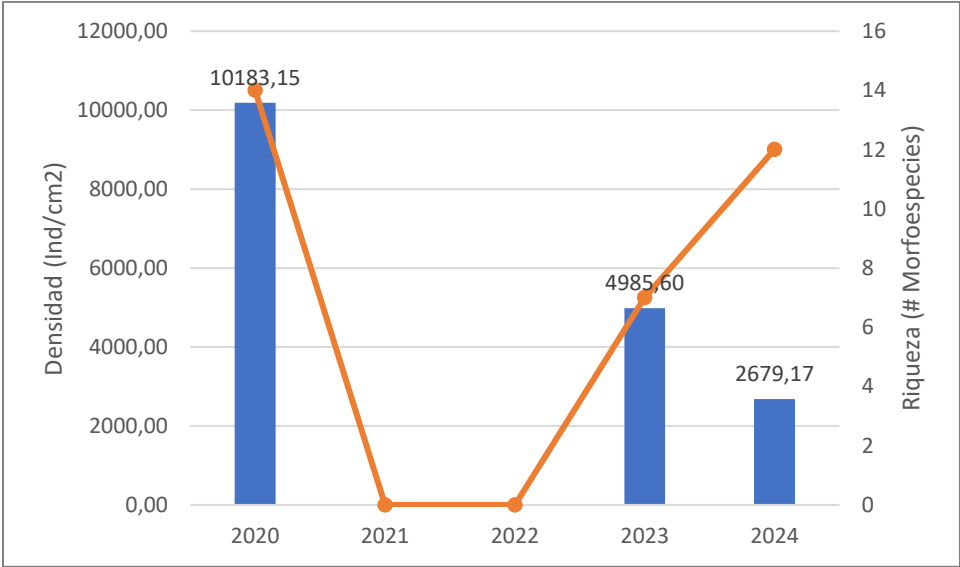


Figura 220. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Manatí

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 595 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.9.4. Macroinvertebrados Benticos

La densidad de la Ciénaga Manati registró el mayor valor en el año 2024 con 240 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2020 con 19,45. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 7 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2020 con 2 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

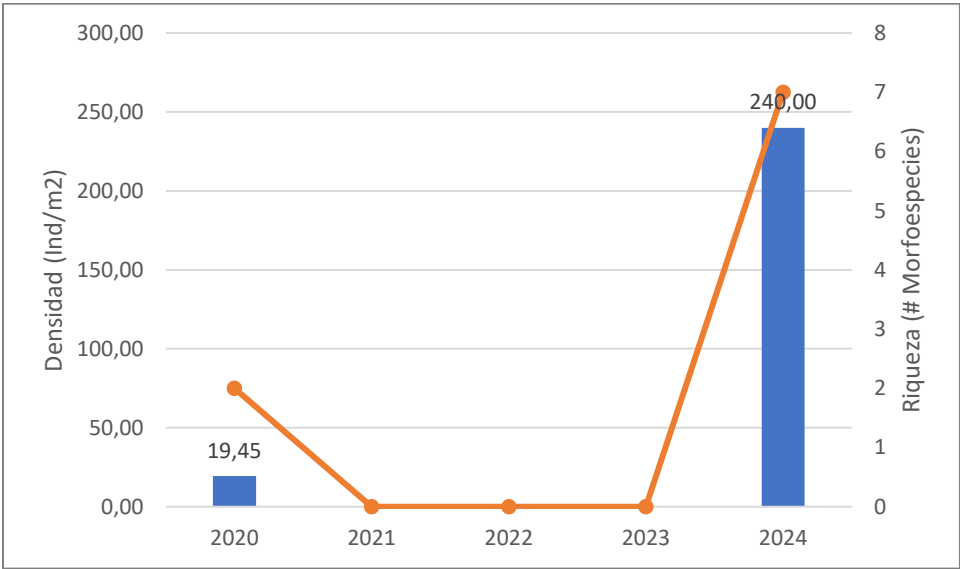


Figura 221. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Manatí

6.1.9.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga Manatí solo ha registrado capturas en el año 2020 con 22 Ind. Con una riqueza de 1 morfoespecie, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 596 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

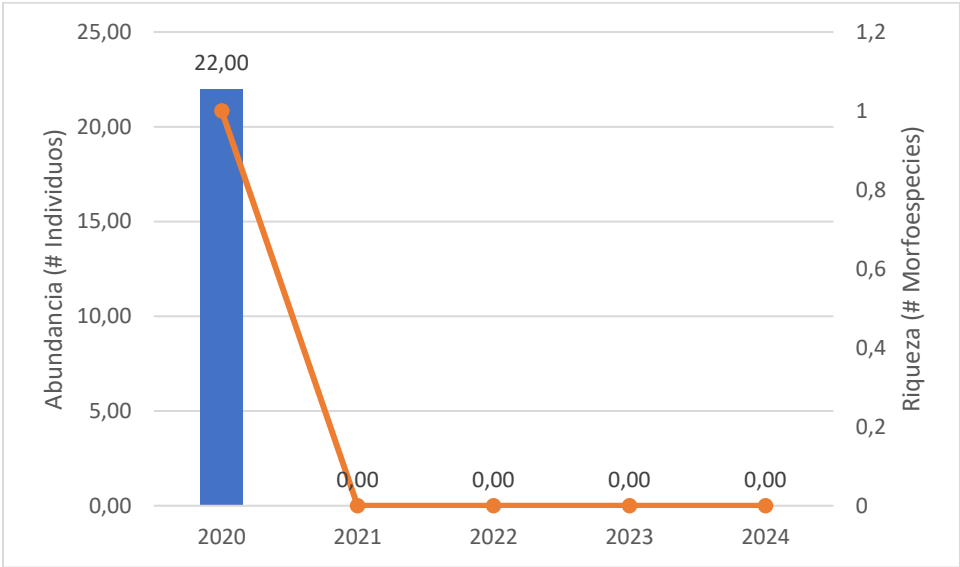


Figura 222. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Manatí

6.1.9.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la Ciénaga Manatí registró el mayor valor en el año 2020 con 3 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en los años 2023 y 2024 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

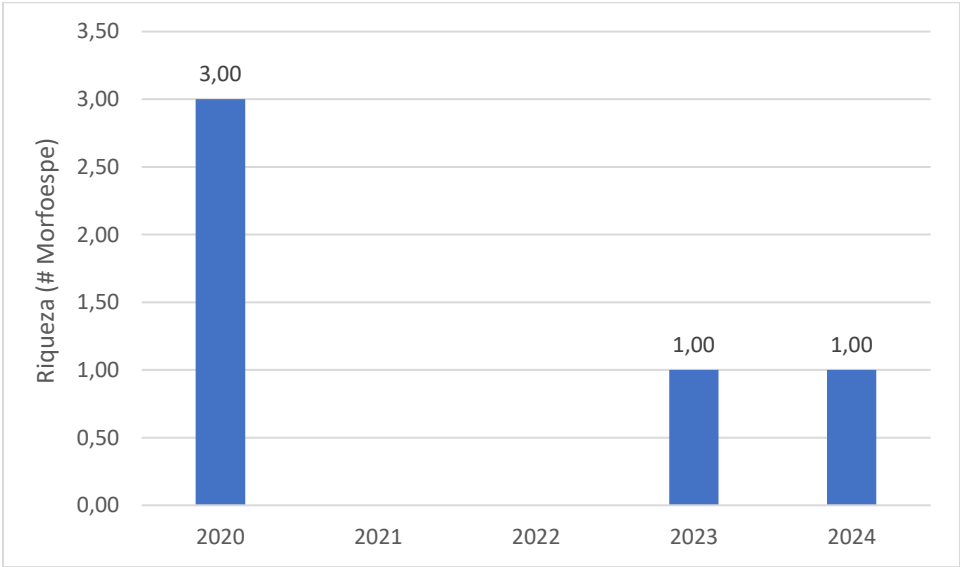


Figura 223. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. Manatí

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 597 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.10. Ciénaga Larga

6.1.10.1. Fitoplancton

La riqueza del fitoplancton osciló entre 11 y 20 morfoespecies durante el periodo de monitoreo. Los valores más altos de riqueza se registraron en 2020, mientras que en 2023 hubo una reducción, coincidiendo con incrementos significativos en la densidad con el predominio de pocas especies *Oscillatoria* sp.2 (40,42 % de la abundancia) *Lepocinclis* sp.1 (23,40 %) y *Surirella* sp. (14,84 %) que sugieren aguas ricas en materia orgánica acumulación de nutrientes y menor circulación de agua (Paerl & Otten, 2013; Bonilla et al., 2012, Triemer & Linton, 1996).

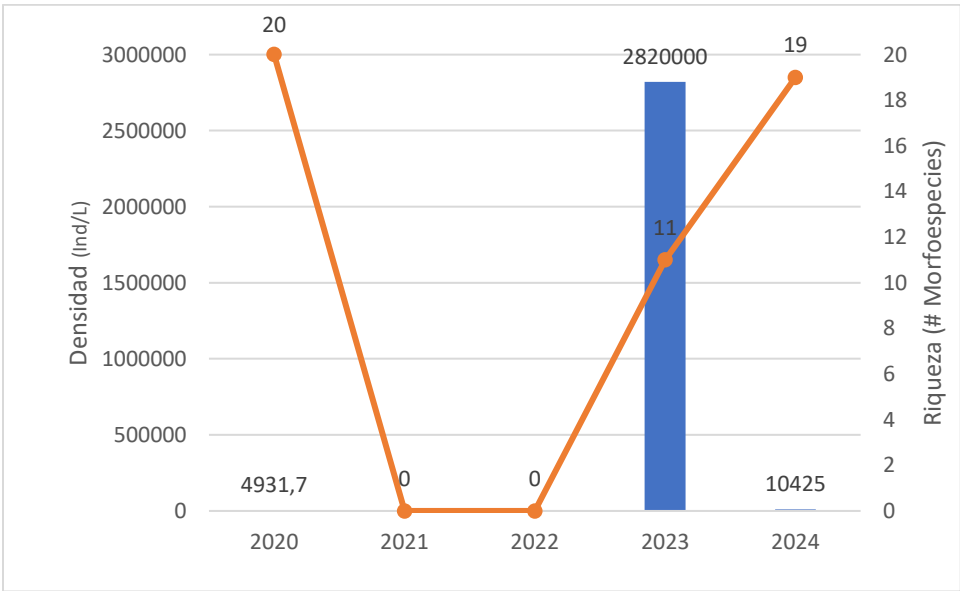


Figura 224. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Larga.

6.1.10.2. Zooplancton

La ciénaga La Larga muestra fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor medio en 2020 (754 Ind/L), con pérdida total de la densidad entre 2021 y 2022, seguido por una leve recuperación en 2023 (77 Ind/L) para luego presentar mayores densidades en 2024 (521 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta un comportamiento similar, comenzando con una riqueza alta en 2020 (25 Morfoespecies), experimentando una pérdida absoluta entre 2021 y 2022, con una leve recuperación 2023 (3 Morfoespecies) que continuó en 2024 (8 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 225**. La ausencia de datos entre 2021 y 2022 podría indicar condiciones tan adversas que impidieron el muestreo o la

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 598 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

presencia de zooplancton detectable. La recuperación parcial en 2023-2024 sugiere un proceso de recolonización tras una perturbación severa. Las ciénagas del departamento del Atlántico frecuentemente experimentan alteraciones drásticas relacionadas con cambios en los regímenes hídricos, contaminación o deterioro de hábitats (Corporación Autónoma Regional del Atlántico, 2007). La fauna zooplanctónica parece estar en fase de recuperación, pero los valores de 2024 aún están lejos de los registrados en 2020, lo que indica un proceso de recuperación lento y posiblemente incompleto.

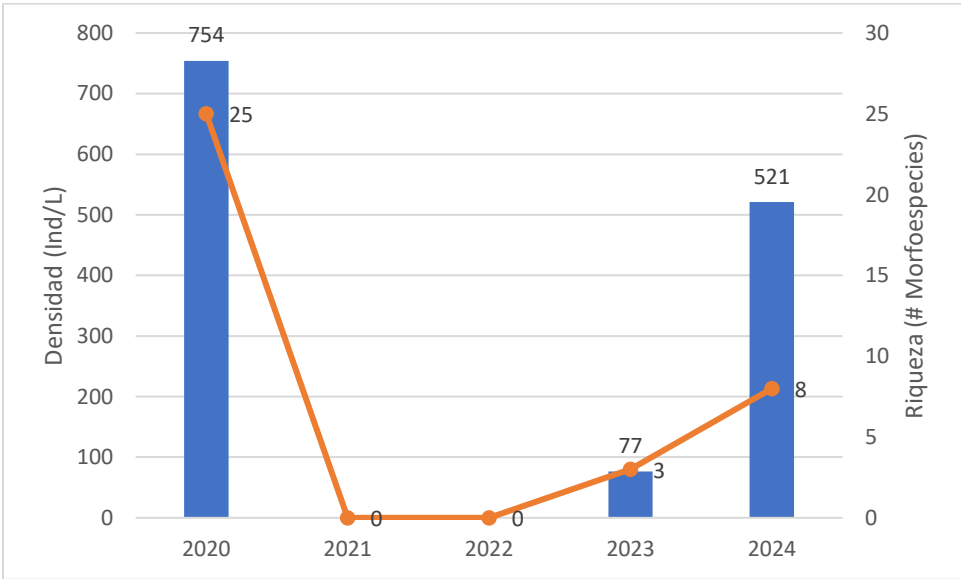


Figura 225. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. La Larga

6.1.10.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga La Larga registró el mayor valor en el año 2024 con 5005 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2020 con 3917,65 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 17 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2024 con 10 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 599 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

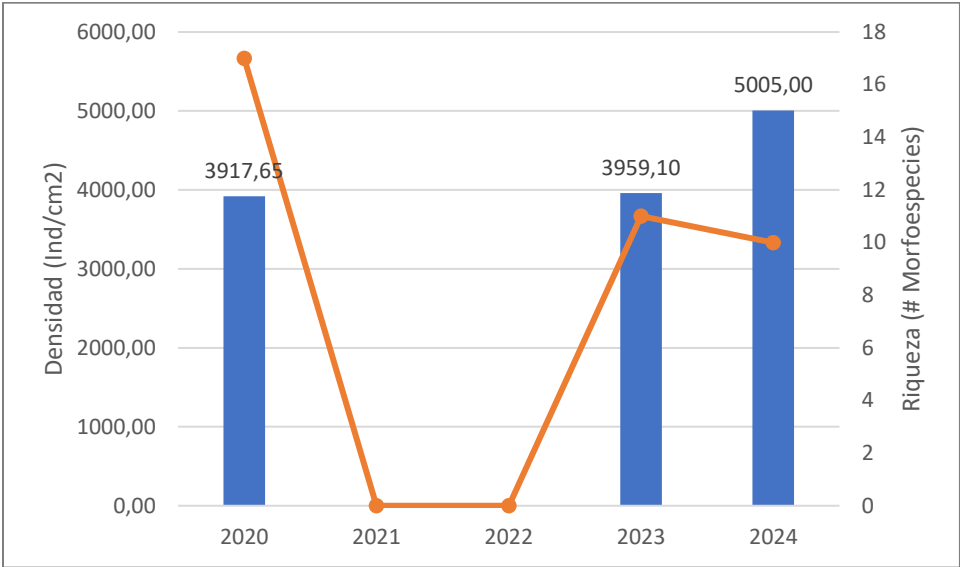


Figura 226. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. La Larga

6.1.10.4. Macroinvertebrados Benticos

La densidad de la Ciénaga La Larga registró el mayor valor en el año 2024 con 40 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2020 con 12,035. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 2 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2020 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 600 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

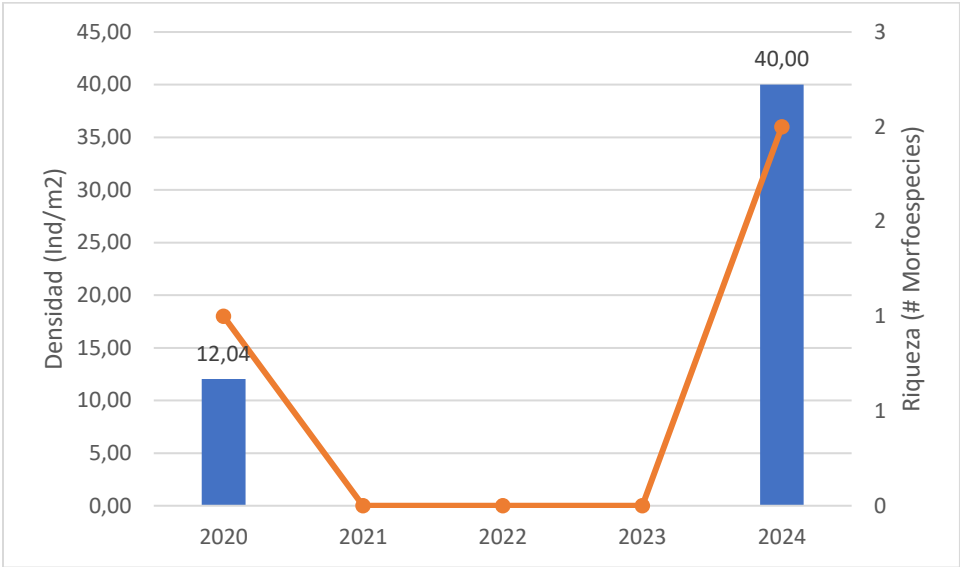


Figura 227. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. La Larga

6.1.10.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga la Larga solo ha registrado capturas en el año 2020 con 92 Ind. Con una riqueza de 1 morfoespecie, tal como se evidencia en la siguiente figura.

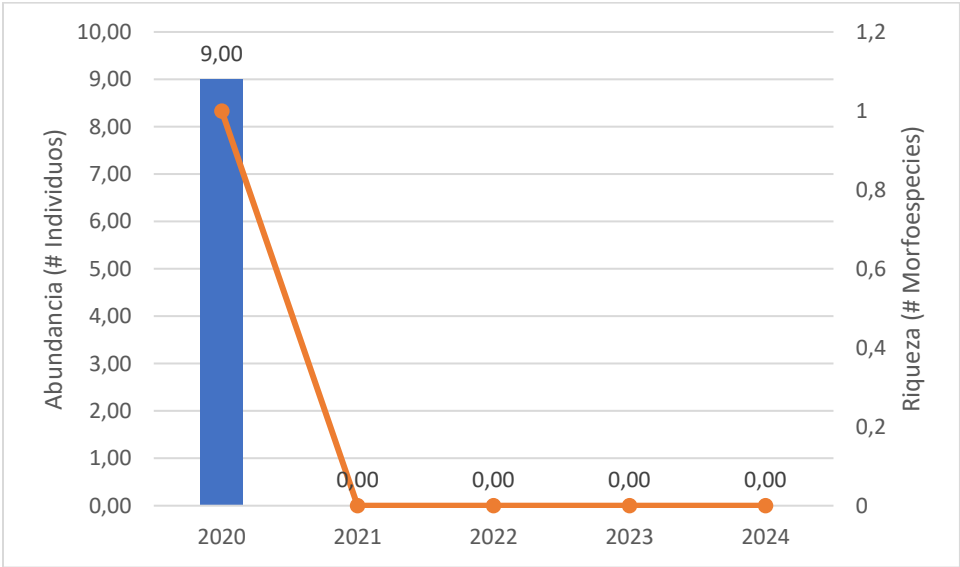


Figura 228. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. La Larga

6.1.10.6. Macrofitas acuáticas

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 601 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

La Riqueza de la Ciénaga la larga registró el mayor valor en el año 2024 con 6 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en los años 2020 y 2023 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

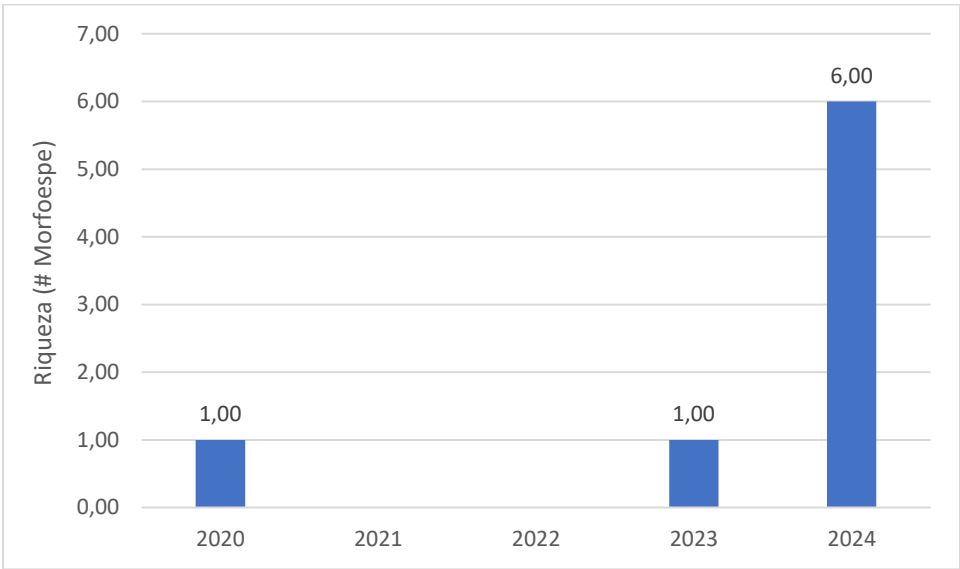


Figura 229. Historico de la riqueza de macrofitas acuaticas de la C. la larga

6.1.11. Río Magdalena

6.1.11.1. Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica del río Magdalena durante la campaña de 2020 exhibe la mayor riqueza específica con 43 morfoespecies, que paulatinamente se reduce a nueve (9) en 2022, a partir de la cual aumenta progresivamente hasta en 2024 registra 35 morfoespecies. Un comportamiento similar se dio para la densidad, la cual descendió de 1743 ind/L en 2020 a 786 ind/L en 2021 aumentando en sutilmente en 2022 hasta alcanzar su máximo crecimiento 21.314 ind/L en 2024.

Este comportamiento es modulado por los eventos hidrológicos que modifican el contenido de nutrientes, sedimentos, la conectividad con los humedales y ciénagas adyacentes que favorecen el intercambio de especies, la estabilidad de microhábitats que permite coexistencia de especies con diferentes requerimientos (Thorp et al., 2006; Wetzel, 2001).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 602 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

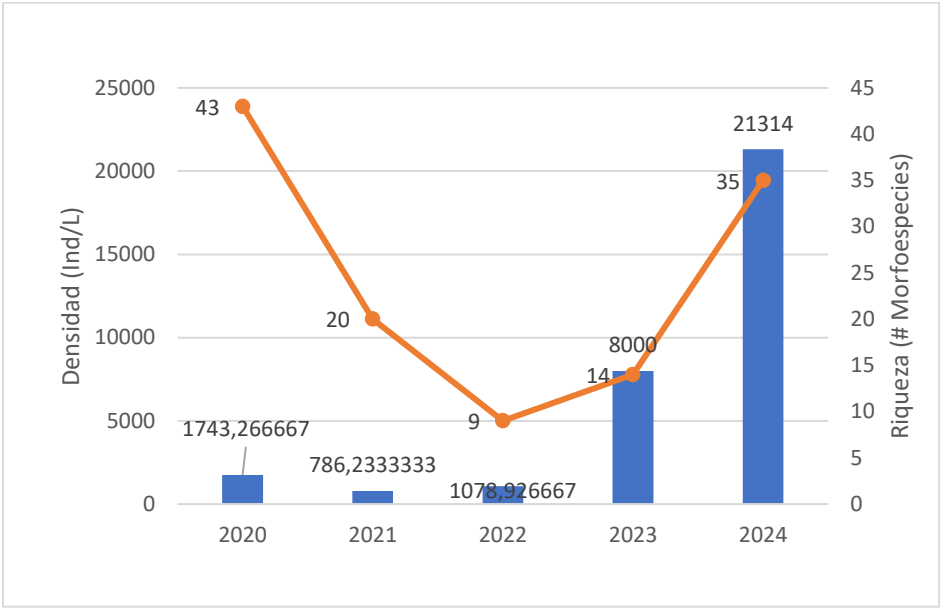


Figura 230. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton en el río Magdalena.

6.1.11.2. Zooplancton

Por su parte, el río Magdalena presenta grandes fluctuaciones en la densidad: comienza con un valor alto en 2020 (95 Ind/L), disminuyendo en 2021 (25 Ind/L), continuando con lo que aparentemente es un colapso total de la comunidad zooplanctónica en el 2022 (0 Ind/L), más se explica por pérdida de información; mientras que en 2023 se observó una leve recuperación (10 Ind/L) que continuó durante el 2024 (17 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que siguen las mismas fluctuaciones que la densidad, en 2020 se observó la mayor riqueza (12 Morfoespecies), disminuyendo a 10 Morfoespecies en 2021, continuando la disminución de la riqueza a nueve (9) Morfoespecies en 2022 y a seis (6) Morfoespecies en 2023; observándose una leve recuperación en 2024 (11 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 231**. El comportamiento que se observa en el río, riqueza baja (6-12 especies) y densidades mínimas (10-95 Ind/L), es típica de ambientes lóticos con alta turbulencia.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 603 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

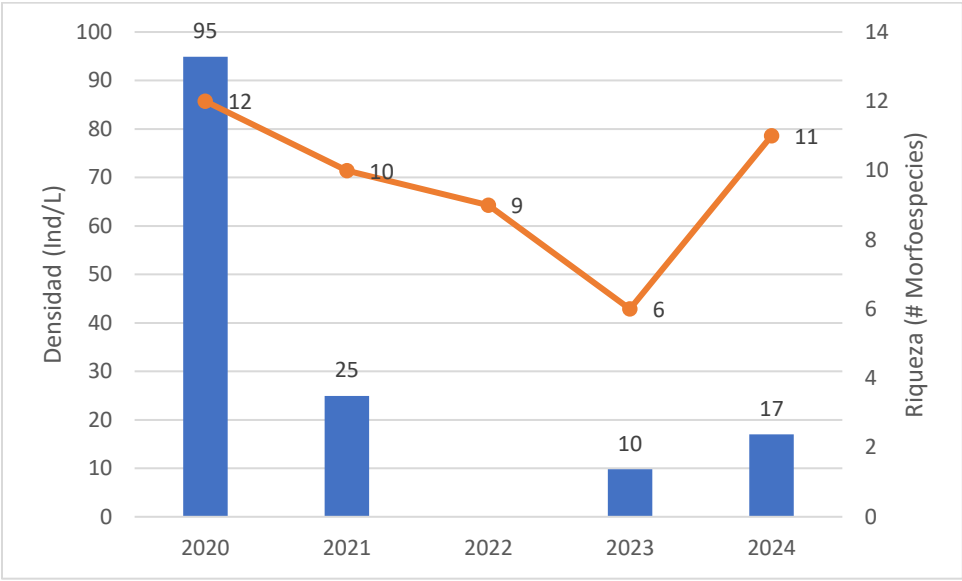


Figura 231. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton del rio Magdalena

6.1.11.3. Perifiton

La densidad de la Rio Magdalena registró el mayor valor en el año 2022 con 3673,593 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2020 con 660. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 17 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2020 con 12 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

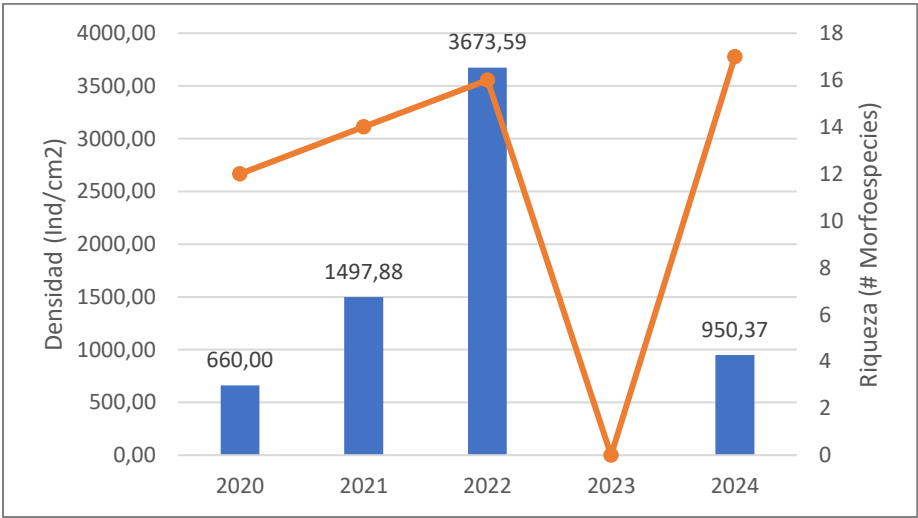


Figura 232. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton del Rio Magdalena

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 604 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.1.11.4. Macroinvertebrados Bentonicos

La densidad de la Rio Magdalena registró el mayor valor en el año 2024 con 580 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2022 con 14,81 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 20 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2021 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

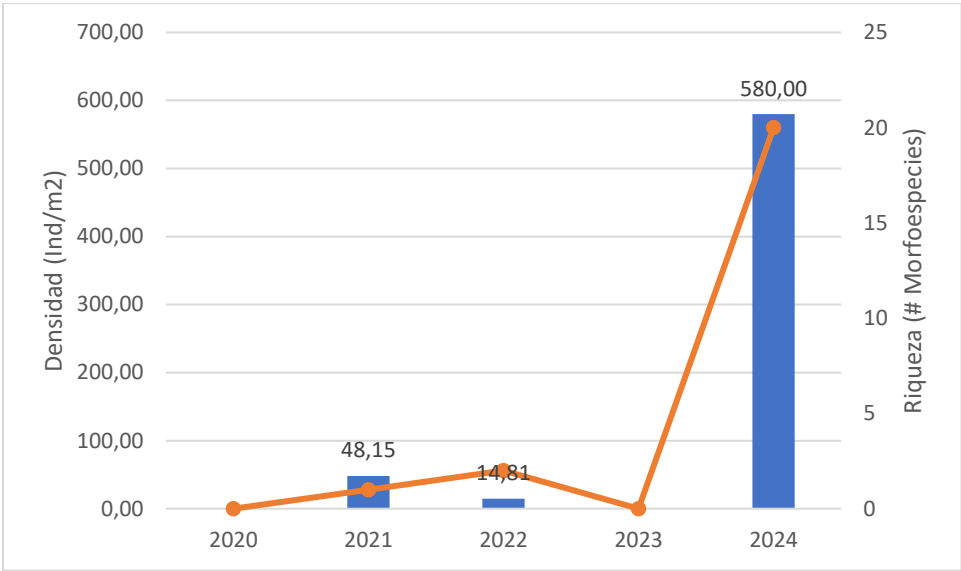


Figura 233. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton del Río Magdalena

6.1.11.5. Peces

La abundancia de la Rio Magdalena registró el mayor valor en el año 2023 con 20 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2024 con 6 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 14 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 2 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 605 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

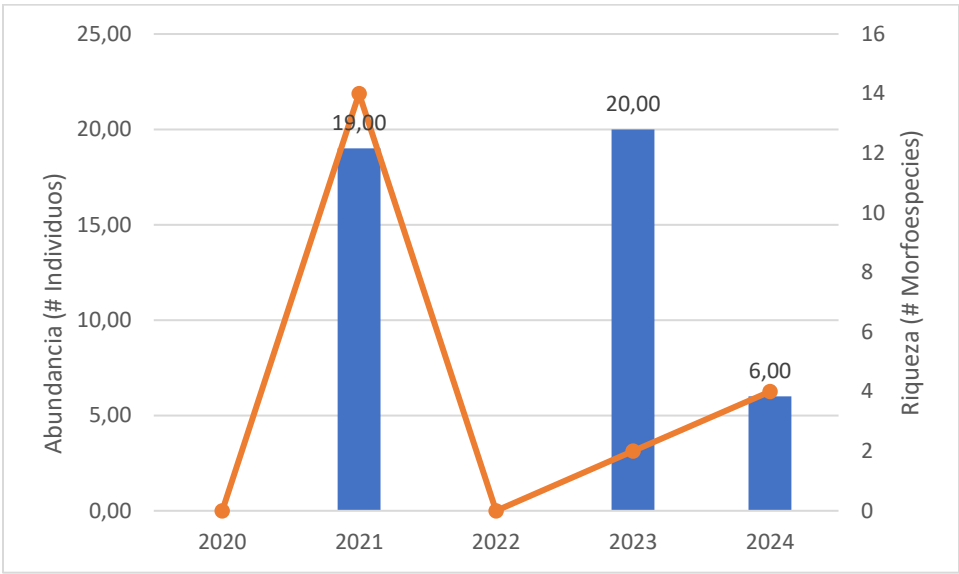


Figura 234. Historico de la densidad y la riqueza de Peces del río magdalena

6.1.11.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza del rio magdalena registró el mayor valor en el año 2024 con 6 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en el año 2023 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

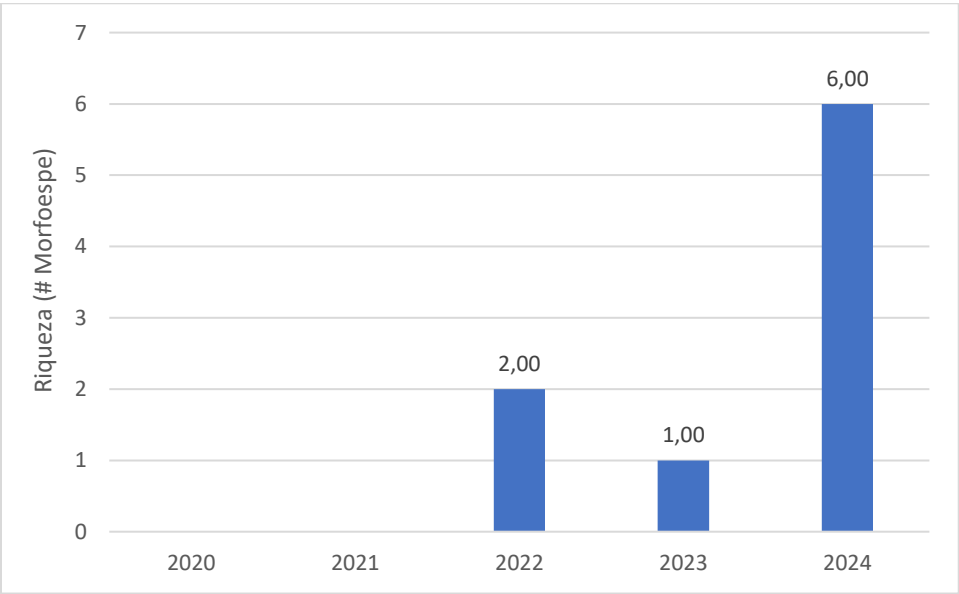


Figura 235. Historico de la riqueza dezooplancton del rio magdalena.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 606 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.2. Cuenca Canal del Dique

6.2.1. Ciénaga de Luruaco

6.2.1.1. Fitoplancton

La riqueza fitoplanctónica de la cienaga de Luruaco fue baja durante todo el periodo, con un máximo de 22 morfoespecies en el 2020, que disminuyeron gradualmente hasta 4 morfoespecies en el 2024. En términos de densidad, el sistema mostró un comportamiento extremo en 2023, donde se registró una floración masiva (5'8125.000 Ind/L) dominada por *Pseudanabaena* sp, con el 91% de los individuos (CRA, 2023). En contraste, los años 2020, 2021 y especialmente 2024 reportaron valores mucho menores. Esta reducción sugiere la acción de factores que limitan la complejidad del ensamblaje fitoplanctónico, como una menor disponibilidad de nutrientes esenciales, alteraciones en la estabilidad de la columna de agua, aumento en la presión selectiva por filtradores, así como posibles cambios en los regímenes de mezcla y tiempos de retención, los cuales afectan directamente los procesos de colonización y sucesión de las especies microalgales.

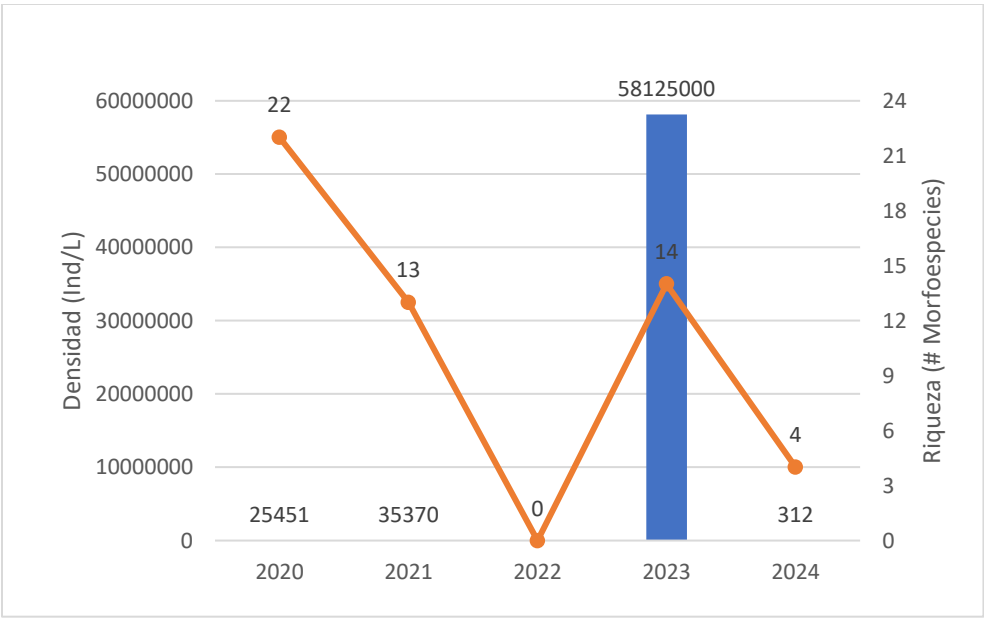


Figura 236. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. de Luruaco.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 607 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.2.1.2. Zooplancton

La Ciénaga de Luruaco presenta ligeras fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor alto en 2020 (5830 Ind/L), disminuyendo en 2021 (3149 Ind/L), continuando con el colapso total de la densidad en el 2022 (0 Ind/L); presentando una leve recuperación en 2023 (884 Ind/L) y de nuevo una pérdida de densidad en el 2024 (370 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que siguen las mismas fluctuaciones que la densidad, en 2020 se observó la mayor riqueza (47 Morfoespecies), disminuyendo a 12 Morfoespecies en 2021, continuando la disminución de la riqueza a 0 Morfoespecies durante el colapso del 2022, con una recuperación en 2023 (6 Morfoespecies); aumentando en 2024 (9 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 237**. El comportamiento que se observa en la ciénaga de Luruaco podría asociarse al aislamiento causado por la pérdida de conexión natural y artificial con el embalse del Guájaro, lo que podría llevar a la acumulación de materia orgánica, y posiblemente episodios de hipoxia. La baja riqueza persistente sugiere dominancia de especies resistentes (como puede ser el caso de *Brachionus calyciflorus*) adaptadas a condiciones fluctuantes.

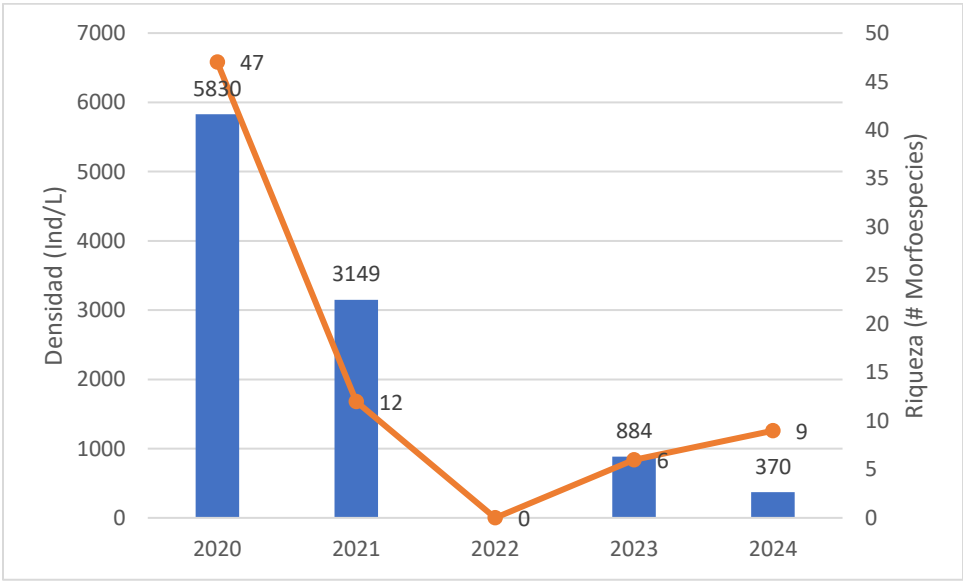


Figura 237. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Luruaco

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 608 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.2.1.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga de Luruaco registró el mayor valor en el año 2020 con 30153,9 Ind/cm² Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 3916,67 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 14 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2021 y 2024 con 7 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

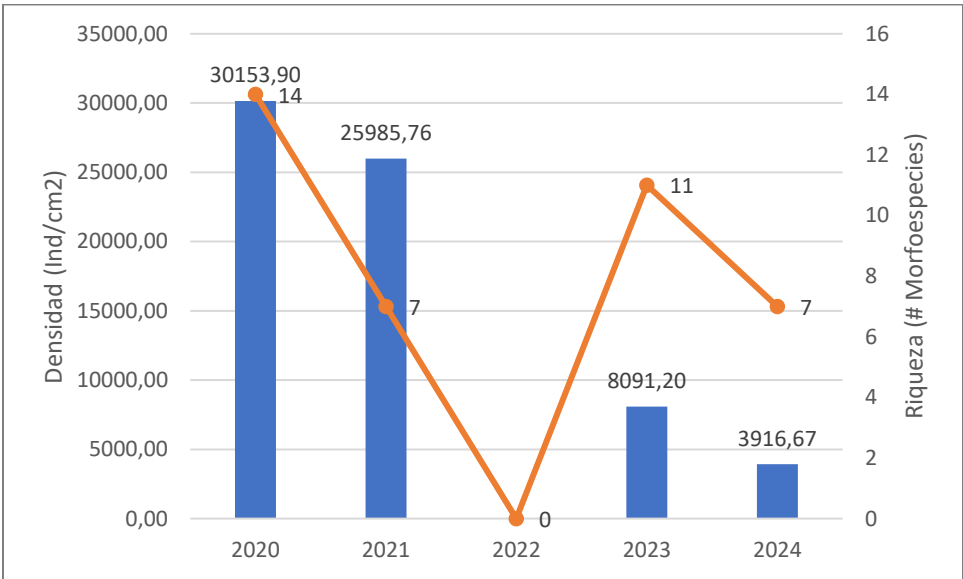


Figura 238. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Luruaco

6.2.1.4. Macroinvertebrados Benticos

La densidad de la Ciénaga de Luruaco registró el mayor valor en el año 2024 con 3440 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2020 con 33,33 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 7 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 2 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 609 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

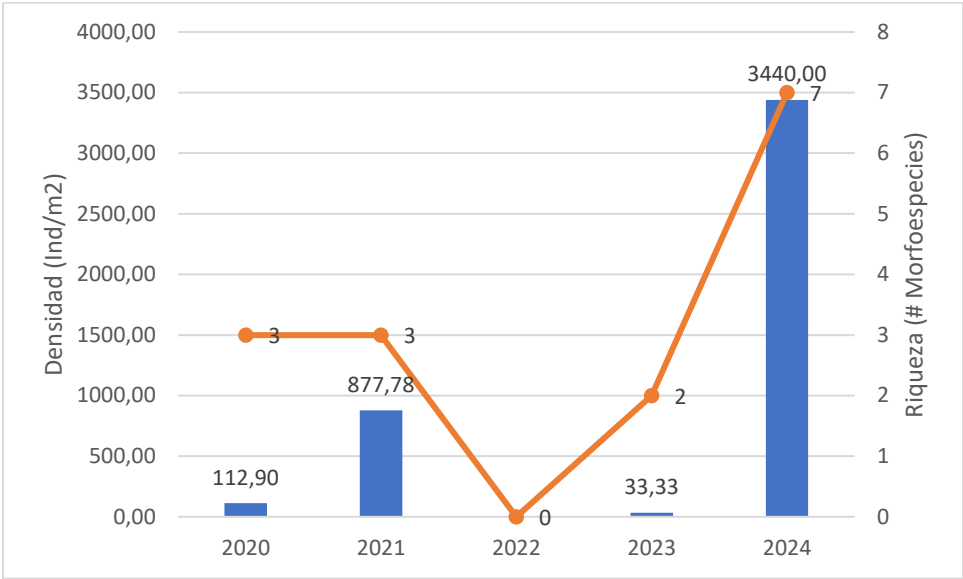


Figura 239. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Luruaco

6.2.1.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga de Luruaco registró el mayor valor en el año 2021 con 146 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2024 con 4 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 5 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2020, 2023 y 2024, con 4 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 610 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

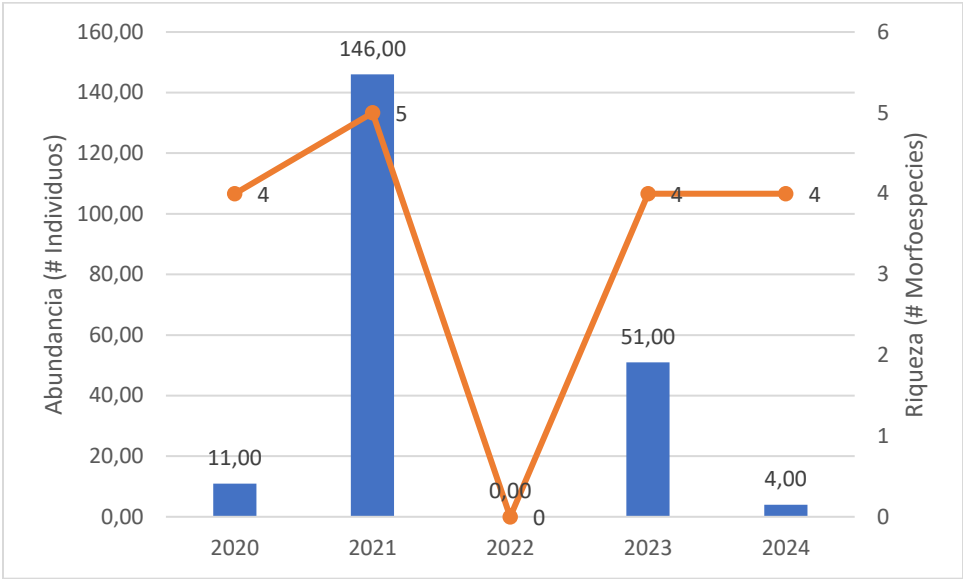


Figura 240. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Luruaco

6.2.1.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la C. de Luruaco registró el mayor valor en el año 2024 con 3 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en el año 2020 con dos morfoespecies, tal como se muestra en la siguiente figura.

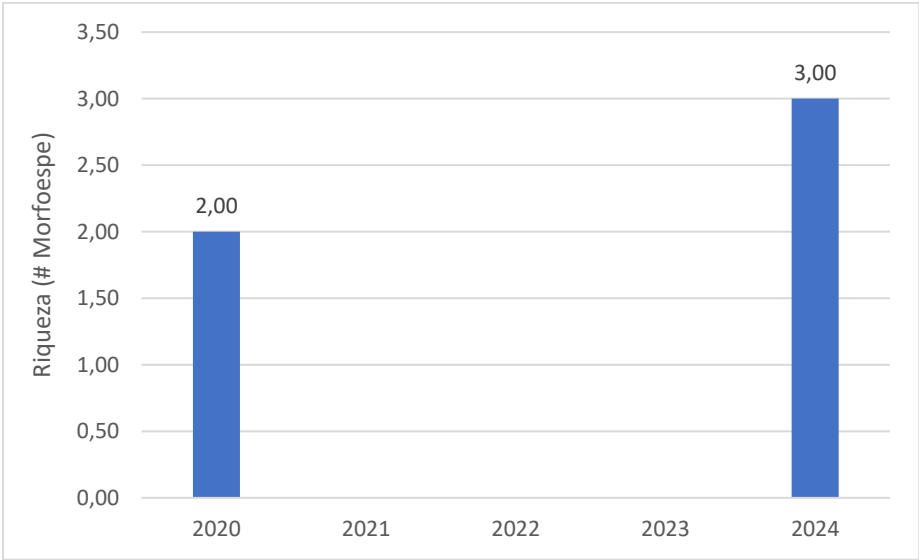


Figura 241. Historico de la riqueza de zooplancton de la C. Luruaco

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 611 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.2.2. Ciénaga de Tocagua

6.2.2.1. Fitoplancton

La riqueza fitoplanctónica en la ciénaga de Tocagua alcanzó su valor máximo en 2021, con 22 morfoespecies, disminuyendo progresivamente hasta registrar solo 6 en 2024 (**Figura 242**). Este patrón fue inverso al observado en la densidad, que aumentó de 38.291,5 ind/L en 2020 hasta un pico en 2023 con 34.820.000 ind/L. Esta elevada abundancia estuvo dominada por unas pocas morfoespecies, principalmente *Nitzschia* sp.1 (35,79 %), *Anabaena* sp. (31,25 %) y *Pseudanabaena* sp. (22,83 %), organismos conocidos por su amplio rango de tolerancia ecológica, lo que les permite prosperar en condiciones de alta carga orgánica, anoxia y variabilidad ambiental (Reynolds, 2006; Paerl & Otten, 2013). Finalmente, para el 2024 se reporta la menor densidad microalgal, dada por seis morfoespecies adaptadas a las características del sistema.

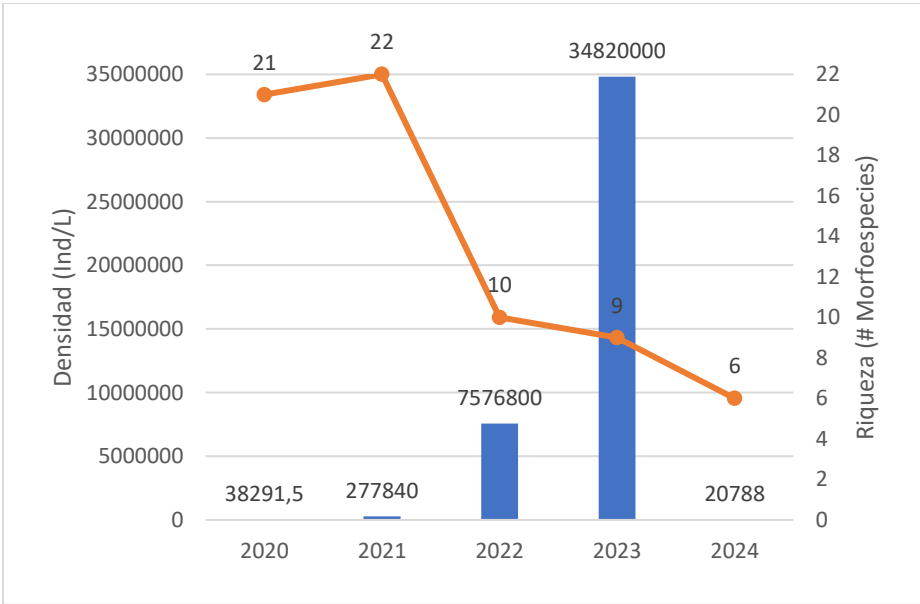


Figura 242. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. de Tocagua.

6.2.2.2. Zooplancton

La Ciénaga de Tocagua presenta ligeras fluctuaciones en la densidad: comienza con un valor alto en 2020 (665 Ind/L), disminuyendo en 2021 (131 Ind/L), presentando una leve recuperación en el 2022 (236 Ind/L); y mejorando su recuperación en 2023 (610 Ind/L), para de nuevo una presentar una pérdida de densidad en el 2024 (307 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que siguen las mismas fluctuaciones que la densidad, en 2020 se

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 612 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

observó la mayor riqueza (43 Morfoespecies), disminuyendo en 2021 (4 Morfoespecies), con una leve recuperación en 2022 (6 Morfoespecies), para volver a perder riqueza en 2023 (2 Morfoespecies); aumentando de nuevo en 2024 (6 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 243**. El comportamiento que presenta el fitoplancton en la ciénaga de Tocagua podría asociarse al aislamiento causado por la pérdida de conexión natural y artificial con la ciénaga de Luruaco, lo que asociado a las descargas agrícolas podría llevar al Bloom del 2023, donde a baja riqueza persistente sugiere dominancia de especies resistentes adaptadas a condiciones fluctuantes.

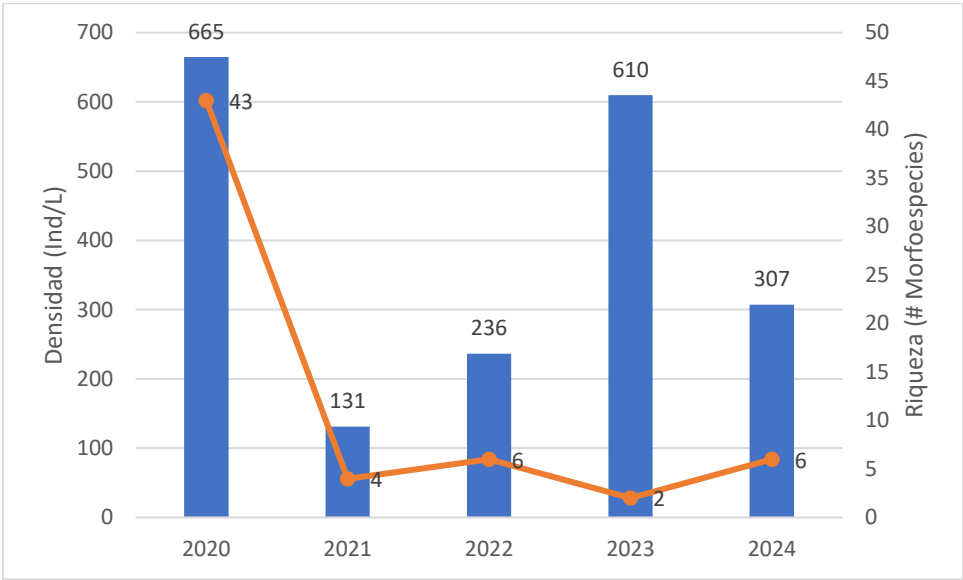


Figura 243. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Tocagua

6.2.2.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga de Tocagua registró el mayor valor en el año 2021 con 146619,585 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 166,000 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 16 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2021 con 7 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 613 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

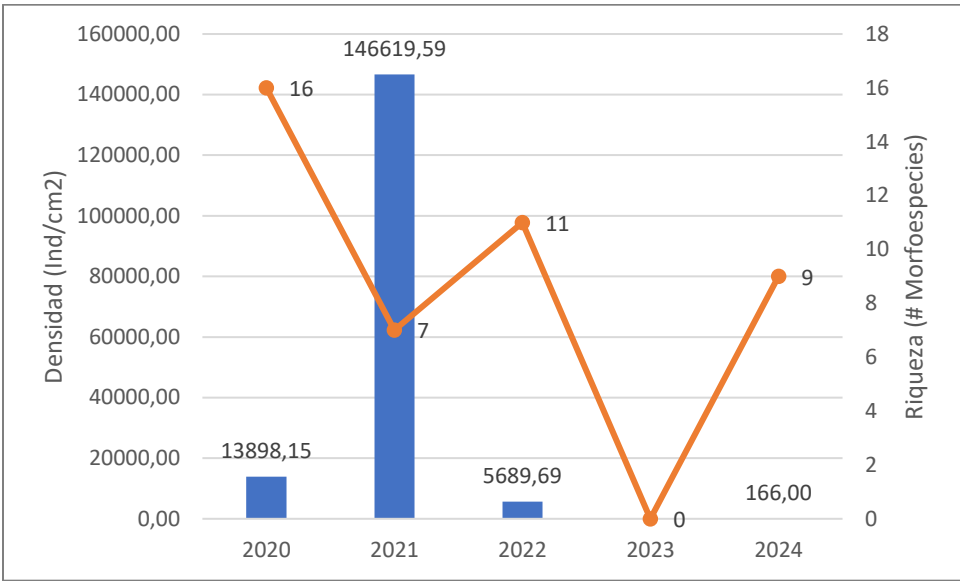


Figura 244. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Tocagua

6.2.2.4. Macroinvertebrados Bentonicos

La densidad de la Ciénaga de Tocagua registró el mayor valor en el año 2022 con 2087,04 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2023 con 168,89 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en los años 2024 y 2021 con 5 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2020, 2022 y 2023 con 4 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 614 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

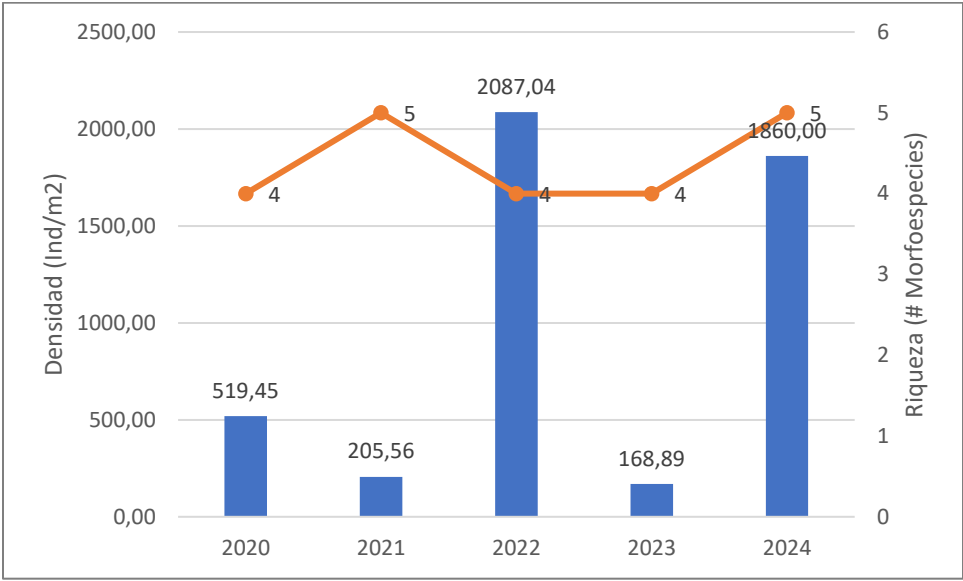


Figura 245. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Tocagua.

6.2.2.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga de Tocagua registró el mayor valor en el año 2022 con 26 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2023 con 1 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 4 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2020 y 2023 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

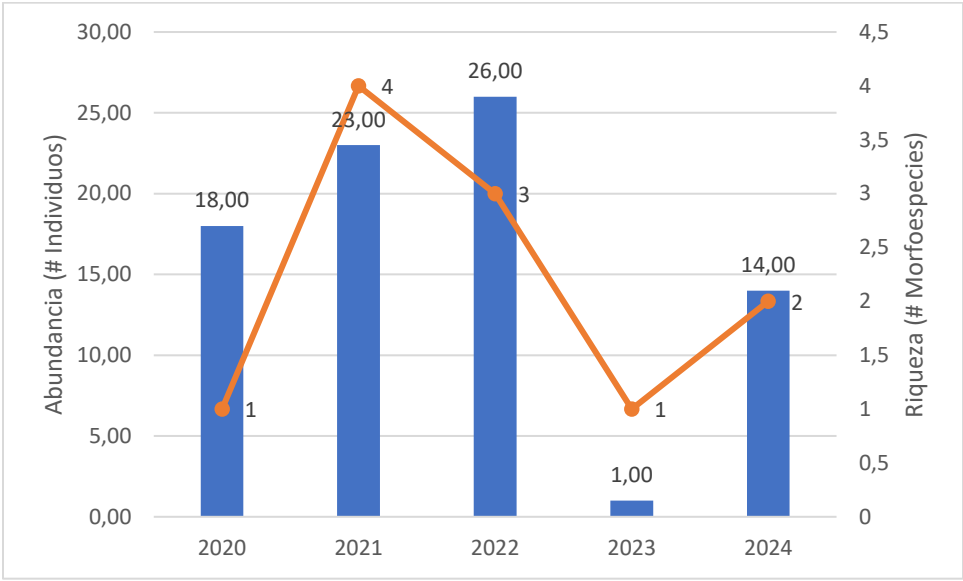


Figura 246. Historico de la densidad y la riqueza de Peces de la C. Tocagua

6.2.2.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la C. de tocagua registró el mayor valor en el año 2024 con 5 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en los años 2022 y 2023 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

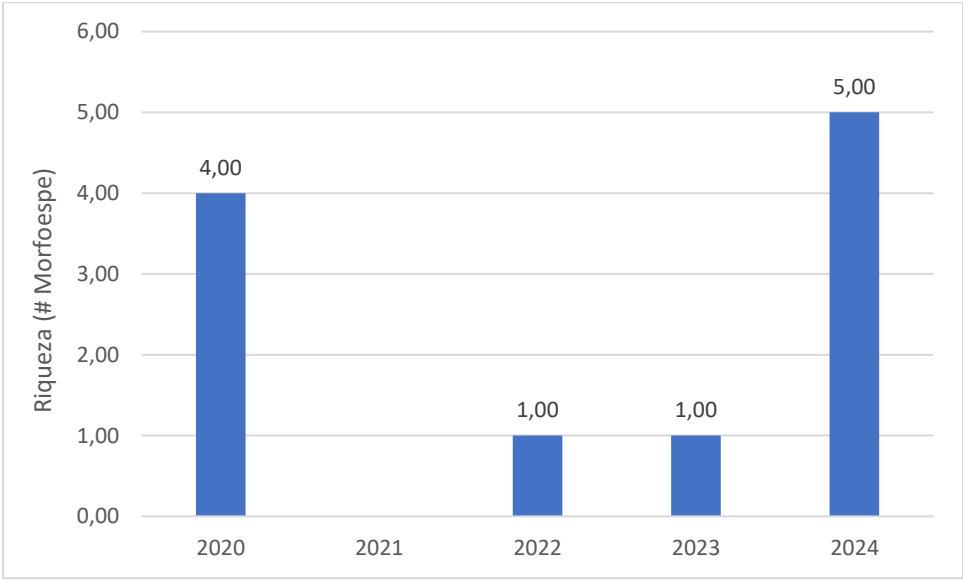


Figura 247. Historico de la riqueza dezooplancton de la C. tocagua

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 616 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.2.3. Embalse el Guájaro

6.2.3.1. Fitoplancton

Las dos campañas correspondientes a la temporada de aguas altas analizadas durante el quinquenio se caracterizan por presentar poca variación en riqueza de especies como se observa en la **Figura 248** con 32 y 37 morfoespecies. En cuanto a densidad, durante el monitoreo del año 2021 se presentó el mayor número de individuos por litro que casi cuatriplica los registrados durante el último monitoreo. Este comportamiento sugiere una comunidad moderadamente diversa, con fluctuaciones interanuales que podrían estar relacionadas con la variabilidad en el manejo hidráulico del sistema y la entrada de nutrientes. En años con mayor apertura de compuertas, la mezcla del agua pueden facilitar la incorporación de nuevas especies o el resurgimiento de aquellas en baja abundancia.

En relación a la variabilidad de la densidad, La aparición y comportamiento de floraciones fitoplanctónicas pueden estar influenciados principalmente por las altas concentraciones de nutrientes producto de descargas domésticas y agrícolas, la renovación del agua que favorece o no el estancamiento y las temperaturas elevadas propias del clima tropical, y la presencia de especies tolerantes como *Planktothrix* sp. y *Pseudanabaena* sp., capaces de proliferar en condiciones eutróficas persistentes (CRA, 2020–2023).

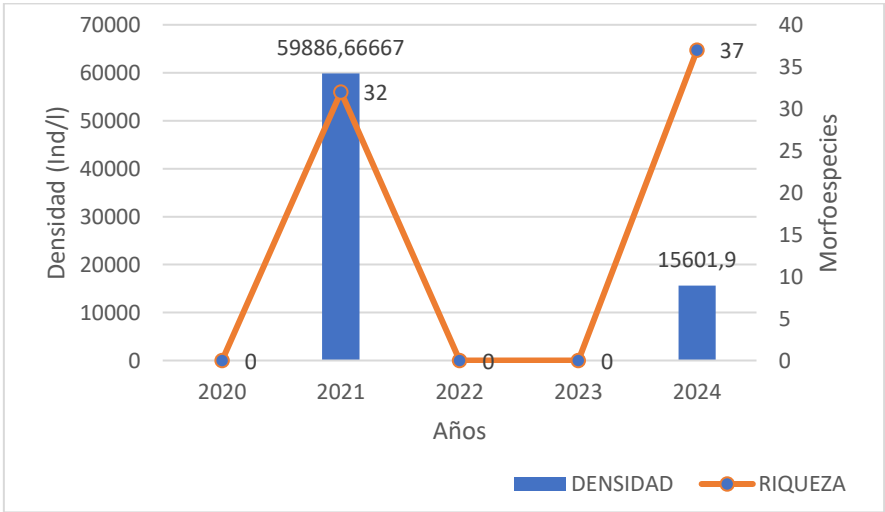


Figura 248. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton en el Embalse el Guájaro.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 617 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.2.3.2. Zooplancton

Han sido pocos los muestreos realizados en el Embalse del Guájaro durante la temporada de aguas altas (como es el caso del presente estudio) se observa una densidad muy baja en 2021 (187 Ind/L), con un incremento significativo para el 2024 (2767 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores similares a los de la densidad, una riqueza media en 2021 (23 Morfoespecies), con elevada en 2023 (99 Morfoespecies), para volver a una riqueza media en 2024 (19 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 249**. El comportamiento que presenta el fitoplancton en el Embalse del Guájaro podría asociarse a la operación errática de las compuertas que comunican con el canal del Dique, lo que asociado a las descargas agrícolas podría llevar al Bloom del 2024.

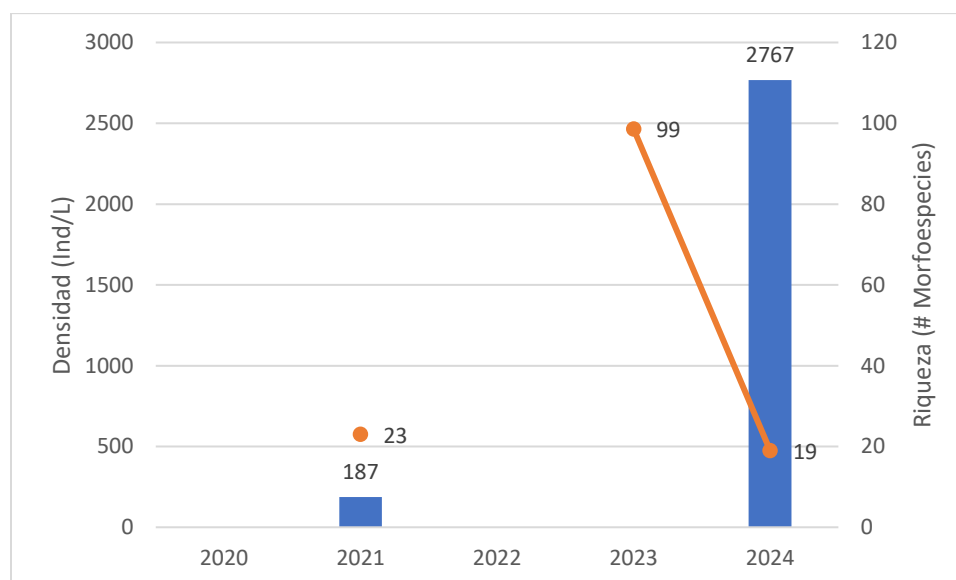


Figura 249. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton del Embalse del Guájaro

6.2.3.3. Perifiton

La densidad del Embalse del Guájaro registró el mayor valor en el año 2021 con 15561,057 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 4978,306 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 34 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2024 con 17 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 618 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

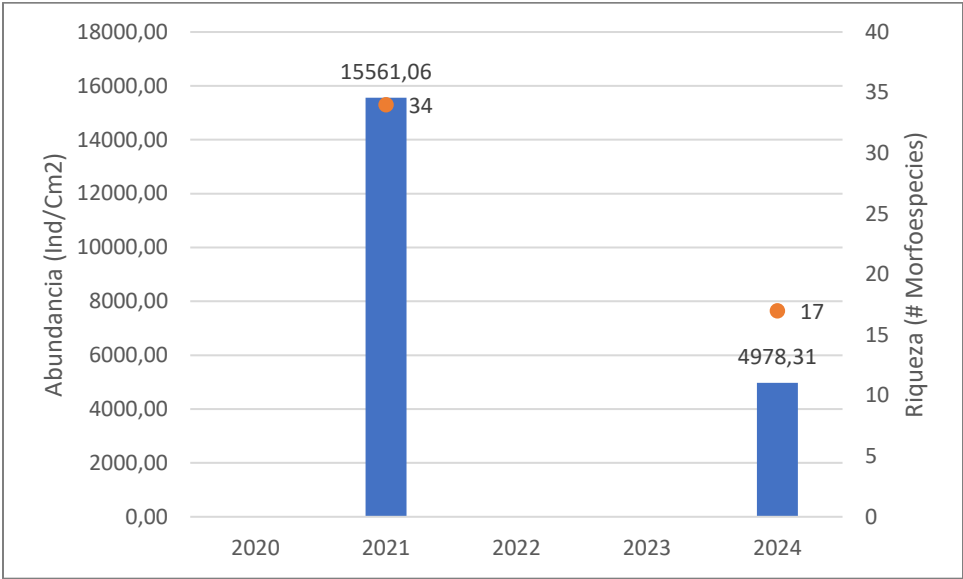


Figura 250. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton del Embalse del Guajaro

6.2.3.4. Macroinvertebrados Benticos

La densidad del Embalse el Guájaro registró el mayor valor en el año 2024 con 34270 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2021 con 8507,41. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 11 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2021 con 5 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

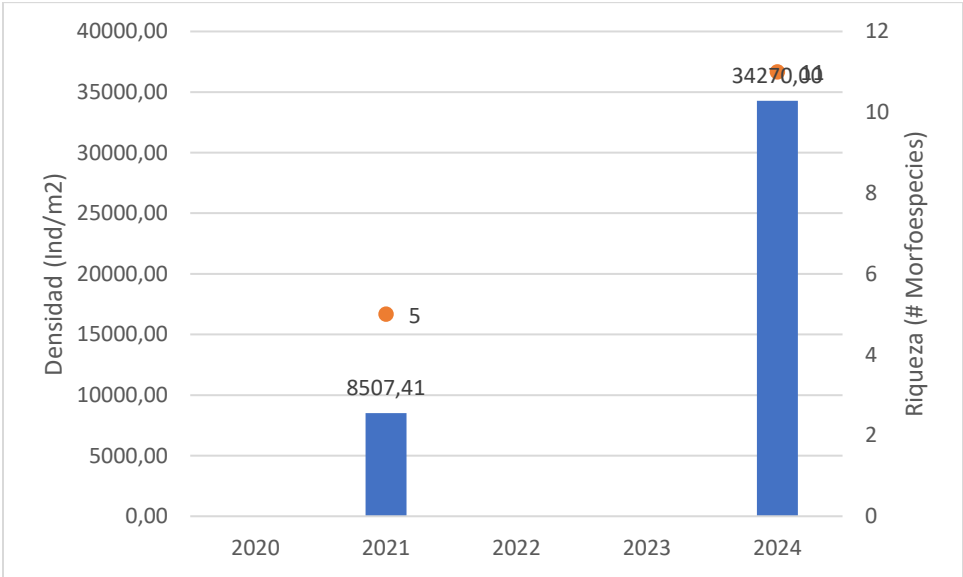


Figura 251. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton del Embalse Del Guajaro

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 619 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.2.3.5. Peces

La abundancia del Embalse el Guájaro registró el mayor valor en el año 2021 con 75 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2024 con 8 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 8 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2024 con 3 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

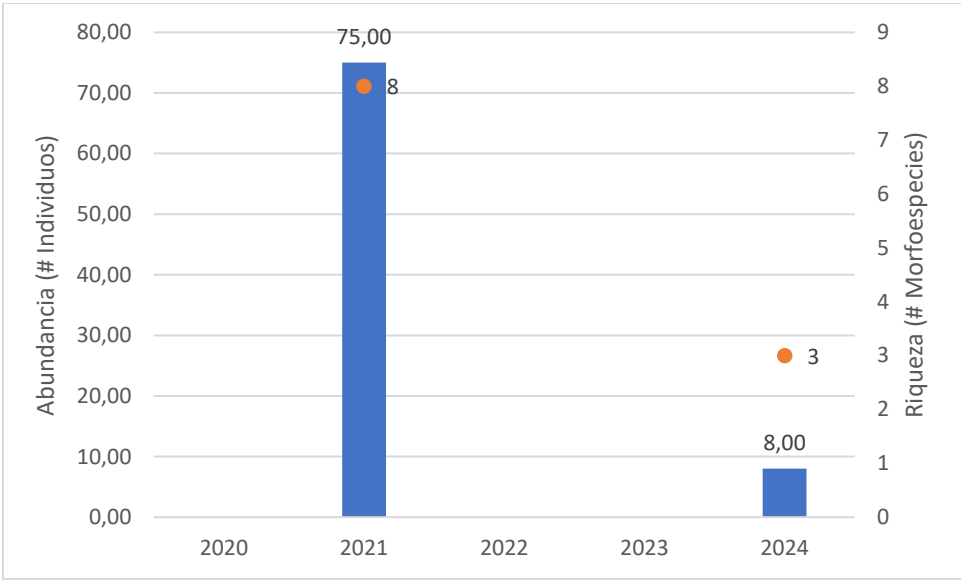


Figura 252. Historico de la densidad y la riqueza de Peces del Embalse del Guajaro

6.2.3.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza del embalse del guajaro registró el mayor valor en el año 2024 con 8 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en el año 2021 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 620 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

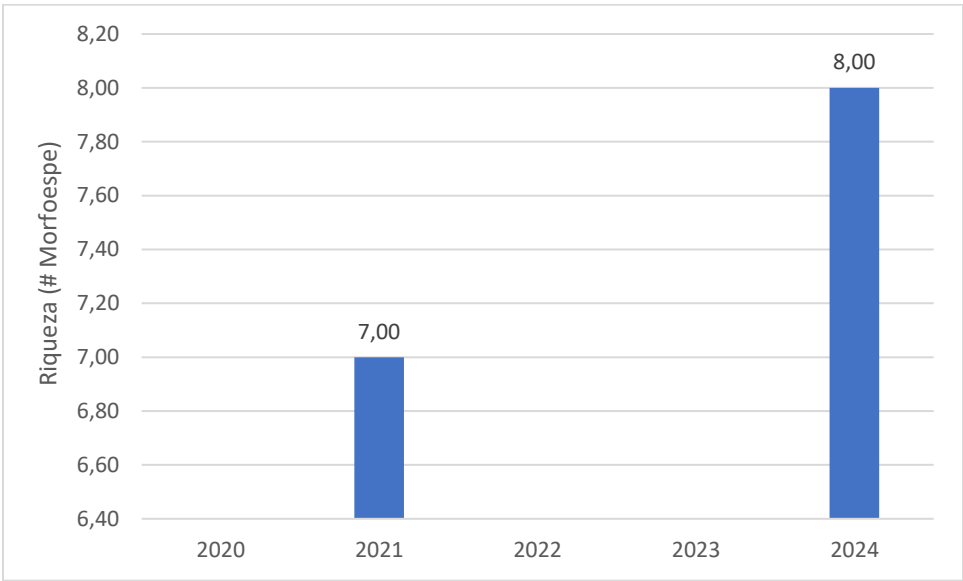


Figura 253. Historico de la riqueza dezooplancton del embalse del guajaro.

6.3. Cuenca Litoral

6.3.1. Ciénaga del Totumo

6.3.1.1. Fitoplancton

La riqueza fitoplanctónica en la ciénaga del Totumo se mantuvo baja durante el periodo 2020–2023. En 2020 se registraron 15 morfoespecies, cifra que aumento levemente a 17 en 2021. En 2022 y 2023 descendieron hasta 6 morfoespecies; Para 2024, la riqueza se se incremento a 23 morfoespecies, evidenciando que durante aguas altas es receptor de morfoespecies alóctonas.

En términos de densidad, las dos primeras campañas registraron valores bajos, con *Planktothrix* como el taxón dominante. El menor valor se observó en 2022, con 311,7 ind/L, destacándose la presencia numérica de *Aulacoseira* sp. Esta especie adquirió una importancia en aguas bajas del 2023, durante un evento de floración (1.478.000 ind/L), en que representó aproximadamente el 95 % del total de los individuos. En 2024, la densidad disminuyó a un valor intermedio, y *Planktothrix* volvió a aportar de manera significativa a la abundancia fitoplanctónica (CRA, 2020–2024).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 621 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

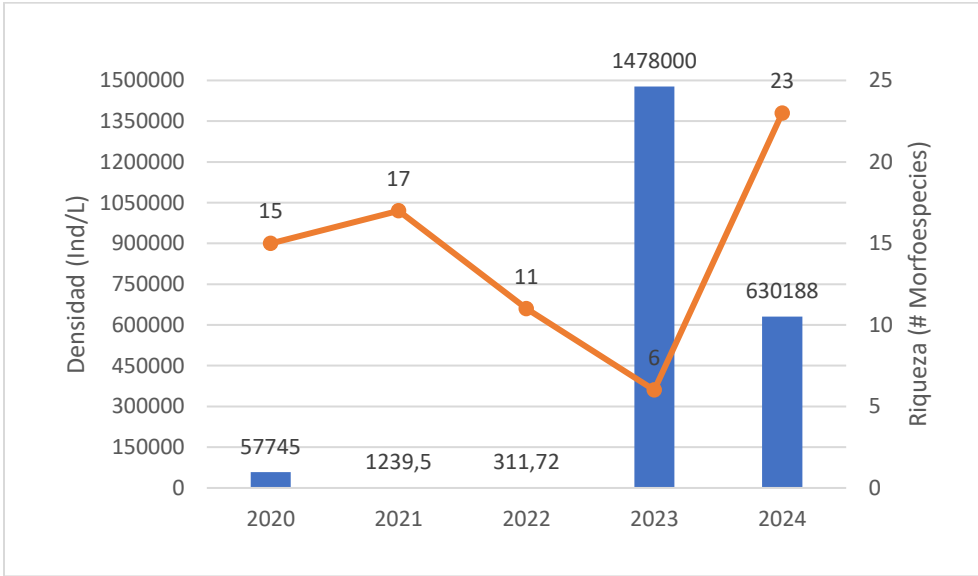


Figura 254. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. del Totumo.

6.3.1.2. Zooplancton

La ciénaga del Totumo muestra fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor alto en 2020 (2521 Ind/L), disminuyendo drásticamente en 2021 (239 Ind/L), continúa una recuperación leve en 2022 (388 Ind/L), alcanzando su punto más bajo 2023 (43 Ind/L) y se recupera en gran parte en el 2024 (1667 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta valores que siguen las mismas tendencias que la densidad, oscilando entre 48 Morfoespecies en 2020 y cinco (5) Morfoespecies en 2023, para luego incrementar ligeramente a 12 Morfoespecies en 2024, como se observa en la **Figura 255**. Esta tendencia sugiere estrés por contaminación (ej. agroquímicos) y reducción del flujo hídrico, producto de la perdida de conexión con el mar.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 622 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

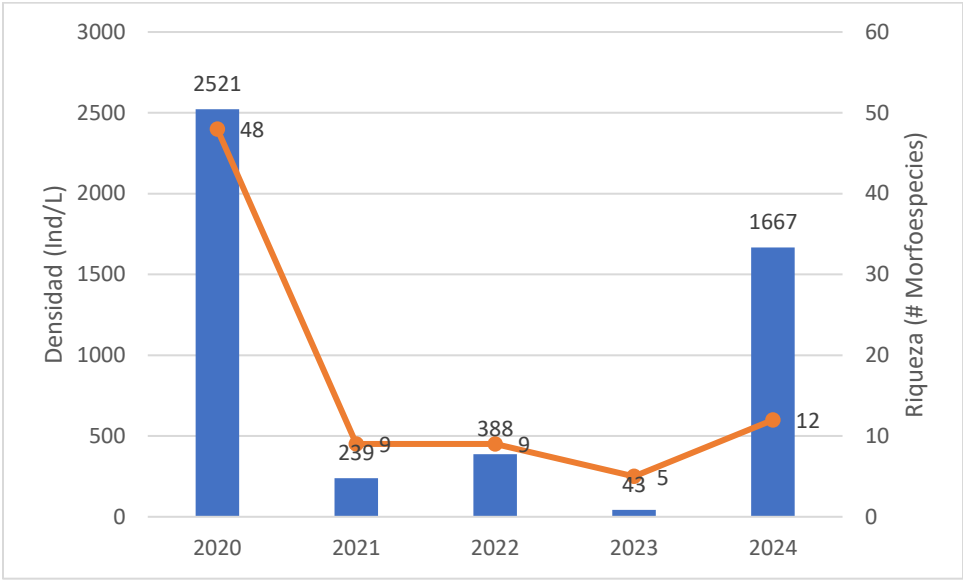


Figura 255. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Totumo

6.3.1.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga del Totumo registró el mayor valor en el año 2022 con 6942,5 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 3219,556 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 17 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 9 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 623 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

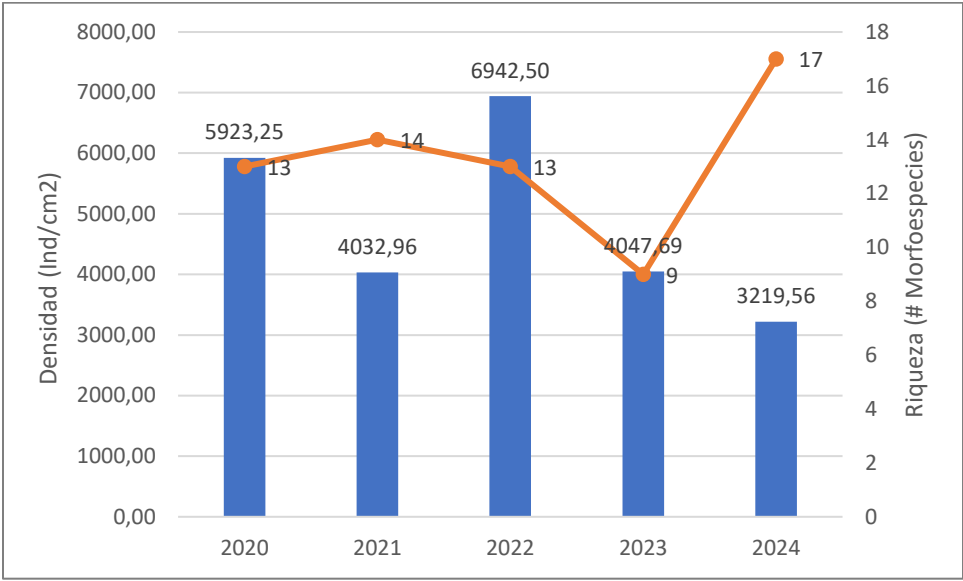


Figura 256. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Totumo

6.3.1.4. Macroinvertebrados Bentonicos

La densidad de la Ciénaga del Totumo registró el mayor valor en el año 2024 con 32810 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2023 con 81,11 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 9 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 2 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 624 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

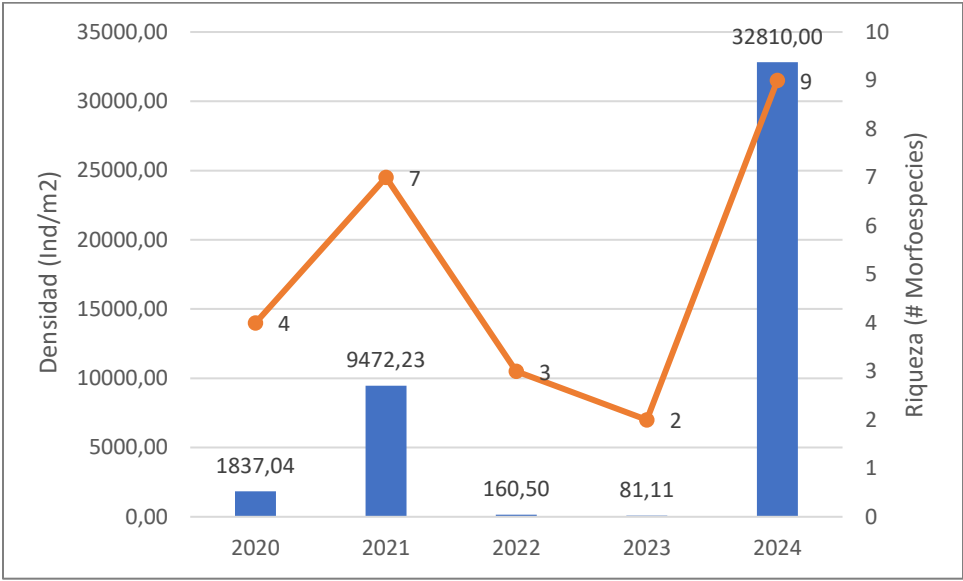


Figura 257. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Totumo

6.3.1.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga del Totumo registró el mayor valor en el año 2020 con 39 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2023 con 6 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en los años 2021 y 2024 con 3 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 625 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

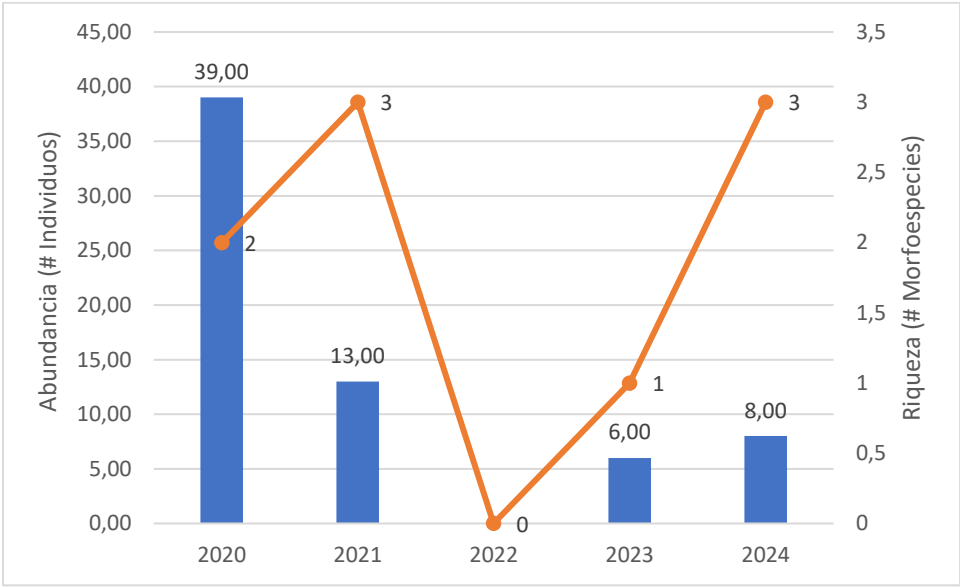


Figura 258. Historico de la densidad y la riqueza de peces de la C. Totumo

6.3.1.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la C. Totumo registró el mayor valor en el año 2024 con 7 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en el año 2020 con tres morfoespecies, tal como se muestra en la siguiente figura.

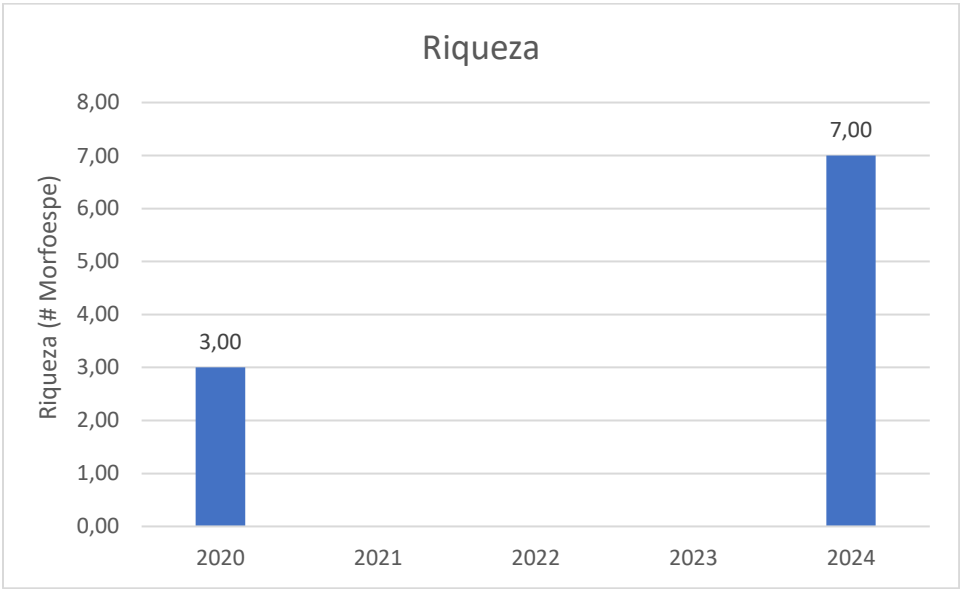


Figura 259. Historico de la riqueza dezooplancton de la C. totumo

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 626 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.3.2. Ciénaga de Balboa

6.3.2.1. Fitoplancton

La riqueza fitoplanctónica en la ciénaga de Balboa mostró una variación en 2021 de 13 morfoespecies a su máximo con 21 morfoespecies en 2022. Posteriormente, en 2023 se redujo a 11 y en 2024 ligeramente se incrementó a 15, lo que indica una comunidad oscilante en respuesta a las condiciones del entorno.

La densidad mostró un comportamiento marcado por un pico extraordinario en 2023, alcanzando 17.048.896 Ind/L, correspondiente a un evento de floración masiva dominado por *Nitzschia sp.1* con el 99 % de la densidad (CRA, 2023). En los demás años, los valores fueron bajos (903 Ind/L) en 2021 a moderados en 2022 (15.737 Ind/L) y 2024 (37.892 Ind/L). en cada uno de los cuales las morfoespecies predominantes fueron diferentes tipos de diatomeas: *Lyrella sp* en 2021, *Navicula sp. 2* en el 2022 y *Nitzschia sp.* junto *Aphanocapsa sp* en 2024.

Estos resultados reflejan la variabilidad temporal de las condiciones ambientales del sistema, las cuales favorecen distintas morfoespecies según factores como el nivel del agua, la disponibilidad de nutrientes, la conectividad con otros cuerpos de agua (Mar Caribe y arroyos) y la estabilidad de la columna de agua entre otros (Reynolds, 2006; Wetzel, 2001)

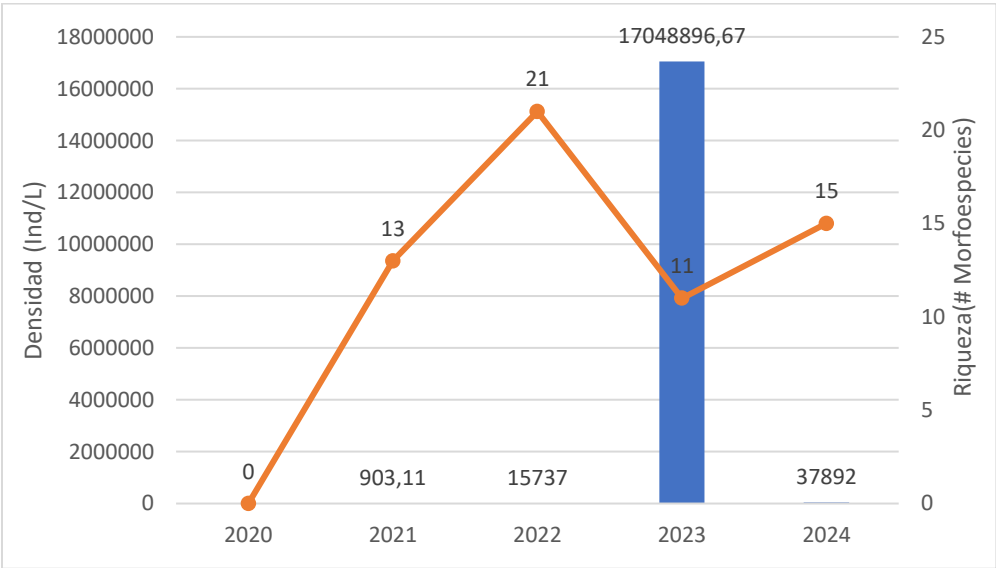


Figura 260. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. de Balboa.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 627 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6.3.2.2. Zooplancton

La ciénaga de Balboa muestra fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor alto en 2020 (1405 Ind/L), disminuyendo drásticamente en 2021 (483 Ind/L), continúa una fuerte recuperación en 2022 (1300 Ind/L), experimentando otra pérdida de densidad en 2023 (708 Ind/L) para luego presentar un incremento exponencial en 2024 (10.026 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta un comportamiento similar al de la densidad, oscilando entre 38 Morfoespecies en 2020 y tres (3) Morfoespecies en 2023, para luego incrementar ligeramente a 8 Morfoespecies en 2024, como se observa en la **Figura 261**. Esta tendencia muestra un sistema de intercambio constante con el mar, aunque la sedimentación excesiva pudo llevar a la pérdida de productores primarios, causando en 2023 la dominancia de pocas especies resistentes a estas condiciones; el Bloom del 2024, ocurrido con posas especies puede ser indicador de cierres parciales de la comunicación con el mar o posibles aumentos de descargas agrícolas, mejorando la productividad primaria.

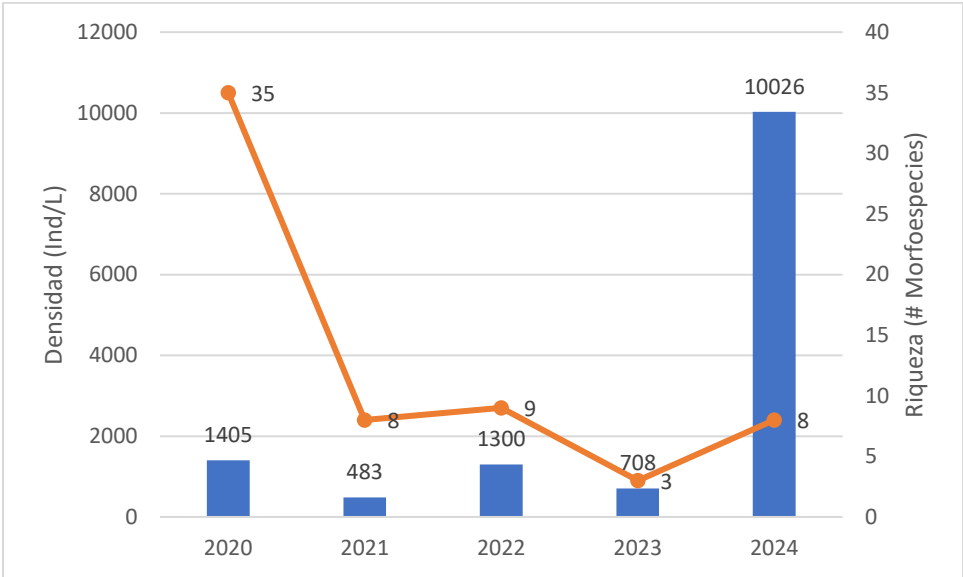


Figura 261. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Balboa

6.3.2.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga de Balboa registró el mayor valor en el año 2021 con 9188,077 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2020 con 753,667. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2021 con 9 morfoespecies, mientras que la

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 628 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

menor riqueza se encontró en los años 2020 y 2024 con 8 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

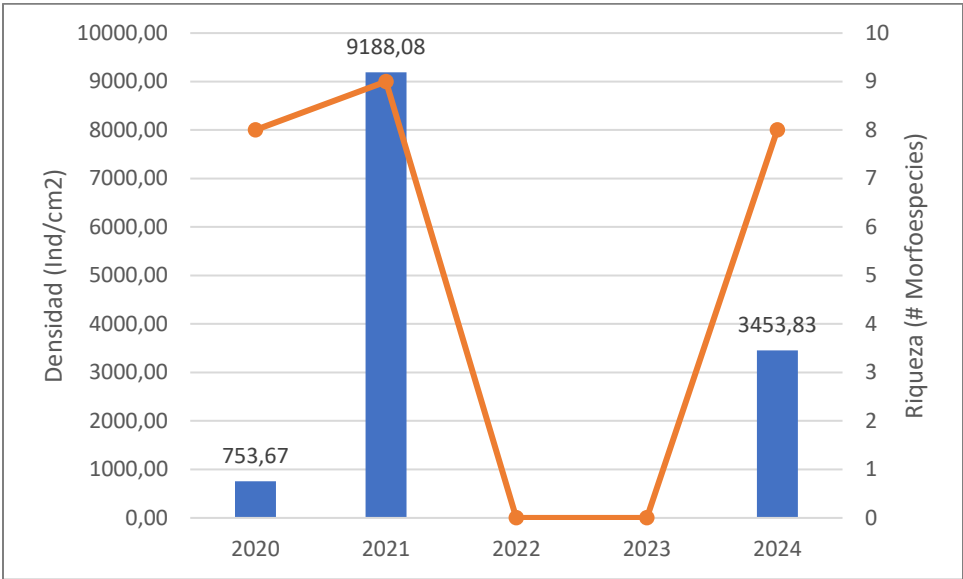


Figura 262. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. de Balboa

6.3.2.4. Macroinvertebrados Bentonicos

La densidad de la Ciénaga de Balboa registró el mayor valor en el año 2024 con 310 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2022 con 25,93 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 7 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2020 y 2022 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 629 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

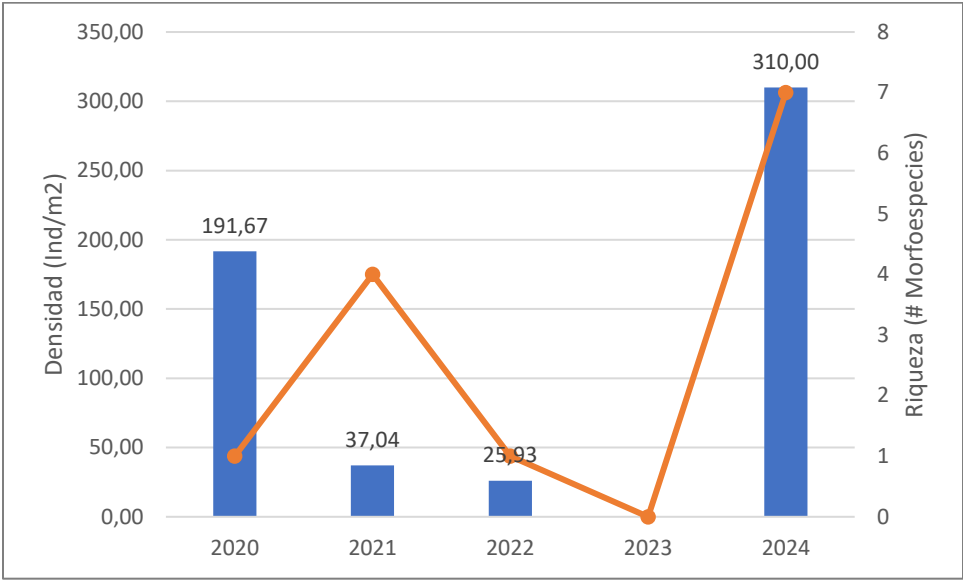


Figura 263. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Balboa

6.3.2.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga de Balboa registró el mayor valor en el año 2021 con 12 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2022 con 1 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en los años 2020 y 2024 con 2 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2021, 2022 y 2023 con 1 morfoespecies.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 630 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

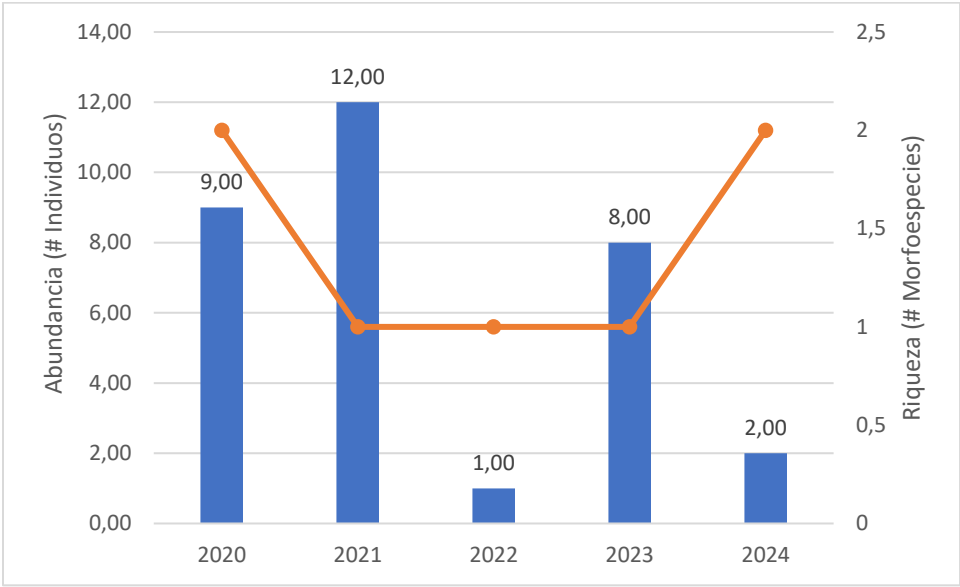


Figura 264. Historico de la densidad y la riqueza de peces de la C. Balboa

6.3.3. Ciénaga de Mallorquín

6.3.3.1. Fitoplancton

En la cienaga durante la campaña del 2021 se registraron 45 morfoespecies, el valor más alto del quinquenio (**Figura 265**), seguido por una disminución a 22 morfoespecies en 2022 y 2023. En 2024, se observó un incremento a 32 morfoespecies, reflejando cierta resiliencia del sistema ante perturbaciones.

La densidad fitoplanctónica se comportó de manera variable: fue baja en 2021 (1392 Ind/L) y moderada en 2022 (4002 Ind/L). En 2023, se presentó un evento de floración intensa, con un pico de 5.254.217 Ind/L, dominado por *Pseudanabaena* sp. (CRA, 2023). Para 2024, la densidad descendió a 4640 Ind/L, indicando una disminución de la actividad fitoplanctónica tras la floración, Sin embargo, se evidenció la presencia de formas más diversificadas, incluyendo *Skeletonema* sp., *Peridinium* sp. y *Tripes* sp., lo que podría indicar una transición hacia una comunidad más estructurada y posiblemente influenciada por mayor mezcla vertical o cambios en la salinidad y conectividad del sistema.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 631 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

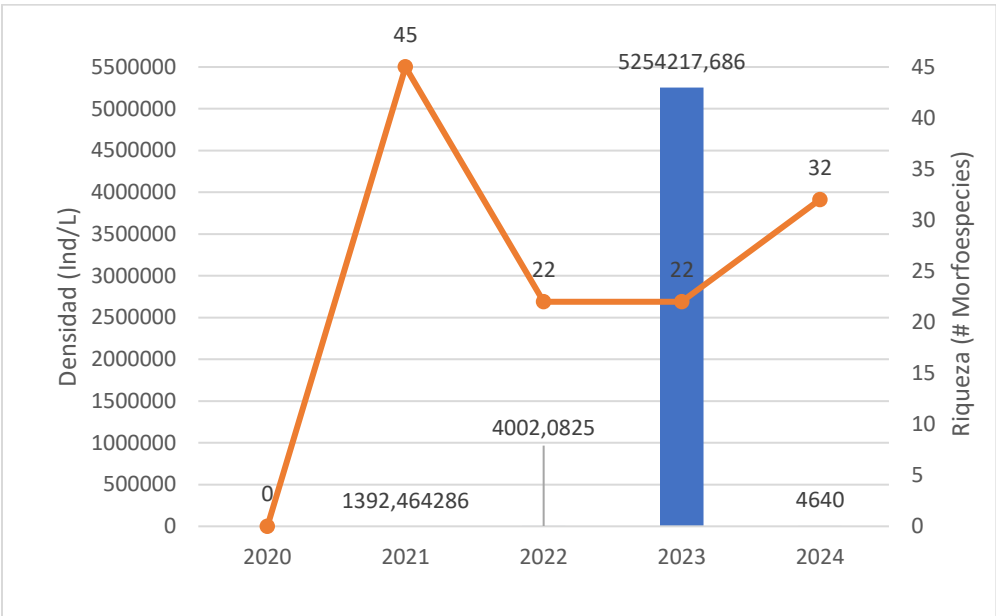


Figura 265. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. Mallorquín.

6.3.3.2. Zooplancton

La ciénaga de mallorquín muestra fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor bajo en 2020 (181 Ind/L), aumentando considerablemente en 2021 (832 Ind/L), continuando la recuperación en 2022 (1370 Ind/L), experimentando una fuerte pérdida de densidad en 2023 (176 Ind/L) para luego presentar un leve incremento en 2024 (335 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta otro comportamiento, comenzando con una riqueza alta en 2020 (48 Morfoespecies), llegando a su valor más bajo en 2023 (8 Morfoespecies), seguido de una leve recuperación en 2022 (10 Morfoespecies), y leves pérdidas de diversidad entre 2023 (9 Morfoespecies) y 2024 (8 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 266**. Estas fluctuaciones podrían explicarse por la fuerte presión antrópica que sufre esta ciénaga, ubicada en el límite entre el mar Caribe y el río Magdalena. La C. Mallorquín ha experimentado una degradación significativa debido a la construcción de un terraplén que la separa del río, vertidos de aguas residuales de aproximadamente la mitad de los hogares barranquilleros, vertederos de basura no regulados, tala de manglares y expansión urbana, provocando una pérdida del 43% de su área original entre 1980 y 2010 ((Girálido Zuluaga, 2024). La baja riqueza, pero fluctuante densidad sugiere la dominancia de pocas especies oportunistas capaces de proliferar en condiciones adversas, similar al patrón observado en otros sistemas estuarinos perturbados del Caribe colombiano.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 632 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

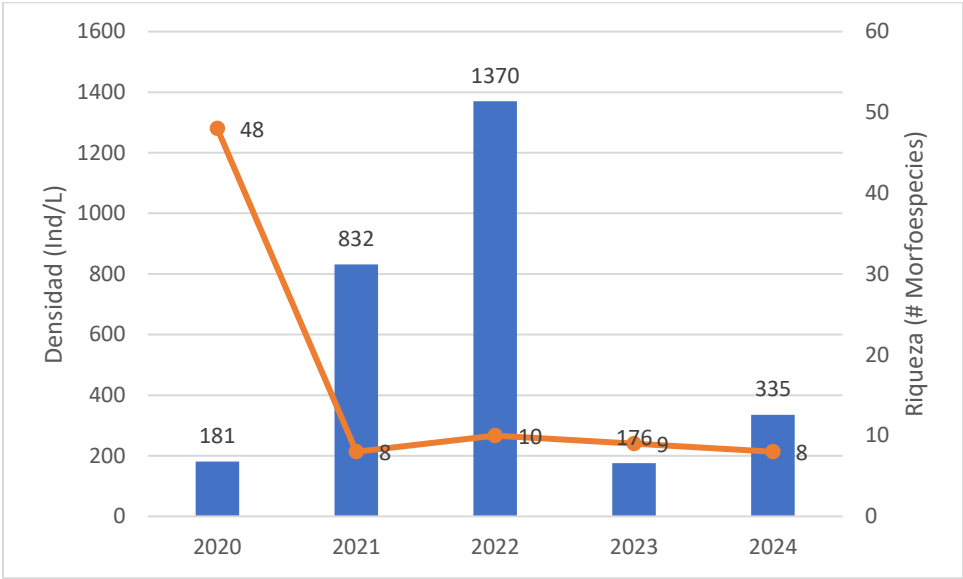


Figura 266. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Mallorquin

6.3.3.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga de Mallorquín registró el mayor valor en el año 2021 con 28018,875 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2020 con 1416,600 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en los años 2020 y 2024 con 17 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2021 con 8 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 633 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

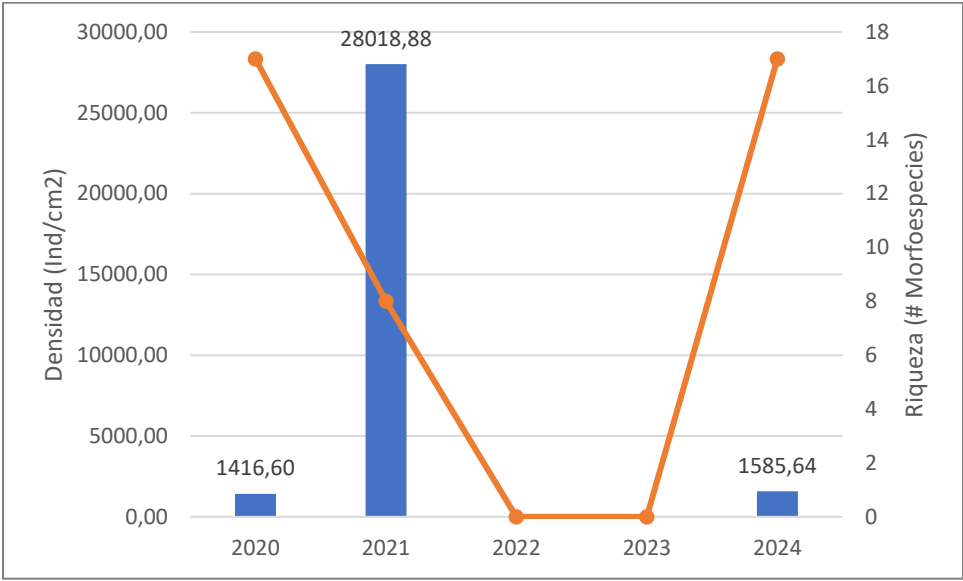


Figura 267. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Mallorquin

6.3.3.4. Macroinvertebrados Bentonicos

La densidad de la Ciénaga de Mallorquín registró el mayor valor en el año 2024 con 6610 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2020 con 21,428 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 21 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 4 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 634 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

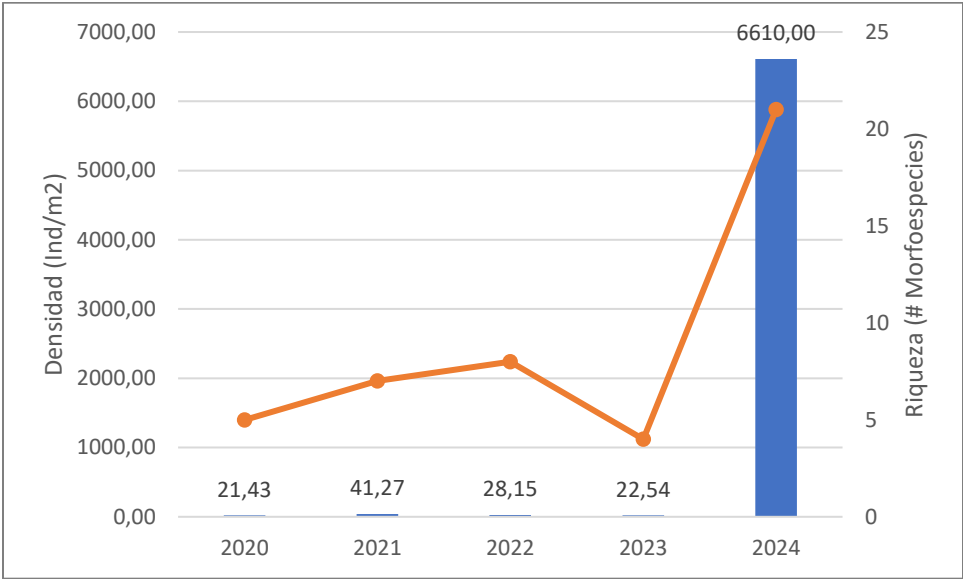


Figura 268. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Mallorquín

6.3.3.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga de Mallorquín registró el mayor valor en el año 2021 con 197 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en los años 2020 y 2024 con 32 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en los años 2021 y 2024 con 5 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2020 con 4 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 635 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

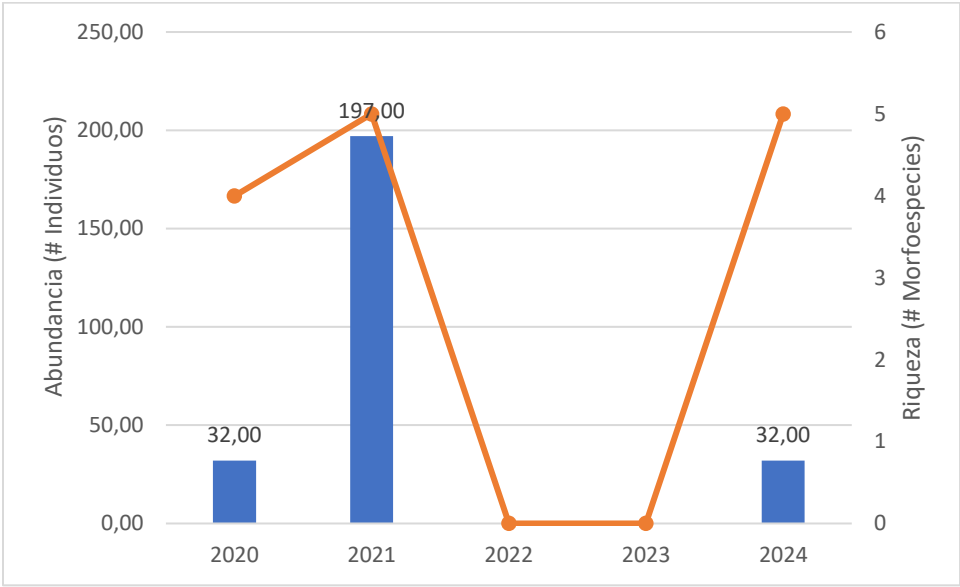


Figura 269. Historico de la densidad y la riqueza de peces de la C. Mallorquin

6.3.4. Ciénaga Los Manaties

6.3.4.1. Fitoplancton

La riqueza fitoplanctónica en la ciénaga Los Manatíes mostró una disminución sostenida durante el periodo 2020–2024. En 2020 se registraron 19 morfoespecies, reduciéndose a 7 en 2021 y a 6 en 2022. En 2023 hubo un leve aumento a 8 morfoespecies, seguido de una disminución en 2024 a solo 4, evidenciando un progresivo empobrecimiento de la diversidad.

En cuanto a la densidad, se registraron incrementos significativos: en 2020 fue de 9412 Ind/L, aumentando a 22.740 Ind/L en 2021 y a 1450 Ind/L en 2022. En 2023 se presentó un evento de floración importante, alcanzando 4.320.000 Ind/L, dominado por *Protoperidinium* sp. con el 82,56% de la abundancia (CRA, 2023). En 2024, aunque la densidad disminuyó a 116.450 Ind/L, siguió indicando una alta biomasa relativa en el sistema con variación de las microalgas dominantes por *Chlamydomonas* sp (97%).,. Estos patrones reflejan un ecosistema afectado por procesos de eutrofización y pérdida de estabilidad ecológica.

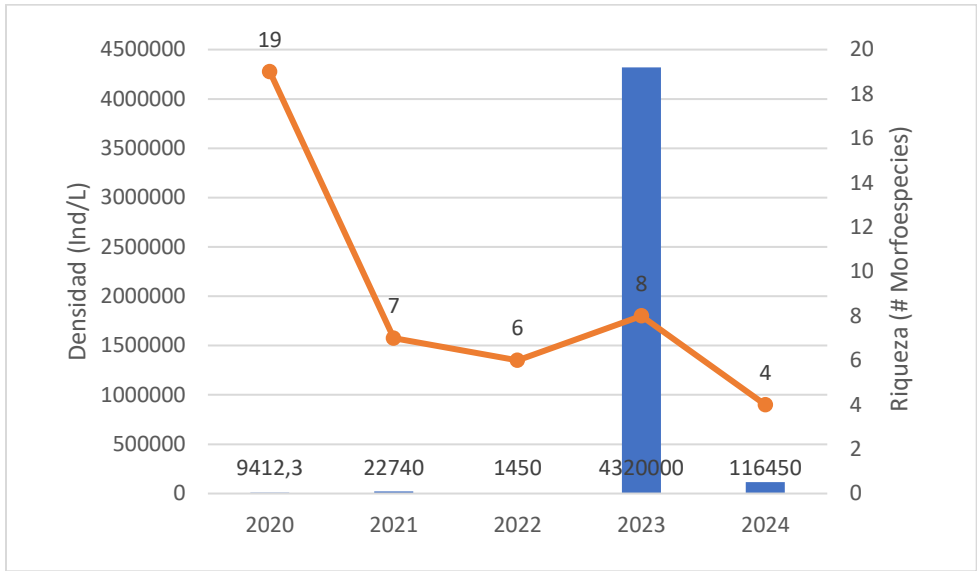


Figura 270. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. los Manaties.

6.3.4.2. Zooplancton

La ciénaga Los Manatíes muestra fluctuaciones significativas en la densidad: comienza con un valor medio en 2020 (2.768 Ind/L), con una pérdida vertiginosa de densidad en 2021 (247 Ind/L), una leve recuperación en 2022 (438 Ind/L), y otro aumento en 2023 (893 Ind/L) para luego presentar las mayores densidades en 2024 (2987 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presentó un comportamiento similar, comenzando con una riqueza alta en 2020 (19 Morfoespecies), experimentando una pérdida significativa entre 2021 (4 Morfoespecies), con una recuperación en 2022 (6 Morfoespecies) y de nuevo otra pérdida en 2023 (4 Morfoespecies), para mantenerse constante en 2024 (4 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 271**. Estas fluctuaciones sugieren un sistema altamente inestable donde pocas especies logran establecer grandes poblaciones en condiciones favorables específicas. Es probable que, como ocurre en otros cuerpos de agua del departamento del Atlántico, esté sometida a presiones por contaminación, alteración del flujo hídrico y degradación del manglar (Corporación Autónoma Regional del Atlántico, 2007). La recuperación de la densidad en 2024 sin un aumento correspondiente en la riqueza podría indicar blooms de especies oportunistas, posiblemente relacionados con aportes de nutrientes o cambios en la salinidad, como se ha documentado en sistemas estuarinos del Caribe colombiano.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 637 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

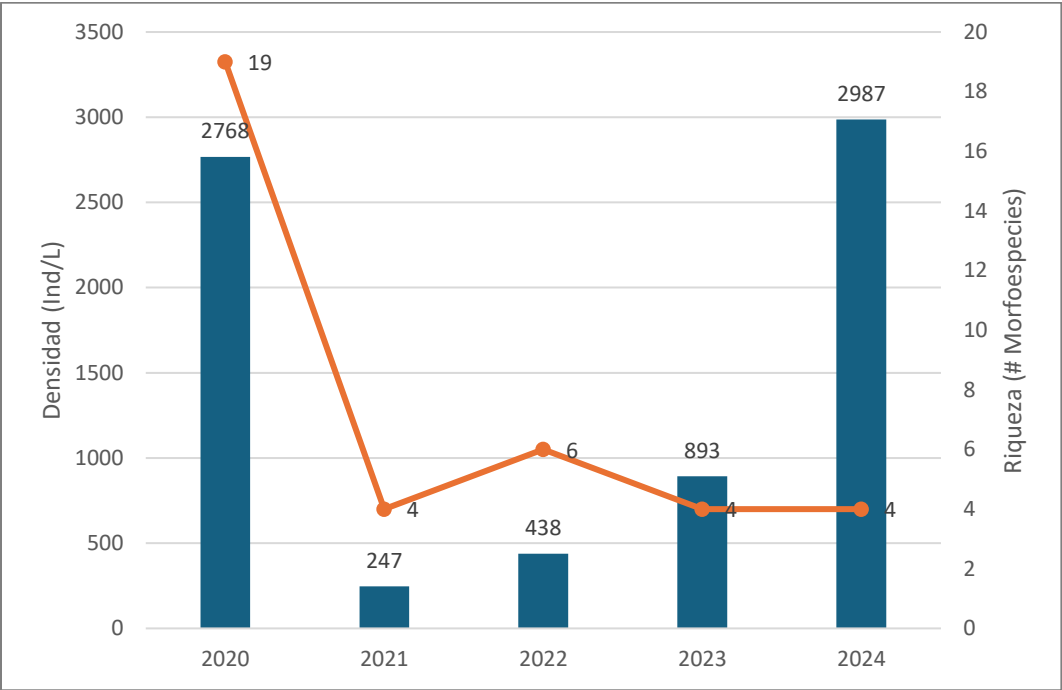


Figura 271. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Mesolandia

6.3.4.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga Los Manatíes registró el mayor valor en el año 2021 con 17580 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2024 con 1571,111 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en los años 2020 y 2024 con 7 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2021 y 2022 con 6 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 638 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

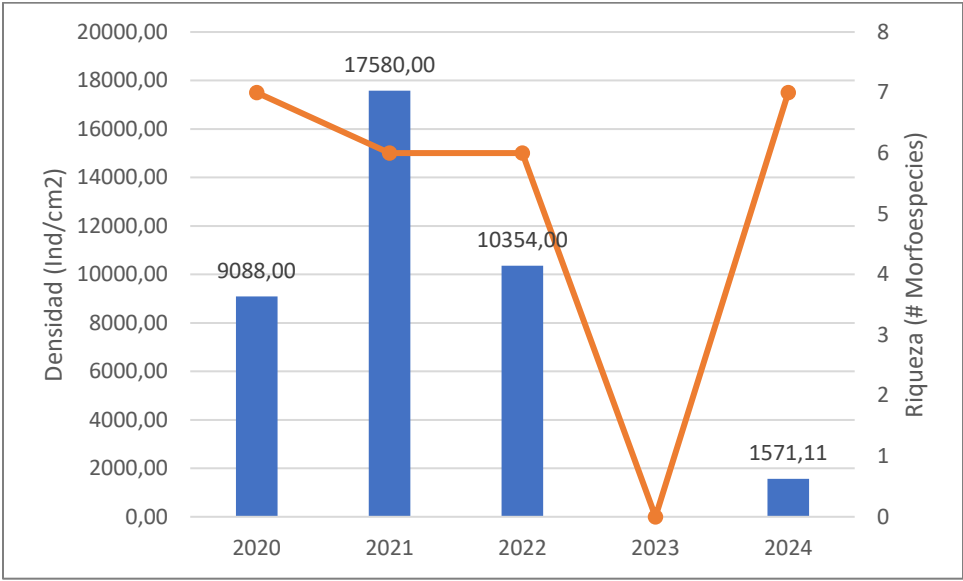


Figura 272. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. Los Manatíes

6.3.4.4. Macroinvertebrados Bentonicos

La densidad de la Ciénaga Los Manatíes registró el mayor valor en el año 2024 con 2700 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2022 con 29,630 Ind/m². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 9 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2021 y 2022 con 2 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 639 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

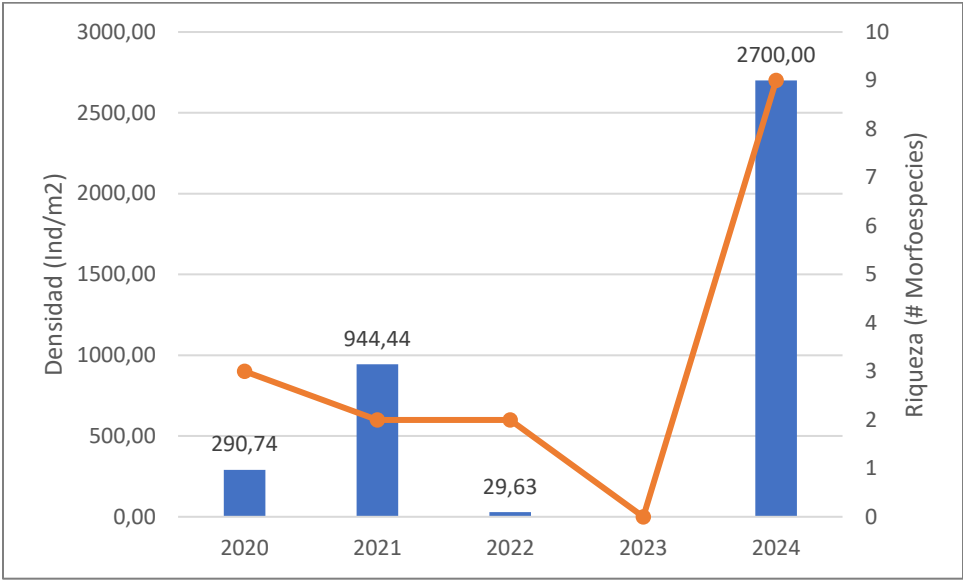


Figura 273. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. Manaties.

6.3.4.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga Los Manatíes registró el mayor valor en el año 2023 con 8 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2022 con 1. Por su parte, la mayor riqueza se registró en los años 2020 y 2024 con 2 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en los años 2022 y 2023 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

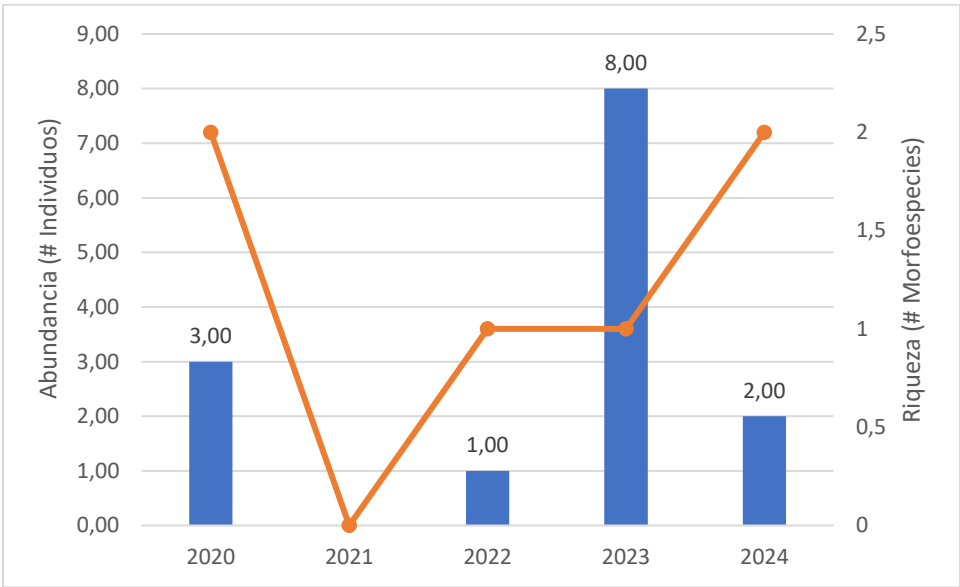


Figura 274. Historico de la densidad y la riqueza de peces de la C. Los manaties

6.3.5. Ciénaga del Rincón

6.3.5.1. Fitoplancton

Durante el periodo 2020–2024, la riqueza fitoplanctónica en la ciénaga El Rincón presentó fuertes fluctuaciones. En 2021, el ensamblaje estuvo compuesto por 34 morfoespecies, que disminuyeron a 13 en 2022. En 2023, se observó una recuperación moderada a 22 morfoespecies, seguida de una caída a 9 morfoespecies en 2024, lo que refleja una inestabilidad en la estructura comunitaria.

Respecto a la densidad, los valores se incrementaron notablemente a lo largo del tiempo: de 50.708 Ind/L en 2021 a 2.620.200 Ind/L en 2022. En 2023 se registró un evento de floración severa, alcanzando 68.873.333 Ind/L, dominado por *Chlamydomonas* sp (CRA, 2023). Para 2024, aunque la densidad disminuyó a 262.245 ind/L, el valor sigue siendo considerablemente alto en relación con los niveles iniciales, indicando una persistente alta biomasa. Durante este último año, se evidenció un cambio en la composición dominante, con el predominio de *Microcystis* sp. y *Dolichospermum* sp., junto a la presencia sectorial de *Chaetoceros* sp. y *Anabaena* sp., lo que sugiere una diversificación de condiciones ecológicas a nivel espacial, posiblemente asociada a diferencias locales en salinidad, nutrientes, materia orgánica y estabilidad de la columna de agua entre otras.

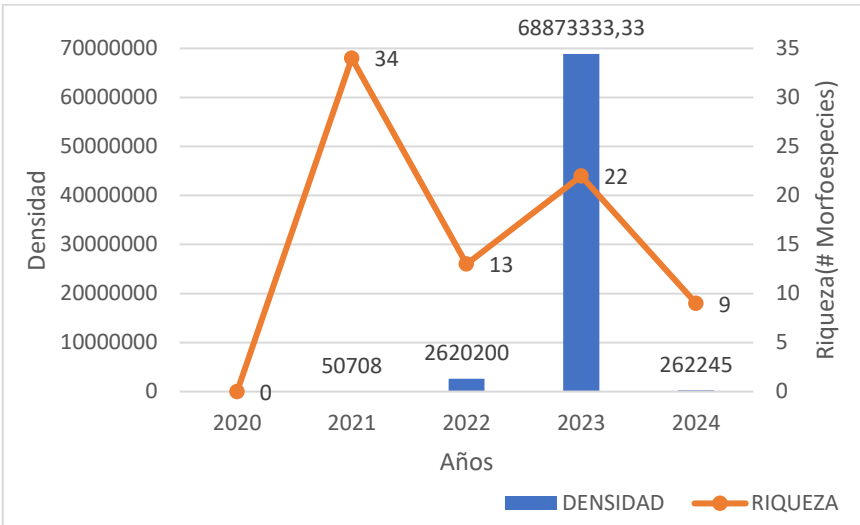


Figura 275. Historico de la densidad y la riqueza de Fitoplancton de la C. del Rincon.

6.3.5.2. Zooplancton

La ciénaga del Rincón muestra pocas fluctuaciones en la densidad: comienza con un valor medio en 2020 (1.101 Ind/L), aumentando levemente en 2021 (1.088 Ind/L), con una leve pérdida de densidad en 2022 (1.000 Ind/L), seguido por otro aumento leve en 2023 (1.069 Ind/L) para luego presentar las mayores densidades en 2024 (1.499 Ind/L). Por otro lado, la riqueza presenta otro comportamiento, comenzando con una riqueza alta en 2020 (60 Morfoespecies), experimentando una pérdida significativa entre 2021 (78 Morfoespecies), con el menor valor en 2022 (6 Morfoespecies), y una leve recuperación entre 2023 (9 Morfoespecies) y 2024 (10 Morfoespecies), como se observa en la **Figura 276**. Esta aparente contradicción entre la estabilidad de la densidad y la pérdida de biodiversidad sugiere un proceso de simplificación de la comunidad zooplanctónica, donde unas pocas especies resistentes u oportunistas dominan el ecosistema. Es probable que la ciénaga esté experimentando procesos similares a otros cuerpos de agua de la región, como alteraciones en los patrones de flujo hídrico, contaminación o cambios en la salinidad (Corporación Autónoma Regional del Atlántico, 2007). La estabilidad en la densidad podría estar relacionada con características particulares del sistema que permiten mantener la productividad a pesar de la pérdida de biodiversidad, posiblemente relacionado con la dinámica de sus conexiones con otros cuerpos de agua.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 642 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

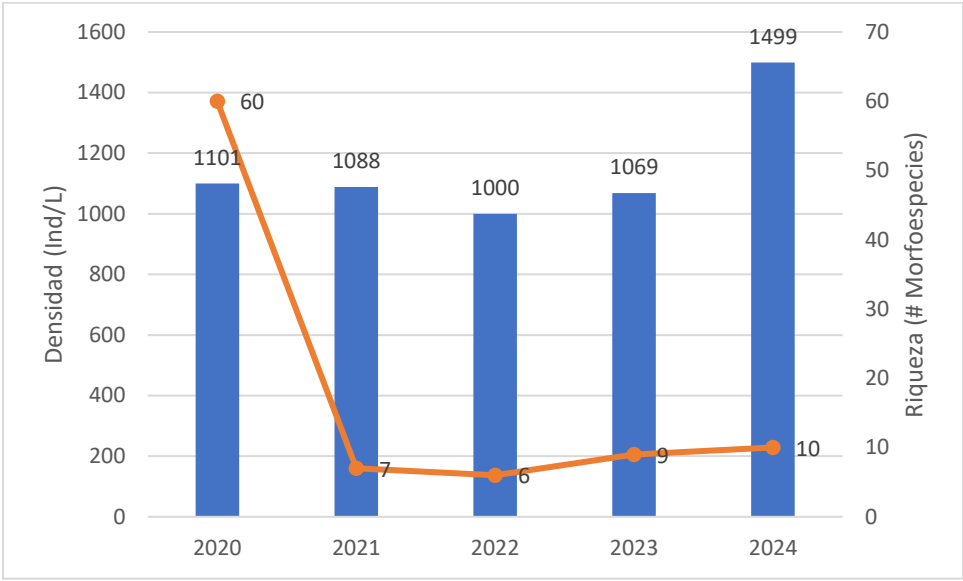


Figura 276. Historico de la densidad y la riqueza dezooplancton de la C. El Rincón.

6.3.5.3. Perifiton

La densidad de la Ciénaga del Rincon registró el mayor valor en el año 2024 con 50788,889 Ind/cm². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2022 con 10354,000 Ind/cm². Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2020 con 21 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2022 con 6 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 643 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

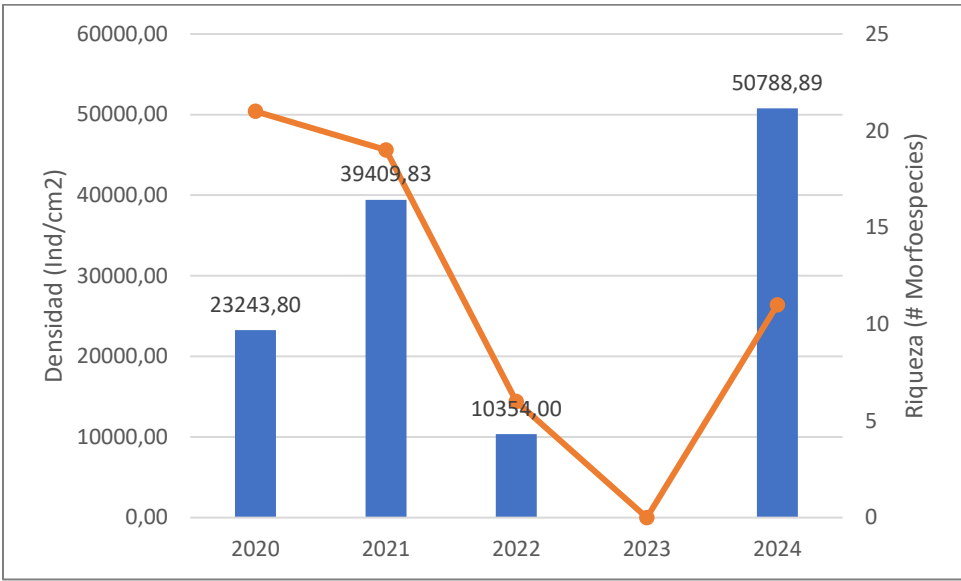


Figura 277. Historico de la densidad y la riqueza de perifiton de la C. El Rincon.

6.3.5.4. Macroinvertebrados Bentonicos

La densidad de la Ciénaga del Rincon registró el mayor valor en el año 2024 con 14860 Ind/m². Mientras que la densidad más baja se registró en el año 2022 con 44,44. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2024 con 9 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2023 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 644 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

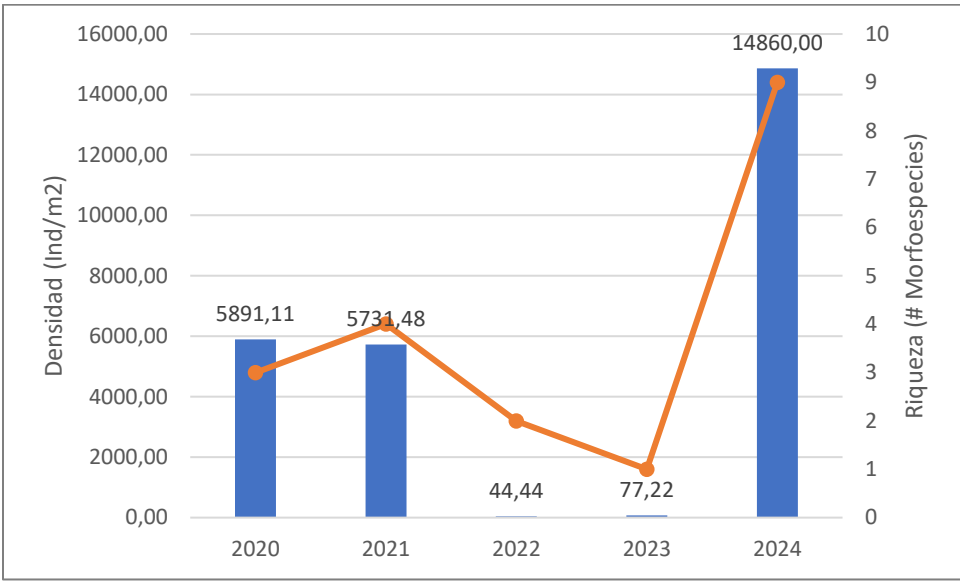


Figura 278. Historico de la densidad y la riqueza de zooplancton de la C. Rincón

6.3.5.5. Peces

La abundancia de la Ciénaga del Rincón registró el mayor valor en el año 2021 con 176 Ind. Mientras que la abundancia más baja se registró en el año 2024 con 2 ind. Por su parte, la mayor riqueza se registró en el año 2023 con 3 morfoespecies, mientras que la menor riqueza se encontró en el año 2020 con 1 morfoespecies, tal como se evidencia en la siguiente figura.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 645 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

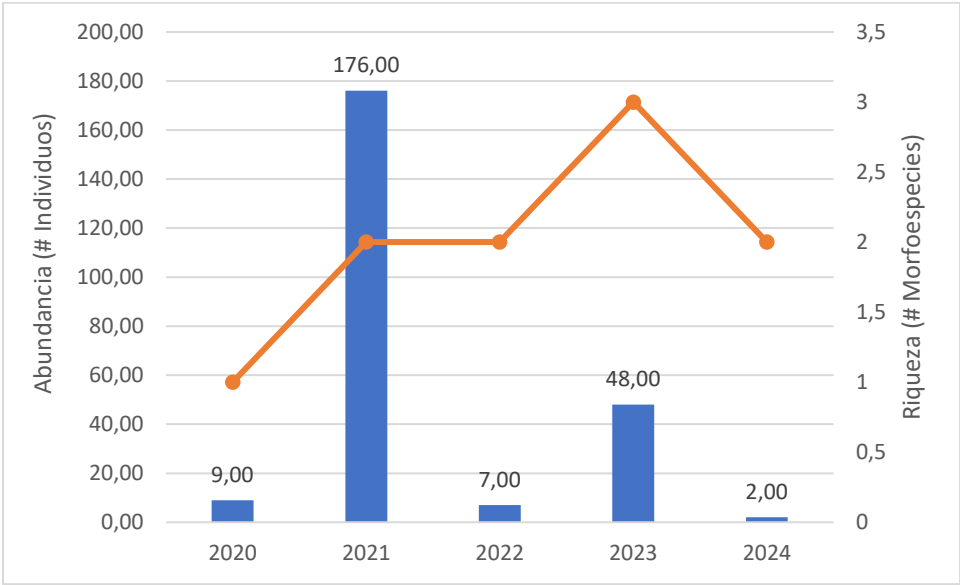


Figura 279. Historico de la densidad y la riqueza de peces de la C. El Rincon

6.3.5.6. Macrofitas acuáticas

La Riqueza de la C. el Rincón registró el mayor valor en el año 2024 con 2 morfoespecies. Mientras que la riqueza más baja se registró en el año 2020 con una morfoespecie, tal como se muestra en la siguiente figura.

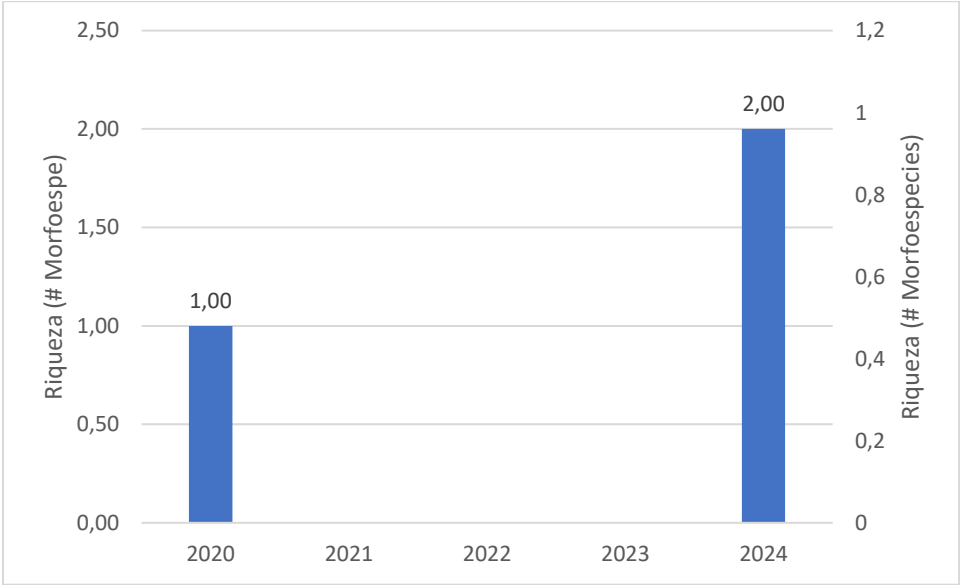


Figura 280. Historico de la riqueza macrofitas acuaticas de la C. el rincón.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 646 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

7. CONCLUSIONES

7.1. Cuenca Río Magdalena

7.1.1. Ciénaga del Mesolandia

El ensamblaje **fitoplanctónico** presenta baja riqueza (7 morfoespecies) y alta dominancia de Cyanobacteria (71,43%). La densidad total fue de 228.338 Ind/ml, con predominio de *Planktothrix* sp., indicador de eutrofización y capaz de formar floraciones nocivas. Los índices de diversidad reflejan una baja equidad y elevada dominancia, lo que sugiere condiciones ambientales que favorecen a pocas especies adaptadas a ambientes enriquecidos en nutrientes.

La ciénaga de Mesolandia presenta una comunidad **zooplanctónica** integrada por 13 morfoespecies, integrada en su mayoría por organismos de los Phyla Arthropoda y Rotifera propia de ecosistemas lénticos eurofizados. Dicha comunidad presentó características estructurales de diversidad baja para los puntos monitoreados, con tendencia a la equidad y baja dominancia de especies, lo que puede indicar la homogeneidad espacial de las aguas de la ciénaga.

Para el **perifiton** la división Heterokontophyta fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 50,00%, seguida de Cyanobacteria con 25,00%. Mientras que, Euglenozoa y Charophyta con 12,50% presentaron los valores más bajos. En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Sphaerocystis* sp y *Lyngbya* sp con las mayores densidades con valores de 89,333 Ind/cm² y 34,711 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Gomphosphaeria* sp. (12,400Ind/cm²) sp y *Aphanocapsa* sp (8,933 Ind/cm²). A nivel de diversidad, se evidenciaron valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, para todos los puntos de muestreo.

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en la Ciénaga de Mesolandia estuvo dominado por moluscos, especialmente por *Pyrgophorus*, un género conocido por su capacidad invasora. Los valores del índice BMWP/Col arrojaron una alta contaminación en los puntos de monitoreo, con aguas fuertemente contaminadas en el punto P3 y muy contaminadas en los demás, indicando condiciones ambientales críticas y un impacto negativo en la calidad del agua y la biodiversidad acuática.

La **fauna íctica** de la ciénaga Mesolandia estuvo conformada por cuatro morfoespecies, distribuidas en cuatro familias y órdenes, todas dentro de una clase y un phylum. Las especies registradas fueron *Triportheus magdalenae*, *Caquetaia kraussii*, *Plagioscion magdalenae* y *Trichopodus pectoralis*, capturadas únicamente en el punto P2_699639, sin

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 647 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

registros en los demás puntos de muestreo. Las bajas abundancias de esta comunidad reportada, pueden estar relacionadas a distintos factores intrínsecos del ecosistema como carga de nutrientes, contaminación de los sistemas, profundidad, cobertura vegetal, entre otros. Además, las limitaciones que pueden generar las técnicas de muestreo como atarraya afectan en los resultados; ya que esta puede ser efectiva en aguas someras y despejadas, sin embargo, en zonas con vegetación o fondo irregular, los peces escapan o no entran en contacto con la red. La profundidad de los cuerpos de agua influye en el desarrollo del muestreo, ya que lanza superficialmente y a mayor profundidad no serán alcanzados.

Para el ensamble de **macrofitas** se registró una baja riqueza, dominada por *Pontederia crassipes*, especie con alta tolerancia ambiental y notable capacidad invasora. Aunque considerada una maleza nociva por sus impactos ecológicos y económicos, también posee un amplio potencial de uso. Junto a *Pistia stratiotes* y *Salvinia* sp., estas especies pueden alterar la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema acuático.

7.1.2. Ciénaga de Malambo

El **fitoplancton** de la ciénaga registra 24 morfoespecies, con predominancia de Chlorophyta y Cyanobacteria. La densidad fluctuante espacialmente entre 58,320 y 360,661 Ind/ml, está dominada por las filamentosas *Planktothrix* y *Spirulina*, que reflejan un ambiente eutrofizado, caracterizado por baja diversidad y equidad, especialmente en P4.

La ciénaga de Malambo presenta una comunidad **zooplanctónica** integrada por 10 morfoespecies, integrada en su mayoría por organismos de los Phyla Arthropoda y Rotifera propia de ecosistemas lénticos eutrofizados. Dicha comunidad presentó características estructurales de diversidad baja en la mayoría de los puntos monitoreados, excepto en el P6, P3 y P2, donde se presenta diversidad media según los índices utilizados; con tendencia a la equidad y baja dominancia de especies, lo que puede indicar la heterogeneidad espacial de las aguas de la ciénaga.

Para el **perifiton** la división Cyanobacteria fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 38,46%, seguida de Heterokontophyta (antes denominada Bacillariophyta) con 30,77% y Euglenozoa con 15,38%. Mientras que, Chlorophyta y Charophyta presentaron los valores más bajo con 7,69% cada una. En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Planktothrix* sp y *Nitzschia* sp con las mayores densidades con valores de 1297,778 Ind/cm² y 1206,500 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Oscillatoria* sp. sp. (643,944 Ind/cm²) sp y *Arthrospira* sp (286,056 Ind/cm²). A nivel de

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 648 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

diversidad, puedo evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, para todos los puntos de muestreo.

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en la Ciénaga de Malambo presentó una comunidad dominada por los phyla Arthropoda y Mollusca, con algunas morfoespecies como Cochliopidae Mf, *Drepanotrema* sp. y *Pyrgophorus* sp. destacando por su alta densidad. Los índices de diversidad (Shannon-H y Margalef) arrojaron una diversidad baja en la mayoría de los puntos, aunque algunos sitios mostraron una diversidad moderada, sugiriendo condiciones ambientales relativamente favorables. La equitatividad es alta en varios puntos, reflejando una distribución equilibrada de las especies. Sin embargo, los valores del índice BMWP/Col indicaron una alta carga de contaminación, con aguas muy contaminadas.

La **fauna íctica** de la ciénaga de Malambo estuvo compuesta por dos morfoespecies, pertenecientes a las familias Cichlidae y Osphronemidae. Las especies identificadas fueron *Andinoacara latifrons* y *Trichopodus pectoralis*, capturadas únicamente en el punto P2_699643, sin registros en los demás puntos de muestreo. Estos resultados pueden estar asociados a distintos factores que interfieren en la dinámica de la ciénaga como la descarga de aguas sin tratar o con tratamiento inadecuado, lo cual introduce materia orgánica, nutrientes (nitrógeno y fósforo), metales pesados y otras sustancias tóxicas deteriorando la calidad del agua; el aporte de sedimentos provenientes de la erosión en la cuenca alta y media del río Magdalena pueden colmatar la ciénaga, reduciendo su profundidad y afectando los hábitats de los peces. Sumado a esto, la deforestación de las orillas y la desaparición de plantas acuáticas eliminan zonas de refugio, alimentación y reproducción para los peces, junto con las modificaciones en los patrones de inundación y sequía y los cambios en el uso del suelo, pueden afectar los ciclos de vida de las especies y la disponibilidad de hábitats adecuados.

La riqueza de **macrófitas acuáticas** en el punto de monitoreo fue baja, dominada por *Pontederia crassipes* y *Typha* sp., especies con alta capacidad de adaptación y expansión. Aunque algunas se consideran malezas por su impacto ecológico y en las actividades humanas, también poseen un potencial significativo para usos industriales y ambientales.

7.1.3. Ciénaga de Sabanagrande

El fitoplancton de la ciénaga, compuesto principalmente por Chlorophyta, que representó el 37,5% de las 16 morfoespecies identificadas, presentó una densidad fluctuante entre 7,9 y 5,74 Ind/ml. Esta densidad estuvo dominada por *Cyclotella* sp. y *Planktothrix* sp., especies

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 649 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

indicadoras de condiciones de moderada eutrofización con influencia de materia orgánica, en concordancia con la ecología de estos grupos. Además, los índices de diversidad y equidad señalaron una comunidad poco diversa, pero sin una marcada dominancia, mostrando una distribución moderadamente homogénea de las especies presentes.

La ciénaga de Sabanagrande presenta una comunidad **zooplanctónica** integrada por 14 morfoespecies, integrada en su mayoría por organismos de los Phyla Rotifera y Arthropoda propia de ecosistemas lénticos eutrofizados. La comunidad zooplanctónica presentó características estructurales de diversidad baja en el P1 y media en el P2; con tendencia a la equidad y baja dominancia de especies, lo que puede indicar la heterogeneidad espacial de las aguas de la ciénaga.

Para el **perifiton** la división Heterokontophyta fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 75,00%, seguida de Cyanobacteria y Euglenozoa con 12,50%. En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Nitzschia* sp. con la de mayor densidad con un valor de 1859,167 Ind/cm². Seguida de *Oscillatoria* sp. y *Eunotia* sp. con 83,056 Ind/cm² y 70,278 Ind/cm² respectivamente. A nivel de diversidad, puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el único punto con resultados, indica baja diversidad según estos índices, con un valor de 0,669 bit/individuo y 1,201 bit/individuo respectivamente.

El ensamblaje de **macroinvertebradís bentónico** en la Ciénaga de Sabanagrande mostró baja diversidad y riqueza, dominado por moluscos tolerantes a la contaminación como *Melanoides* sp. y *Pyrgophorus* sp., lo que, junto con los resultados del índice BMWP/Col, indica una alta carga contaminante y condiciones ambientales críticas que limitan la biodiversidad acuática y reflejan un ecosistema severamente afectado.

No se registraron capturas de **peces** en los puntos objeto de estudio, a pesar del esfuerzo de muestreo con atarraya. Sin embargo, esto no debe interpretarse como una ausencia total de peces en el cuerpo de agua. La presencia de vegetación densa, suelos fangosos o coberturas flotantes dificulta el uso de redes y embarcaciones. Por otro lado, métodos como redes de arrastre o trampas de caída pueden no capturar adecuadamente especies más pequeñas o evasivas, generando sesgos en la representación de la comunidad, la presencia de microhábitats muy diferenciados como áreas abiertas, vegetación densa, márgenes fangosos, entre otros, requiere de técnicas variadas para representar toda la comunidad. Además, los cuerpos someros son muy dinámicos, es decir, que experimentan cambios rápidos de nivel de agua, temperatura, oxígeno, afectando la distribución temporal de las especies.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 650 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

La ciénaga Sabanagrande presentó una muy baja riqueza de macrófitas, con la presencia exclusiva de *Pontederia crassipes*, especie invasora con alta capacidad de cobertura. Esta condición sugiere un ecosistema con baja diversidad vegetal acuática y posible alteración ambiental.

7.1.4. Ciénaga de Santo Tomás

En el **ensamblaje fitoplanctónico** se identificaron ocho morfoespecies, con predominancia de Cyanobacteria, que representó el 50 % del total. La densidad fitoplanctónica fue baja, con valores que oscilaron entre 9,24 y 15,925 individuos por mililitro, estando dominada principalmente por *Raphidiopsis* sp. y *Cylindrospermopsis* sp., reconocidas por su capacidad para formar floraciones y producir cianotoxinas. Con índices ecológicos propios de un ensamblaje poco estructurado por una baja diversidad específica y una equidad moderada, característico de ambientes alterados, donde unas pocas especies tolerantes logran proliferar ampliamente bajo condiciones tróficas elevadas.

La ciénaga de Santo Tomás presenta una comunidad **zooplanctónica** integrada por 13 morfoespecies, integrada en su mayoría por organismos de los Phyla Arthropoda y Rotifera propia de ecosistemas lénticos eutrofizados. La comunidad zooplanctónica presentó características estructurales de diversidad baja; con tendencia a la equidad y baja dominancia de especies, lo que puede indicar la homogeneidad espacial de las aguas de la ciénaga.

Para el **perifiton** la división Cyanobacteria fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 54,55%, seguida de Heterokontophyta con 45,45%. No se registraron morfoespecies de otros phylum como Chlorophyta y Charophyta. En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Planktotrhrix* sp y *Nitzschia* sp con las mayores densidades con valores de 279,222 Ind/cm² y 149,889 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Oscillatoria* sp. (79,133) Ind/cm²) y *Raphidiopsis* sp (32,089 Ind/cm²). En términos de diversidad, se puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el punto P1_699661 registró el valor más alto de Shannon_H con 1,758 bits/individuo y este mismo punto con 1,603bits/individuo para Margalef. Mientras que el punto P2_699662 reportó una menor diversidad con 1,145 bits/individuo para Shannon_H y 0,734 bits/individuo para Margalef.

El ensamblaje de **macroinvertebradis bentónico** en la Ciénaga de Santo Tomás registró una comunidad dominada por el phylum Mollusca, con *Pyrgophorus* sp. y *Melanoides* sp. siendo las morfoespecies más representativas. La baja diversidad, indicada por los índices de

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 651 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Shannon-H y Margalef, sugiere una limitación en la riqueza de especies en esta área. Sin embargo, la alta equitatividad y baja dominancia observadas con el índice de Simpson reflejan una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies presentes, a pesar de la baja diversidad. Los resultados del índice BMWP/Col muestran una calidad de agua muy crítica en ambos puntos de monitoreo, con aguas fuertemente contaminadas en el punto P1 y de calidad crítica en el punto P2

La **fauna íctica** de la ciénaga de Santo Tomás estuvo conformada por una sola morfoespecie, *Oreochromis niloticus*. Esta especie se capturó únicamente en el punto P1_699661, sin registros en los demás puntos de muestreo. Aunque esta es una especie introducida, su alta tasa de reproducción, rápido crecimiento, tolerancia a diversas condiciones ambientales (incluyendo bajas concentraciones de oxígeno) y hábitos alimenticios generalistas, ha logrado establecerse y proliferar exitosamente en muchos ecosistemas lénticos, tanto que en algunos ambientes se considera invasora. Las ciénagas que sufren de contaminación y alteraciones del hábitat pueden volverse menos aptas para muchas especies nativas que requieren condiciones más prístinas, en comparación *Oreochromis niloticus*, suele tolerar mejor estas condiciones de estrés ambiental, lo que le permite sobrevivir y dominar estos ecosistemas degradados mientras que otras especies disminuyen o desaparecen, lo que puede estar representado en los resultados de esta ciénaga.

La riqueza de **macrófitas acuáticas** fue baja, con predominancia de especies invasoras como *Pontederia crassipes* y *Typha* sp., que mostraron alta cobertura, destacándose también *Salvinia* sp. por su adaptación a ambientes ricos en nutrientes.

7.1.5. Ciénaga Convento

La Ciénaga El Convento se distingue por un ensamblaje fitoplanctónico (8 morfoespecies densidad de 192 Ind/ml) con una homogeneidad notable, donde *Planktothrix* sp. es dominante. Esta estructura comunitaria, con una diversidad extremadamente baja y una equidad muy reducida, refleja un sistema con una fuerte selectividad ambiental

La ciénaga El Convento presenta una comunidad **zooplanctónica** integrada por 11 morfoespecies, integrada en su mayoría por organismos de los Phyla Arthropoda y Rotifera propia de ecosistemas lénticos eutrofizados. La comunidad zooplanctónica presentó características estructurales de diversidad baja; con poca equidad y baja dominancia de especies, lo que puede indicar la homogeneidad espacial de las aguas de la ciénaga.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 652 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Para el **perifiton** la división Cyanobacteria y Heterokontophyta, fueron las únicas registradas en el presente estudio, ambas con un 50,00% de la riqueza de morfoespecies. En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Planktotrrix* sp con la mayor densidad con un valor de 241,000 Ind/cm². En términos de diversidad, se pudo evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, con valores de 0,193 y 0,543 Bits/individuos.

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónico** en la Ciénaga el Convento estuvo compuesto exclusivamente por moluscos, con baja diversidad y riqueza taxonómica, dominado por especies tolerantes como *Melanoides* sp. La alta equitatividad y baja dominancia reflejan una distribución uniforme de los individuos, sin especies claramente dominantes. Sin embargo, los bajos valores de los índices ecológicos y la clasificación de calidad muy crítica según el BMWP/Col evidencian un ecosistema severamente impactado por la contaminación orgánica.

La **fauna íctica** de la ciénaga del Convento estuvo compuesta por una única morfoespecie, *Oreochromis niloticus*, perteneciente a la familia Cichlidae. Esta especie fue capturada exclusivamente en el punto P2_699651, sin registros en los demás puntos de muestreo a pesar del esfuerzo realizado. Igual que en la ciénaga de Santo Tomás, los cuerpos de agua que sufren de contaminación y alteraciones del hábitat pueden volverse menos aptas para muchas especies nativas que requieren condiciones más prístinas, sin embargo, *Oreochromis niloticus*, puede tolerar mejor estas condiciones de estrés ambiental, lo que le permite sobrevivir y dominar estos ecosistemas degradados mientras que otras especies disminuyen o desaparecen, lo que también puede estar representado en los resultados de esta ciénaga.

El cuerpo de agua presentó una baja riqueza de macrófitas, registrándose únicamente *Pontederia crassipes*, la cual ocupó el 100% de la cobertura acuática. Esta ausencia de diversidad sugiere un ecosistema acuático dominado por una sola especie, lo que podría ser indicativo de condiciones ambientales limitantes o de un proceso de invasión.

7.1.6. Ciénaga Paraíso

La comunidad **fitoplanctónica** de la Ciénaga El Paraíso presentó una riqueza extremadamente baja, compuesta por dos morfoespecies, con dominancia alta de *Oscillatoria* sp. (83% - 100% de los individuos). La estructura monoespecífica, es consistente con condiciones ambientales extremas que favorecen la proliferación de cianobacterias tolerantes.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 653 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

Ciénaga Paraíso presentó una comunidad **zooplanctónica** integrada por dos (2) morfoespecies, pertenecientes a los Phyla Arthropoda y Protozoa. La comunidad presenta características estructurales de diversidad muy baja, con tendencia a la equidad y baja dominancia, lo que puede indicar homogeneidad espacial.

Para el **perifiton** la división Heterokontophyta fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 63,64%, seguida de Euglenozoa y Cyanobacteria con 18,18% cada una. No se registraron morfoespecies de otros phylum como Chlorophyta y Charophyta. En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Nitzschia* sp y *Oscillatoria* sp con las mayores densidades con valores de 408,556 Ind/cm² y 93,167 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Navicula* sp. (56,333 Ind/cm²) y *Gomphonema* sp (32,833 Ind/cm²). En términos de diversidad, se pudo evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el punto P2_699665 registró el valor más alto de Shannon_H con 1,326 bits/individuo y el punto P1_699666 con 1,461 fue el más alto para Margalef.

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en la Ciénaga el Paraíso evidenció una estructura taxonómica moderadamente diversa, dominada por artrópodos y con una distribución equitativa de individuos entre las morfoespecies. A pesar de la relativa riqueza específica, los valores de diversidad fueron bajos y el índice BMWP/Col reflejó condiciones de contaminación orgánica, clasificando las aguas entre críticas y muy críticas.

La **fauna íctica** en la ciénaga Paraíso estuvo compuesta por una única morfoespecie, *Trichopodus pectoralis*, perteneciente a la familia Osphronemidae. Esta especie fue capturada exclusivamente en el punto P2_699665, sin registros en los demás puntos de muestreo a pesar del esfuerzo realizado. Esta especie es conocida por su capacidad de adaptación a una amplia gama de condiciones ambientales, son peces resistentes que pueden tolerar bajas concentraciones de oxígeno disuelto gracias a una adaptación les da una ventaja en ciénagas que pueden experimentar periodos de hipoxia debido a la descomposición de materia orgánica o la contaminación. Las especies que pueden encontrarse en la Ciénaga Paraíso al estar expuesta a la degradación ambiental, como la mayoría de las ciénagas del Atlántico, pueden volverse menos competitivas o tolerantes a estas condiciones, *Trichopodus pectoralis*, al ser más resistente, podría prosperar en estos ambientes, convirtiéndose en una de las especies más "representativas" porque otras especies han disminuido.

La riqueza de **macrófitas** en los puntos de monitoreo fue baja, destacando *Pontederia crassipes* como la especie dominante con una alta cobertura. Junto a *Hymenachne* sp. y *Salvinia* sp., estas especies evidencian un ecosistema acuático con baja diversidad, lo que podría estar relacionado con condiciones ambientales que favorecen a pocas especies invasoras o adaptativas.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 654 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

7.1.7. Ciénaga El Uvero

La Ciénaga El Uvero presentó un ensamblaje **fitoplanctónico** conformado por 18 morfoespecies, principalmente de los grupos Chlorophyta y Euglenozoa. La comunidad estuvo dominada por *Planktothrix sp.*, particularmente en el punto P2, donde se registraron los mayores valores de densidad y riqueza específica. La representación significativa de Euglenozoa y Chlorophyta sugiere la presencia de microambientes eutróficos, caracterizados por elevados niveles de materia orgánica, condiciones favorables para organismos tolerantes.

La ciénaga El Uvero presenta una comunidad **zooplanctónica** integrada por 14 morfoespecies, integrada por organismos de los Phyla Rotifera y Arthropoda, propia de ecosistemas lénticos eutrofizados. La comunidad zooplanctónica presentó características estructurales de diversidad baja; con abundancias que presentan tendencia a la equidad y baja dominancia; lo que puede indicar homogeneidad espacial de las aguas de la ciénaga.

Para el **perifiton** la división Heterokontophyta (antes denominada Bacillariophyta) fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 56,52%, seguida de Cyanobacteria y Charophyta con 13,04% cada una. Mientras que, Chlorophyta y Euglenozoa con 8,70% ocuparon el último lugar. En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Anabaena sp* con la mayor densidad con un valor de 73,133 Ind/cm², seguido de *Nitzschia sp.* (44,267 Ind/cm²) y *Planktothrix sp.* (35,267 Ind/cm²). En términos de diversidad, se pudo evidenciar valores moderados de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el punto P2_699676 registró el valor más alto de Shannon_H con 2,433 bits/individuo y el punto P1_699675 con 4,042 bits/individuo para Margalef. Mientras que los puntos que reportaron menor diversidad fueron: el P1_699675 con 2,348 bits/individuo para Shannon_H y 3,480 bits/individuo para Margalef

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** de la Ciénaga El Uvero presentó una baja diversidad y riqueza taxonómica, destacando la dominancia del género *Corbicula*, un molusco invasivo resistente a condiciones adversas. Los índices de Shannon y Margalef reflejaron una diversidad baja, con alta dominancia y baja equitatividad. El índice BMWP/Col indicó un alto nivel de contaminación orgánica de clase V para el P1_699675.

La **fauna íctica** de la ciénaga El Uvero estuvo compuesta por una única morfoespecie, *Triportheus magdalenae*, perteneciente a la familia Triportheidae. Esta especie fue capturada exclusivamente en el punto P1_699675, sin registros en los demás puntos de muestreo a pesar del esfuerzo realizado. Las bajas densidades de peces, pueden estar

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 655 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

relacionadas a diferentes factores, como la calidad del agua, eutrofización del sistema, incremento en la sedimentación, así como también la sobrepesca y los métodos invasivos. Por otra parte, la presencia de especies exóticas introducidas, con mayor capacidad de adaptación a los cambios, pueden dominar este tipo de ambientes, reduciendo las poblaciones de aquellas que son nativas.

La riqueza de macrófitas en el punto de monitoreo fue baja, dominada por *Pontederia crassipes*, con una cobertura significativamente mayor en comparación con *Pistia stratiotes* y *Salvinia* sp. Esta baja diversidad sugiere un ecosistema acuático en el que pocas especies dominan, lo que podría estar relacionado con factores ambientales que favorecen especies invasoras o altamente adaptativas.

7.1.8. Ciénaga Luisa

El **ensamblaje fitoplanctónico** de la Ciénaga La Luisa, compuesto por 20 morfoespecies pertenecientes principalmente a Cyanobacteria, Euglenozoa y Heterokontophyta, mostró una diversidad relativamente baja debido a la dominancia moderada de *Cyclotella* sp. y *Trachelomonas* sp. en el punto P1, y de *Planktothrix* sp. y *Spirulina* sp. en P2. Esta composición sugiere un sistema con condiciones que varían de mesotróficas a eutróficas y con aporte de materia orgánica.

La ciénaga La Luisa presenta una comunidad **zooplanctónica** integrada por 12 morfoespecies, integrada por organismos de los Phyla Rotifera y Arthropoda, propia de ecosistemas lénticos eutrofizados. La comunidad zooplanctónica del punto P1 presentó características que indican diversidad baja; con abundancias que presentan tendencia a la equidad y baja dominancia; lo que puede indicar homogeneidad espacial de las aguas de la ciénaga.

Para el **perifiton** la división Heterokontophyta con el 50% fue la más representativa del cuerpo de agua, seguido de Cyanobacteria con el 28,57% de la composición de especies de este cuerpo de agua léntico aportando el 33,33 % de la composición de especies, y con la menor riqueza los Phylum Euglenozoa y Charophyta con el 10% y 6,67% respectivamente. En cuanto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó al alga verdeazulada *Oscillatoria* sp. con una densidad total de 223,111 ind/cm², la cual estuvo presente en los dos puntos monitoreados. En términos de diversidad, los valores de los índices ecológicos hallados para la comunidad perifítica, presentó una diversidad moderada para los dos puntos monitoreados.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 656 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en la Ciénaga La Luisa presentó una baja riqueza y diversidad, dominado por el phylum Mollusca, con presencia limitada de Arthropoda. La baja diversidad, indicada por los índices de Shannon-H y Margalef, sugiere una limitación en la riqueza de especies en esta área. A pesar de ello, la alta equitatividad sugiere una distribución uniforme entre las especies presentes. El índice BMWP/Col clasificó la calidad del agua como muy crítica en ambos puntos de monitoreo, lo que evidencia una fuerte contaminación orgánica y un deterioro significativo del ecosistema acuático.

No se registraron capturas de **peces** en los puntos objeto de estudio; sin embargo, esto no debe interpretarse como una ausencia total. Las poca o nula abundancia de esta comunidad reportada, pueden estar relacionadas a distintos factores intrínsecos del ecosistema como carga de nutrientes, contaminación de los sistemas, profundidad, cobertura vegetal, entre otros. Además, las limitaciones que pueden generar las técnicas de muestreo como atarraya afectan en los resultados; ya que esta puede ser efectiva en aguas someras y despejadas, sin embargo, en zonas con vegetación o fondo irregular, los peces escapan o no entran en contacto con la red. La profundidad de los cuerpos de agua influye en el desarrollo del muestreo, ya que lanza superficialmente y a mayor profundidad no serán alcanzados.

La riqueza de **macrófitas** en el punto de monitoreo fue baja, con *Salvinia* sp. y *Pontederia crassipes* como las únicas especies registradas. *Salvinia* sp. dominó la cobertura acuática, lo que podría indicar un ecosistema donde una o pocas especies dominan.

7.1.9. Ciénaga Manatí

Con 21 morfoespecies **fitoplanctónicas** registradas, la Ciénaga Manatí presentó variabilidad espacial significativa entre los puntos monitoreados. P2 mostró mejores condiciones de riqueza, diversidad y equidad en comparación con P1; por el dominio de *Oscillatoria* sp. y *Planktothrix* sp. que pueden indicar un sistema en transición hacia estados más eutrofizados.

La comunidad **zooplanctónica** en la ciénaga Manatí presentó una densidad baja, con predominancia del phylum Arthropoda y una mayor riqueza en el punto P2_699674. La morfoespecie Larva Nauplio y *Lecane* sp. fueron las más abundantes, siendo *Lecane* sp. un importante bioindicador de la calidad del agua en ambientes eutróficos.

Para el **perifiton** la división más representativa fue Heterokontophyta con el 58,3%, seguido de Cyanobacteria y Euglenozoa cada una de estas aportando el 16,67, % de la composición de especies, y con la menor riqueza de especies la división Charophyta con el 8,33%. En

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 657 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

cuanto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea *Nitzschia* sp. con una densidad total de 1475,000 ind/cm², la cual estuvo presente en los dos puntos monitoreados. En términos de diversidad, el ensamblaje Perifítico mostró que los dos puntos estudiados tuvieron una biodiversidad similar siendo baja para ambas.

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en la Ciénaga Manatí presentó un predominio del phylum Arthropoda, especialmente la familia Ceratopogonidae, la cual mostró una alta densidad en los puntos de monitoreo. La baja diversidad de especies reflejada por los índices de Shannon-H y Margalef sugiere un ecosistema con una riqueza limitada, posiblemente afectado por condiciones ambientales adversas o contaminación. A pesar de la baja diversidad, los índices de equidad (Pielou) y dominancia (Simpson) indicaron una distribución relativamente equilibrada de los individuos entre las especies, especialmente en el punto P2. Sin embargo, los resultados del índice BMWP/Col señalaron aguas muy contaminadas en P1 y fuertemente contaminadas en P2, lo que subraya un deterioro significativo en la calidad del agua en la ciénaga.

No se registraron capturas de **peces** en los puntos objeto de estudio; sin embargo, esto no debe interpretarse como una ausencia total. La presencia de vegetación densa, suelos fangosos o coberturas flotantes dificulta el uso de redes y embarcaciones. Por otro lado, métodos como redes de arrastre o trampas de caída pueden no capturar adecuadamente especies más pequeñas o evasivas, generando sesgos en la representación de la comunidad, la presencia de microhábitats muy diferenciados como áreas abiertas, vegetación densa, márgenes fangosos, entre otros, requiere de técnicas variadas para representar toda la comunidad. Además, los cuerpos someros son muy dinámicos, es decir, que experimentan cambios rápidos de nivel de agua, temperatura, oxígeno, afectando la distribución temporal de las especies.

El punto de monitoreo presentó una baja riqueza de **macrófitas**, con *Pontederia crassipes* como única especie registrada, ocupando el 100% de la cobertura acuática.

7.1.10. Ciénaga Larga

El ensamblaje **fitoplanctónico** de la Ciénaga Larga, conformado por 19 morfoespecies, mostró una estructura comunitaria relativamente balanceada entre Euglenozoa y diatomeas. Las densidades registradas, aunque bajas, junto a los valores moderados de diversidad y equidad, indican un ecosistema con influencia orgánica, pero aún con capacidad de sostener diversidad específica.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 658 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

La comunidad **zooplanctónica** en la Ciénaga La Larga mostró una baja diversidad, con el phylum Arthropoda predominando en términos de riqueza de morfoespecies. Los puntos monitoreados arrojaron una mayor densidad en el punto P2_699674, donde la morfoespecie Larva nauplio fue especialmente dominante, lo que sugiere condiciones favorables para su desarrollo. Los índices de diversidad, como Shannon y Margalef, sugieren una estructura comunitaria simple, con una concentración limitada de especies. La equidad fue alta en P1_699673, indicando una distribución más equilibrada de las especies, mientras que en P2_699674, la dominancia de algunas especies redujo la equitatividad y la diversidad.

Para el **perifiton** la división más representativa fue Heterokontophyta con el 54,55% y Cyanobacteria aportando el 27,27, % de la composición de especies, y con la menor riqueza de especies las divisiones Euglenozoa y Chlorophyta ambas con el 9,09%. En cuanto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea *Navicula* sp. con una densidad total de 2536,111 ind/cm², la cual estuvo presente en los dos puntos monitoreados. En términos de diversidad, para el ensamblaje Perifítico mostró que los dos puntos estudiados tuvieron una biodiversidad similar, ya que según el índice de Shannon (H) la diversidad fue baja donde se tuvo valores Inferiores a 2.

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en la ciénaga La Larga registró una comunidad dominada por el phylum Mollusca, con *Marisa* sp. y *Pomacea* sp. como las únicas morfoespecies presentes en el punto P2_699674. Los índices de diversidad indicaron una comunidad con baja riqueza y una distribución uniforme de las especies. Por su parte, el índice BMWP/Col arrojó aguas fuertemente contaminadas de calidad muy crítica en el punto P2_699674.

En cuanto a los **peces**, no hubo capturas de estos, en los puntos objeto de estudio. Sin embargo, esto no debe interpretarse como ausencia total de peces. La presencia de vegetación densa, suelos fangosos o coberturas flotantes dificulta el uso de redes y embarcaciones. Por otro lado, los cuerpos someros son muy dinámicos, es decir, que experimentan cambios rápidos de nivel de agua, temperatura, oxígeno, afectando la distribución temporal de las especies.

El ensamblaje de **macrófitas acuáticas** en el cuerpo de agua estuvo conformado por seis morfoespecies, con *Ludwigia helminthorrhiza* y *Pontederia crassipes* como las más abundantes. Aunque la diversidad es relativamente limitada, la distribución observada sugiere una vegetación acuática dominada por unas pocas especies, lo cual podría influir en la dinámica ecológica del hábitat y en la competitividad entre las especies presentes.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 659 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

7.1.11. Río Magdalena

El ensamblaje **fitoplanctónico** del tramo analizado del Río Magdalena presentó alta riqueza (35 morfoespecies) y densidades moderadas. Las variaciones espaciales en los índices de diversidad y equidad reflejan diferencias en calidad de agua entre los puntos, posiblemente influenciadas por descargas locales de nutrientes y fluctuaciones en la velocidad de corriente.

El río Magdalena presenta una comunidad **zooplanctónica** integrada por 11 morfoespecies, compuesta por organismos de los Phyla Rotifera y Arthropoda, propia de ecosistemas lóticos. La comunidad zooplanctónica presentó diversidad baja; con abundancias que presentan tendencia a la equidad y baja dominancia en los puntos P3, P6 y P8; mientras que en el P7, representado por una sola especie, refleja una equidad nula y una dominancia absoluta. Estas características pueden indicar heterogeneidad espacial de las aguas evaluadas en el río Magdalena.

Para el **perifiton** la división Heterokontophyta (antes denominada Bacillariophyta) fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 58,82%, seguida de Cyanobacteria con 23,53% y Charophyta con 11,76%. Mientras que, Euglenozoa presentó el valor más bajo con 5,88%. En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Nitzschia* sp y *Oscillatoria* sp con las mayores densidades con valores de 465,967 Ind/cm² y 285,733 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Leptolyngbya* sp. (43,444 Ind/cm²) sp y *Synedra* sp (38,767 Ind/cm²). En términos de diversidad, se pudo evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, para todos los puntos de muestreo.

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en el río Magdalena presentó una diversidad moderada y una distribución equitativa, con los Arthropoda siendo el grupo predominante, seguido por Annelida y Mollusca. Los índices de diversidad de Shannon y Margalef indicaron una diversidad baja a moderada, siendo P7_699624 el punto de mayor diversidad. La familia Naididae fue predominante, lo que sugiere una posible relación con la eutrofización y la contaminación orgánica, dado que estos organismos son sensibles a cambios ambientales y se asocian a condiciones de contaminación. El índice BMWP/Col reflejó aguas fuertemente contaminadas en varios puntos, con clasificación en la Clase V y IV, mientras que P7_699624 presentó aguas moderadamente contaminadas (Clase III).

La **fauna íctica** estuvo representada por cuatro morfoespecies pertenecientes a tres familias, registradas en los puntos P6_699623 y P7_699624. En el resto de los puntos no se

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 660 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

obtuvieron capturas, a pesar del esfuerzo de muestreo realizado. Las bajas densidades en estos cuerpos de agua pueden estar relacionadas a múltiples factores como la contaminación por aguas residuales, actividades agrícolas y la minería que pueden ser vertidas en este cuerpo de agua, lo que resulta ser un factor importante en la reducción de la diversidad y abundancia de peces, afectando su fisiología, reproducción y supervivencia. La alteración del hábitat, como la deforestación de las orillas, la sedimentación, la construcción de infraestructuras pueden destruir o fragmentar los hábitats de los peces, también, la pesca no regulada puede agotar las poblaciones de peces, especialmente las especies más valiosas comercialmente y a su vez la introducción de especies exóticas en estos ambientes. Cabe resaltar que la heterogeneidad de los puntos a lo largo del río y el monitoreo influyen en las técnicas que pueden ser efectivas o no para la representatividad de esta comunidad.

El ensamblaje de **macrófitas acuáticas** en el cuerpo de agua estuvo conformado por seis morfoespecies, siendo *Pontederia crassipes* la de mayor cobertura en los puntos de monitoreo.

7.2. Cuenca Canal del Dique

7.2.1. Ciénaga de Luruaco

La comunidad **fitoplanctónica** en la ciénaga de Luruaco presentó una baja diversidad y una estructura; dominada por Cyanobacteria y Chlorophyta en proporciones similares. Constituyendo *Microcystis* sp. la morfoespecie más abundante, reflejando condiciones ambientales favorables para su desarrollo, posiblemente asociadas a la disponibilidad de nutrientes. Los índices ecológicos indicaron una equidad y dominancia moderada, lo que sugiere una comunidad con pocas especies predominantes, pero sin una dominación absoluta. La presencia de cianobacterias potencialmente productoras de toxinas resalta la importancia de monitorear la calidad del agua en este ecosistema

La ciénaga de Luruaco presenta una comunidad **zooplanctónica** integrada por nueve (9) morfoespecies, integrada por organismos de los Phyla Arthropoda y Rotifera, propia de ecosistemas lénticos. Los índices ecológicos reflejan una diversidad baja; con abundancias que indican poca equidad y baja dominancia; lo que puede indicar homogeneidad espacial de las aguas de la ciénaga.

Para el **perifiton** la división más representativa fue Heterokontophyta aportando el 57,14% de las morfoespecies descritas, seguido de Cyanobacteria con el 28,57% y con la menor composición de especies la división Chlorophyta con el 14,29%. En cuanto a las

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 661 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea pennada *Nitzschia* sp. con una densidad total de 2443,889 ind/cm², estando presente en los dos puntos monitoreados. En términos de diversidad, se puede evidenciar una diversidad baja según el índice de diversidad de Shannon (H) para los dos puntos analizados

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en la Ciénaga de Luruaco presentó una alta densidad total, con predominio del phylum Mollusca, particularmente de la morfoespecie *Pyrgophorus* sp. La baja diversidad observada en los índices de Shannon-H y Margalef indicaron una comunidad con riqueza específica limitada, posiblemente condicionada por factores ambientales adversos. Los valores del índice de Pielou y Simpson revelan una equidad y dominancia variables entre puntos, siendo más equilibrada la estructura comunitaria en P2. El índice BMWP/Col calificó las aguas como fuertemente contaminadas, evidenciando una calidad muy crítica en ambos puntos, posiblemente asociada a cargas elevadas de materia orgánica y alteraciones significativas en el ecosistema acuático.

La **fauna íctica** estuvo representada por cuatro morfoespecies pertenecientes a tres familias, registrándose únicamente en el punto P1_699669, donde se identificaron *Mugil curema*, *Andinoacara latifrons*, *Caquetaia kraussii* y *Bagre marinus*. Las bajas densidades de peces, pueden estar relacionadas a diferentes factores, como la calidad del agua, eutrofización del sistema, incremento en la sedimentación, así como también la sobrepesca y los métodos invasivos. Por otra parte, la presencia de especies exóticas introducidas, con mayor capacidad de adaptación a los cambios, pueden dominar este tipo de ambientes, reduciendo las poblaciones de aquellas que son nativas.

La riqueza de macrófitas acuáticas fue baja, con tres morfoespecies registradas, siendo *Typha* sp. la dominante con una cobertura del 94,24%.

7.2.2. Ciénaga de Tocagua

El **ensamblaje fitoplanctónico** de la Ciénaga San Juan de Tocagua se caracterizó por una baja riqueza taxonómica (seis morfoespecies), altas densidades de cianobacterias filamentosas, particularmente *Cylindrospermopsis* sp. y *Oscillatoria* sp, y valores elevados de equidad posiblemente por un estado con moderada a alta concentración de nutrientes, caracterizado por el favorecimiento de cianobacterias sin una dominancia monoespecífica extrema.

La ciénaga San Juan de Tocagua presenta una comunidad **zooplanctónica** integrada por seis (6) morfoespecies, compuesta por organismos de los Phyla Arthropoda y Rotifera, propia

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 662 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

de ecosistemas lénticos. Los índices ecológicos reflejan una diversidad baja; con abundancias que indican poca equidad y baja dominancia; lo que puede indicar homogeneidad espacial de las aguas de la ciénaga.

Para el **perifiton** la división Cyanobacteria fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 44,44%, seguida de Heterokontophyta con 33,33%%; por último, se ubican Chlorophyta y Charophyta, cada una con 11,11%%. En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Navicula* sp y *Planktotrhrix* sp con las mayores densidades con valores de 73,333 Ind/cm² y 52,000 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Nitzschia* sp. (18,667 Ind/cm²) sp y *Chroococcus* sp (8,000 Ind/cm²). En términos de diversidad, se pudo evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el punto P1_699971 registró el valor más alto de Shannon_H con 1,031 bits/individuo, mientras que ese mismo punto registró el valor más alto para Margalef con 1,454

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en la Ciénaga San Juan de Tocagua mostró una alta densidad total, con un predominio claro del phylum Mollusca, especialmente *Pyrgophorus* sp. y *Melanoides* sp., lo que indica su capacidad de adaptación y colonización en el ecosistema. Los índices de diversidad (Shannon-H y Margalef) reflejaron una baja diversidad, lo que sugiere una limitada riqueza de especies. La equidad mostró una distribución más uniforme de los individuos en el punto P2, mientras que en P1 se observó una mayor dominancia de algunas especies. Los resultados del índice BMWP/Col clasificaron las aguas de ambos puntos como fuertemente contaminadas, con un alto nivel de contaminación orgánica que afecta la calidad del ecosistema acuático.

La **fauna íctica** en la ciénaga de Tocagua presentó baja diversidad, con dos morfoespecies registradas, ambas pertenecientes a la familia Cichlidae. La posible dominancia de morfoespecies de la familia Cichlidae, probablemente se debe a su notable adaptabilidad a las condiciones variables de las ciénagas, su potencial para la diversificación ecológica local, y posiblemente una mayor resistencia a la degradación ambiental en comparación con otras familias de peces nativos.

La riqueza de **macrófitas** en el punto de monitoreo fue moderada, con la presencia de cinco morfoespecies de diferentes familias y órdenes. *Ipomoea aquatica* y *Pontederia crassipes* destacaron por su alta cobertura, representando la mayor parte de la vegetación acuática, mientras que las demás especies tuvieron una cobertura más baja.

7.2.3. Embalse el Guájaro

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 663 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

El ensamblaje **fitoplanctónico** del Embalse del Guájaro exhibió una alta riqueza específica (37 morfoespecies) y densidades moderadas, dominado por diatomeas y cianobacterias. La estructura comunitaria mostró patrones espaciales definidos: *Cyclotella* sp. fue abundante en la zona central, *Aulacoseira* sp. en el extremo sur, mientras *Oscillatoria* sp. fue dominante en extremo norte (P8_699634 y P9_699635) y en P3_699629. Esta variabilidad espacial sugiere influencias locales diferenciadas, probablemente ligadas a descargas de nutrientes, variaciones en la columna de agua y diferencias en la circulación interna.

En el Embalse del Guájaro se observó una comunidad **zooplanctónica** integrada por 19 morfoespecies, compuesta por organismos de los Phyla Arthropoda, Rotifera y Protozoa, propia de ecosistemas lénticos. Los índices ecológicos reflejan una diversidad baja en la mayoría de los puntos monitoreados, con excepción del P2, donde se observa una diversidad moderada; así mismo se evidencia poca o mediana equidad y baja dominancia en todos los puntos de monitoreo; lo que puede indicar homogeneidad espacial de las aguas.

Para el **perifiton** la división más representativa fue Heterokontophyta, la cual contribuyó con el 56,52% de las morfoespecies descritas., seguido de Charophytas y Cyanobacterias las cuales ocuparon el segundo lugar cada una con el 13,04% de la riqueza de especies. Con respecto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a él taxon *Aphanocapsa* sp. con una densidad total de 2808,333 ind/cm², estando presente solo presente en el punto de monitoreo P8_699634. En términos de diversidad, se pudo que el punto P4_699630 tuvo un mayor número de individuo siendo el único punto, según el índice de Shannon con una diversidad moderada, ya que todos los puntos obtuvieron una diversidad baja.

En el ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en el embalse El Guájaro registró una marcada dominancia de Mollusca, especialmente del género *Melanoidea*. Esta prevalencia de organismos resistentes indica condiciones de eutrofización y contaminación, reflejadas también en los índices ecológicos que señalan una comunidad con baja variedad de especies y dominancia moderada.

La **fauna íctica** del embalse del Guájaro presentó una baja diversidad, evidenciada por la presencia de únicamente tres morfoespecies, lo que sugiere una distribución limitada en el sistema. La dominancia de *Oreochromis niloticus* en las capturas podría estar relacionada con su alta capacidad de adaptación y su potencial para desplazar a especies nativas.

El ensamblaje de **macrófitas acuáticas** en el cuerpo de agua estuvo conformado por ocho morfoespecies, siendo *Pontederia crassipes* la que registró la mayor cobertura, seguida por *Elodea* sp. y *Hymenachne* sp.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 664 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

7.3. Cuenca Litoral

7.3.1. Ciénaga del Totumo

La Ciénaga del Totumo presentó 23 morfoespecies **fitoplanctónicas** y densidades altas, dominadas por *Planktothrix* sp.. La baja diversidad observada en la mayoría de los puntos, junto con la proliferación masiva de cianobacterias filamentosas, sugiere un estado avanzado de eutrofización. Sin embargo, sectores puntuales mostraron valores moderados de equidad, lo que podría indicar una heterogeneidad ambiental residual.

La comunidad **zooplanctónica** de la Ciénaga del Totumo estuvo dominada por el phylum Rotifera, particularmente por géneros como *Keratella* y *Brachionus*, conocidos por su abundancia en aguas eutróficas. Esto resalta el papel del zooplancton como bioindicador en la evaluación de la calidad del agua. Los índices ecológicos reflejaron una baja diversidad general, pero con una distribución equitativa y una baja dominancia de especies, lo que sugiere un ecosistema relativamente equilibrado en términos de abundancia.

Para el **perifiton** la división Heterokontophyta fue la que mayor aporte hizo a la riqueza de morfoespecies con un 47,06%, seguida de Cyanobacteria con 29,41% y Euglenozoa con 11,76%, por último, se ubican Chlorophyta y Charophyta, cada una con 5,88%: En cuanto a las morfoespecies reportadas, se muestra a *Planktothrix* sp y *Oscillatoria* sp con las mayores densidades con valores de 2866,056 Ind/cm² y 145,833 Ind/cm² respectivamente, seguido de *Cylindrospermopsis* sp. (49,000 Ind/cm²) sp y *Eunotia* sp (39,611Ind/cm²). En términos de diversidad, se puede evidenciar valores bajos de diversidad según los índices de Shannon_H y Margalef, donde el punto P1_699612 registró el valor más alto de Shannon_H con 1,301 bits/individuo y el punto P4_699615 con 1,511 bits/individuo para Margalef. Mientras que los puntos que reportaron menor diversidad fueron: el P3_699614 con 0,134 bits/individuo para Shannon_H y 0,256 bits/individuo para Margalef.

La comunidad de **macroinvertebrados bentónicos** en la Ciénaga del Totumo se caracterizó por una alta densidad, pero una baja diversidad, predominando morfoespecies del género *Melanoides* sp., indicativas de condiciones eutróficas y altos niveles de materia orgánica. En cuanto a la calidad del agua, el índice BMWP/Col indicó aguas fuertemente contaminadas (Clase V) en los puntos P1_699612 y P6_699617, mientras que los otros puntos se clasificaron en aguas muy contaminadas (Clase IV). Estos resultados reflejan un ecosistema acuático afectado por altos niveles de contaminación, con una comunidad de macroinvertebrados adaptada a estas condiciones.

La **fauna íctica** en la ciénaga del Totumo presentó baja riqueza, con solo tres morfoespecies identificadas, todas pertenecientes a la familia Cichlidae, registradas en algunos puntos de

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 665 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

muestreo específicos. La posible dominancia de morfoespecies de la familia Cichlidae, probablemente se debe a su notable adaptabilidad a las condiciones variables de las ciénagas, su potencial para la diversificación ecológica local, y posiblemente una mayor resistencia a la degradación ambiental en comparación con otras familias de peces nativas.

El ensamblaje de **macrófitas acuáticas** en el cuerpo de agua estuvo conformado con siete morfoespecies registradas, lo que refleja una diversidad considerable en el ecosistema acuático. *Pontederia crassipes* dominó la cobertura acuática, lo que sugiere que, a pesar de la alta riqueza, unas pocas especies son las que prevalecen en el hábitat, influenciando la estructura y dinámica ecológica de la zona.

7.3.2. Ciénaga de Balboa

El ensamblaje **fitoplanctónico** de la Ciénaga de Balboa caracterizado por su baja diversidad, estuvo compuesto por 15 morfoespecies, con abundancia de *Nitzschia* sp en P2 quien registró la mayor riqueza y densidad, evidenciando mejores condiciones ambientales locales respecto a P3 donde predominó *Aphanocapsa* sp. Estos resultados reflejan un ecosistema con condiciones favorables para ciertas especies tolerantes, pero aún capaz de sostener diversidad específica bajo ciertas condiciones microambientales.

La comunidad **zooplanctónica** de la Ciénaga de Balboa estuvo predominantemente representada por el phylum Arthropoda, un grupo de alta diversidad de especies. La prevalencia de este phylum subraya su papel fundamental en la estructura funcional del ecosistema acuático de la ciénaga. La alta densidad observada en las morfoespecies Moinidae Mf y las larvas de nauplio sugiere que las condiciones ambientales del hábitat, como la disponibilidad de recursos alimenticios, la estabilidad del entorno y la baja presencia de depredadores, favorecen la proliferación de estos grupos

Para el **perifiton**, la división más representativa fue Heterokontophyta y Cyanobacteria ambas con el 50% de la composición de especies de este cuerpo de agua lenticó. Con respecto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea *Nitzschia* sp. con una densidad total de 2681,111 ind/cm², estando presente solo en un punto de monitoreo P3_699660. En términos de diversidad, Se evidencio que el punto P3_699660 tuvo un mayor número de individuos, sin embargo, según el índice de Shannon todos los puntos obtuvieron una diversidad baja.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 666 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

La ciénaga de Balboa presentó una comunidad de **macroinvertebrados bentónicos** con una baja diversidad, dominada principalmente por los phyla Mollusca y Arthropoda, y con una alta densidad de Capitellidae, indicador de contaminación orgánica. Los índices de diversidad (Shannon-H y Margalef) arrojaron una limitada diversidad. Además, los índices de equidad y dominancia sugieren una distribución relativamente equilibrada entre las especies. El índice BMWP/Col, por su parte, señaló un alto nivel de contaminación en los puntos monitoreados.

La **fauna íctica** de la ciénaga de Balboa estuvo conformada por dos morfoespecies, capturadas únicamente en el punto P3_699660, sin registros en otros puntos a pesar del esfuerzo de muestreo. Las bajas densidades de peces, pueden estar relacionadas a diferentes factores, como la calidad del agua, eutrofización del sistema, incremento en la sedimentación, así como también la sobrepesca y los métodos invasivos. Por otra parte, la presencia de especies exóticas introducidas, con mayor capacidad de adaptación a los cambios, pueden dominar este tipo de ambientes, reduciendo las poblaciones de aquellas que son nativas.

No se registraron morfoespecies de **macrófitas acuáticas** en este cuerpo de agua, lo cual puede explicarse por su carácter de laguna costera. Este tipo de ambiente, influenciado por la salinidad y la dinámica marina, dificulta el establecimiento de vegetación acuática, ya que las macrófitas suelen tener una baja tolerancia a condiciones salinas.

7.3.3. Ciénaga de Mallorquín

El ensamblaje fitoplanctónico de la Ciénaga de Mallorquín con alta riqueza específica (32 morfoespecies) y densidades moderadas, con una dominancia estructural de Heterokontophyta y Dinoflagellata. La elevada representación de dinoflagelados, particularmente en el punto P2, sugiere un marcado efecto de intrusión marina, a través de las conexiones estuarinas. Las diferencias espaciales observadas entre los puntos, tanto en términos de riqueza como de equidad, indican la presencia de gradientes físico-químicos locales, principalmente de salinidad y concentración de nutrientes, que modulan la estructura comunitaria.

Estos patrones son consistentes con reportes que destacan a los dinoflagelados como bioindicadores de ambientes de transición y sistemas costeros influenciados por procesos de mezcla estuarina (Glibert, 2017; Smayda, 1997). La dinámica fitoplanctónica en Mallorquín, por tanto, refleja una interacción compleja entre aportes continentales, influencia marina y procesos internos de regulación. La comunidad **zooplanctónica** de la

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 667 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

ciénaga de mallorquín estuvo dominada por el phylum Arthropoda, representando el 77,78% de las morfoespecies. Los copépodos, especialmente del orden Cyclopoida, fueron los taxones más abundantes, conocidos por su rol en la cadena trófica y su alta tolerancia a condiciones ambientales adversas, lo que los convierte en excelentes bioindicadores. Los índices de diversidad y equidad revelaron una comunidad con baja diversidad y una distribución relativamente equitativa de los individuos, aunque con una ligera dominancia de algunas especies.

Para el **perifiton**, la división más representativa fue Heterokontophyta (anteriormente conocida como Bacillariophyta), la cual contribuyó con el 82,35% de las morfoespecies descritas. En cuanto a las cianobacterias ocuparon el segundo lugar con el 17,65%. Con respecto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea *Nitzschia* sp. con una densidad total de 1232,144 ind/cm², estando presente solo en todos los puntos de monitoreo. En términos de diversidad, Se evidencio que el punto P4_689655 tuvo un mayor número de individuo siendo el único punto según el índice de Shannon con una diversidad moderada, ya que todos los puntos obtuvieron una diversidad baja, excepto este con un valor de 2,088 bits/Ind.

La ciénaga de mallorquín presentó un ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** dominado completamente por el phylum Mollusca, donde se destacan las altas densidades de Hydrobiidae y *Corbula* sp. Los índices de diversidad de Shannon y Margalef indicaron una baja diversidad en la mayoría de los puntos, con P1_699652 mostrando una diversidad moderada. El índice BMWP/Col indicó aguas fuertemente contaminadas en los puntos monitoreados (Clase V).

La ciénaga de Mallorquín registró una notable diversidad **íctica**, con cinco morfoespecies distribuidas en cuatro familias. La presencia de especies como *Mugil curema*, *Diapterus rhombeus*, *Diapterus* sp., *Opisthonema* sp. y *Bagre marinus* en todos los puntos de muestreo indica una alta conectividad ecológica en la ciénaga, lo que podría reflejar una buena salud del ecosistema acuático. Estas especies son típicas de ambientes costeros y estuarinos, lo que sugiere que el área está proporcionando condiciones favorables para su desarrollo.

No se registraron morfoespecies de **macrófitas acuáticas** en este cuerpo de agua, lo cual puede explicarse por su carácter de laguna costera. Este tipo de ambiente, influenciado por la salinidad y la dinámica marina, dificulta el establecimiento de vegetación acuática, ya que las macrófitas suelen tener una baja tolerancia a condiciones salinas.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 668 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

7.3.4. Ciénaga Los Manatíes

El ensamblaje **fitoplanctónico** conformado por cuatro morfoespecies, con una alta densidad total de 116,450 Ind/ml y un marcado dominio de *Chlamydomonas* sp., que superó el 96,7 % de la abundancia en ambos puntos de muestreo. Esta estructura comunitaria, caracterizada por baja diversidad específica y densidades extremadamente elevadas concentradas en pocos taxones, sugiere un sistema altamente eutrofizado, con condiciones favorables para el desarrollo de florecimientos algales locales.

La comunidad **zooplanctónica** de la Ciénaga los Manatíes estuvo dominada por el phylum Arthropoda, con una presencia destacada de *Brachionus* sp., un rotífero capaz de adaptarse a condiciones extremas. La diversidad en los puntos monitoreados fue baja, con una distribución desigual de los individuos, reflejada en los índices de equidad y dominancia. Estos resultados sugieren que las condiciones ambientales favorecen a unas especies sobre otras, generando una comunidad zooplanctónica desequilibrada, en la que algunas especies dominan.

Para el **perifiton**, la división más representativa fue Heterokontophyta con el 71,43%, seguido del grupo de las Cyanobacteria con el 28,57% de la composición de especies de este cuerpo de agua léntico. Con respecto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea *Navicula* sp. con una densidad total de 982,778 ind/cm², estando presente en los dos puntos de monitoreo. En términos de diversidad, el índice de Shannon para los dos puntos tuvieron una diversidad baja, los puntos evaluados P1_699648 y P2_699649, con valores de 0,732 bits/Ind y 1,257 bits/Ind, respectivamente.

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en la Ciénaga Los Manatíes presentó un predominio de los phyla Mollusca y Annelida. Las morfoespecies *Streblospio* sp., Capitellidae Mf, y Nereididae Mf fueron las más representadas en el punto P2, indicando la presencia de taxones asociados con ambientes ricos en materia orgánica, lo que puede señalar la influencia de la contaminación orgánica. La diversidad en la comunidad bentónica fue baja, con índices de Shannon-H y Margalef por debajo de 2 bits/Ind, aunque el punto P1 mostró una excepción con una diversidad moderada.

La ciénaga Los Manatíes presentó una diversidad **íctica** limitada, con la identificación de solo dos morfoespecies: *Mugil liza* y *Mugil curema*, ambas pertenecientes a la familia Mugilidae. Estas especies son comúnmente conocidas como "lebranche" y "lisa blanca" respectivamente, y se distribuyen ampliamente en aguas costeras marinas y estuarinas. Las bajas densidades de peces, pueden estar relacionadas a diferentes factores, como la calidad

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 669 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

del agua, eutrofización del sistema, incremento en la sedimentación, así como también la sobrepesca y los métodos invasivos.

No se registraron morfoespecies de **macrófitas acuáticas** en este cuerpo de agua, lo cual puede explicarse por su carácter de laguna costera. Este tipo de ambiente, influenciado por la salinidad y la dinámica marina, dificulta el establecimiento de vegetación acuática, ya que las macrófitas suelen tener una baja tolerancia a condiciones salinas.

7.3.5. Ciénaga del Rincón

El ensamblaje fitoplanctónico de la Ciénaga El Rincón con 24 morfoespecies identificados y densidades moderadas, mostro diferencias espaciales entre los puntos de muestreo en el punto P1_699606 con predominio de *Microcystis* sp. y *Dolichospermum* sp., mientras en los puntos P2_699607 y P3_699608 abundaron *Anabaena* sp. y *Chaetoceros* sp. Estas variaciones espaciales reflejan la influencia de gradientes en la disponibilidad de nutrientes, probablemente asociados a fuentes de materia orgánica y a la hidrodinamia del sistema.

La comunidad **zooplanctónica** de la ciénaga del Rincón mostró una estructura diversa, con predominio de los phyla Arthropoda y Rotifera, que aportaron la mayor parte de las morfoespecies. Los índices ecológicos reflejaron una baja diversidad, aunque el índice de Pielou arrojó una equidad moderada a alta en la distribución de las especies, particularmente en el punto P3_699608. Estos resultados indican un ecosistema equilibrado, sin una dominancia clara de especies, con indicadores que sugieren condiciones mesotróficas a eutróficas

Para el **perifiton**. la división más representativa fue Heterokontophyta (anteriormente conocida como Bacillariophyta) aportando el 45,45, % de las morfoespecies descritas, seguido de Cyanobacteria con el 36,36% y con la menor composición de especies las divisiones Charophyta y Chlorophyta ambas con el 9,09%. En cuanto a las morfoespecies más abundante de manera general se observó a la diatomea pennada *Nitzschia* sp. con una densidad total de 16055,556 ind/cm², estando presente en los tres puntos monitoreados. En términos de diversidad, se pudo evidenciar una diversidad baja según el índice de diversidad de Shannon (H) para los tres puntos analizados, los cuales presentaron valores Inferiores a 2, valores entre 1,28 a 1,34 bits/individuos, asociados con una diversidad pobre. Por su parte, el índice de Margalef presentó valores bajos también menores a dos

El ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** en la Ciénaga del Rincón estuvo representado en su totalidad por moluscos, especialmente *Pyrgophorus* sp. y *Melanoides*

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 670 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

sp., que mostraron densidades significativamente altas en los puntos de monitoreo P1_699606 y P3_699608. El índice BMWP/Col indicó aguas fuertemente contaminadas en todos los puntos monitoreados, lo que refleja una calidad crítica del agua, con la presencia de especies bioindicadoras de contaminación como Thiaridae y Planorbidae.

La ciénaga del Rincón presentó una diversidad **íctica** reducida, con la identificación de dos morfoespecies: *Oreochromis niloticus* y *Mugil curema*, capturadas exclusivamente en el punto P2_699607. Las bajas densidades de peces, pueden estar relacionadas a diferentes factores, como la calidad del agua, eutrofización del sistema, incremento en la sedimentación, así como también la sobrepesca y los métodos invasivos. Por otra parte, la presencia de especies exóticas introducidas, con mayor capacidad de adaptación a los cambios, pueden dominar este tipo de ambientes, reduciendo las poblaciones de aquellas que son nativas.

La riqueza de **macrófitas** en el punto de monitoreo fue baja, con solo dos morfoespecies registradas. *Typha* sp. dominó ampliamente la cobertura, seguida por *Lemna* sp., que tuvo una cobertura mucho menor.

7.3.6. Arroyo León

El ensamblaje fitoplanctónico del Arroyo León se identificaron 20 morfoespecies entre las cuales *Nitzschia* sp., *Microcystis* sp. y *Pandorina* sp fueron las más abundantes en los puntos P1_699609, P2_699610 y P3_699611 respectivamente, con *Oscillatoria* sp. como codominante particularmente, en los dos primeros puntos en donde del índice de dominancia fue moderada. Esta variabilidad longitudinal se relaciona con fuentes puntuales o difusas de cargas orgánicas.

La comunidad **zooplanctónica** del arroyo León estuvo compuesta principalmente por Rotifera, destacándose *Filinia* sp. como un género indicador de eutrofización, lo que sugiere un ambiente influenciado por altos niveles de nutrientes. Los índices de diversidad y equidad mostraron una estructura con baja diversidad en los puntos monitoreados, especialmente en P1_699609, donde se observó una fuerte dominancia de ciertas especies, como Ciliatea Mf. En comparación, los puntos P2 y P3 exhibieron una distribución más equilibrada de morfoespecies, lo que podría reflejar un entorno más estable y menos perturbado.

Para el **perifiton**. la división más representativa fue Heterokontophyta y Cyanobacteria ambas aportando el 37,50, % de la composición de especies, y con la menor riqueza los Phylum Euglenozoa y Chlorophyta ambas con el 12,50%. En cuanto a las morfoespecies más

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 671 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

abundante de manera general se observó a la diatomea *Nitzschia* sp. con una densidad total de 19294,444 ind/cm². En términos de diversidad, se pudo evidenciar que todos los puntos tuvieron una biodiversidad similar, ya que según el índice de Shannon (H) para los tres puntos de esta ciénaga, se presentaron valores Inferiores a 2, valores entre 0,631 a 1,051 bits/individuos, asociados con una diversidad pobre. Por consiguiente, el índice de Margalef presentó valores bajos también menores a dos.

En el arroyo León, el ensamblaje de **macroinvertebrados bentónicos** mostró una baja diversidad, dominada principalmente por moluscos (66,67%), con una representación limitada de artrópodos. La familia Chironomidae fue el grupo más abundante y diverso, indicando posibles condiciones de eutrofización o contaminación orgánica. Los índices de diversidad y equidad reflejaron una comunidad con baja riqueza y una alta dominancia de pocas especies, particularmente en el punto P1, donde la calidad del agua se clasifica como muy crítica.

No se registraron morfoespecies de **peces** en este cuerpo de agua, lo que podría explicarse por su alta intervención y canalización. La contaminación por aguas residuales, actividades agrícolas y la minería puede ser un factor importante en la reducción de la diversidad y abundancia de peces, afectando su fisiología, reproducción y supervivencia.

No se registraron morfoespecies de **macrófitas acuáticas** en este cuerpo de agua, lo que podría explicarse por su alto nivel de intervención, como la canalización, que limita el desarrollo de estas especies.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 672 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

6 BIBLIOGRAFÍA

- Abo-Taleb, H. A., Ezz, S. M. A., Aziz, N. E. A., Zaid, M. M., & El Raey, M. (2016). Detecting marine environmental pollution by biological beacons and GIS program. *Journal of FisheriesSciences. com*, 10(4), 69.
- Aguilera, A. (2017). Cianobacterias Toxígenas: Estudios Taxonómicos y Fisiológico-Moleculares de cepas filamentosas formadoras de floraciones presentes en cuerpos de agua someros.
- Ahsan, M., Habib, B., Parvin, M., Huntington, T. and Hasan, M. 2008. A review on culture, production and use of *Spirulina* as food for humans and feeds for domestic animals. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO).
- Albrecht, M., Pröschold, T., & Schumann, R. (2017). Identification of Cyanobacteria in a eutrophic coastal lagoon on the Southern Baltic Coast. *Frontiers in microbiology*, 8, 923.
- Alvarez, M., Benítez, H., Garcia de Souza, J. B., Tarda, S., N. M., D. A., . . . Gómez, N. (2020). Los microorganismos que habitan los bañados de desborde fluvial como indicadores de los efectos de la urbanización y la actividad agropecuaria. *Biología Acuática* (18), 18. <https://doi.org/10.24215/16684869e014>
- Alves da Silva SM, Berwanger VJ, Carvalho-Ferraz G (2008). Euglenophyceae pigmentadas en lagoa ácida rasa Parque Estadual de Itapuã, sur de Brasil. *Iheringia Serbot*: 15–36
- Alves-da-Silva, S. M., Pereira, V. C., Moreira, C. S., & Friedrich, F. (2011). O gênero *Phacus* (Euglenophyceae) em lago urbano subtropical, no Jardim Botânico de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 25, 713-72
- Ángel, P. P. J., Alejandrina, G. P., Javier, G. A., Carlos, B. Y. J., Asunción, G. M. M., & Gema, P. G. (2019). Criterios de calidad y gestión del agua potable. Editorial UNED.
- Antunes, J. T., Leão, P. N., & Vasconcelos, V. (2015). *Cylindrospermopsis raciborskii*: Distribution, phylogeography and ecophysiology of a global invasive species. *Front. Microbiol.* 6: 473.
- APHA, AWWA, & WEF (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. (ISBN: 978-0-87553-335-0)
- Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D. & Stribling, J.B. (1999) Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. 2nd Edition, Report EPA 841-B-99-002, US Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington DC.
- Barros, E., Pashanasi, B., Constantino, R., & Lavelle, P. (2002). Effects of land-use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonia. *Biology and Fertility of Soils*, 35, 338-347.
- Bates, S. S., & Strain, P. M. (2006). Nutrients and phytoplankton in Prince Edward Island inlets during late summer to fall: 2001-2003. Fisheries and Oceans Canada, Gulf Fisheries Centre.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 673 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Bellinger, C.G. & Sigeo, D.C. (2010). Freshwater algae: Identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell. London, UK.
- Beltrán, C.E., Villaneda-Jiménez, A.A., Carrillo-Ávila, M., Díaz-Guzmán, F.J., & Salazar-Ariza, G. (2001). Parámetros técnicos y económicos para un Proyecto piscícola rentable (trucha, tilapia roja y cachama). Pp. 405-423. En: Rodríguez-Gómez, H., P. Victoria-Daza y M. Carrillo Avila (Ed.) Fundamentos de Acuicultura Continental. Serie Fundamentos 1, Segunda Edición. MINAGRICULTURA / INPA, Bogotá D. C.
- Bledzki, L. A., & Rybak, J. I. (2016). Freshwater crustacean zooplankton of Europe: Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida) key to species identification, with notes on ecology, distribution, methods and introduction to data analysis. Springer.
- Bonilla, S. (2009). Cianobacterias planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión. Programa Hidrológico Internacional. Documento Técnico PHI N.º 16.
- Bonilla, S., Conde, D., Aubriot, L., & Pérez, M. C. (2015). "Phytoplankton of the Uruguay River (South America): Composition and distribution influenced by the flood pulse." Fundamental and Applied Limnology, 187(1), 53–66.
- Bonilla-Barbosa, J. R., & Araúz, B. S. (2012). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Instituto de Ecología.
- Bourgeois, W., Romain, L., & Laplanche, C. (2022). Bioindicators in Water Quality Assessment: The Role of Mollusks in Monitoring Heavy Metal Pollution. Environmental Science & Technology, 56(5), 2451-2463.
- Boxshall, G., & Defaye, D. (2008). Global diversity of copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. Hydrobiologia, 595: 195-207. DOI 10.1007/s10750-007-9014-4.
- Bozkurt, A., & Akin, Ş. (2012). Zooplankton fauna of Yeşilirmak (between Tokat and Blacksea), Hasan Uğurlu and Suat Uğurlu Dam Lakes. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12(4).
- Bravo, I., & Figueroa, R. I. (2014). Towards an ecological understanding of dinoflagellate cyst functions. Microorganisms, 2(1), 11-32.
- Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (2003). Invertebrates. Sinauer Associates.
- Calbet A, Garrido S, Saiz E, Alcaraz M, Duarte CM (2001) Annual zooplankton succession in coastal NW Mediterranean waters: the importance of the smaller size fractions. J Plankton Res 23:319–331
- Carlucci, E., Cutler, E., Guzzetti, M., & Siersted, M. (2023). Sustainable Asset Valuation of Restoring the Mallorquín Swamp, Colombia. . NBI REPORT.
- Celewicz, S., Kozak, A. & Kuczyńska-Kippen, N. (2022). Chlorophytes response to habitat complexity and human disturbance in the catchment of small and shallow aquatic systems. Sci Rep 12, 13050. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17093-3>

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 674 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Céspedes-Vargas, E., Umaña-Villalobos, G., & Silva-Benavides, A. M. (2016). Tolerancia de diez especies de diatomeas (Bacillariophyceae) a los factores físico-químicos del agua en el Río Sarapiquí, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 64(1), 105-115
- Chicote, J. (2015). El zooplancton como indicador de la calidad del agua en embalses: un estudio en el ámbito de actuación de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Recuperado el 2025-03-04 de <https://www.semanticscholar.org/paper/El-zooplancton-como-indicador-de-la-calidad-del-en-Chicote/ffdc64523c7e3fbfc76b839854b5bf1a556fd816>
- Chorus, I., & J. Bartram (ed.). (1999). *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and managment*. E & FN Spon, London, United Kingdom.
- Chorus, I., & Welker, M. (2021). Cyanobacterial toxins. In *Toxic Cyanobacteria in Water* (pp. 13-162). CRC Press.
- Chorus, I., and J. Bartram (ed.). 1999. *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and managment*. E & FN Spon, London, United Kingdom.
- Chowdhury, R. R., Rose, S., Ezan, F., Sovadinová, I., Babica, P., & Langouët, S. (2024). Hepatotoxicity of cyanotoxin microcystin-LR in human: Insights into mechanisms of action in the 3D culture model Hepoid-HepARG. *Environmental Pollution*, 342, 123047.
- Cieplinski, A., Weisse, T., & Obertegger, U. (2017). High diversity in *Keratella cochlearis* (Rotifera, Monogononta): morphological and genetic evidence. *Hydrobiologia*, 796, 145-159.
- Cirés, S., & Quesada, A. (2011). Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas contingentes españolas. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Coello, Dialhy; de Cajas, Leonor y Cajas, Jacqueline (2004). Distribución y abundancia del plancton en el Embalse Chongón (marzo 2003-marzo 2004). Instituto Nacional de Pesca, Ecuador. Recuperado el 2025-03-04 de <https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Distribuci%C3%B3n-y-Abundancia-del-Plancton-en-el-Embalse-Chong%C3%B3n-marzo-2003-marzo-2004..pdf>
- Comba González, N. B. (2009). Las cianobacterias como indicadores de la calidad del agua en el embalse de Betania (Cuenca Alta del río Magdalena).
- Conde-Porcuna, J. M., Ramos-Rodríguez, E., & Morales-Baquero, R. (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Ecosistemas*, 13(2).

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 675 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Corporación Autónoma Regional del Atlántico. (2007). Documentación del estado de las cuencas hidrográficas en el departamento del Atlántico. <https://doi.org/https://crautonomia.gov.co/documentos/Normas%20Ambiental/Normas-CRAatlantico/Documentacion%20Cuerpos%20de%20Agua%20Atlantico.pdf>
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA. (2020). *Informe de monitoreo hidrobiológico en los sistemas acuáticos del departamento del Atlántico – Año 2020*. Barranquilla, Colombia.
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA. (2021). *Informe de monitoreo hidrobiológico en los sistemas acuáticos del departamento del Atlántico – Año 2021*. Barranquilla, Colombia.
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA. (2022). *Informe de monitoreo hidrobiológico en los sistemas acuáticos del departamento del Atlántico – Año 2022*. Barranquilla, Colombia.
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA. (2023). *Informe de monitoreo hidrobiológico en los sistemas acuáticos del departamento del Atlántico – Año 2023*. Barranquilla, Colombia.
- Dahms, H. U. (2000). Phylogenetic implications of the crustacean nauplius. *Hydrobiologia*, 417, 91-99.
- Damborenea, C., Rogers, D. C., & Thorp, J. H. (Eds.). (2020). Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Volume 5: Keys to Neotropical and Antarctic Fauna. Academic Press.
- Dame, R. F. (2016). *Ecology of Marine Bivalves: An Ecosystem Approach*. CRC Press.
- De Silva, S.S, Subasinghe, R.P., Bartley, D.M., Lowther, A. (2004). Tilapias as alien aquatics in Asia and the Pacific: a review. FAO Fisheries Technical Paper. No. 453. Rome, FAO. 2004. 65p.
- De Smet, H. S. W. H. (2009). Diversity and endemism in Rotifera: a review, and Keratella Bory de St Vincent. *Protist Diversity and Geographical Distribution*, 8, 69.
- Dhont, J., Dierckens, K., Støttrup, J., Van Stappen, G., Wille, M., & Sorgeloos, P. (2013). Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. In *Advances in aquaculture hatchery technology* (pp. 157-202). Woodhead Publishing.
- Domínguez, E., & Fernández, H. R. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistemática y biología*. Fundación miguel lillo, tucumán, argentina, 656
- Dong, X., Jia, X., Jiang, W., Wu, N., Tang, T., & Cai, Q. (2015). Development and testing of a diatom-based index of biotic integrity for river ecosystems impacted by acid mine drainage in Gaolan River, China. *Fresen Environ Bull*, 24, 4114-4124.
- Dray, & Center, (2002). Chapter 5: Waterlettuce. In: *Biological Control of invasive Plants in the Eastern United States*, USDA Forest Service Publication FHTET2002-04, 65-78.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 676 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Eschmeyer, W., (2010). CAS–Ichthyology–Catalog of Fishes, California academy of sciences, San Francisco, CA, USA. Disponible en la página: <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>.
- Espinal-García, P., A. Giraldo, M. Londoño-Mesa y L. M. Mejía-Ladino. (2012). Variabilidad en la abundancia de larvas de crustáceos y poliquetos en bahía Málaga, Pacífico colombiano (enero-junio de 2010). Bol. Invest. Mar. Cost., 41(2): 355-373.
- Estlander, S., Nurminen, L., Rajala, S., Olin, M., & Horppila, J. (2024). Rotifer functionality as a potentially useful indicator of lake browning. Limnologia, 108, 126194.
- Ezz, S. M. A., Aziz, N. E. A., Abou Zaid, M. M., El Raey, M., & Abo-Taleb, H. A. (2014). Environmental assessment of El-Mex Bay, Southeastern Mediterranean by using Rotifera as a plankton bio-indicator. The Egyptian Journal of Aquatic Research, 40(1), 43-57.
- Facon, B., et al. (2003). Asexual Reproduction and Genetic Structure in the Invasive Freshwater Snail Melanoides tuberculata. Molecular Ecology, 12(7), 1635-1641.
- Fernández, C., & Alvarado, J. J. (2008). Chlorophyta de la costa Pacífica de Costa Rica. Revista de Biología Tropical, 56(4), 149-162.
- Fernández, H., & Domínguez, E. (2001). Guía para la determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M Lillo, 282 pp.
- Fraga, J. M. P. (2018). Biología y ecología de las poblaciones de Typha domingensis: en el embalse San Juan de la Sierra del Rosario, Cuba. Editorial Académica Española.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. & van der Laan, R. (2022). Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References.
- Frutos, S. M., Poi, A. S. G., & Neiff, J. J. (2009). Zooplankton abundance and species diversity in two lakes with different trophic states (Corrientes, Argentina).
- Fuenmayor, G., Jonte, L., Rosales-Loaiza, N., & Morales, E. (2009). Crecimiento de la cianobacteria marina Oscillatoria sp. MOF-06 en relación al pH en cultivos discontinuos. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, 29(1), 21-25
- Fuentes-Gandara, F., Pinedo-Hernández, J., Gutiérrez, E., Marrugo-Negrete, J., & Díez, S. (2021). Heavy metal pollution and toxicity assessment in Mallorquin swamp: A natural protected heritage in the Caribbean Sea, Colombia. . Mar Pollut Bull, Jun(112271). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112271>. Epub 2021 Mar 29. PMID: 33780754.
- Gallo-Sánchez, L. J., Aguirre-Ramírez, N. J., Palacio-Baena, J. A., & Ramírez-Restrepo, J. J. (2009). Zooplankton (Rotífera y Microcrustacea) y su relación con los cambios del nivel del agua en la ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. Caldasia, 31(2), 339-353.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 677 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Gallo-Vélez, D., Restrepo, J., & Newton, A. (2022). A socio-ecological assessment of land-based contamination and pollution: The Magdalena delta, Colombia. . *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/doi.org/10.3389/fmars.2022.1057426>
- Gamarra, Y., Restrepo, R., & Cajigas, A. (2012). Guía de campo de los macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Menzuly – Santander – Colombia. Primera edición. Ediciones Universidad Industrial de Santander. 154.
- Gannon, J. E., & Stemberger, R. S. (1978). Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Transactions of the American Microscopical Society*, 16-35.
- García, M. (2001). Las comunidades de zooplancton en los embalses españoles. *Ecosistemas. Revista de Ecología y Medio Ambiente*, 10 (2), 14 pp.
- Gazeau, F., Parker, L. M., Comeau, S., Gattuso, J. P., O'Connor, W. A., & Martin, S. (2007). Impact of Ocean Acidification on Marine Bivalve Calcification. *Geophysical Research Letters*, 34(7), L07603.
- Girálido Zuluaga, C. (11 de 08 de 2024). El Espectador. La disputa por las obras alrededor de la ciénaga más importante de Barranquilla: <https://www.elespectador.com/ambiente/blog-el-rio/la-disputa-por-las-obras-alrededor-de-la-cienaga-mas-importante-de-barranquilla/>
- Gollasch, S., & Leppäkoski, E. (2007). Risk Assessment and Management of Invasive Species in Aquatic Environments. Springer.
- Gómez, F., Moreira, D., & López-García, P. (2011). Avances en el estudio de los dinoflagelados (Dinophyceae) con la filogenia molecular. *Hidrobiológica*, 21(3), 343-364.
- Gómez, N.; Licursi, M. & J. Cocheró. (2009). Seasonal and spatial distribution of the microbenthic communities of the Rio de la Plata estuary (Argentina) and possible environmental controls. *Marine Pollution Bulletin*. 58: 878-887.
- Gómez, S. C., & de Corral, A. Q. (2011). Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Guerrero-Jiménez, Gerardo, Zavala-Padilla, Guadalupe, Silva-Briano, Marcelo y Rico-Martínez, Roberto. (2013). Morfología y ultraestructura del rotífero de agua dulce *Brachionus bidentatus* (Monogononta: Brachionidae) mediante microscopía electrónica de barrido y transmisión. *Revista de Biología Tropical* , 61 (4), 1737-1745. Recuperado el 6 de marzo de 2025, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442013000500014&lng=en&tlng=.
- Guiry, M. D. (2012). How many species of algae are there? *Journal of Phycology*, 48(5), 1057-1063

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 678 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2010). *The Insects: An Outline of Entomology*. Wiley-Blackwell.
- Gutiérrez, Y., & Díaz, L. (2015). Ephemeroptera (insecta) de Caldas-Colombia, claves taxonómicas para los géneros y notas sobre su distribución. *Papéis avulsos de Zoología*, 55(2):13-46.
- Guzzini, M. O. (2015). UF1667-Tratamiento de agua potable. Editorial Elearning, SL.
- Håkansson H. 2002. A compilation and evaluation of species in the general *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* and *Cyclotella* with a new genus in the family *Stephanodiscaceae*. *Diatom Research* 17: 1–139.
- Hellmann, J. J., Byers, J. E., Bierwagen, B. G., & Dukes, J. S. (2008). Five potencial consequences of climate change for invasive species. *Conservation Biology*, 22(3), 534–543. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00951.x>
- Hernández-Becerril, D. U., Barón-Campis, S. A., Salazar-Paredes, J., & Alonso-Rodríguez, R. (2013). Species of the planktonic diatom genus *Skeletonema* (Bacillariophyta) from the Mexican Pacific Ocean. *Cryptogamie, Algologie*, 34(2), 77-87.
- Hershler, R., & Ponder, W. F. (1998). A Review of Morphological Characters of Hydrobioid Snails. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 600, 1-55.
- Huertas-Farías, K., Guevara, G., y Reinoso-Flórez, G. (2023). Fitoplancton de un humedal tropical somero de zonas bajas y su relación con variables fisicoquímicas. *Acta Biol Colomb*, 28(1), 75-85. <https://doi.org/10.15446/abc.v28n1.97060>
- Ibelings, B. W., Kurmayer, R., Azevedo, S. M., Wood, S. A., Chorus, I., & Welker, M. (2021). Understanding the occurrence of cyanobacteria and cyanotoxins. In *Toxic cyanobacteria in water* (pp. 213-294). CRC Press.
- Incze, L. S., Aas, P., & Ainaire, T. (1996). Distributions of copepod nauplii and turbulence on the southern flank of Georges Bank: implications for feeding by larval cod (*Gadus morhua*). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 43(7-8), 1855-1873.
- Jacome-Pilco, C., Ballesteros, C., Rea, E., & Cayambe, L. M. R. (2021). Microalgas en el tratamiento de aguas residuales generadas en industrias de curtiembres. *Ciencia y Tecnología*, 14(2), 47-55
- Komárek & Anagnostidis. 2008. Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. En: B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner y M. Schagerl (eds). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Elsevier: Spektrum Akademischer Verlag, Munique, Volumen 19/2, pp. 354-361
- Komárek, J. (2003). Coccoid and colonial cyanobacteria. In *Freshwater Algae of North America* (pp. 59-116). Academic press.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 679 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Kooistra, W., Gersonde, R., Medlin, L.K. y Mann, D. (2011). The origin and evolution of the diatoms: their adaptation to a planktonic existence. En: Falkowski P, Knoll AH, (Eds.) Evolution of primary producers in the sea: Elsevier Science. Pp. 207-249
- Lande, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76: 5-13
- Lenard, Tomasz & Poniewozik, Małgorzata. (2022). *Planktothrix agardhii* versus *Planktothrix rubescens*: Separation of Ecological Niches and Consequences of Cyanobacterial Dominance in Freshwater. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 19. 14897. 10.3390/ijerph192214897.
- Llatance Oyarce, W. G. (2019). Caracterización de la respuesta fisiológica de *Salvinia* sp. frente a la exposición a metales pesados y su relación con la eficiencia del proceso de fitorremediación.
- Lobo, E. A., C. E. Wetzel, L. Ector, K. Katoh, S. Blanco & S. Mayama. (2010). Response of epilithic diatom communities to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. *Limnetica*, 29(2): 323–340.
- López González, Bernardo. (2017). Determinación de la calidad del agua con insectos, como modelo de la región fronteriza México-Estados Unidos de América con enfoque al control de las descargas de aguas residuales. Tesis de grado para optar el título de biólogo. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. 47 p. Recuperado el 2025-03-01 de http://www.fcb.uanl.mx/nw/images/stories/tesis/Bernardo_Lopez_Gonzalez.pdf
- López Osorio, R., Cañón Páez, M. L., & Gracia Escobar, M. F. (2011). Catálogo de fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y agua de lastre.
- Lorenzo Corchón, Aida. (2006) "Crustáceos. Los Ostracodos (Ostracoda)". *asturnatura.com* [en línea] Num. 90, 28/08/2006 ISSN 1887-5068. [consultado el 11/2/2025]. Disponible en <https://www.asturnatura.com>.
- Lowe, R. & G. D. Laliberte. (1996). Benthic stream algae: distribution and structure. In: Hauer, R.; Lamberti, G. A. (Eds.). *Stream Ecology*. Academic Press, California. 669 pp.
- Lučić, D., Njire, J., Morović, M., Precali, R., Fuks, D., & Bolotin, J. (2003). Microzooplankton in the open waters of the northern Adriatic Sea from 1990 to 1993: the importance of copepod nauplii densities. *Helgoland marine research*, 57, 73-81.
- Maciel-Baltazar, E., & Hernández-Becerril, D. U. (2013). Especies de dinoflagelados atecados (Dinophyta) de la costa de Chiapas, sur del Pacífico mexicano. *Revista de biología marina y oceanografía*, 48(2), 245-259.
- Madriñán, S., Rial, A., Bedoya, A. M., & Fernández, M. (2017). Plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana. Universidad de los Andes.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 680 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Publishing.
- Makino, W., & Ban, S. (1998). Diel changes in vertical overlap between *Cyclops strenuus* (Copepoda; Cyclopoida) and its prey in oligotrophic Lake Toya, Hokkaido, Japan. *Journal of marine systems*, 15(1-4), 139-148.
- Malviya, S., Scalco, E., Audic, S., Vincent, F., Veluchamy, A., Poulain, J., ... & Bowler, C. (2016). Insights into global diatom distribution and diversity in the world's ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(11), E1516-E1525.
- Marshall, R. S. (2014). Environmental Isolations, Community Nutrient Ratio Effects, and Allelopathy of *Microcystis* from Grand Lake Saint Mary's (Master's thesis, University of Cincinnati).
- Mayén-Estrada, R., Reyes-Santos, M., & Aguilar-Aguilar, R. (2014). Biodiversidad de Ciliophora en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, S34-S43.
- McAlice, Bernard J., (1971), *Phytoplankton Sampling With The Sedgwick-Rafter Cell*, *Limnology and Oceanography*, 16
- Mejía-Mojica, H., de Jesús Rodríguez-Romero, F., & Díaz-Pardo, E. (2012). Recurrencia histórica de peces invasores en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, México. *Revista de Biología Tropical*, 60(2), 669-681.
- Mendoza-Carbajal, Leonardo H., Rojas-Baez, Elian, Casas-Ochoa, Jose, Pumacajia, Maria Angela, Morales, Luz, Sulca, Angela, García, Dana, Galloso-Sanchez, Nataly, CÓRDOVA, Antuane, & ALVAREZ, Josselyn. (2023). Riqueza de Euglenophyta en la Laguna Yarinacocha (Pucallpa, Ucayali), incluyendo Nuevos Registros para el Perú. *Folia Amazónica*, 32(2), e32714. Epub 01 de julio de 2023.<https://doi.org/10.24841/fa.v32i2.714>
- Merritt, R. W., Cummins, K. W., & Berg, M. B. (2008). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall Hunt.
- Minambiente, Cortolima y Universidad del Tolima (2015). Plan de manejo ambiental humedal el Burro. 208 p.
- Monroy D. (2013). Zooplancton de sistemas acuáticos artificiales y naturales de Colombia, 91 registros, En línea http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=zooplancton_col, publicado el 02/08/2013
- Mora Goyes, M. F., Rubio, J. A., Ocampo Gutiérrez, R., & Barrera Cataño, J. I. (2018). Catálogo de especies invasoras del territorio CAR.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 681 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Morales, J. & García-Alzate, C. (2016). Estructura trófica de los peces en arroyos del Corral de San Luis, cuenca del Bajo Magdalena, Caribe, Colombia. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 64, n. 2, pp. 715-732.
- Morales, J. J., & García-Alzate, C. A. (2018). Ecología trófica y rasgos ecomorfológicos del pez *Triportheus magdalenae* (Characiformes: Triportheidae) en el embalse El Guájaro, río Magdalena, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 66(3), 1208-1222.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, G. (2006). Ecología básica de *Triportheus magdalenae* y *Pimelodus clarias* en la ciénaga de Ayapel, (cuenca media del río San Jorge) durante el ciclo hidrológico 2004-2005 (Trabajo de grado). Universidad de Antioquia, Medellín.
- Muñoz Colmenares, Manuel Eduardo. (2015). El papel del zooplancton como indicador de calidad de agua aplicado a los embalses de la cuenca del Ebro, España. Recuperado el 2025-03-05 de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=TojOqQFRKCw%3D>
- Nascimento, I. A., Oliveira, P. R., & Silva, C. M. (2016). Bioaccumulation and Biotransformation of Contaminants in Marine Bivalves: Implications for Environmental Monitoring and Human Health. *Environmental Science & Technology*, 50(1), 123-135.
- Niño Martinez, L. M. (2010). *espeditiorepositorio*. Los acuerdos de pesca responsable en el humedal Ciénaga del Totumo (Atlántico-Bolívar): [https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/11973/LOS%20ACUERDOS%20DE%20PESCA%20RESPONSABLE%20EN%20EL%20HUMEDAL%20CI%C3%89NAGA%20DEL%20TOTUMO%20\(ATL%C3%81NTICO%20-%20BOL%C3%8DVAR\).pdf?sequence=1](https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/11973/LOS%20ACUERDOS%20DE%20PESCA%20RESPONSABLE%20EN%20EL%20HUMEDAL%20CI%C3%89NAGA%20DEL%20TOTUMO%20(ATL%C3%81NTICO%20-%20BOL%C3%8DVAR).pdf?sequence=1)
- Núñez, Mónica, & Hurtado, Jasmin. (2005). Bioensayos de toxicidad aguda utilizando *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Daphniidae) desarrollada en medio de cultivo modificado. *Revista Peruana de Biología*, 12(1), 165-170. Recuperado el 02 de marzo de 2025, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332005000100018&lng=es&tlng=es.
- Ortega, M. V., Lozano, J. J. M., & Zafra, S. L. (2015). Lagunas en Norte de Santander: Rotíferos. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 6(3), 100-180.
- Osorio-Ávila, J., Ospina-Paternina, C. F., & Rivera-Rondón, C. A. (2018). Fitoplancton en la ciénaga de Ayapel y su relación con variables fisicoquímicas. *Revista de Biología Tropical*, 66(3), 1176-1192.
- Paerl, H. W., & Otten, T. G. (2013). Harmful cyanobacterial blooms: causes, consequences, and controls. *Microbial ecology*, 65, 995-1010.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 682 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Paggi, A. (1999). Diptera: Chironomidae. En E. Domínguez, & H. Fernández, Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Tucumán: Fundación Miguel Lillo.
- Pajdak-Stós, A., Fiałkowska, E., Hajdyla, F., & Fiałkowski, W. (2023). The potential of Lecane rotifers in microplastics removal. *Science of The Total Environment*, 899, 165662.
- Parra, D., Rivera-Rondón, C. A., & Salazar, W. (2021). Estructura del fitoplancton en humedales de la Orinoquía colombiana. *Acta Biológica Colombiana*, 26(2), 230-245.
- Patel, S. (2012). reats, management and envisaged utilizations of aquatic weed *Eichhornia crassipes*: an overview. *Reviews Environment Science of Biotechnology*, 11, 249–259. <https://doi.org/10.1007/s11157-012-9289-4>
- Peet R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.
- Perbiche-Neves, G., Saito, V. S., Previattelli, D., Da Rocha, C. E., & Nogueira, M. G. (2016). Cyclopoid copepods as bioindicators of eutrophication in reservoirs: Do patterns hold for large spatial extents?. *Ecological indicators*, 70, 340-347.
- Perbiche-Neves, G., Serafim-Júnior, M., Ghidini, A. R., & Brito, L. D. (2007). Spatial and temporal distribution of Copepoda (Cyclopoida and Calanoida) of an eutrophic reservoir in the basin of upper Iguaçu River, Paraná, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19(4), 393-406.
- Pinilla, G. & Duarte, J. (2006). La importancia ecológica de las ciénagas del Canal del Dique y la determinación de su estado limnológico. Cormagdalena – Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 97 p.
- Pinilla, G. (2000). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Compilación bibliográfica. Centro de Investigaciones Científicas, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 67 pp. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Pinilla, G. y Duarte, J. (2006). La importancia ecológica de las ciénagas del Canal del Dique y la determinación de su estado limnológico. Cormagdalena – Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 97 p.
- Pinzón, V. (2021). Interpretación de la dinámica de la vegetación durante la época seca en la ciénaga del Totumo (Piojó, Atlántico), a partir del cálculo del índice de vegetación normalizada (NDVI) y análisis multitemporal a imágenes Landsat 8 de los años 2014 a 2020. *Bol. Cient. CIOH*, 40(2), 47-63. <https://doi.org/10.26640/22159045.2021.556>
- Pointier, J. P., & Jourdane, J. (2000). Biological Control of the Snail Host of Schistosomiasis in the Caribbean: Impact on the Local Malacofauna. *Biological Control*, 18(3), 183-190.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 683 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Potapova, M. & D. F. Charles. (2003). Distribution of benthic diatoms in US rivers in relation to conductivity and ionic composition. *Freshwater Biology*. 48 (2): 1311-1328.
- Preece, E. P., Hardy, F. J., Moore, B. C., & Bryan, M. (2017). A review of microcystin detections in Estuarine and Marine waters: Environmental implications and human health risk. *Harmful algae*, 61, 31-45.
- Prieto, M. (2001). Aspectos reproductivos del cladócero *Moinodaphnia* sp. en condiciones de laboratorio. *Revista MVZ Córdoba*, 6(2), 102-110.
- Rahel, F. J., & Olden, J. D. (2008). Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. *Conservation Biology*, 22(3), 521–533. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00950.x>
- Ramírez, A., & Viña, G. (1998). Limnología colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Bogotá: BP-Exploration, Universidad Jorge Tadeo Lozano, 1-191.
- Ramírez, J. (2000). Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Medellín. Universidad de Antioquia.
- Rebolledo Colina, J. I., & León Luna, I. M. (2017). Diseño y cálculo de módulos para el restablecimiento hidrodinámico de la ciénaga de Mallorquín. *Ciencia e Ingeniería*, 4(2), 9-20. <https://doi.org/2389-9484>
- Regoli, F., & Giuliani, M. E. (2014). Oxidative Pathways of Chemical Toxicity and Biomarker Responses in Marine Organisms. *Marine Environmental Research*, 99, 3-10.
- Reynolds, C. S. (2006). *The ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press.
- Ribera, I. & Foster, G. (1997). El uso de los artrópodos como indicadores biológicos. *Bol. S.E.A N° 20*: 265-276.
- Rippka, R., J. Deruelles, J. Waterbury, M. Herdman & R. Stainer. 1979. Generic assignments, strain histories properties of pure cultures of cyanobacteria. *J. Gen. Microbiol.* 111:1-61.
- Rivera, M. J., Luís, A. T., Grande, J. A., Sarmiento, A. M., Dávila, J. M., Fortes, J. C., & Santisteban, M. (2019). Physico-chemical influence of surface water contaminated by acid mine drainage on the populations of diatoms in dams (Iberian Pyrite Belt, SW Spain). *International journal of environmental research and public health*, 16(22), 4516.
- Roca Solano, Franklin. (2015). Análisis de la calidad del agua aplicando la metodología ICA Y macroinvertebrados acuáticos en el canal de descarga de los laboratorios productores en las categorías semi cultivo y cultivo integral de nauplios y post larvas de camarón en mar Bravo- Salinas. Tesis de grado para obtener el título de biólogo marino. Universidad Estatal de la península de Santa Elena. Facultad de ciencias del Mar. Escuela de Biología Marina. La Libertad, Ecuador. 112. Recuperado el 2025-03-

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 684 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

01 de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2053/1/UPSE-TBM-2015-002.pdf>

- Rodríguez-Gallego, L. R., Mazzeo, N., Gorga, J., Meerhoff, M., Clemente, J., Kruk, C., Scasso, F., Lacerot, G., García, J., & Quintans, F. (2004). effects of an artificial wetland dominated by free-floating plants on the restoration of a subtropical, hypertrophic lake. *Lakes & Reservoirs*, 9, 203–215. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1770.2004.00245.x>
- Rogozin, A. G. (2023). Material on the Fauna and Ecology of Rotifers in the Urals, Family Synchaetidae (Rotifera, Eurotatoria, Ploima), Genus Polyarthra. *Biology Bulletin*, 50(7), 1452-1463.
- Roldan, G & J. Ramírez. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. 2ª edición. Colección ciencia y tecnología Universidad de Antioquia. Editorial Universidad de Antioquia. p. 440.
- Roldán, G. (2003). *La bioindicación de la Calidad del agua en Colombia*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. 170p.
- Romero, M. D. B. (2010). *Atlas de organismos planctónicos en los humedales de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Rosenberg, G. (2014). A New Classification of the Mollusca. *American Malacological Bulletin*, 32(2), 308-322.
- Sala, Jordi; García-de-Lomas, Juan y Alonso, Miguel. (2015). Clase Branchiopoda, Orden Anomopoda. *Revista IDE@-SEA*, nº 66 (30-06-2015): 1-11. ISSN 2386-7183 Recuperado el 02 de marzo de 2025 http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_66.pdf
- Salas Pascual, M., & Quintana Vega, G. (2016). *Salvinia Molesta* D. S. MITCH. (SALVINIACEAE), nueva cita para Canarias y España. *Botánica Macaronésica*, 29, 73-81.
- Salcedo-Vargas, K. L., Grueso, Y. S. A., & Osorio, L. A. R. (2017). Indicadores de calidad microbiológicos en sistemas de tratamiento de aguas residuales por lodos activados. *Hechos Microbiológicos*, 8(1-2), 44-55.
- Salmeán, G. G., Castillo, L. H. F., & Chamorro-Cevallos, G. (2015). Nutritional and toxicological aspects of *Spirulina* (Arthrospira). *Nutrición hospitalaria: Organo oficial de la Sociedad española de nutrición parenteral y enteral*, 32(1), 34-40.
- Salomón, Samia, Rivera-Rondón, Carlos A., & Zapata, Ángela María. (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. Publicación electrónica del 9 de junio de 2021. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1050>

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 685 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Santos-Wisniewski, M. J., & Rocha, O. (2007). Spatial distribution and secondary production of Copepoda in a tropical reservoir: Barra Bonita, SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67, 223-233.
- Sarno, D., Kooistra, W. H., Medlin, L. K., Percopo, I., & Zingone, A. (2005). Diversity in the genus *Skeletonema* (Bacillariophyceae). II. An assessment of the taxonomy of *S. costatum*-like species with the description of four new species 1. *Journal of phycology*, 41(1), 151-176.
- Segura-García, V., Israde-Alcántara, I., & Maidana, NI (2010). El género *Navicula* sensu stricto en la cuenca alta de Lerma, México. *Investigación de diatomeas*, 25 (2), 367–383. <https://doi.org/10.1080/0269249X.2010.9705857>
- Sládecek, Vladimir. (1983). Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia* 100, 169-201.
- Sterner, R. W. (2009). Role of zooplankton in aquatic ecosystems (Vol. 427). USA.
- Stevenson, R. J. & L. Bahls. (1999). Periphyton protocols EPA 841-B-99-002. In: Barbour, M. T.; Gerritsen, J.; Snyder, B. & J. B. Stribling (Eds.). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. Second ed. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water, Washington, D.C., 326 pp
- Stoermer, E. F., & Smol, J. P. (2004). *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge University Press.
- Strayer, D. L., Hunter, D. C., Smith, L. C., & Borg, C. K. (2003). Distribution and Abundance of Small Hydrobiid Snails in Streams of the Hudson River Basin, New York. *Journal of the North American Benthological Society*, 22(3), 467-482.
- Suthers, I., Rissik, D., & Richardson, A. (Eds.). (2019). *Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality*. CSIRO publishing.
- Taylor, F. J. R., Hoppenrath, M., & Saldarriaga, J. F. (2008). Dinoflagellate diversity and distribution. *Biodiversity and conservation*, 17, 407-418.
- Ten Hagen, K., Hiroshi, N., Tiemeyer, M., & Esko, J. (2022). Arthropoda. In: Varki A, Cummings RD. *Essentials of Glycobiology* [Internet] 4th edition. Cold Spring Harbor (NY): COLD Spring Harbor Laboratory Press, Chapter 26.
- Tolivia, A.A., Avellaneda, M.N., Duque, S.R., Conforti, V. 2024. Taxonomic and ultrastructural study of the genera *Strombomonas* and *Trachelomonas* (Euglenophyta) from Colombia. *Hoehnea* 51: e782023. <https://doi.org/10.1590/2236-8906e782023>
- Tomaru, Y., Shirai, Y., Suzuki, H., Nagumo, T., & Nagasaki, K. (2008). Isolation and characterization of a new single-stranded DNA virus infecting the cosmopolitan marine diatom *Chaetoceros debilis*. *Aquatic Microbial Ecology*, 50(2), 103-112.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 686 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Tonk, L. (2007). Impact of environmental factors on toxic and bioactive peptide production by harmful cyanobacteria. Universiteit van Amsterdam [Host].
- Touati, H., Guellati, F. Z., Arif, S., Belhaoues, S., Seridi, L., Djabourabi, A., ... & Bensouilah, M. (2024). Seasonal Development of Cyanobacteria and Microcystin Production in a Shallow Freshwater Lake (North-Eastern, Algeria). *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 28(6).
- Triemer, R. E., & Linton, E. W. (1996). The phylogeny of the Euglenophyta based on rbcL sequences. *Journal of Phycology*, 32(3), 482–489.
- Triplehorn, A., & Johnson, F. (2005). Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. 7th edition, Thomson brooks/cole. United States of America, 263-267.
- IUCN 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1. <<https://www.iucnredlist.org>>
- Vargas, K. L. S., Grueso, Y. S. A., & Osorio, L. A. R. (2017). Indicadores de calidad microbiológicos en sistemas de tratamiento de aguas residuales por lodos activados. *Hechos Microbiológicos*, 8(1-2), 44-55.
- Vidal, L. & Kruk, C (2008). *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) extends its distribution to Latitude 34 53'S: taxonomical and ecological features in Uruguayan eutrophic lakes. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3(2), 142-151.
- Vidal, L., Ballot, A., Azevedo, S. M. F. O., Padisák, J., & Welker, M. (2021). Introduction to cyanobacteria. *Toxic Cyanobacteria in Water*, 1, 163-212.
- Vigo, W. M. R (2019). Importancia de las Cyanophytas.
- Villegas, J. C. V. (2018). Apuntes sobre la importancia ecológica, ambiental y social de la arenca *Triportheus magdalenae* (Steindachner, 1878). Un ejemplo de endemismo invisibilizado. *Intropica*, 152-165.
- Visser, P., Ibelings, B., Mur, L., & Walsby, A. (2005). The ecophysiology of the harmful cyanobacterium *Microcystis*. *Harmful cyanobacteria*, 109-142.
- Wehr, J. D., & Sheath, R. G. (2003). *Freshwater algae of North America: Ecology and classification*. California: Ed.
- Werner, Vera & Tucci, Andréa & Silva, Lisangela & Yunes, João & Neuhaus, Emanuel & Berthold, David & Laughinghouse IV, H.. (2020). Morphological, ecological and toxicological aspects of *Raphidiopsis raciborskii* (Cyanobacteria) in a eutrophic urban subtropical lake in southern Brazil. *Iheringia Serie Botanica*. 75. e2020018. 10.21826/2446-82312020v75e2020018 .
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems* (3rd ed.). Academic Press
- Whitton B, & Potts M. (2000). Introduction to cyanobacteria. En: Whitton B, Potts M, editores. *The ecology of cyanobacteria*. Dordrecht, Países Bajos. Kluwer Academic Publishers; pp. 281-306.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 687 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

- Whitton, B. A. (2012). Ecology of Cyanobacteria II: Their Diversity in Space and Time. Springer Science & Business Media.
- Wilke, T., Falniowski, A., & Szarowska, M. (2010). Phylogeography and Systematics of the Freshwater Snail Family Hydrobiidae in Europe. Zoological Journal of the Linnean Society, 160(3), 419-435.
- Winder, M., Reuter, J. E., & Schladow, S. G. (2009). Lake warming favours small-sized planktonic diatom species. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 276(1676), 427-435
- Wolinski, Laura & Modenutti, Beatriz & Balseiro, Esteban. (2019). Respuestas eco-fisiológicas de Daphnia frente a la radiación ultravioleta y variables ambientales.
- Yağci, M. A. (2016). Variations in the zooplankton species structure of eutrophic lakes in Turkey. Lake Sciences and Climate Change, 24, 81-102.
- Zapata-Madrid, J. (2006). Estado de conocimiento de los tecamebianos dulceacuícolas de Chile. Gayana, 70 (1):27-30.
- Zhenbin, W. U., Aifen, L. I. U., Zhang, S., Cheng, S., & Xiaohui, W. U. (2008). Short-term effects of drawing water for connectivity of rivers and lakes on zooplankton community structure. Journal of Environmental Sciences, 20(4), 419-423.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 688 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

7 EQUIPO DE TRABAJO

Para el logro de este servicio y la entrega del presente informe, el Laboratorio Microbiológico Ortiz Martínez SAS, contó con personal idóneo y altamente capacitado:

Gerente General

Dra. Lucy Martínez de Ortiz

Dirección Técnica y Científica

Dr. Carolina Ortiz Martínez

Jefe de Área fisicoquímica

Efraín Cárcamo

jefe de Área Hidrobiología

Waldir Ruiz Pérez

Analista(s)

Melissa Oliveros

Diana Díaz

Orneis Ospino

**LABORATORIO MICROBIOLÓGICO ORTIZ –
MARTINEZ S.A.S.**

Oficina principal y laboratorios:

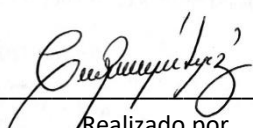
Cra. 42 No. 76-157

Barranquilla – Colombia

Tel/fax: 605 3688930

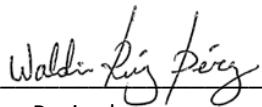
605 3686744

www.labormar.com


Realizado por

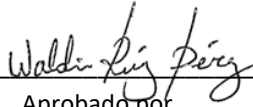
Nombre: Carina Rodríguez L

Cargo: Biólogo de informes


Revisado por

Nombre: Waldir Ruiz

Cargo: jefe de Área Hidrobiología


Aprobado por

Nombre: Waldir Ruiz

Cargo: jefe de Área Hidrobiología

FIN DEL REPORTE

Nota. Este informe contiene 689 páginas sin incluir anexos.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	FIMIC02-03A
		Versión: 04
		2024-01-15
		Página 689 de 689
Informe N° HB 0387	Caracterización Hidrobiológica	Noviembre - 2024

8 ANEXOS

ANEXO 1. PLANILLAS DE CAMPO.

ANEXO 2. REPORTES DE ENSAYOS DEL LABORATORIO HIDROBIOLÓGICO.

ANEXO 2.1. COMPLEMENTO FOTOGRAFICO DE REPORTES DE ENSAYOS DEL LABORATORIO HIDROBIOLÓGICO

ANEXO 3. RESOLUCIÓN DE ACREDITACIÓN ANTE EL IDEAM.

ANEXO 3. 1. EXTIENDE LA VIGENCIA - RESOLUCIÓN DE ACREDITACIÓN - ANTE EL IDEAM