

## INFORME TÉCNICO ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

# CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL ATLANTICO CRA.

MONITOREO FISICOQUIMICO, MICROBIOLOGICO E HIDROBIOLOGICO SOBRE LA CALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO Y LA ACTUALIZACION DEL INDICE DE CALIDAD DE LAS CIENAGAS MALLORQUIN, RINCON Y BALBOA, EN CUMPLIMIENTO DE LO ESTABLECIDO EN EL PLAN DE ACCION INSTITUCIONAL 2020 – 2023

CIENAGAS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO

DICIEMBRE 2020.



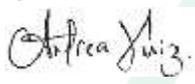
	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 2 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

## INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

**Elaboró:**

  
 Luisa Oquendo-Ruiz

**Revisó:**

  
 Andrea Ruiz Cantillo

**Aprobó:**

  
 Eduardo Ibarra Trujillo

El monitoreo fue realizado por Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM por medio de la Resolución 1013 del año 2019, para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes. Esta compañía se encuentra ubicada en la carrera 41 # 73B-72 en la ciudad de Barranquilla. El grupo de trabajo estuvo conformado por los siguientes funcionarios de SERAMBIENTE S.A.S:

**EDUARDO IBARRA TRUJILLO**

Biólogo

**LUISA OQUENDO RUÍZ**

Bióloga

**ÁNGEL BARRERA IBARRA**

Gerente



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>30</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 Objetivo general .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>33</b>
<b>3. GENERALIDADES .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Alcance.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 Normativa de referencia .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3 Información de la empresa.....</b>	<b>35</b>
<b>4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Características del monitoreo.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Empresa responsable del estudio .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 Descripción de los puntos de muestreo .....</b>	<b>42</b>
4.2.1 Cuenca Río Magdalena.....	42
4.2.2 Cuenca Litoral.....	54
4.2.3 Cuenca Canal del Dique.....	57
<b>4.3 Ubicación de los puntos de muestreo .....</b>	<b>61</b>
<b>4.4 Proceso metodológico.....</b>	<b>66</b>
4.4.1 Etapa de preparación .....	67
4.4.2 Etapa de campo.....	67
4.4.3 Etapa de laboratorio.....	75
<b>4.5 Análisis de información .....</b>	<b>78</b>
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>80</b>
<b>5.1 CUENCA RÍO MAGDALENA. ....</b>	<b>80</b>
5.1.1 Ciénaga de Mesolandía. ....	80
5.1.2 Ciénaga de Malambo.....	103
5.1.3 Ciénaga de Sabanagrande.....	126
5.1.4 Ciénaga de Santo Tomas. ....	150
5.1.5 Ciénaga el Convento.....	172
5.1.6 Ciénaga el Manatí.....	193



5.1.7	Ciénaga el Paraíso. ....	210
5.1.8	Ciénaga el Uvero. ....	225
5.1.9	Ciénaga la Larga.....	246
5.1.10	Ciénaga la Luisa .....	262
5.1.11	Río Magdalena.....	280
<b>5.2</b>	<b>CUENCA LITORAL. ....</b>	<b>295</b>
5.2.1	Ciénaga los Manatíes. ....	295
5.2.2	Embalse del Guájaro.....	306
5.2.3	Ciénaga del Totumo. ....	340
<b>5.3</b>	<b>CUENCA CANAL DEL DIQUE. ....</b>	<b>359</b>
5.3.1	Ciénaga de Luruaco. ....	359
5.3.2	Ciénaga de Tocagua.....	378
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>399</b>
<b>6.1</b>	<b>Cuenca del Río Magdalena .....</b>	<b>399</b>
6.1.1	Ciénaga de Mesolandía .....	399
6.1.2	Ciénaga de Malambo.....	400
6.1.3	Ciénaga de Sabanagrande .....	402
6.1.4	Ciénaga de Santo tomas.....	403
6.1.5	Ciénaga El Convento.....	405
6.1.6	Ciénaga El Uvero.....	406
6.1.7	Ciénaga La Luisa .....	408
6.1.8	Ciénaga el Manatí.....	409
6.1.9	Ciénaga El paraíso .....	411
6.1.10	Rio magdalena.....	412
<b>6.2</b>	<b>Cuenca Litoral.....</b>	<b>413</b>
6.2.1	Ciénaga de Manatíes .....	413
6.2.2	Ciénaga del Totumo .....	414
<b>6.3</b>	<b>Cuenca Canal del Dique.....</b>	<b>415</b>
6.3.1	Embalse del Guájaro.....	415



6.3.2	Ciénaga el Luruaco .....	417
6.3.3	Ciénaga Tocagua.....	419
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>421</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>437</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresa responsable de los análisis de muestras.....	37
Tabla 2. Datos generales del estudio.....	37
Tabla 3. Identificación de las muestras. ....	37
Tabla 4. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Mesolandia. ....	42
Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Malambo. ....	43
Tabla 6. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Sabanagrande.....	44
Tabla 7. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Santo Tomás. ....	45
Tabla 8. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Convento.....	46
Tabla 9. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Manatí.....	47
Tabla 10. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Paraíso. ....	48
Tabla 11. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Uvero. ....	49
Tabla 12. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga la Larga. ....	50
Tabla 13. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga la Luisa. ....	51
Tabla 14. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el Río Magdalena. ....	52
Tabla 15. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga los Manatíes. ....	54
Tabla 16. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga del Totumo. ....	55
Tabla 17. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el Embalse del Guájaro. ....	57
Tabla 18. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Luruaco. ....	59
Tabla 19. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga de Tocagua. ....	60
Tabla 20. Identificación y coordenadas de ubicación de los puntos de monitoreo. ....	62
Tabla 21. Listado de los métodos empleados para la toma de muestra .....	68
Tabla 22. Listado de los métodos empleados para el análisis de las muestras.....	75
Tabla 23. Índices ecológicos .....	78
Tabla 24. Clasificación taxonómica de las morfoespecies registradas en la ciénaga de Mesolandia, en diciembre de 2020. ....	80
Tabla 25. Densidad del fitoplancton registrado en la ciénaga de Mesolandia, en diciembre de 2020. ....	81
Tabla 26. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga de Mesolandia en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	85
Tabla 27. Clasificación taxonómica del zooplancton registrado en la ciénaga de Mesolandia, en diciembre de 2020. ....	85



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 7 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Tabla 28. Densidad del zooplancton registrado en la ciénaga de Mesolandía, en diciembre de 2020.....	87
Tabla 29. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de Mesolandia en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ) .....	90
Tabla 30. Clasificación taxonómica y densidad del perifiton registrado en la ciénaga de Mesolandía, en diciembre de 2020. ....	91
Tabla 31. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga de Mesolandía en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	94
Tabla 32. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga de Mesolandia en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).....	94
Tabla 33. Porcentaje de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga de Mesolandia en diciembre de 2020 .....	95
Tabla 34. Clasificación taxonómica y densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Mesolandía.....	96
Tabla 35. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mesolandia. ....	102
Tabla 36. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Mesolandia en diciembre de 2020 - enero de 2021.....	102
Tabla 37. Clasificación taxonómica y densidad del fitoplancton registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020. ....	103
Tabla 38. Densidad del fitoplancton registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020. ....	104
Tabla 39. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga de Malambo en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	108
Tabla 40. Clasificación taxonómica del zooplancton registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020. ....	108
Tabla 41. Densidad del zooplancton registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020. ....	110
Tabla 42. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de Malambo en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ) .....	114
Tabla 43. Clasificación taxonómica registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020. ....	115
Tabla 44. Densidad del perifiton registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020. ....	115



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 8 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Tabla 45. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga de Malambo en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	118
Tabla 46. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga de Malambo en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).....	118
Tabla 47. Porcentaje de cobertura en los puntos de muestreo en la ciénaga de Malambo.....	119
Tabla 48. Clasificación taxonómica y densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Malambo.....	119
Tabla 49. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Malambo.....	124
Tabla 50. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Malambo en diciembre 2020 a enero de 2021.....	125
Tabla 51. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga de Sabanagrande.....	127
Tabla 52. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga de Sabanagrande.....	128
Tabla 53. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga de Sabanagrande en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	131
Tabla 54. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga de Sabanagrande, en diciembre de 2020.....	132
Tabla 55. Densidad del zooplancton registrado en la ciénaga de Sabanagrande, en diciembre de 2020.....	133
Tabla 56. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de Sabanagrande en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ).....	137
Tabla 57. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga Sabanagrande.....	138
Tabla 58. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga Sabanagrande.....	138
Tabla 59. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga Sabanagrande en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	142
Tabla 60. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga Sabanagrande en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).....	142



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 9 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Tabla 61. Porcentaje de cobertura de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga Sabanagrande en diciembre de 2020 .....	143
Tabla 62. Clasificación taxonómica y densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Sabanagrande. ....	144
Tabla 63. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande. ....	149
Tabla 64. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Sabanagrande en diciembre de 2020 a enero de 2021. ....	149
Tabla 65. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga Santo tomas. ....	151
Tabla 66. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga Santo tomas.....	151
Tabla 67. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga de Santo Tomas en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	155
Tabla 68. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga Santo Tomas, en diciembre de 2020. ....	156
Tabla 69. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de Santo Tomas en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ) .....	160
Tabla 70. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga Santo Tomas. ....	161
Tabla 71. Densidad de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga Santo Tomas. ....	161
Tabla 72. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga de Santo Tomas en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	165
Tabla 73. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga Santo Tomas en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me). ....	165
Tabla 74. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga Santo Tomas en diciembre de 2020 - enero de 2021 .....	166
Tabla 75. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga de Santo Tomás. ....	167
Tabla 76. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Santo Tomas en diciembre de 2020 a enero de 2021.....	171



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 10 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Tabla 77. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Convento .....	173
Tabla 78. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Convento.....	173
Tabla 79. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga el Convento en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	177
Tabla 80. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga el Convento, en diciembre de 2020. ....	177
Tabla 81. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga el Convento en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ).....	181
Tabla 82. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Convento .....	181
Tabla 83. Densidad de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Convento .....	182
Tabla 84. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga el Convento en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). ....	185
Tabla 85. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga El Convento en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me). ....	185
Tabla 86. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga El Convento en diciembre de 2020 - enero de 2021. ....	186
Tabla 87. Clasificación taxonómica y densidad (Ind/m <sup>2</sup> ) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga el Convento. ....	186
Tabla 88. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Convento.....	191
Tabla 89. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga el Convento en diciembre de 2020 - enero de 2021. ....	191
Tabla 90. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Manatí. ....	193
Tabla 91. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Manatí.....	194
Tabla 92. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga el Manatí, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). ....	197



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 11 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Tabla 93. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga el Manatí, en diciembre de 2020. ....	198
Tabla 94. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga el Manatí en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ).....	202
Tabla 95. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Manatí. ....	202
Tabla 96. Densidad de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Manatí. ....	203
Tabla 97. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga el Manatí, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). ....	206
Tabla 98. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga el Manatí en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me). ....	206
Tabla 99. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga el Manatí en diciembre de 2020 - enero de 2021.....	207
Tabla 100. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga el Manatí.....	207
Tabla 101. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga el Manatí en diciembre 2020 a enero de 2021. ....	209
Tabla 102. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Paraíso. ....	210
Tabla 103. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Paraíso. ....	211
Tabla 104. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	214
Tabla 105. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020. ....	215
Tabla 106. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga el Paraíso en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ).....	218
Tabla 107. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Paraíso. ....	219
Tabla 108. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Paraíso. ....	219



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 12 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Tabla 109. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). .....	222
Tabla 110. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga el Paraíso en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me). .....	222
Tabla 111. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga el Paraíso en diciembre de 2020 - enero de 2021. ....	223
Tabla 112. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga el Paraíso. ....	223
Tabla 113. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga el Paraíso en diciembre 2020 a enero de 2021. ....	224
Tabla 114. Clasificación taxonómica del fitoplancton registrado en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020. ....	225
Tabla 115. Densidad del fitoplancton registrado en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020. ....	226
Tabla 116. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). ....	229
Tabla 117. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga el Uvero, en diciembre de 2020. ....	230
Tabla 118. Densidad del zooplancton registrado en la ciénaga el Uvero, en diciembre de 2020. ....	231
Tabla 119. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ).....	235
Tabla 120. Clasificación taxonómica del perifiton registrado en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020. ....	235
Tabla 121. Densidad del perifiton registrado en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020. ....	236
Tabla 122. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). ....	240
Tabla 123. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me). ....	240
Tabla 124. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga el Uvero. ....	241



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 13 de 437
	<b>OT 4523-3</b>	H-428 Versión Inf. 00

Tabla 125. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga el Uvero en diciembre 2020 a enero de 2021. ....	244
Tabla 126. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la ciénaga la larga. ....	246
Tabla 127. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la ciénaga la larga.....	247
Tabla 128. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga la Larga en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). ....	250
Tabla 129. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga la Larga, en diciembre de 2020. ....	251
Tabla 130. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga la Larga en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ).....	255
Tabla 131. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga la larga. .	255
Tabla 132. Densidad de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga la larga. ....	256
Tabla 133. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga la Larga en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). ....	259
Tabla 134. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga la Larga en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me). ....	259
Tabla 135. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga la Larga.....	260
Tabla 136. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga la Larga en diciembre 2020 a enero de 2021. ....	261
Tabla 137. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga la Luisa. ....	262
Tabla 138. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga la Luisa. ....	263
Tabla 139. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). ....	267
Tabla 140. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020. ....	268



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 14 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Tabla 141. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga la Luisa en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ).....	272
Tabla 142. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga la Luisa. .	272
Tabla 143. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga la Luisa. .	273
Tabla 144. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). .....	275
Tabla 145. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga la Luisa en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me). .....	276
Tabla 146. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga la Luisa .....	276
Tabla 147. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en el Río Magdalena. ....	281
Tabla 148. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en el Río Magdalena. ....	282
Tabla 149. Índices ecológicos para el fitoplancton en el Río Magdalena, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). ....	286
Tabla 150. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en el Río Magdalena, en enero de 2021 .....	286
Tabla 151. Índices ecológicos para el zooplancton en el Río Magdalena en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ).....	290
Tabla 152. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en el Río Magdalena....	291
Tabla 153. Índices ecológicos para el perifiton en el Río Magdalena, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d). ....	294
Tabla 154. Clasificación taxonómica y densidad del fitoplancton registrado en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020. ....	295
Tabla 155. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga los Manatíes en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ) .....	297
Tabla 156. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020. ....	298



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 15 de 437
<b>OT 4523-3</b>		H-428 Versión Inf. 00

Tabla 157. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga los Manatíes en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ) .....	300
Tabla 158. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga los Manatíes. ....	301
Tabla 159. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	303
Tabla 160. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga los Manatíes.....	303
Tabla 161. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Los Manatíes en diciembre de 2020 a enero de 2021 .....	305
Tabla 162. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en el Embalse del Guájaro. ....	307
Tabla 163. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en el Embalse del Guájaro. ....	312
Tabla 164. Índices ecológicos para el fitoplancton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	314
Tabla 165. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020. ....	315
Tabla 166. Densidad del zooplancton registrado en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020. ....	321
Tabla 167. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga del Guájaro en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ) .....	324
Tabla 168. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en el Embalse del Guájaro. ....	324
Tabla 169. Densidad para el perifiton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020.....	328
Tabla 170. Índices ecológicos para el perifiton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	330
Tabla 171. Especies de macrófitas acuáticas registradas en el Embalse del Guájaro en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).....	330
Tabla 172. Porcentaje cobertura de las macrófitas acuáticas registradas en el Embalse del Guájaro en diciembre de 2020 - enero de 2021.....	331



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 16 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Tabla 173. Clasificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos observadas en el embalse del Guájaro. .....	332
Tabla 174. Densidad (Ind/m2) de macroinvertebrados bentónicos observadas en el Embalse del Guájaro.	332
Tabla 175. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en el Embalse del Guájaro en diciembre de 2020 - enero de 2021. ....	337
Tabla 176. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga del Totumo.....	340
Tabla 177. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga del Totumo.....	341
Tabla 178. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga del Totumo, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	344
Tabla 179. Clasificación taxonómica del zooplancton registrado en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020. ....	345
Tabla 180. Densidad del zooplancton registrado en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020.....	346
Tabla 181. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ) .....	350
Tabla 182. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga del Totumo. .....	350
Tabla 183. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga del Totumo, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	353
Tabla 184. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me). ....	353
Tabla 185. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020 - enero de 2021. ....	354
Tabla 186. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga del Totumo.....	354
Tabla 187. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020 .....	358
Tabla 188. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga de Luruaco. .....	359



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 17 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Tabla 189. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	363
Tabla 190. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020. ....	364
Tabla 191. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de Luruaco en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ).....	368
Tabla 192. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga de Luruaco. ....	368
Tabla 193. Índices ecológicos para el perifiton en la Ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	371
Tabla 194. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga El Convento en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).....	372
Tabla 195. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Luruaco .....	372
Tabla 196. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Luruaco diciembre de 2020 - enero de 2021.....	376
Tabla 197. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga de Tocagua.....	378
Tabla 198. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga de Tocagua. ....	379
Tabla 199. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	383
Tabla 200. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga Tocagua, en diciembre de 2020. ....	384
Tabla 201. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga Tocagua en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ).....	388
Tabla 202. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga Tocagua. ....	388
Tabla 203. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).....	391



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
	<b>OT 4523-3</b>	Página 18 de 437 H-428 Versión Inf. 00

Tabla 204. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me). ..... 392

Tabla 205. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020 - enero de 2021 ..... 393

Tabla 206. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Tocagua. .... 393

Tabla 207. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020 - enero de 2021. .... 397

Tabla 208. Anexos del informe técnico ..... 437



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 19 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Actividades de la etapa de preparación. ....	67
Figura 2. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga de Mesolandia, en diciembre de 2020.....	83
Figura 3. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mesolandia. ....	84
Figura 4. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Mesolandía, en diciembre de 2020.....	88
Figura 5. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Mesolandia, en diciembre de 2020. ....	89
Figura 6. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga de Mesolandía, en diciembre de 2020.....	92
Figura 7. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mesolandía. ....	93
Figura 8 Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Mesolandía.....	98
Figura 9 . Contribución a la densidad total de las divisiones bentónicas registradas en la ciénaga de Mesolandía. ....	99
Figura 10. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Mesolandía .....	100
Figura 11 .Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en la ciénaga de Mesolandía.....	101
Figura 12. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020. ....	106
Figura 13. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Malambo. ....	107
Figura 14. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020. ....	112
Figura 15. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020.....	113
Figura 16. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020. ....	116



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 20 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Figura 17. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Malambo. ....	117
Figura 18. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Malambo. ....	121
Figura 19. Contribución a la densidad total de las divisiones bentónicas registradas en la ciénaga de Malambo. ....	122
Figura 20. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Malambo. ....	123
Figura 21. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en la ciénaga de Malambo. ....	124
Figura 22. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del Fitoplancton en la ciénaga Sabanagrande, en diciembre de 2020. ....	129
Figura 23. Contribución de las divisiones de Fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga El Sabanagrande. ....	130
Figura 24. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Sabanagrande, en diciembre de 2020. ....	135
Figura 25. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Sabanagrande, en diciembre de 2020. ....	136
Figura 26. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga de Sabanagrande, en diciembre de 2020. ....	140
Figura 27. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Sabanagrande. ....	141
Figura 28. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Sabanagrande. ....	145
Figura 29. Contribución a la densidad total de las divisiones bentónicas registradas en la ciénaga de Sabanagrande. ....	146
Figura 30. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Sabanagrande. ....	147
Figura 31. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en la ciénaga de Sabanagrande. ....	148
Figura 32. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga Santo Tomas, en diciembre de 2020. ....	153
Figura 33. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga de Santo Tomas. ....	154



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 21 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Figura 34. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Santo Tomas, en diciembre de 2020..... 158

Figura 35. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Santo Tomas, en diciembre de 2020. .... 159

Figura 36. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga Santo Tomas, en diciembre de 2020..... 163

Figura 37. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Santo Tomas..... 164

Figura 38. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Santo Tomás. .... 168

Figura 39. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Santo Tomás por punto de monitoreo. .... 169

Figura 40. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Santo Tomás. .... 170

Figura 41. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en la ciénaga de Santo Tomás. .... 171

Figura 42. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga el Convento, en diciembre de 2020..... 175

Figura 43. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Convento. .... 176

Figura 44. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Convento, en diciembre de 2020..... 179

Figura 45. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Convento, en diciembre de 2020..... 180

Figura 46. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga el Convento, en diciembre de 2020..... 183

Figura 47. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Convento..... 184

Figura 48. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga el Convento. .... 187

Figura 49. Contribución a la densidad total de las divisiones bentónicas registradas en la ciénaga el Convento. .... 188

Figura 50. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga el Convento..... 189



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 22 de 437
	<b>OT 4523-3</b>	H-428 Versión Inf. 00

Figura 51. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en la ciénaga el Convento. ....	190
Figura 52. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga el Manatí en diciembre de 2020. ....	195
Figura 53. Contribución de la densidad del fitoplancton en los puntos de muestreo de la ciénaga el Manatí. ....	196
Figura 54. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Manatí, en diciembre de 2020. ....	200
Figura 55. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Manatí, en diciembre de 2020. ....	201
Figura 56. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga el Manatí en diciembre de 2020. ....	204
Figura 57. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga El Manatí. ....	205
Figura 58. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga el Manatí. ....	208
Figura 59. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas. ....	209
Figura 60 Distribucion general de la riqueza y riqueza específica por punto de muestreo del fitoplancton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020. ....	212
Figura 61. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Paraíso. ....	213
Figura 62. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020. ....	216
Figura 63. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020. ....	217
Figura 64. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020. ....	220
Figura 65. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Paraíso. ....	221
Figura 66. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga el Paraíso. ....	224



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 23 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Figura 67. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga el Uvero, en diciembre de 2020.....	227
Figura 68. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Uvero.....	228
Figura 69. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Uvero, en diciembre de 2020.....	233
Figura 70. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Uvero, en diciembre de 2020.....	234
Figura 71. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga Uvero, en diciembre de 2020. ....	238
Figura 72. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Uvero. ....	239
Figura 73. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga el Uvero. ....	241
Figura 74. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga el Uvero por punto de monitoreo. ....	242
Figura 75. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga el Uvero.....	243
Figura 76. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas. ....	244
Figura 77. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga la Larga, en diciembre de 2020.....	248
Figura 78. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga la Larga.....	249
Figura 79. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga la Larga, en diciembre de 2020.....	253
Figura 80. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga la Larga, en diciembre de 2020.....	254
Figura 81. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga la Larga, en diciembre de 2020. ....	257
Figura 82. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga la Larga.....	258



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 24 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Figura 83. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga la Larga. ....	261
Figura 84. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020. ....	265
Figura 85. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga la Luisa. ....	266
Figura 86. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020. ....	270
Figura 87. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020. ....	271
Figura 88. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020. ....	274
Figura 89. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga la Luisa. ....	275
Figura 90. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga la Luisa. ....	277
Figura 91. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga la Luisa por punto de monitoreo. ....	278
Figura 92. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga la Luisa. ....	279
Figura 93. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas. ....	280
Figura 94. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en el Río Magdalena, en diciembre de 2020. ....	284
Figura 95. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo del Río Magdalena. ....	285
Figura 96. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en el río Magdalena Luruaco, en enero de 2021. ....	288
Figura 97. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en el Río Magdalena, en enero de 2021. ....	289
Figura 98. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en el Río Magdalena, en diciembre de 2020. ....	292



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 25 de 437
	<b>OT 4523-3</b>	H-428 Versión Inf. 00

Figura 99. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo del Río Magdalena. .... 293

Figura 100. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, del fitoplancton en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020. .... 296

Figura 101. Porcentaje de abundancia, del fitoplancton en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020. .... 297

Figura 102. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020. .... 299

Figura 103. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020..... 299

Figura 104. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga los Manatíes en diciembre de 2020. .... 301

Figura 105. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga los Manatíes..... 302

Figura 106. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de los Manatíes. .... 304

Figura 107. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga los Manatíes..... 305

Figura 108. Riqueza total por división del fitoplancton en El Embalse del Guájaro en diciembre de 2020. ... 309

Figura 108. Distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en los puntos p1, p2 y p3 en el Embalse del Guájaro en diciembre de 2020. .... 309

Figura 108. Distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en los puntos P4 al P9 en El Embalse del Guájaro en diciembre de 2020. .... 310

Figura 109. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de El Embalse del Guájaro. .... 311

Figura 110. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020..... 319

Figura 111. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020. .... 321

Figura 112. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del perifiton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020..... 327

Figura 113. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de El Embalse del Guájaro..... 328



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 26 de 437
<b>OT 4523-3</b>		H-428 Versión Inf. 00

Figura 114. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en el Embalse del Guájaro. ....	333
Figura 115. Contribución a la densidad total de las divisiones bentónicas registradas en el Embalse del Guájaro. .....	334
Figura 116. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en el Embalse del Guájaro. ....	335
Figura 117. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en el Embalse El Guájaro.....	336
Figura 118. Curva de diversidad acumulada de peces en el embalse del Guájaro.....	338
Figura 119. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020.....	342
Figura 120. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga del Totumo. ....	343
Figura 121. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga del Totumo, en diciembre de 2020.....	348
Figura 122. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga del Totumo, en diciembre de 2020.....	349
Figura 123. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica del perifiton en la ciénaga del Totumo. ...	351
Figura 124. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga del Totumo.....	352
Figura 125. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga El Totumo. ....	355
Figura 126. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga El Totumo por punto de monitoreo. ....	356
Figura 127. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga del Totumo.....	357
Figura 128. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas. ....	358
Figura 129. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020. ....	361
Figura 130. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga de Luruaco. ....	362
Figura 131. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020. ....	366



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 27 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Figura 132. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020. .... 367

Figura 133. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga El Luruaco, en diciembre de 2020. .... 369

Figura 134. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga El Luruaco..... 370

Figura 135. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Luruaco..... 373

Figura 136. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Luruaco por punto de monitoreo. .... 374

Figura 137. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Luruaco. .... 375

Figura 138. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas. .... 376

Figura 139. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020. .... 381

Figura 140. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga de Tocagua..... 382

Figura 141. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Tocagua, en diciembre de 2020..... 386

Figura 142. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Tocagua, en diciembre de 2020..... 387

Figura 143. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020. .... 389

Figura 144. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga Tocagua..... 390

Figura 145. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Tocagua. .... 394

Figura 146. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Tocagua por punto de monitoreo. .... 395

Figura 147. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Tocagua..... 396

Figura 148. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Tocagua..... 397



## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Toma de muestra de Plancton, haciendo uso de redes de filtración.....	70
Fotografía 2. Biólogo de campo con red de realizando la toma de muestra de perifiton.....	71
Fotografía 2. Biólogo de campo con red de realizando la toma de muestra de macroinvertebrados.....	72
Fotografía 3. Biólogo de campo con red de realizando la toma de muestra de macrofitas. ....	73
Fotografía 4. Biólogo de campo con red de realizando la toma de muestra de Ictiofauna. ....	74



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 .Ciénaga de Mesolandia y puntos de muestreo. ....	42
Ilustración 2 .Ciénaga de Malambo y puntos de muestreo.....	43
Ilustración 3 .Ciénaga de Sabanagrande y puntos de muestreo. ....	44
Ilustración 4 .Ciénaga de Santo Tomás y puntos de muestreo. ....	45
Ilustración 5 .Ciénaga el Convento y puntos de muestreo.....	46
Ilustración 6 .Ciénaga el Manatí y puntos de muestreo.....	47
Ilustración 7 .Ciénaga el Paraíso y puntos de muestreo.....	48
Ilustración 8 .Ciénaga el Uvero y puntos de muestreo.....	49
Ilustración 9 .Ciénaga la Larga y puntos de muestreo.....	50
Ilustración 10 .Ciénaga la Luisa y puntos de muestreo. ....	51
Ilustración 11. Río Magdalena y puntos de muestreo.....	53
Ilustración 12 .Ciénaga los Manatíes y puntos de muestreo.....	54
Ilustración 13 .Ciénaga del Totumo y puntos de muestreo.....	56
Ilustración 14 . Embalse del Guájaro y puntos de muestreo.....	58
Ilustración 15 .Ciénaga de Luruaco y puntos de muestreo. ....	59
Ilustración 16 .Ciénaga de Tocagua y puntos de muestreo.....	60



# 1. INTRODUCCIÓN

El agua es un bien esencial para el sostenimiento dinámico en los procesos biológicos, de igual modo influye en la calidad de vida de los individuos ya que es un elemento clave en las diversas actividades económicas que son practicadas por los diferentes factores de la economía. Los humedales, basado en la definición de RAMSAR (1971), son extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Existe una gran diversidad de humedales, dentro de los que se encuentran los humedales marinos que incluyen lagunas costeras, los humedales ribereños influenciados por ríos y arroyos y los palustres donde encontramos las ciénagas.

Una laguna costera es un cuerpo de agua, usualmente orientado de manera paralela a la costa, que tiene comunicación con el mar (a través de una boca o un canal) y está limitada por algún tipo de barrera física o hidrodinámica. En su porción más interna, pueden existir desembocaduras de ríos y presentan canales de marea y patrones de sedimentación determinados por las corrientes internas. En promedio, la profundidad de estos sistemas es escasa. Debido a la influencia de agua dulce y salada, son generalmente ambientes salobres, con un gradiente salino que disminuye desde la comunicación con el mar hacia las desembocaduras internas de los ríos, y los patrones de corrientes internas crean una situación en la cual los materiales orgánicos e inorgánicos se acumulan, con lo cual las lagunas costeras se convierten en trampas de materia; por tanto, en términos geológicos, se azolvan rápidamente.

Los humedales, como las ciénagas, figuran entre los medios más productivos del mundo, son cunas de diversidad biológica, fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir. Dan sustento a altas concentraciones de especies de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces e invertebrados (RAMSAR, 1971).



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 31 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

Debido a su importancia como ecosistema, como sustento alimenticio de las poblaciones aledañas que explotan sus recursos y debido a que las aguas siguen siendo usadas con fines domésticos y recreativos, es necesario conocer la calidad del agua. Y en su evaluación es trascendental conocer al sistema en su totalidad: la fauna (peces, macroinvertebrados, zooplancton), la flora (macrófitas, perifiton, fitoplancton), microbiología y fisicoquímica, quienes en conjunto forman las tramas tróficas de cada sistema. Ante los procesos naturales y las actividades humanas, la estructura de estas comunidades se modifica. El conocimiento previo de la composición y estructura de la fauna, flora y carga microbiana, y su evaluación continua e integrada, permite comparar las modificaciones, tomar medidas preventivas o acciones de recuperación.

Teniendo en cuenta la riqueza hídrica del departamento del Atlántico, y la importancia de los que tienen las lagunas y grandes cuerpos lenticos en el mismo, **LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL ATLANTICO CRA** adelanta con la empresa SERAMBIENTE S.A.S., un contrato que tiene como objeto el monitoreo fisicoquimico, microbiologico e hidrobiologico sobre la calidad y estado actual de las fuentes hídricas del departamento del Atlantico y la actualizacion del indice de calidad de los cuerpos de agua en las cuencas río Magdalena, litoral, y canal del Dique, en cumplimiento de lo establecido en el plan de accion institucional 2020–2023. En cumplimiento a dicho contrato se presenta el informe de caracterización de comunidades hidrobiológicas realizada en 16 cuerpos de agua ubicadas en el departamento del Atlantico.

El presente informe presenta la etapa de campo y los resultados obtenidos de la caracterización de comunidades hidrobiológicas en 16 cuerpos de agua ubicadas en el departamento del Atlantico. Los métodos de medición y análisis empleados, son los definidos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed. 23 de 2017.

La toma de las muestras se realizó durante el mes de diciembre de 2020 y fueron analizadas por SERAMBIENTE S.A.S., dicho laboratorio se encuentra acreditado por el IDEAM para la toma de muestras y análisis de parámetros hidrobiológicos.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
	OT 4523-3	Versión: 01
		Página 32 de 437 H-428 Versión Inf. 00

Con el fin de disponer de información técnico–científica que permita el conocimiento integral de la calidad del agua, y el estado de las comunidades hidrobiológicas asociadas al área de estudio, los parámetros evaluados fueron los solicitados por el cliente; tales como fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados bentónicos, macrofitas acuáticas y peces. Esto debido principalmente a que Los peces junto con los macroinvertebrados, reflejan lo que ocurre en la columna de agua y en el bentos, respectivamente, ambos son capaces de indicar diversos niveles de degradación y de definir el éxito de restauración de los ecosistemas acuáticos. (Aguilar, 2005; Custodio y Chanamé, 2016).

Por su parte, la evaluación microbiológica y de trazas de metales de gran interés, revelen una contaminación por materia fecal y/o por materia orgánica, ante la presencia de ciertos grupos de bacterias o de metales no permisibles (Aguilera, 2004). El fitoplancton es el primer eslabón de la cadena trófica, y junto al perifiton y las macrófitas, juegan un importante rol en la purificación del agua y productividad (Montoya y Aguirre, 2013, Arimoro et al., 2017). El zooplancton es quien transfiere la energía primaria del fitoplancton a la cadena trófica, su diversidad, abundancia, al igual que los otros grupos, depende de las variables fisicoquímicas medibles en la columna de agua.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

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

### 2.2 Objetivos específicos

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



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 34 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

## 3. GENERALIDADES

### 3.1 Alcance

Desarrollar el monitoreo hidrobiológico en 52 puntos de muestreo de acuerdo al requerimiento de la Corporación autónoma regional del Atlántico.

El presente informe muestra los resultados de análisis de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos de 58 puntos de muestreo ubicados en 16 humedales del departamento del Atlántico entre los que se encuentran: Ciénaga mesolandia, Ciénaga de Malambo, Ciénaga el Convento, Ciénaga de Sabanagrande, Ciénaga de Santo Tomás, Ciénaga de la Luisa, Ciénaga Manatí, Ciénaga La Larga, Ciénaga Paraíso, Ciénaga el Uvero, Ciénaga el Rincón, Ciénaga de Mallorquín, Ciénaga de Balboa, Ciénaga de los Manatíes, Ciénaga del Totumo, Embalse del Guájaro, Ciénaga de Luruaco, Ciénaga de Tocagua y Río Magdalena en cumplimiento de lo establecido en el Plan de Acción Institucional 2020 – 2023.

### 3.2 Normativa de referencia

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



### 3.3 Información de la empresa

**Razón social:** CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL ATLANTICO  
**Dirección:** Carrera 68 calle 68  
**Departamento:** Atlantico  
**Municipio:** Barranquilla



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 36 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Características del monitoreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico, los cuales fueron realizar la toma de muestra de parámetros hidrobiológicos (Fitoplancton, Zooplancton, Perifiton, Macroinvertebrados bentónicos, Macrofitas y Peces) en 52 puntos ubicados en el departamento del Atlántico, con el objetivo de caracterizar las comunidades hidrobiológicas de estos sistemas, y así dar cumplimiento a sus obligaciones ambientales.

Previo a la toma de muestras se prepararon los reactivos y materiales necesarios para la preservación y envasado de las muestras, según lo indicado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed. 23 de 2017. La toma de muestras se realizó entre el 7 de diciembre de 2020 y 13 de enero de 2021. Así mismo, se efectuó la medición de los parámetros *in situ* temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y pH.

La toma de muestras se realizó siguiendo lo establecido en los Instructivos internos de SERAMBIENTE S.A.S. para monitoreo de hidrobiológicos, PO-PSM-35 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de Plancton, PO-PSM-36 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de Perifiton, PO-PSM-37 Procedimiento de captura y procesamiento de muestras de macro-invertebrados bentónicos, PO-PSM-38 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de peces, y PO-PSM-39 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de macrófitas.

### 4.1 Empresa responsable del estudio

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



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 37 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

**Tabla 1. Empresa responsable de los análisis de muestras.**

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Zooplancton	Resolución 1013 de 2019.
	Fitoplancton	
	Macroinvertebrados Bentónicos	
	Macrófitas	
	Perifiton	
	Peces	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.

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

**Tabla 2. Datos generales del estudio.**

<b>Fecha de muestreo</b>	7 de diciembre del 2020 al 13 de enero de 2021
<b>Sitio de muestreo</b>	Ciénagas del departamento del Atlántico
<b>Duración del muestreo</b>	36 días
<b>Puntos de muestreo</b>	Ciénagas del departamento del Atlántico
<b>Tipo de estudio</b>	Estudio Hidrobiológico

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021

**Tabla 3. Identificación de las muestras.**

Identificación de la muestra - ID	Nombre del Punto	Laboratorio	Número de reporte	Fecha de reporte
122797	Ciénaga Mesolandia (P1)	Serambiente	7529	30/3/2021
122798	Ciénaga Mesolandia (P2)	Serambiente		
122799	Ciénaga Mesolandia (P1)	Serambiente		
122800	Ciénaga Mesolandia (P2)	Serambiente		
122801	Ciénaga Malambo (P1)	Serambiente		
122802	Ciénaga Malambo (P2)	Serambiente		
122803	Ciénaga Malambo (P1)	Serambiente		
122804	Ciénaga Malambo (P2)	Serambiente		
122805	Ciénaga Convento (P1)	Serambiente		
122806	Ciénaga Convento (P2)	Serambiente		
122807	Ciénaga Convento (P1)	Serambiente		
122808	Ciénaga Convento (P2)	Serambiente		
122809	Ciénaga Sabanagrande (P1)	Serambiente		



Identificación de la muestra - ID	Nombre del Punto	Laboratorio	Número de reporte	Fecha de reporte
122810	Ciénaga Sabanagrande (P2)	Serambiente		
122811	Ciénaga Sabanagrande (P1)	Serambiente		
122812	Ciénaga Sabanagrande (P2)	Serambiente		
122813	Ciénaga Santo tomas (P1)	Serambiente		
122814	Ciénaga Santo tomas (P2)	Serambiente		
122815	Ciénaga Santo tomas (P1)	Serambiente		
122816	Ciénaga Santo tomas (P2)	Serambiente		
122817	Ciénaga Luisa (P1)	Serambiente		
122818	Ciénaga Luisa (P2)	Serambiente		
122819	Ciénaga Luisa (P1)	Serambiente		
122820	Ciénaga Luisa (P2)	Serambiente		
122821	Ciénaga Larga (P1)	Serambiente		
122822	Ciénaga Larga (P2)	Serambiente		
122823	Ciénaga Larga (P1)	Serambiente		
122824	Ciénaga Larga (P2)	Serambiente		
122825	Ciénaga Manatí (P1)	Serambiente	7529	30/3/2021
122826	Ciénaga Manatí (P2)	Serambiente		
122827	Ciénaga Manatí (P1)	Serambiente		
122828	Ciénaga Manatí (P2)	Serambiente		
122829	Ciénaga Paraíso (P1)	Serambiente		
122830	Ciénaga Paraíso (P2)	Serambiente		
122831	Ciénaga Paraíso (P1)	Serambiente		
122832	Ciénaga Paraíso (P2)	Serambiente		
122833	Ciénaga Uvero (P1)	Serambiente		
122834	Ciénaga Uvero (P2)	Serambiente		
122835	Ciénaga Uvero (P1)	Serambiente		
122836	Ciénaga Uvero (P2)	Serambiente		
122837	Ciénaga Luruaco (P1)	Serambiente		
122838	Ciénaga Luruaco (P2)	Serambiente		
122839	Ciénaga Luruaco (P1)	Serambiente		



Identificación de la muestra - ID	Nombre del Punto	Laboratorio	Número de reporte	Fecha de reporte
122840	Ciénaga Luruaco (P2)	Serambiente		
122841	Ciénaga Tocagua (P1)	Serambiente		
122842	Ciénaga Tocagua (P2)	Serambiente		
122843	Ciénaga Tocagua (P1)	Serambiente		
122844	Ciénaga Tocagua (P2)	Serambiente		
122845	Embalse Del Guájaro (P1)	Serambiente		
122846	Embalse Del Guájaro (P2)	Serambiente		
122847	Embalse Del Guájaro (P3)	Serambiente		
122848	Embalse Del Guájaro (P4)	Serambiente		
125779	Embalse Del Guájaro (P5)	Serambiente		
125780	Embalse Del Guájaro (P6)	Serambiente		
125781	Embalse Del Guájaro (P7)	Serambiente		
125782	Embalse Del Guájaro (P8)	Serambiente		
125783	Embalse Del Guájaro (P9)	Serambiente		
125784	Embalse Del Guájaro (P1)	Serambiente	7529	30/3/2021
125785	Embalse Del Guájaro (P2)	Serambiente		
125786	Embalse Del Guájaro (P3)	Serambiente		
125787	Embalse Del Guájaro (P4)	Serambiente		
125788	Embalse Del Guájaro (P5)	Serambiente		
125789	Embalse Del Guájaro (P6)	Serambiente		
125790	Embalse Del Guájaro (P7)	Serambiente		
125791	Embalse Del Guájaro (P8)	Serambiente		
125792	Embalse Del Guájaro (P9)	Serambiente		
125793	Ciénaga De Los Manatías (P1)	Serambiente		
125794	Ciénaga De Los Manatías (P1)	Serambiente		
125795	Ciénaga Del Totumo (P1)	Serambiente		
125796	Ciénaga Del Totumo (P2)	Serambiente		
125795	Ciénaga Del Totumo (P1)	Serambiente		
125796	Ciénaga Del Totumo (P2)	Serambiente		
125799	Ciénaga De Mallorca (P1)	Serambiente		



Identificación de la muestra - ID	Nombre del Punto	Laboratorio	Número de reporte	Fecha de reporte
125800	Ciénaga De Mallorca (P2)	Serambiente		
125801	Ciénaga De Mallorca (P3)	Serambiente		
125802	Ciénaga De Mallorca (P4)	Serambiente		
125803	Ciénaga De Mallorca (P5)	Serambiente		
125804	Ciénaga De Mallorca (P6)	Serambiente		
125805	Ciénaga De Mallorca (P7)	Serambiente		
125806	Ciénaga De Mallorca (P1)	Serambiente		
125807	Ciénaga De Mallorca (P2)	Serambiente		
125808	Ciénaga De Mallorca (P3)	Serambiente		
125809	Ciénaga De Mallorca (P4)	Serambiente		
125810	Ciénaga De Mallorca (P5)	Serambiente		
125811	Ciénaga De Mallorca (P6)	Serambiente		
125812	Ciénaga De Mallorca (P7)	Serambiente		
125813	Ciénaga El Rincón (P1)	Serambiente		
125814	Ciénaga El Rincón (P2)	Serambiente		
125815	Ciénaga El Rincón (P3)	Serambiente	7529	30/3/2021
125816	Ciénaga El Rincón (P4)	Serambiente		
125817	Ciénaga El rincón (P5)	Serambiente		
125818	Ciénaga El rincón (P6)	Serambiente		
125819	Ciénaga El rincón (P1)	Serambiente		
125820	Ciénaga El rincón (P2)	Serambiente		
125821	Ciénaga El rincón (P3)	Serambiente		
125822	Ciénaga El rincón (P4)	Serambiente		
125823	Ciénaga El rincón (P5)	Serambiente		
125824	Ciénaga El rincón (P6)	Serambiente		
125825	Ciénaga De Balboa (P1)	Serambiente		
125826	Ciénaga De Balboa (P2)	Serambiente		
125827	Ciénaga De Balboa (P3)	Serambiente		
125828	Ciénaga De Balboa (P1)	Serambiente		
125829	Ciénaga De Balboa (P2)	Serambiente		



Identificación de la muestra - ID	Nombre del Punto	Laboratorio	Número de reporte	Fecha de reporte
125830	Ciénaga De Balboa (P3)	Serambiente	7529	30/3/2021
-	Río Magdalena (P1)	Serambiente		
-	Río Magdalena (P2)	Serambiente		
-	Río Magdalena (P3)	Serambiente		

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.



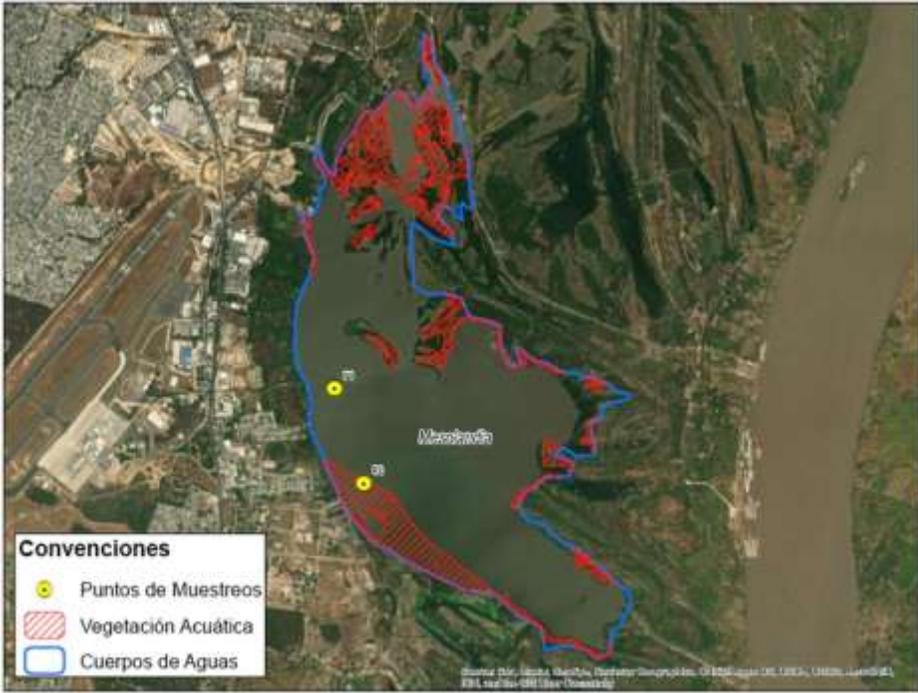
## 4.2 Descripción de los puntos de muestreo

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

### 4.2.1 Cuenca Río Magdalena.

#### 4.2.1.1 Ciénaga de Mesolandia.

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

Descripción	
Puntos	<b>Descripción</b> <b>Ciénaga de Mesolandia:</b> La ciénaga hace parte del complejo cenagoso del departamento del Atlántico destacándose como una zona de amortiguación de las crecientes del río Magdalena y es un ecosistema de interés social, económico y ambiental, ya que aún existen comunidades que desarrollan actividades agropecuarias y de pesca para su subsistencia aprovechando este ecosistema. Igualmente, la ciénaga constituye, en menor grado, una fuente de abastecimiento de agua para las actividades del sector industrial de la calle 30 del municipio de Soledad (Alean, 2009).
Registro Fotográfico	 <p style="text-align: center;"><b>Ilustración 1 .Ciénaga de Mesolandia y puntos de muestreo.</b></p>

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



#### 4.2.1.2 Ciénaga de Malambo.

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

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

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021



### 4.2.1.3 Ciénaga de Sabanagrande.

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

Descripción	
Puntos	<p style="text-align: center;"><b>Descripción</b></p> <p><b>Ciénaga de Sabanagrande:</b> Esta ciénaga se encuentra ubicada en el sector oriental del municipio de Sabanagrande, con una extensión de 95 Ha. Su mayor efluente es el arroyo Cañafístola, el cual nace en el municipio de Baranoa. A su vez el arroyo San Nicolás que nace en el municipio de Polonuevo vierte sus aguas al Cañafístola. Esta ciénaga, al igual que las de Santo Tomás y Palmar de Varela fueron sometidas a una serie de obras hidráulicas, mediante la ejecución del proyecto denominado “Regulación y Manejo del Sistema de Ciénagas de las poblaciones de Sabanagrande, Santo Tomás y Palmar de Varela”. Como resultado de dichas obras, el flujo hidrodinámico natural de esta ciénaga se ha visto afectado, lo cual ha llevado al deterioro y empobrecimiento de la misma (Corporación Autónoma Regional de Atlántico, CRA).</p> <p>La ciénaga tiene conflictos en su uso, tales como el taponamiento de caños intercomunicadores de ciénagas menores que modifican la dinámica hidráulica e hidrobiológica, así como el crecimiento de la frontera pecuaria (Escolar, 2007).</p>
Registro Fotográfico	 <p style="text-align: center;"><b>Ilustración 3 .Ciénaga de Sabanagrande y puntos de muestreo.</b></p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021



#### 4.2.1.4 Ciénaga de Santo Tomás.

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

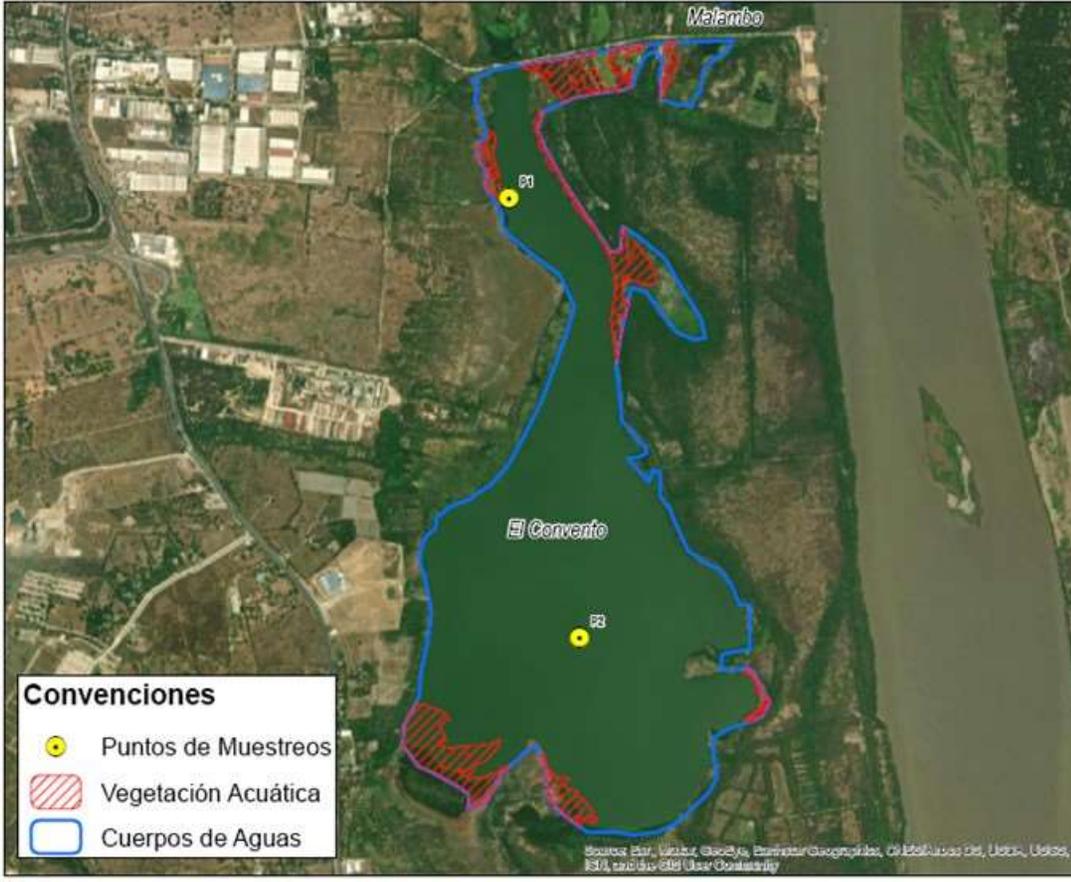
Descripción	
Puntos	<p><b>Ciénaga de Santo Tomás:</b> Ubicada en el municipio de Santo Tomás la ciénaga se encuentra bordeando el casco urbano por el sector oriental. La Ciénaga de Santo Tomás tiene una extensión de 105 Ha, de acuerdo con el documento Ecosistemas Acuáticos del Departamento del Atlántico. Asimismo, presenta una fuerte presión poblacional, por lo tanto; su comportamiento hidráulico en épocas secas es modificado por las alteraciones y cerramientos que hacen los usuarios a los canales interceptores y la discrepancia entre ganaderos, agricultores y pescaderos con el manejo de las compuertas.</p> <p>Los niveles de contaminación y sedimentación en el cuerpo de agua son preocupantes, más que todo por la inadecuada disposición de residuos sólidos, cada calle de la ciudad que desemboca en la ciénaga es un basurero a cielo abierto. Los niveles de erosión de las bancas no son tan altos, lo que determina una mejor estabilidad hidráulica de la ciénaga, sin generar desplazamientos laterales y transversales aguas abajo (Corporación Autónoma Regional de Atlántico, CRA).</p>
Registro Fotográfico	 <p style="text-align: center;"><b>Ilustración 4 .Ciénaga de Santo Tomásy puntos de muestreo.</b></p>

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



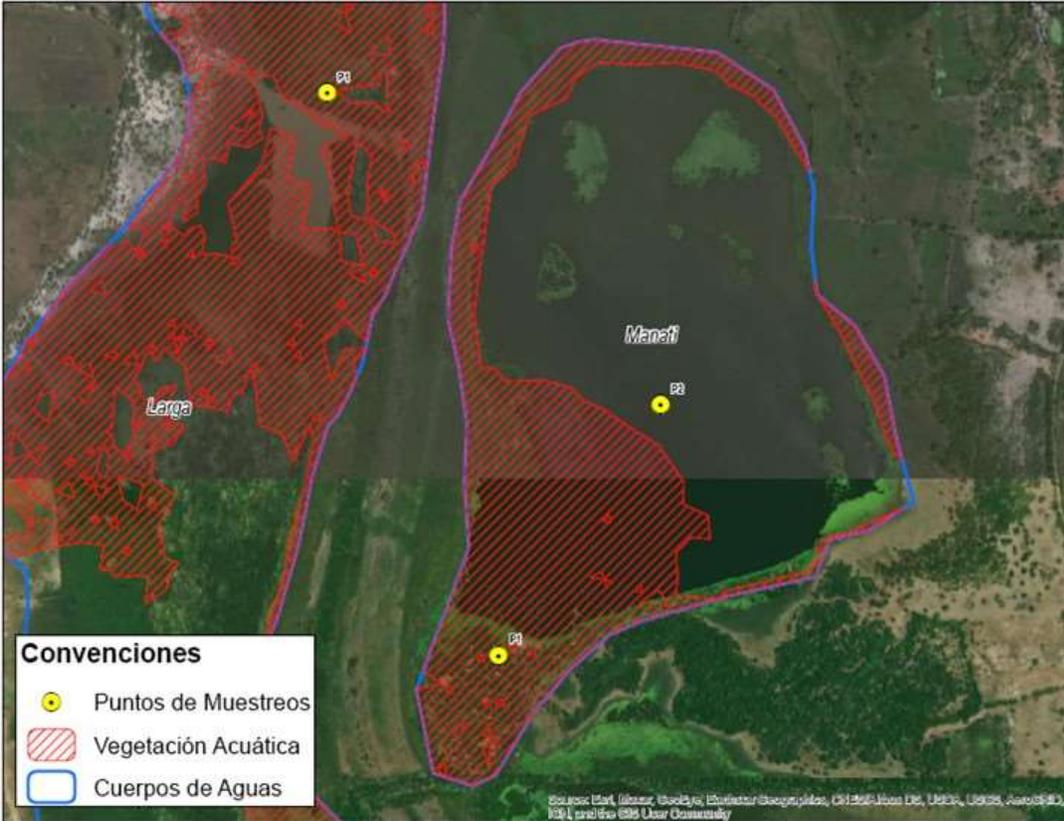
#### 4.2.1.5 Ciénaga el Convento.

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

Descripción Puntos	Descripción
	Registro Fotográfico
 <p style="text-align: center;"><b>Ilustración 5 .Ciénaga el Convento y puntos de muestreo.</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021</i></p>	



**4.2.1.6 Ciénaga Manatí.**
**Tabla 9. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Manatí.**

Descripción	
<b>Puntos</b>	<b>Descripción</b> <b>Ciénaga el Manatí:</b> La ciénaga Manatí está ubicada en el municipio de Sabanagrande, es una ciénaga secundaria que interactúa como cuerpo regulador de la ciénaga La Luisa, esta ciénaga no cuenta con arroyos conectores o afluentes importantes que discurran allí sus aguas y solamente discurren drenajes naturales provenientes de las partes altas del municipio; esta ciénaga también es utilizada por pescadores. La Ciénaga Manatí junto con la ciénaga La Luisa cumplen una importante función, debido a que actúan como vasos retro alimentadores secundarios de este complejo cenagoso.
<b>Registro Fotográfico</b>	 <p style="text-align: center;"><b>Ilustración 6 .Ciénaga el Manatí y puntos de muestreo.</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021</i></p>



#### 4.2.1.7 Ciénaga el Paraíso.

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

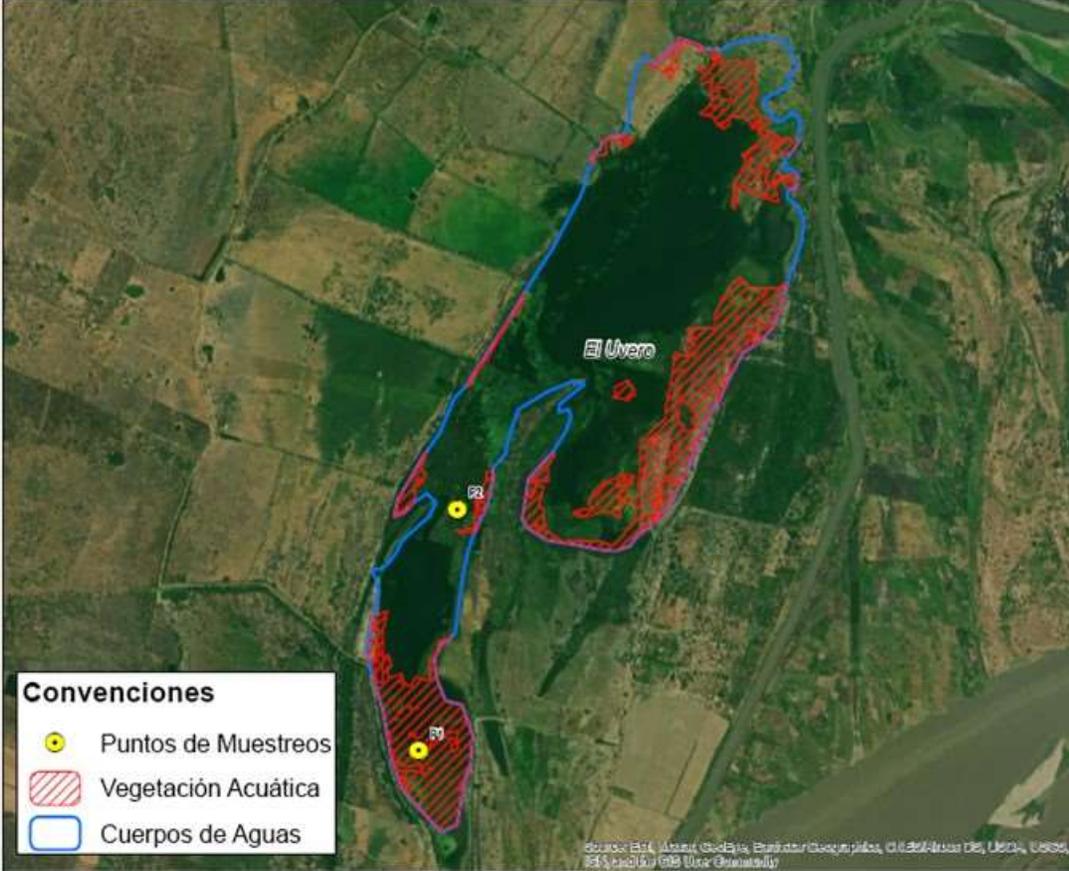
Descripción	
Puntos	<p style="text-align: center;"><b>Descripción</b></p> <p><b>Ciénaga el Paraíso</b> : Ubicada al suroriente del municipio de Palmar de Varela, hace parte del sistema cenagoso de la Ciénaga La Luisa; ubicada al sur de ésta, es uno de los cuatro vasos receptores importantes de esta subcuenca, ya que en épocas de llenado del complejo, se intercomunica a través de un canal interceptor con la Ciénaga La Luisa; además es la más afectada por la construcción de diques direccionales y marginales del Macroproyecto “Recuperación del Sistema de Ciénagas de los municipios de Sabanagrande, Santo Tomás y Palmar de Varela” (Corporación Autónoma Regional de Atlántico, CRA).</p> <p>La ciénaga El Paraíso en el municipio de Palmar de Varela, prácticamente es el primer vaso receptor aguas arriba de la cuenca del río Magdalena. Cuenta con el arroyo Hondo como el principal afluente o arroyo conector, que nace en la zona de terrazas no inundables del municipio de Palmar de Varela, discurre sus aguas intermitentes con otros drenajes pequeños en el sector. Recibe aguas principalmente del río Magdalena, por medio de un canal interceptor en el extremo sur de la ciénaga, pero también tenía un importante flujo hídrico con la Ciénaga La Luisa hasta que se construyó el dique marginal que comunica con el direccional, donde no se tuvo en cuenta la comunicación entre las dos ciénagas lo cual desecó casi por completo a la Ciénaga El Paraíso. Además, los usuarios ganaderos aprovechando la desecación corrieron cercas y aun en la parte de vaso receptor que siempre conservaba el agua así fuera verano, está siendo utilizado en pastoreo extensivo actualmente (Corporación Autónoma Regional de Atlántico, CRA).</p>
Registro Fotográfico	 <p style="text-align: center;"><b>Ilustración 7 .Ciénaga el Paraíso y puntos de muestreo.</b></p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021



#### 4.2.1.8 Ciénaga el Uvero.

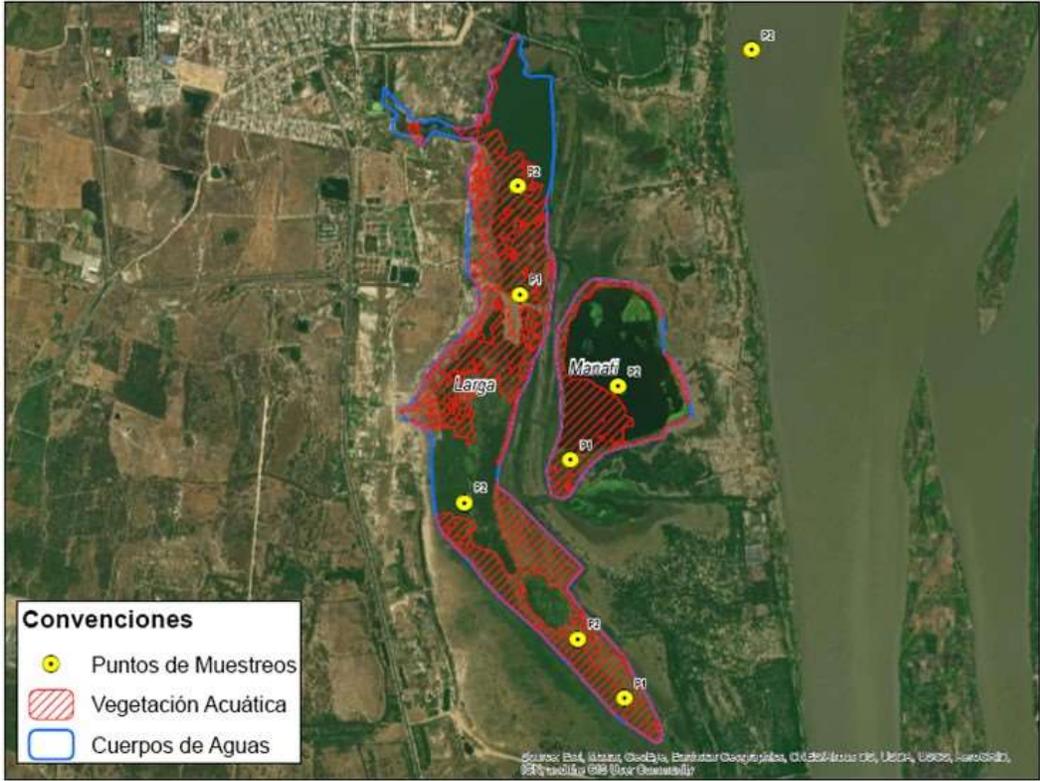
**Tabla 11. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga el Uvero.**

Descripción Puntos	Descripción
Registro Fotográfico	<p><b>Ciénaga el Uvero:</b> Ubicada al sur del municipio de Ponedera, con una extensión de 298 Ha, su mayor aportante es el río Magdalena, en esta ciénaga se realizan faenas de pesca y a su vez supe a los propietarios de predios cercanos, del recurso hídrico para el desarrollo agropecuario. Actualmente está siendo afectada debido a la tala de árboles y la caza indiscriminada que se incrementaron en los últimos diez años.</p>  <p><b>Convenciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Puntos de Muestreos</li> <li> Vegetación Acuática</li> <li> Cuerpos de Aguas</li> </ul> <p><b>Ilustración 8 .Ciénaga el Uvero y puntos de muestreo.</b></p> <p><i>Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021</i></p>



#### 4.2.1.9 Ciénaga la Larga.

**Tabla 12. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga la Larga.**

Descripción	
Puntos	<p style="text-align: center;"><b>Descripción</b></p> <p><b>Ciénaga la Larga:</b> La ciénaga La Larga se encuentra bajo la jurisdicción del municipio de Palmar de Varela. Tanto la ciénaga La Larga como La Luisa; forman un complejo cenagoso que está interconectado aguas arriba con la ciénaga El Paraíso y aguas abajo con la ciénaga de Santo Tomás. La ciénaga Larga es una ciénaga secundaria que también interactúa como cuerpo regulador de la ciénaga Luisa, de la cual está separada por un cordón de vegetación acuática. Este complejo cenagoso no ha sufrido muchos cambios morfológicos, aparte de la intervención antrópica notoria en su costado sur oriental.</p>
Registro Fotográfico	 <p style="text-align: center;"><b>Ilustración 9 .Ciénaga la Larga y puntos de muestreo.</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021</i></p>



#### 4.2.1.10 Ciénaga la Luisa.

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

Descripción	
Puntos	<p style="text-align: center;"><b>Descripción</b></p> <p><b>Ciénaga la Luisa:</b> Se encuentra ubicada en el municipio de Palmar de Varela, con un área aproximada de 240 Ha. En época de invierno se comunica a través de un canal interceptor con la Ciénaga de Santo Tomás hacia el norte, y en su extremo sur con la Ciénaga de El Paraíso, las cuales actúan como vasos receptores de la cuenca del río Magdalena. La Ciénaga La Luisa juega un papel muy importante en el flujo hidrodinámico en el complejo cenagoso, que junto con la Ciénaga de Manatí actúan como reguladores hidráulicos principales de las ciénagas de Santo Tomás y el Paraíso y como cuerpos intermedios entre estas dos ciénagas. Esta ciénaga no cuenta con arroyos conectores o afluentes importantes (Microcuencas) que discurren allí sus aguas, solamente discurren drenajes naturales provenientes de las partes altas del municipio.</p>
Registro Fotográfico	 <p style="text-align: center;"><b>Ilustración 10 .Ciénaga la Luisa y puntos de muestreo.</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021</i></p>



#### 4.2.1.11 Río Magdalena.

**Tabla 14. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el Río Magdalena.**

descripción Puntos	<b>Descripción</b>
	<p><b>Río Magdalena:</b> Nace en el extremo suroccidental del país, a 3.685 metros de elevación, en la laguna de la Magdalena, localizada en una pequeña planicie del Páramo de las Papas, correspondiente al Macizo colombiano, en el Departamento del Huila. Su longitud, según la fuente, varía de 1.528 a 1.600 km, de los cuales 886 km son navegables. En el estrecho, el lugar donde el río es más angosto, mide 2.20 m de ancho y en el municipio de Plato Magdalena, tiene una anchura de 1.073 metros. Vierte sus aguas en el mar Caribe, en el sitio conocido como Bocas de Ceniza, Barranquilla. El canal del Dique también le sirve como tributario de sus aguas, que llegan al mar en la bahía de Cartagena. En su trascurso recibe más de 500 ríos y numerosas quebradas. Su caudal promedio registra entre pocos metros cúbicos por segundo al comienzo, hasta 6.700 m<sup>3</sup> en su desembocadura.</p> <p>Después de su nacimiento, el río Magdalena fluye de sur a norte por un valle interandino ubicado entre las cordilleras Central y Oriental de los Andes. El nivel de las aguas del río Magdalena y del Cauca, su principal afluente presenta variaciones a causa de las fuertes precipitaciones locales y en áreas de sus afluentes, más evidentes en sus sectores alto y medio. En la parte baja se reduce el volumen de lluvia y, como corresponde a una zona cenagosa con poder de regulación y amortización, la variación de niveles y caudales es menor.</p> <p>Si se grafica el caudal medio contra el área de la cuenca, se aprecia el ascenso continuo desde pocos litros en su desembocadura hasta 7.100 m<sup>3</sup>/s a la altura de Calamar, en donde se desprende el canal del Dique y aún más en su desembocadura.</p> <p>El caudal de los ríos se nutre también del agua lluvia, elemento atmosférico que es determinante en el régimen de la corriente. De acuerdo con el volumen de lluvias, las épocas del año en que ocurren y en general, la dinámica ambiental, es decir, la temperatura, la naturaleza de los suelos, el tipo de geofomas, la orientación de la orografía y los vientos, unidos a los procesos que tienen lugar en su interior, entre otros factores, serán características de los ríos.</p> <p>Colombia se ufana de ser una potencia hídrica. Se dice que es el cuarto país en el mundo en riqueza hídrica. Los cálculos para llegar a esa afirmación son muy gruesos. Se toma el área de Colombia, se asume que cerca del 90% de su territorio tiene lluvias superiores a 2.000 milímetros (mm) y entonces se estima que el promedio anual es de 3.000 mm. La cuestión se reduce a multiplicar el área del país por el volumen de precipitación estimada como promedio y luego restarle la evaporación (calculada en 1.150 mm) y queda un volumen de escorrentía superficial de 2.112 km<sup>3</sup>.</p> <p>La importancia del río Magdalena en cuanto a su potencial pesquero, ya que alberga más de 240 especies de peces, pero solo cinco representan el 70% de la pesca, bagre y al bocachico las especies más apetecidas y a su vez las más amenazadas, amenazas como la sobrepesca, minería, generación hidroeléctrica, erosión y contaminación entre las principales, las cuales también afectan todo el equilibrio ecosistémico de las demás especies asociadas (aves, mamíferos, crustáceos, entre otras) así como a los pobladores.</p>



Registro Fotográfico

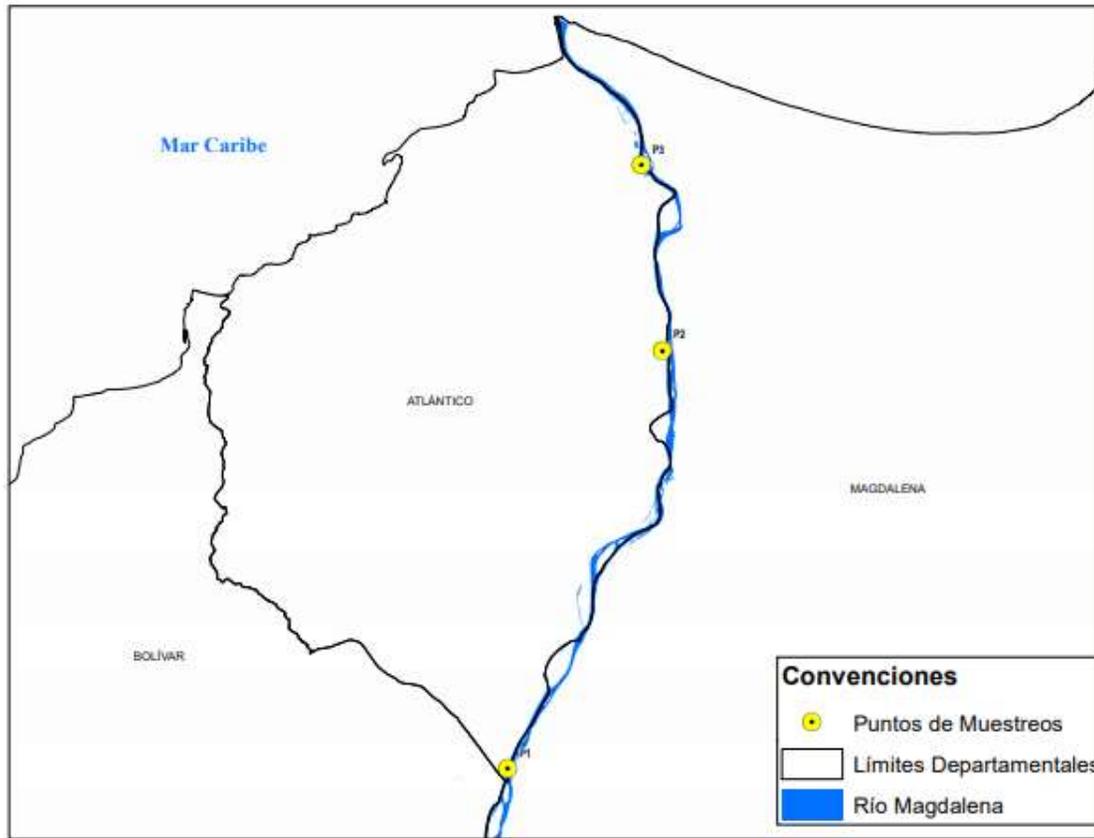


Ilustración 11. Río Magdalena y puntos de muestreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021



## 4.2.2 Cuenca Litoral.

### 4.2.2.1 Ciénaga los Manatíes.

**Tabla 15. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en la ciénaga los Manatíes.**

Descripción	
<b>Puntos</b>	<p><b>Ciénaga los Manatíes:</b> Se encuentra localizada en el municipio de Puerto Colombia, es un cuerpo lagunar marino, no tiene arroyos conectores y tributarios importantes, se alimenta de agua dulce de drenajes y escorrentías naturales. Escolar, 2007 indicó que la ciénaga tenía un área aproximada de 70 hectáreas mientras que CRA, 2012, indica que el área aproximada es de 41,2 Ha, lo que demuestra la pérdida gradual del área de la ciénaga, e indicando que durante los últimos años la Ciénaga de los Manatíes ha venido presentando un preocupante proceso de sedimentación y de pérdida sistemática de espejo de agua, relacionado principalmente con la acción de los sedimentos aportados por el Río Magdalena sobre el Tajamar Occidental. Este es un ecosistema de característica estuarina, los cuales son fundamentales para refugio, alimentación y reproducción de peces, crustáceos y moluscos.</p>
<b>Registro Fotográfico</b>	 <p><b>Ilustración 12 .Ciénaga los Manatíes y puntos de muestreo.</b></p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021



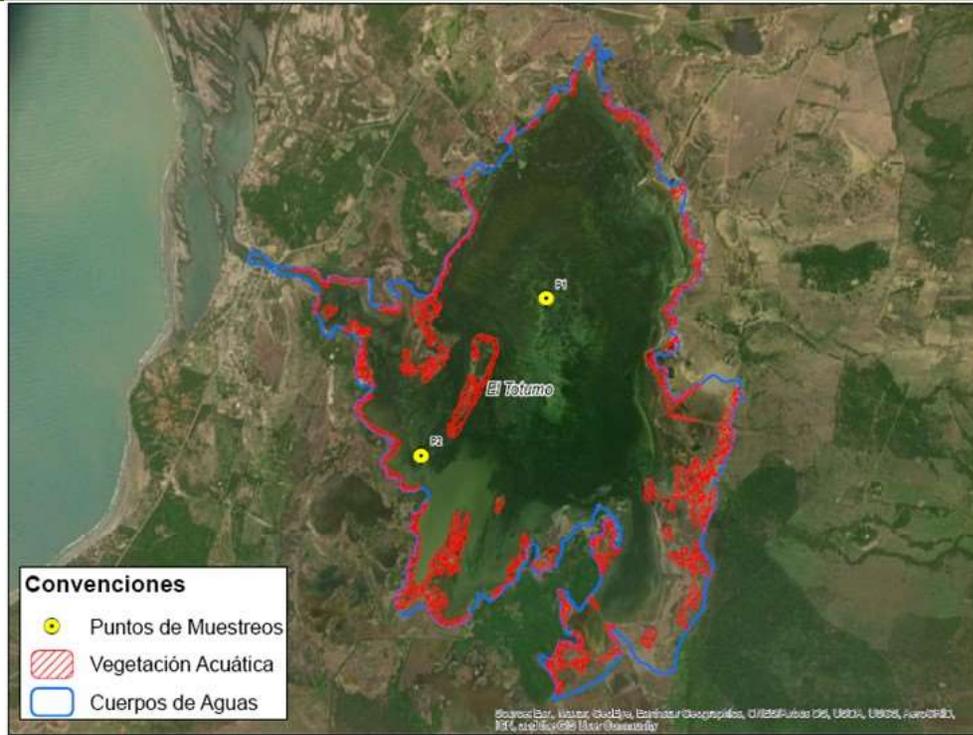
#### 4.2.2.2 Ciénaga del Totumo.

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

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



Registro Fotográfico



**Ilustración 13 .Ciénaga del Totumo y puntos de muestreo.**

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



## 4.2.3 Cuenca Canal del Dique

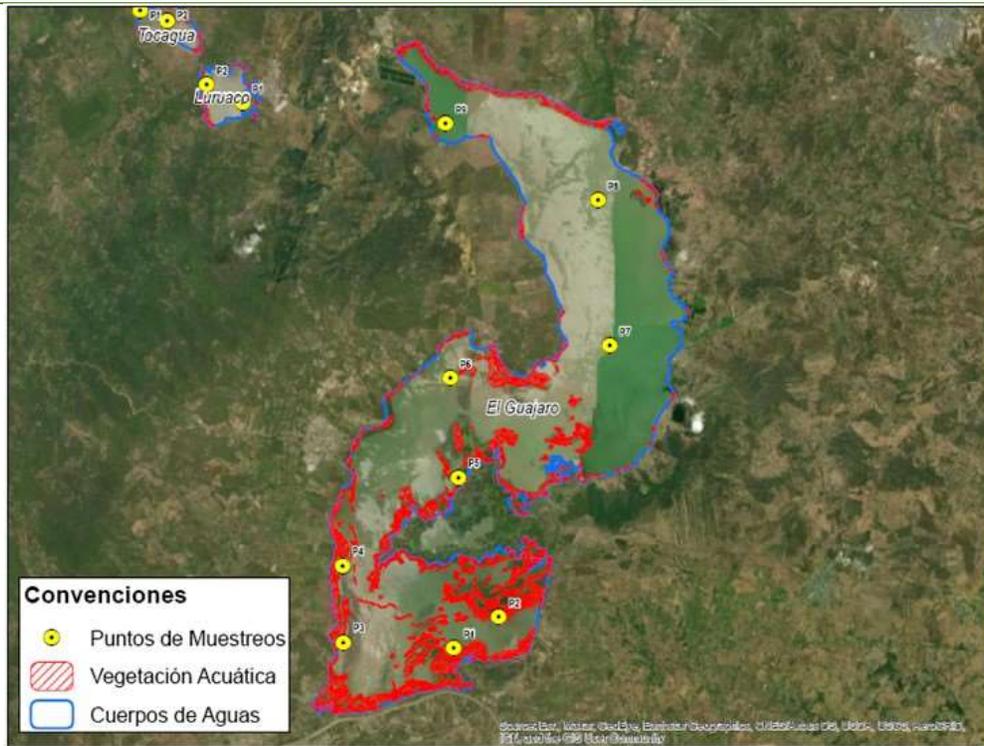
### 4.2.3.1 Embalse del Guájaro.

**Tabla 17. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el Embalse del Guájaro.**

Descripción Puntos	Descripción
	<p><b>Embalse del Guájaro:</b> Es de gran importancia para los municipios del sur del departamento del Atlántico. Esto, porque abastece de agua a los distritos de riego de Repelón y Manatí, cumpliendo un papel fundamental en la economía agrícola y pesquera de la zona, siendo una fuente para la generación de ingresos (corregimiento de la Peña de Sabanalarga, Luruaco, Repelón y Manatí aprovechan este embalse para la explotación pesquera y para el ecoturismo). Con una superficie que comprende los 16000 Ha y una capacidad de almacenamiento de 400 millones de metros cúbicos de agua, el embalse no solo se alimenta del Canal del Dique, sino que también le sirve de desagüe, a través de unas compuertas construidas a la altura del corregimiento de Villa Rosa, Repelón. También recibe escorrentías de las cuencas vecinas, de una manera intermitente y solamente en el tiempo invernal. Los arroyos del área de influencia del Guájaro son: Cabildo y La Peña al noreste: Mamones, Cacha, Guayacán y Malabet al este; Banco, Bartolo, Henequén, Pica y Obligación al oeste.</p> <p>El Embalse del Guájaro se encuentra definido como ecorregión estratégica y a su vez, es considerado como el segundo embalse más importante por su extensión y productividad, dentro de los de su tipo en el país según la FAO. El Embalse del Guájaro ha venido presentando los siguientes problemas: Descarga de aguas servidas de los municipios y corregimientos circundantes, la disposición de basuras en el área de influencia. La caza y la pesca indiscriminada, el control de insectos con agroquímicos, especialmente la descarga de plaguicidas organoclorados, la deforestación de las laderas aledañas al embalse lo que ha presentado una pérdida de más de 4000 Ha en las últimas décadas. (Oyaga 2013 Realidades Ambientales de los Cuerpos de Agua del departamento del Atlántico, Colombia). Es el cuerpo lagunar más grande e importante del Departamento del Atlántico resultado de la interconexión artificial de varios cuerpos de agua, como lo fueron las ciénagas La Limpia, Ahuyama, Cabildo, Playón de Hacha y La Celosa, construido por el desaparecido Instituto Colombiano para la Reforma Agraria (Incora) en la década de los 60, en un intento por reforzar el riego para los cultivos agrícolas y tener saneamiento (Herrera, 2015). Desde el 2011 no ha llegado a su máxima cota debido a los largos veranos (Escolar, 2007).</p>



Registro Fotográfico



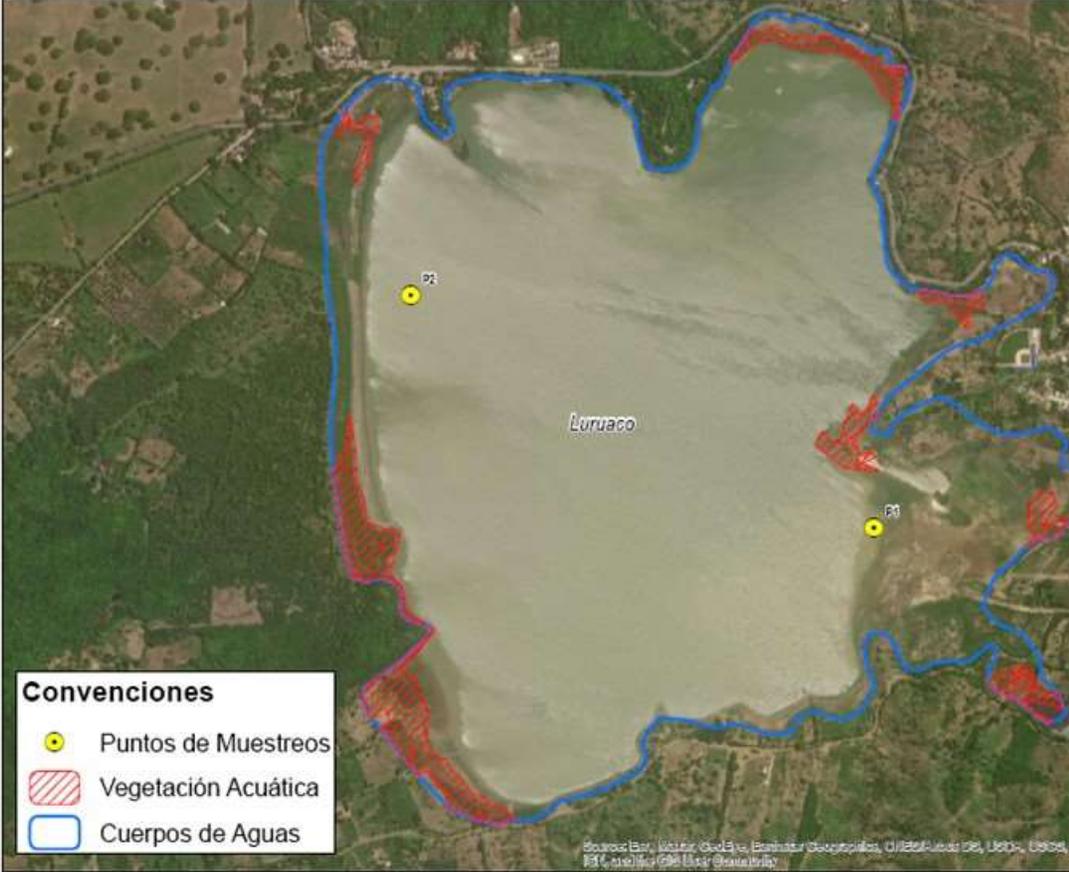
**Ilustración 14 . Embalse del Guájaro y puntos de muestreo.**

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



#### 4.2.3.2 Ciénaga de Luruaco.

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

Descripción Puntos	Descripción
	Registro Fotográfico
 <p><b>Convenciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: yellow;">●</span> Puntos de Muestreos</li> <li><span style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> </span> Vegetación Acuática</li> <li><span style="border: 2px solid blue; padding: 2px;"> </span> Cuerpos de Aguas</li> </ul>	

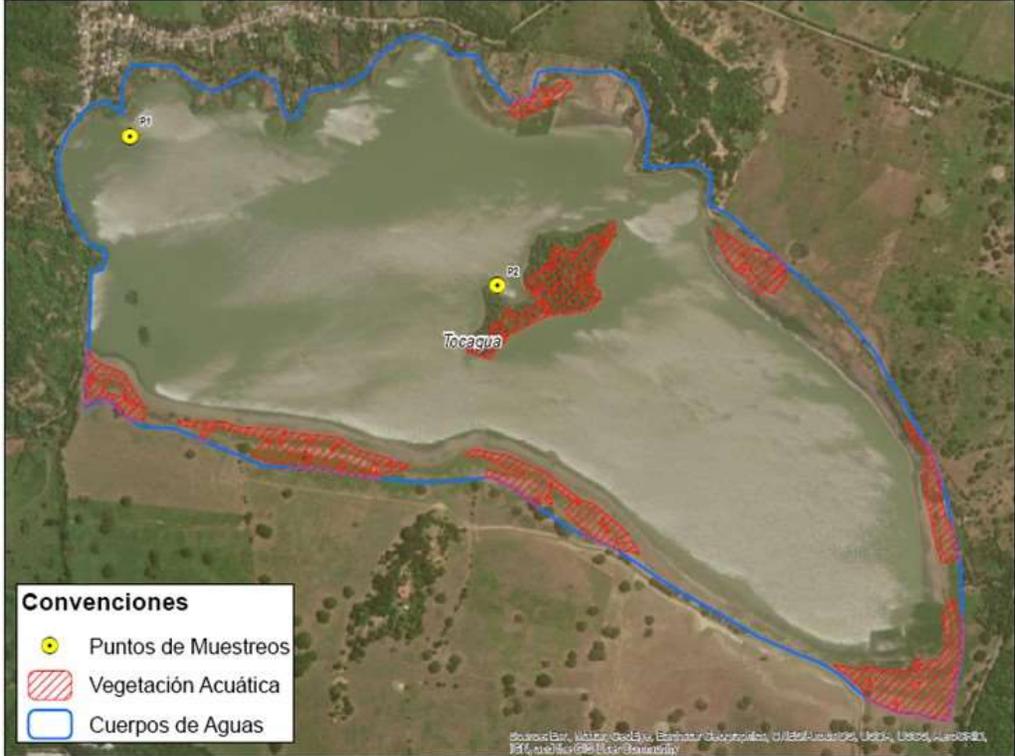
**Ilustración 15 .Ciénaga de Luruaco y puntos de muestreo.**

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



### 4.2.3.3 Ciénaga de Tocagua.

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

Descripción	
Puntos	<p><b>Descripción</b></p> <p><b>Ciénaga de Tocagua:</b> Queda ubicada en el Corregimiento de San Juan de Tocagua, jurisdicción del municipio de Luruaco, con un área de 185 Ha (Escolar, 2007), las cuales han sido mermadas por procesos de sedimentación y la sequía ocurrida en los últimos años en la costa caribe colombiana. Escolar (2007) también indicó que la fauna ictiológica había disminuido, principalmente por la alta sedimentación, producto del material de arrastre de los arroyos tributarios Guayacán, Iraca y demás drenajes naturales, así como por prácticas pesqueras ilegales.</p>
Registro Fotográfico	 <p style="text-align: center;"><b>Ilustración 16 .Ciénaga de Tocagua y puntos de muestreo.</b></p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 61 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

### 4.3 Ubicación de los puntos de muestreo

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

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

En el Departamento del Atlántico, las mayores variables determinantes del clima son la temperatura y la humedad, la primera con valores que median entre 28 y 32 °C, lo cual es comparable con la alta y media Guajira, parte central de Cesar y Bolívar, departamentos del Magdalena y Sucre, en contraste con el resto de la región Caribe donde la temperatura oscila entre los 24 y 28°C. El comportamiento estacional de la temperatura en el departamento es muy regular a lo largo del año debido a la proximidad del mar Caribe, con variaciones del orden de 1.5 °C. Los meses más cálidos en el litoral central son mayo, junio, julio y agosto, mientras que a principios y finales de año la temperatura del aire es ligeramente menor debido a la influencia de los vientos Alisios (IDEAM, 2006). Esto se encuentra mediado también por la incidencia de la radiación solar que llega hasta este territorio, debido a que en la mayor parte del territorio colombiano la incidencia de la radiación solar tiene promedios entre 4 y 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/día y la región Caribe está dentro de las zonas que



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 62 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

reciben mayor radiación (4,5 y 6 kWh/m<sup>2</sup>/día), dejando al departamento del Atlántico como uno de los territorios que registran valores más altos, comprendidos entre entre 5,5 y 6 kWh/m<sup>2</sup>/día.

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

Las coordenadas de cada uno de los puntos de monitoreos se relacionan en la **Tabla 20**

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

Características del monitoreo							
Tipo de muestreo				Puntual			
Tipo de sistema				Sistema (Lotico, lentico y marino costero)			
Fecha: 7/12/2020 - 13/01/21				Georreferenciación			
Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota de Elevación (msnm)	Sistema magna sirgas		Coordenadas geográficas	
				Origen central		WGS84	
				Este (m)	Norte (m)	Oeste (W)	Norte (N)
Ciénaga Mesolandia (P1)	122797	10:22	2	925076,2021	1696156,784	74°45'46.1"	10°53'24.2"
Ciénaga Mesolandia (P2)	122798	11:29	2	925257,1083	1695569,461	74°45'40.1"	10°53'05.1"
Ciénaga Mesolandia (P1)	122799	8:00	2	925076,2021	1696156,784	74°45'46.1"	10°53'24.2"
Ciénaga Mesolandia (P2)	122800	9:10	2	925257,1083	1695569,461	74°45'40.1"	10°53'05.1"
Ciénaga Malambo (P1)	122801	11:05	2	925121,0215	1693133,014	74°45'44.4"	10°51'45.8"
Ciénaga Malambo (P2)	122802	9:15	2	925644,3494	1692179,266	74°45'27.1"	10°51'14.8"
Ciénaga Malambo (P1)	122803	8:11	2	925121,0215	1693133,014	74°45'44.4"	10°51'45.8"
Ciénaga Malambo (P2)	122804	9:28	2	925644,3494	1692179,266	74°45'27.1"	10°51'14.8"
Ciénaga Convento (P1)	122805	8:28	2	925934,0879	1689567,038	74°45'17.37"	10°49'49.81"
Ciénaga Convento (P2)	122806	10:05	2	926221,7049	1687755,288	74°45'7.77"	10°48'50.87"
Ciénaga Convento (P1)	122807	8:00	2	925934,0879	1689567,038	74°45'17.37"	10°49'49.81"



Características del monitoreo							
Tipo de muestreo				Puntual			
Tipo de sistema				Sistema (Lotico, lentic y marino costero)			
Fecha: 7/12/2020 - 13/01/21				Georreferenciación			
Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota de Elevación (msnm)	Sistema magna sirgas		Coordenadas geográficas	
				Origen central		WGS84	
				Este (m)	Norte (m)	Oeste (W)	Norte (N)
Ciénaga Convento (P2)	122808	9:38	2	926221,7049	1687755,288	74°45'7.77"	10°48'50.87"
Ciénaga Sabanagrande (P1)	122809	8:00	4	927040,9512	1685223,335	74°44'40.62"	10°47'28.53"
Ciénaga Sabanagrande (P2)	122810	9:03	4	926803,855	1684747,575	74°44'48.39"	10°47'13.03"
Ciénaga Sabanagrande (P1)	122811	8:40	4	927040,9512	1685223,335	74°44'40.62"	10°47'28.53"
Ciénaga Sabanagrande (P2)	122812	10:06	4	926803,855	1684747,575	74°44'48.39"	10°47'13.03"
Ciénaga Santotomas (P1)	122813	10:25	4	926833,5425	1681225,471	74°44'47.16"	10°45'18.41"
Ciénaga Santotomas (P2)	122814	11:45	4	926957,0953	1682011,216	74°44'43.15"	10°45'43.99"
Ciénaga Santotomas (P1)	122815	8:30	4	926833,5425	1681225,471	74°44'47.16"	10°45'18.41"
Ciénaga Santotomas (P2)	122816	9:00	4	926957,0953	1682011,216	74°44'43.15"	10°45'43.99"
Ciénaga Luisa (P1)	122817	8:46	5	926779,2715	1680163,942	74°44'48.87"	10°44'43.86"
Ciénaga Luisa (P2)	122818	9:36	5	927071,1865	1678161,997	74°44'39.12"	10°43'38.73"
Ciénaga Luisa (P1)	122819	8:06	5	926779,2715	1680163,942	74°44'48.87"	10°44'43.86"
Ciénaga Luisa (P2)	122820	8:52	5	927071,1865	1678161,997	74°44'39.12"	10°43'38.73"
Ciénaga Larga (P1)	122821	8:10	5	927080,2498	1677578,455	74°44'38.78"	10°43'19.74"
Ciénaga Larga (P2)	122822	9:20	5	926778,8109	1676461,534	74°44'48.62"	10°42'43.37"
Ciénaga Larga (P1)	122823	8:50	5	926779,2715	1680163,942	74°44'48.87"	10°44'43.86"
Ciénaga Larga (P2)	122824	9:58	5	927071,1865	1678161,997	74°44'39.12"	10°43'38.73"
Ciénaga Manati (P1)	122825	10:24	5	927349,0847	1676687,692	74°44'29.87"	10°42'50.77"
Ciénaga Manati (P2)	122826	11:25	5	927606,7262	1677083,213	74°44'21.42"	10°43'3.66"
Ciénaga Manati (P1)	122827	10:31	5	927349,0847	1676687,692	74°44'29.87"	10°42'50.77"
Ciénaga Manati (P2)	122828	11:36	5	927606,7262	1677083,213	74°44'21.42"	10°43'3.66"
Ciénaga Paraiso (P1)	122829	12:26	5	927636,548	1675405,717	74°44'20.32"	10°42'9.07"
Ciénaga Paraiso (P2)	122830	1:29	5	927386,2238	1675726,445	74°44'28.58"	10°42'19.49"
Ciénaga Paraiso (P1)	122831	12:28	5	927636,548	1675405,717	74°44'20.32"	10°42'9.07"
Ciénaga Paraiso (P2)	122832	10:39	5	927386,2238	1675726,445	74°44'28.58"	10°42'19.49"
Ciénaga Uvero (P1)	122833	10:45	4	925349,6573	1659187,364	74°45'34.4"	10°33'21.1"
Ciénaga Uvero (P2)	122834	12:15	4	925534,5741	1660330,025	74°45'28.4"	10°33'58.3"
Ciénaga Uvero (P1)	122835	8:30	4	925349,6573	1659187,364	74°45'34.4"	10°33'21.1"



Características del monitoreo							
Tipo de muestreo				Puntual			
Tipo de sistema				Sistema (Lotico, lentic y marino costero)			
Fecha: 7/12/2020 - 13/01/21				Georreferenciación			
Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota de Elevación (msnm)	Sistema magna sirgas		Coordenadas geográficas	
				Origen central		WGS84	
				Este (m)	Norte (m)	Oeste (W)	Norte (N)
Ciénaga Uvero (P2)	122836	9:51	4	925534,5741	1660330,025	74°45'28.4"	10°33'58.3"
Ciénaga Luruaco (P1)	122837	8:35	26	882459,8668	1664710,262	75° 9'5.60"	10°36'16.90"
Ciénaga Luruaco (P2)	122838	9:48	26	881157,8929	1665369,355	75° 9'48.50"	10°36'38.20"
Ciénaga Luruaco (P1)	122839	8:57	26	882459,8668	1664710,262	75° 9'5.60"	10°36'16.90"
Ciénaga Luruaco (P2)	122840	10:21	26	881157,8929	1665369,355	75° 9'48.50"	10°36'38.20"
Ciénaga Tocagua (P1)	122841	10:42	22	882459,8668	1664710,262	75° 9'5.60"	10°36'16.90"
Ciénaga Tocagua (P2)	122842	9:40	22	881157,8929	1665369,355	75° 9'48.50"	10°36'38.20"
Ciénaga Tocagua (P1)	122843	10:15	22	882459,8668	1664710,262	75° 9'5.60"	10°36'16.90"
Ciénaga Tocagua (P2)	122844	9:00	22	881157,8929	1665369,355	75° 9'48.50"	10°36'38.20"
Embalse Del Guajaro (P1)	122845	10:46	5	890058,9198	1644927,904	75° 4'53.57"	10°25'33.98"
Embalse Del Guajaro (P2)	122846	11:39	5	891693,7818	1646037,017	75° 3'59.94"	10°26'10.24"
Embalse Del Guajaro (P3)	122847	9:50	5	886055,4831	1645145,496	75° 7'5.20"	10°25'40.64"
Embalse Del Guajaro (P4)	122848	14:18	5	886034,8269	1647925,419	75° 7'6.18"	10°27'11.10"
Embalse Del Guajaro (P5)	125779	12:40	6	890245,5107	1651096,963	75° 4'48.08"	10°28'54.75"
Embalse Del Guajaro (P6)	125780	13:14	6	889952,8908	1654701,302	75° 4'58.08"	10°30'52.01"
Embalse Del Guajaro (P7)	125781	14:02	6	895744,2089	1655870,026	75° 1'47.76"	10°31'30.63"
Embalse Del Guajaro (P8)	125782	14:51	5	895330,0391	1661147,575	75° 2'1.91"	10°34'22.33"
Embalse Del Guajaro (P9)	125783	15:18	5	889812,0331	1663939,563	75° 5'3.69"	10°35'52.62"
Embalse Del Guajaro (P1)	125784	9:24	5	890058,9198	1644927,904	75° 4'53.57"	10°25'33.98"
Embalse Del Guajaro (P2)	125785	9:52	5	891693,7818	1646037,017	75° 3'59.94"	10°26'10.24"
Embalse Del Guajaro (P3)	125786	8:10	5	886055,4831	1645145,496	75° 7'5.20"	10°25'40.64"
Embalse Del Guajaro (P4)	125787	12:17	5	886034,8269	1647925,419	75° 7'6.18"	10°27'11.10"
Embalse Del Guajaro (P5)	125788	10:48	6	890245,5107	1651096,963	75° 4'48.08"	10°28'54.75"
Embalse Del Guajaro (P6)	125789	11:18	6	889952,8908	1654701,302	75° 4'58.08"	10°30'52.01"
Embalse Del Guajaro (P7)	125790	12:00	6	895744,2089	1655870,026	75° 1'47.76"	10°31'30.63"
Embalse Del Guajaro (P8)	125791	1:09	5	895330,0391	1661147,575	75° 2'1.91"	10°34'22.33"
Embalse Del Guajaro (P9)	125792	2:08	5	889812,0331	1663939,563	75° 5'3.69"	10°35'52.62"
Ciénaga De Los Manaties (P1)	125793	7:30	2	909192,4748	1712882,593	74°54'30.60"	11°02'27.20"
Ciénaga De Los Manaties (P1)	125794	7:24	2	909192,4748	1712882,593	74°54'30.60"	11°02'27.20"
Ciénaga Del Totumo (P1)	125795	9:40	2	873589,7548	1679284,072	75°13'59.14"	10°44'10.09"



Características del monitoreo							
Tipo de muestreo				Puntual			
Tipo de sistema				Sistema (Lotico, lentic y marino costero)			
Fecha: 7/12/2020 - 13/01/21				Georreferenciación			
Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota de Elevación (msnm)	Sistema magna sirgas		Coordenadas geográficas	
				Origen central		WGS84	
				Este (m)	Norte (m)	Oeste (W)	Norte (N)
Ciénaga Del Totumo (P2)	125796	10:35	2	872207,7211	1677559,689	75°14'44.40"	10°43'13.81"
Ciénaga Del Totumo (P1)	125795	8:58	2	873589,7548	1679284,072	75°13'59.14"	10°44'10.09"
Ciénaga Del Totumo (P2)	125796	9:49	2	872207,7211	1677559,689	75°14'44.40"	10°43'13.81"
Ciénaga De Mallorca (P1)	125799	9:00	2	913592,0729	1713353,427	74°52'05.71"	11°02'42.91"
Ciénaga De Mallorca (P2)	125800	9:55	2	915344,1794	1714041,786	74°51'08.05"	11°03'05.46"
Ciénaga De Mallorca (P3)	125801	10:40	2	915780,1348	1713240,463	74°50'53.62"	11°02'39.42"
Ciénaga De Mallorca (P4)	125802	8:05	2	914560,3064	1712610,001	74°51'33.75"	11°02'18.80"
Ciénaga De Mallorca (P5)	125803	11:20	2	916259,4749	1712297,692	74°50'37.75"	11°02'08.78"
Ciénaga De Mallorca (P6)	125804	12:05	2	917311,7752	1713072,772	74°50'3.15"	11°02'34.09"
Ciénaga De Mallorca (P7)	125805	1:00	2	916380,3073	1714674,901	74°50'33.97"	11°03'26.15"
Ciénaga De Mallorca (P1)	125806	8:55	2	913592,0729	1713353,427	74°52'05.71"	11°02'42.91"
Ciénaga De Mallorca (P2)	125807	9:45	2	915344,1794	1714041,786	74°51'08.05"	11°03'05.46"
Ciénaga De Mallorca (P3)	125808	10:50	2	915780,1348	1713240,463	74°50'53.62"	11°02'39.42"
Ciénaga De Mallorca (P4)	125809	8:00	2	914560,3064	1712610,001	74°51'33.75"	11°02'18.80"
Ciénaga De Mallorca (P5)	125810	12:00	2	916259,4749	1712297,692	74°50'37.75"	11°02'08.78"
Ciénaga De Mallorca (P6)	125811	12:55	2	917311,7752	1713072,772	74°50'3.15"	11°02'34.09"
Ciénaga De Mallorca (P7)	125812	1:30	2	916380,3073	1714674,901	74°50'33.97"	11°03'26.15"
Ciénaga El Rincon (P1)	125813	7:49	2	911189,1196	1710118,833	74°53'24.58"	11°00'57.44"
Ciénaga El Rincon (P2)	125814	8:39	2	910958,2243	1709944,604	74°53'32.17"	11°00'51.75"
Ciénaga El Rincon (P3)	125815	9:31	2	910565,425	1710185,368	74°53'45.13"	11°00'59.55"
Ciénaga El Rincon (P4)	125816	9:13	2	910836,7311	1710481,781	74°53'36.22"	11°01'09.22"
Ciénaga El Rincon (P5)	125817	9:45	2	910848,7468	1710214,398	74°53'35.80"	11°01'00.52"



Características del monitoreo							
Tipo de muestreo				Puntual			
Tipo de sistema				Sistema (Lotico, lentic y marino costero)			
Fecha: 7/12/2020 - 13/01/21				Georreferenciación			
Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota de Elevación (msnm)	Sistema magna sirgas		Coordenadas geográficas	
				Origen central		WGS84	
				Este (m)	Norte (m)	Oeste (W)	Norte (N)
Ciénaga El Rincon (P6)	125818	10:21	2	911767,8283	1710595,107	74°53'05.56"	11°01'12.99"
Ciénaga El Rincon (P1)	125819	8:15	2	911189,1196	1710118,833	74°53'24.58"	11°00'57.44"
Ciénaga El Rincon (P2)	125820	9:00	2	910958,2243	1709944,604	74°53'32.17"	11°00'51.75"
Ciénaga El Rincon (P3)	125821	9:34	2	910565,425	1710185,368	74°53'45.13"	11°00'59.55"
Ciénaga El Rincon (P4)	125822	10:15	2	910836,7311	1710481,781	74°53'36.22"	11°01'09.22"
Ciénaga El Rincon (P5)	125823	11:07	2	910848,7468	1710214,398	74°53'35.80"	11°01'00.52"
Ciénaga El Rincon (P6)	125824	12:02	2	911767,8283	1710595,107	74°53'05.56"	11°01'12.99"
Ciénaga De Balboa (P1)	125825	8:19	1	902494,8338	1706454,71	74°58'10.6"	10°58'57.4"
Ciénaga De Balboa (P2)	125826	10:11	1	901713,3255	1706062,161	74°58'36.30"	10°58'44.55"
Ciénaga De Balboa (P3)	125827	11:21	1	901713,3301	1706063,699	74°58'36.3"	10°58'44.6"
Ciénaga De Balboa (P1)	125828	8:52	1	902494,8338	1706454,71	74°58'10.6"	10°58'57.4"
Ciénaga De Balboa (P2)	125829	9:30	1	901713,3255	1706062,161	74°58'36.30"	10°58'44.55"
Ciénaga De Balboa (P3)	125830	10:58	1	901713,3301	1706063,699	74°58'36.3"	10°58'44.6"
Rio Magdalena (P1)		11:20	3	909118,3589	1627364,332	74°54'25.5"	10°16'04.2"
Rio Magdalena (P2)		14:19	2	928328,3391	1678889,699	74°43'57.8"	10°44'02.5"
Rio Magdalena (P3)		16:00	2	925793,3738	1701753,868	74°45'22.9"	10°56'26.4"

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.

#### 4.4 Proceso metodológico

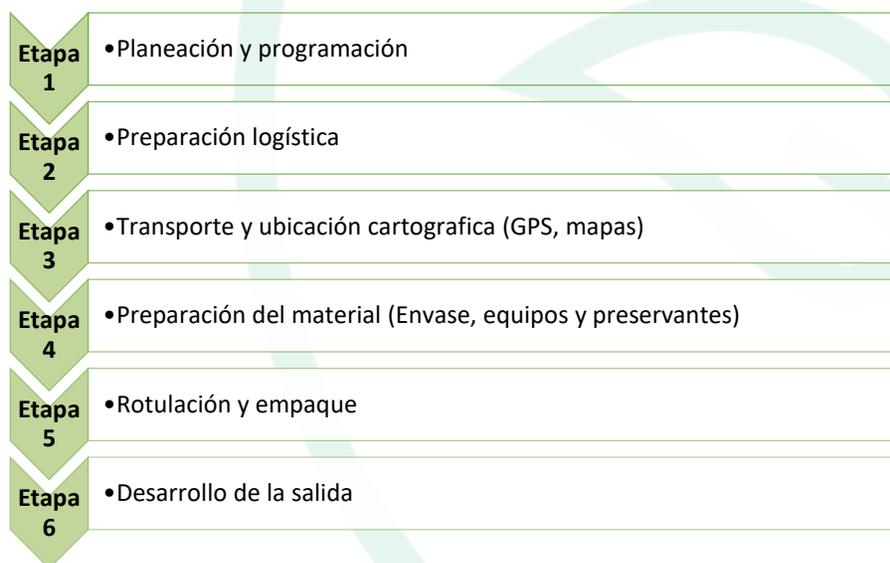
Los métodos empleados siguen los lineamientos y técnicas recomendados en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos-U.S EPA en su Handbook for Analytical Quality Control in Water and Wastewater Laboratories, y por la Asociación Americana de Trabajos del Agua- AWWA- en el American Standard Methods for Examination of Water and Wastewater Edición 23, 2017, además de la norma técnica Colombiana NTC-ISO 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración (ICONTEC, 2005).



#### 4.4.1 Etapa de preparación

Esta etapa es fundamental para el adecuado funcionamiento de los demás procesos, pues es aquí donde se lleva a cabo toda la planeación y programación para que la fase de campo se desarrolle sin ningún inconveniente. En la **Figura 1**, se muestran los pasos que se siguieron, con la finalidad de planear el monitoreo.

Para la toma se realiza un muestreo simple, mediante la recolección al azar de las muestras a proporciones conocidas, provenientes de la misma unidad de muestreo, en este caso en el departamento del Atlántico.



**Figura 1. Actividades de la etapa de preparación.**

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

#### 4.4.2 Etapa de campo

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



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

Parámetro Hidrobiológico	Método Muestreo
Fitoplancton	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10200 B. 23th Edition 2017
Zooplancton	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10200 B. 23th Edition 2017
Macroinvertebrados bentónicos	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10500 B. 23th Edition 2017
Macrófitas	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10400 C y D. 23th Edition 2017
Perifiton	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10300 B. 23th Edition 2017
Ictiofauna	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10600 B y C. 23th Edition 2017

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.*

La fase de campo inició con la preparación del plan de monitoreo (FO-PO-PSM-33-02) (**Anexo 1**), donde se tiene en cuenta los requerimientos de la orden de trabajo. Se realizó la verificación de equipos y materiales requeridos para el muestreo.

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

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

- PO-PSM-35 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de plancton.
- PO-PSM-37 Procedimiento de captura y procesamiento de muestras de macroinvertebrados.
- PO-PSM-36 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de Perifiton
- PO-PSM-38 Procedimiento para toma y procesamiento de muestras de Peces.
- PO-PSM-39 Procedimiento para toma y procesamiento de macrófitas.

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



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 69 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

#### 4.4.2.1 Plancton

##### ○ Fitoplancton

Debido a que se pretende tener información cualitativa y cuantitativa de la comunidad Fitoplanctónica, se filtró en cada punto de monitoreo una muestra de agua entre 40 60 litros; la toma se realizó a nivel sub-superficial (20-30 cm de la superficie), haciendo uso de una red, con poro de 23µm, para el filtrado.

Las muestras fueron fijadas *in situ* añadiendo 0,3mL de Lugol por cada 100mL y formalina tamponada agregando 2,5mL por cada 100mL de muestra, para una concentración final mínima del 2,5%. Las muestras fueron conservadas en un sitio oscuro y fresco hasta su posterior análisis. las muestras se tomaron durante dos días srguidos en los mismos puntoa de muestro.

##### ○ Zooplancton

Para la toma de muestra de zooplancton teniendo en cuenta que los puntos de monitoreo se encuentran en sistemas lótico, con ayuda de un balde aforado se tomó agua a nivel superficial y se filtraron entre 40 y 60L de agua con una malla de 55µm **Fotografía 1** Posteriormente se lavaron desde su parte externa las paredes de la red con agua limpia utilizando un frasco lavador; de este modo se asegura que los organismos sean todos depositados en el vaso colector de la red.

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

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





**Fotografía 1. Toma de muestra de Plancton, haciendo uso de redes de filtración.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.*

#### **4.4.2.2 Perifiton**

Para la toma de muestra de Perifiton se procedió a identificar sustratos naturales con posibles colonias de esta comunidad (rocas, ramas y partes de macrófitas). Una vez localizadas las colonias y utilizando cuadrantes de film plásticos de diferentes medidas (hasta lograr coleccionar un área aproximada de 100cm<sup>2</sup>) y un cepillo de cerda suave se realizó la remoción, luego lavando con agua limpia en el recipiente donde se preserva la muestra se da por sentado la recolecta de la muestra. En ocasiones en el frasco colector se depositan segmentos de macrófitas, que se encuentren sumergidos (unos centímetros más largos que el sector de interés).

Las muestras fueron preservadas con lugol (0,3mL de lugol por 100mL de la muestra) y formalina tamponada (2,5mL por cada 100mL de muestra). Adicionalmente estas son conservadas en un lugar fresco y oscuro, para evitar su exposición al ambiente donde podrían contaminarse o dañarse.





**Fotografía 2. Biólogo de campo con red de realizando la toma de muestra de perifiton.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.*

#### **4.4.2.3 Macroinvertebrados acuáticos**

La toma de muestra para este componente hidrobiológico se realizó haciendo uso de una draga, que cuenta con un área de 0,054m<sup>2</sup>. Se realizó lanzamiento de la draga en cada uno de los puntos de monitoreo; seguidamente se realizó el tamizaje del sedimento recolectado **Fotografía 3**, Los organismos recolectados se separaron cuidadosamente con pinzas entomológicas de punta fina y fueron depositados en frascos plásticos previamente rotulados y se fijó con etanol al 70%.





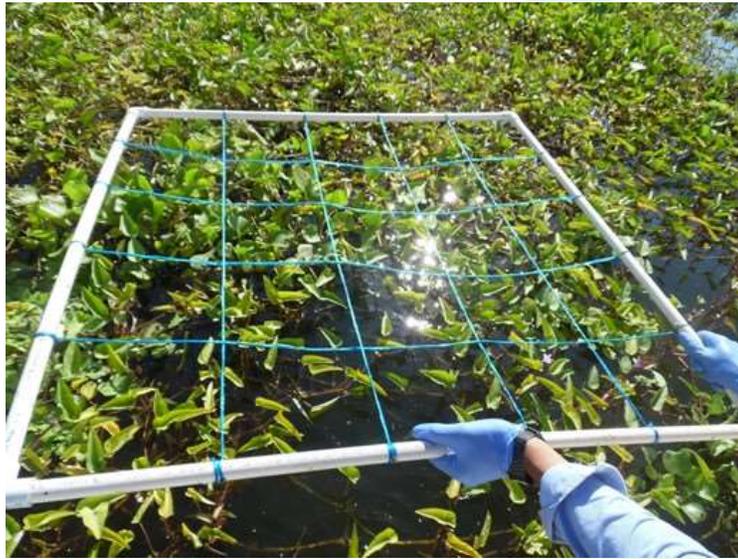
**Fotografía 3. Biólogo de campo con red de realizando la toma de muestra de macroinvertebrados.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.*

#### **4.4.2.4 Macrófitas**

La toma de datos para el caso de las macrófitas se realizó en campo; y consistió en el establecimiento de dos transectos, uno de 10m paralelo a la orilla y otro perpendicular a la misma, de 10 m o hasta alcanzar 2m de profundidad. Sobre dichos transectos se colocaron unos marcos de 0,25 a 1 m<sup>2</sup> (subdividido en cuadrículas de 0,01m<sup>2</sup>), con los cuales se hizo la estimación de presencia y abundancia de las especies que queden dentro del marco.





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

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.*

#### **4.4.2.5 Ictiofauna**

La caracterización de la ictiofauna, se realizó haciendo uso de atarraya, ya que este arte de pesca permite hacer un muestreo de la comunidad íctica en general, porque no es selectiva y es muy útil en sistemas lóticos de poca profundidad. El esfuerzo de pesca por punto de monitoreo fue de 5 lances.

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





**Fotografía 5. Biólogo de campo con red de realizando la toma de muestra de Ictiofauna.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.*



### 4.4.3 Etapa de laboratorio

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

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

Parámetro Hidrobiológico	Método análisis
Fitoplancton	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10200 F. 23th Edition 2017
Zooplancton	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10200 G. 23th Edition 2017
Macroinvertebrados bentónicos	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10500 C, D. 23th Edition 2017
Macrófitas	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10400 C y D. 23th Edition 2017
Ictiofauna	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10600 D. 23th Edition 2017
Perifiton	APHA-AWWA-WEF. SM. Method 10300 C. 23th Edition 2017

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021*

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

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

#### 4.4.1.1. Plancton

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



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 76 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

tomaron fotografías de los organismos como evidencia del procedimiento. La identificación taxonómica se realizó empleando iconografías y descripciones especializadas para su determinación taxonómica:

○ **Fitoplancton**

Bourrelly (1966, 1968, 1985); Prescott y colaboradores (1982); Strebel y Krauter (1988); Huber-Pestalozzi (1961; 1983), Ramírez (2000); la clasificación taxonómica fue confirmada con ayuda de AlgaeBase.

○ **Zooplancton**

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

**4.4.1.2. Perifiton**

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

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



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 77 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

#### **4.4.1.3. Macroinvertebrados acuáticos**

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

#### **4.4.1.4. Macrófitas**

Se identifica la presencia o ausencia de plantas *in situ*, ayudados de claves e ilustraciones taxonómicas, para su identificación tales como Kahn et al., (1993), la guía identificación y caracterización de grupos biológicos del instituto Humboldt–Fundación Omacha (2015), Mateo Fernández y Santiago Madriñán, 2018. La verificación se realizó teniendo en cuenta la información que reposa en la página web del herbario de la universidad nacional.

#### **4.4.1.5. Ictiofauna**

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



## 4.5 Análisis de información

Los datos de Comunidades Hidrobiológicas se organizaron por especies en una matriz empleando el programa Microsoft Excel para Windows 2013 donde se registraron las densidades obtenidas teniendo en cuenta el punto de monitoreo. A partir de estas se construyeron gráficos a fin de establecer el aporte a la densidad por parte de los diferentes grupos taxonómicos y su distribución en el área de estudio.

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

Por último, se realizó el índice de similitud de Bray-Curtis, el cual a través de un dendrograma muestra cuales son los puntos de monitoreo que tiene mayor semejanza, en cuanto a la composición (diversidad y abundancia) de las comunidades estudiadas, se tienen en cuenta las agrupaciones formadas con un valor superior a 0,50.

**Tabla 23. Índices ecológicos**

Índices	Concepto	Formula	Variables	Rango
<b>Equidad de Pielou (J')</b>	Mide la proporción de la diversidad observada con la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001), indica la uniformidad de las especies una muestra, donde los valores más cercanos a uno muestran mayor uniformidad.	$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$	J': Índice de Pielou H': Índice de Shannon-Wiener.	0-1
<b>Dominancia de Simpson (D)</b>	Mide la probabilidad de que dos individuos de una muestra tomados al azar sean de la misma especie, está influenciado por las especies más dominantes (Moreno, 2001). Los valores más cercanos a uno indican la dominancia de una o dos especies.	$D_s = \frac{\sum N(n-1)}{N(N-1)}$	D: Índice de Simpson. N: Número de individuos de la especie i. N: Número total de individuos.	0-1



Índices	Concepto	Formula	Variabes	Rango
<b>Índice de Shannon Wiener (Diversidad)</b>	Tiene en cuenta la igualdad en el número de organismos por especie (abundancia), un sistema es más diverso cuanto mayor sea la igualdad en las abundancias. $X < 1,5$ , Aguas muy contaminadas; $1,5 < X < 3$ , Aguas ligeramente contaminadas. $3 < X$ , Aguas muy limpias (Moreno, 2001).	$H' = - \sum p_i \ln(p_i)$ $p_i = \frac{N_i}{N}$	H': Índice de Shannon-Wiener. Pi: Abundancia relativa de la especie i. Ni: Número de individuos de la especie i. N: Número total de especies.	0 – 5 Con algunas excepciones supera el valor máximo
<b>Índice de Margalef (D<math>\alpha</math>)</b>	Es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Margalef, 1969)	$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$	S = número de especies N = número total de individuos	D $\alpha$ < 2 = zonas de baja biodiversidad  D $\alpha$ > 5 = Zonas alta biodiversidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.



## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 CUENCA RÍO MAGDALENA.

#### 5.1.1 Ciénaga de Mesolandía.

##### 5.1.1.1 Variables Hidrobiológicas.

##### 5.1.1.1.1 Fitoplancton

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga de Mesolandia registró una densidad total de 747161,80 Ind/ml, distribuidos en 22 morfoespecies, 12 familias, nueve (9) órdenes, siete (7) clases y cinco (5) divisiones (**Tabla 24**).

**Tabla 24. Clasificación taxonómica de las morfoespecies registradas en la ciénaga de Mesolandia, en diciembre de 2020.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia</i> sp1
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina</i> sp1
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix</i> sp
<i>Arthrospira</i> sp				
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Selenastrum</i> sp1
			Scenedesmaceae	<i>Coelastrum astreoideum</i>
			Hydrodictyceae	<i>Tetraedron lobolatum</i>
	Tetraedron sp1			
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum</i> sp1	
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp1
				<i>Closterium</i> sp2
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp1
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis</i> sp1
				<i>Phacus</i> sp1
				<i>Phacus</i> sp2
			Euglenaceae	<i>Strombomonas</i> sp1
				<i>Trachelomonas hispida</i>



Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Euglena</i> sp1
				<i>Euglena</i> sp2
				<i>Trachelomonas</i> sp1
<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>22</b>

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

La división más diversificada fue Euglenozoa con el 40% de las morfoespecies, seguida de las Chlorophyta (algas verdes) 23% y Cyanobacterias con el 20% de riqueza en el sistema. En menor riqueza se tuvo a Bacillariophyta con 10% y Charophyta con el 7%. La presencia de euglenófitos se debe a que estas crecen en aguas ricas en nutrientes y materia orgánica aportando oxígeno evitando condiciones anóxicas, permitiendo el crecimiento de bacterias anaeróbicas que depuran el agua. Por su parte para la división Chlorophyta se ha reportado que es cosmopolita, representativa de aguas dulces, además está relacionada eutrofia, alto contenido de Ca, y una relación Nitrógeno/Fosforo alta, y se han establecido como indicadores de alta diversidad y cuerpos de agua con buenas condiciones, (concentración adecuada de nutrientes, pH neutro), también se ha establecido que estas algas prefieren las aguas mesosaprobias (Pinilla, 2000; Heinz Streble & Dieter Krauter, 1987). En cuanto a Las Cyanobacterias como componentes del fitoplancton, son reconocidas por ser indicadores de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009).

**Tabla 25. Densidad del fitoplancton registrado en la ciénaga de Mesolandia, en diciembre de 2020.**

Morfoespecie	P1	P2
<i>Merismopedia</i> sp1	0	21,0
<i>Spirulina</i> sp1	0	44,3
<i>Planktothrix</i> sp	401719,60	341566,5
<i>Arthrospira</i> sp	586,05	62,9
<i>Selenastrum</i> sp1	0	44,3
<i>Coelastrum astreoides</i>	0	44,3
<i>Tetraedron lobolatum</i>	31,01	64,1
<i>Tetraedron</i> sp1	57,14	62,9
<i>Actinastrum</i> sp1	0	42,0
<i>Closterium</i> sp1	116,72	0

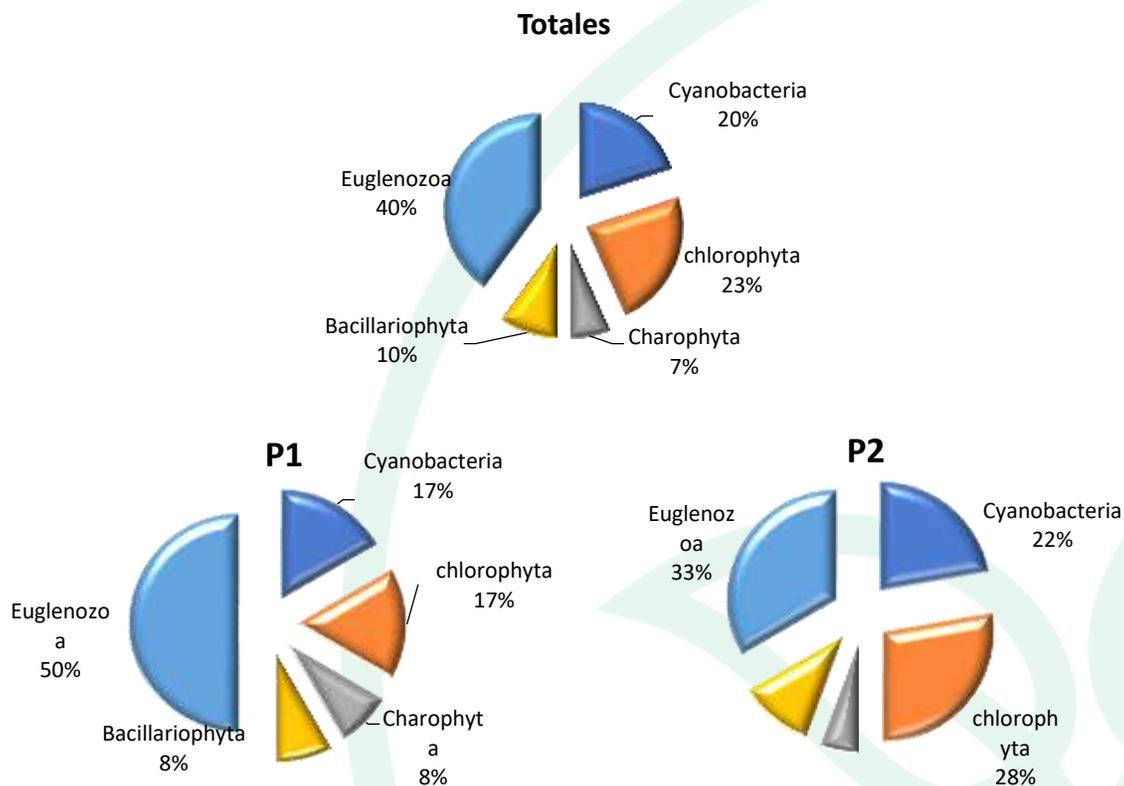


<b>Morfoespecie</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
<i>Closterium</i> sp2	0	44,3
<i>Nitzschia</i> sp1	0	64,1
<i>Cyclotella</i> sp	600,66	170,2
<i>Lepocinclis acus</i>	119,16	497,6
<i>Lepocinclis</i> sp1	295,46	0
<i>Phacus</i> sp1	483,94	22,1
<i>Phacus</i> sp2	62,02	0
<i>Strombomonas</i> sp1	0	44,3
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	64,1
<i>Euglena</i> sp1	28,57	0
<i>Euglena</i> sp2	93,02	65,3
<i>Trachelomonas</i> sp1	0	44,3
<b>Total</b>	<b>404193</b>	<b>342968</b>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza fue por divisiones fue muy similar. En el punto P1 las riquezas para las Euglenozoa fue del 50%, las Chlorophyta y Cyanobacterias registraron ambas un 17% de las morfoespecies; en P2 el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas en el phylum Euglenozoa que representaron el 33%, seguido de Chlorophyta con el 28% de la riqueza (Figura 2).



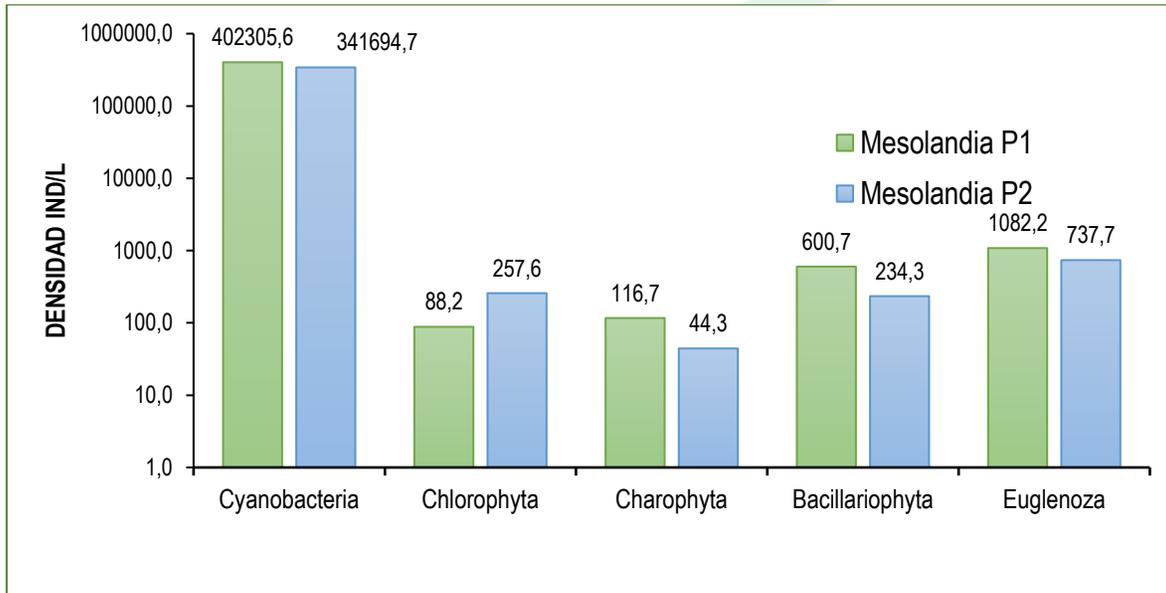


**Figura 2. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga de Mesolandia, en diciembre de 2020.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.*

A nivel espacial el punto de muestreo P1 presentó la mayor densidad con 402305,65Ind/L, las mayores abundancias fueron para las Cyanobacteria, el cual agrupo el 99,5 % en P1 y el 99,6% de la densidad total. Las Euglenozoa le siguieron con la segunda mayor densidad con un aporte de 1082,2 ind/L (P1) y 737,7 Ind/L P2 (**Figura 3**).





**Figura 3. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mesolandia.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.

En el punto de muestreo P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Planktothrix sp* y *Cyclotella sp*. Para el punto P2 también fue la la morfoespecie más representativa *Planktothrix sp* seguida de *Lepocinclis acus*. La cianobacteria *Planktothrix* ha sido reportada en la literatura como productora de cianotoxinas, siendo muy abundante y predominante. En cuanto al género *Lepocinclis* se ha reportado que viven en aguas contaminadas ricas en materia orgánica (Branco, 1986).

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 26**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga Mesolandia presenta una diversidad baja, siendo mayor en el P1  $H' : 0,046$ ; la equitatividad presentó valores bajos  $J' : 0,019$  (P1) y  $J' : 0,012$  (P2), indicando que las densidades de las morfoespecies no son uniformes, por otro lado, el índice de dominancia que es inversamente proporcional presentó valores altos indicando una dominancia de morfoespecies 0,99 (P2). El índice de Margalef indico una baja diversidad dado que sus valores fueron inferiores a 2. Según Margalef (1995) 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



**Tabla 26. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga de Mesolandia en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Punto de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	12	404189	0,01983	0,04927	0,9878	0,0122	0,8521
P2	18	342963	0,01252	0,0362	0,9918	0,008157	1,334

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

### 5.1.1.1.2 ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica estuvo representada por 43 taxa, distribuidas en 22 Familias, ocho (8) Ordenes, seis (6) Clases y cuatro (4) Phylum, como se observa en la **Tabla 27**. El Phylum Rotifera presentó la mayor riqueza, con 31 morfoespecies, lo que representó el 72,1 %, seguida de Arthropoda y Amoebozoa, con seis (6) y cinco (5) morfoespecies, respectivamente, correspondiendo a 14,0 y 11,6%; lo que ubicó a Ciliophora como el Phylum menor representado, con tan solo una (1) morfoespecie (2,3%) (**Figura 4**). La distribución espacial demuestra que en el punto P2 se presenta una mayor riqueza (28 morfoespecies), al ser comparado con el punto P1 (18 morfoespecies). Esta distribución espacial de la riqueza se comportó de manera similar a la composición general, donde los rotíferos presentaron la mayor representación, la importancia ecológica de estos organismos radica en varios puntos, el primero, corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, transfieren materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), por lo que los cambios en la estructura y composición los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua.

**Tabla 27. Clasificación taxonómica del zooplancton registrado en la ciénaga de Mesolandía, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
				<i>Arcella gibbosa</i>
			Diffugiidae	<i>Diffugia acutissima</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	
				<i>Diffugia spp</i>	
			Nebelidae	<i>Nebela lageniformis</i>	
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Diplostraca NA	<i>Daphnia spp</i>	
			Moinidae	<i>Moina spp</i>	
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Ergasilus spp</i>	
			Cyclopoida ND	<i>Cyclopoida ND Morfoespecie 1</i>	
		Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	<i>Morfoespecie Larva Nauplio</i>	
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	<i>Ostracoda Morfoespecie 1</i>	
Ciliophora	Ciliatea	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella spp</i>	
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Ptygura spp</i>	
			Testudinellidae	<i>Testudinella spp</i>	
			Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>	
				<i>Filinia opoliensis</i>	
			Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna spp</i>
				<i>Asplanchnopus spp</i>	
		Brachionidae		<i>Anuraeopsis spp</i>	
				<i>Brachionus angularis</i>	
				<i>Brachionus calyciflorus</i>	
				<i>Brachionus caudatus</i>	
				<i>Brachionus dimidiatus</i>	
				<i>Brachionus dolobratu dolobratu</i>	
				<i>Brachionus falcatus</i>	
				<i>Brachionus havanaensis</i>	
				<i>Brachionus sp 1</i>	
				<i>Keratella tropica</i>	
		<i>Notholca sp</i>			
		<i>Platyias quadricornis</i>			
		Dicranophoridae		<i>Eccentrum spp</i>	
		Epiphanidae		<i>Epiphanes clavatula</i>	
				<i>Epiphanes spp</i>	
		Euchlanidae		<i>Beauchampiella spp</i>	
				<i>Euchlanis dilatata</i>	
		Lecanidae		<i>Lecane bulla</i>	
			<i>Lecane luna</i>		
			<i>Lecane spp</i>		
		Lepadellidae	<i>Colurella spp</i>		
			<i>Colurella uncinata</i>		
			<i>Lepadella romboides</i>		
		Proalidae	<i>Proales sp</i>		
Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>				

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

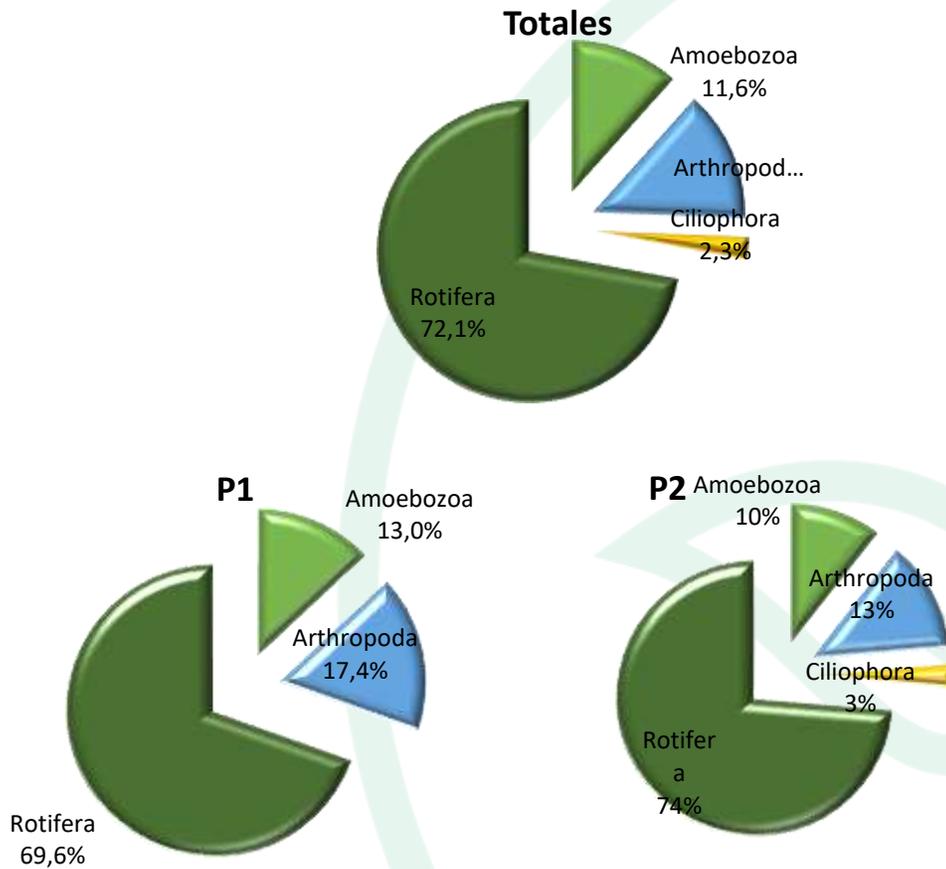


**Tabla 28. Densidad del zooplancton registrado en la ciénaga de Mesolandía, en diciembre de 2020.**

<b>Morfoespecie</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
<i>Arcella discoides</i>	0	31,78
<i>Arcella gibbosa</i>	12,91	51,42
<i>Diffflugia acutissima</i>	0	12,15
<i>Diffflugia spp</i>	58,00	62,16
<i>Nebela lageniformis</i>	14,23	0
<i>Daphnia spp</i>	14,23	0
<i>Moina spp</i>	12,91	202,14
<i>Ergasilus spp</i>	0	36,45
<i>Cyclopoida ND Morfoespecie 1</i>	56,91	100,02
<i>Morfoespecie Larva Nauplio</i>	127,83	91,48
<i>Ostracoda Morfoespecie 1</i>	0	24,30
<i>Vorticella spp</i>	0	12,15
<i>Ptygura spp</i>	12,91	0
<i>Testudinella spp</i>	56,91	51,06
<i>Filinia longiseta</i>	155,20	472,78
<i>Filinia opoliensis</i>	20,03	0
<i>Asplanchna spp</i>	0	12,85
<i>Asplanchnopus spp</i>	0	12,85
<i>Anuraeopsis spp</i>	0	18,93
<i>Brachionus angularis</i>	131,77	654,50
<i>Brachionus calyciflorus</i>	80,11	99,66
<i>Brachionus caudatus</i>	0	12,85
<i>Brachionus dimidiatus</i>	23,20	89,98
<i>Brachionus dolobratatus dolobratatus</i>	63,26	165,79
<i>Brachionus falcatus</i>	77,48	353,58
<i>Brachionus havanaensis</i>	34,80	74,66
<i>Brachionus sp 1</i>	0	12,15
<i>Keratella tropica</i>	14,23	12,15
<i>Notholca sp</i>	0	12,15
<i>Platygaster quadricornis</i>	0	12,85
<i>Encentrum spp</i>	11,60	0
<i>Epiphanes clavatula</i>	0	38,56
<i>Epiphanes spp</i>	312,79	1384,72
<i>Beauchampiella spp</i>	0	12,15
<i>Euchlanis dilatata</i>	0	12,15
<i>Lecane bulla</i>	0	24,30
<i>Lecane luna</i>	0	51,06
<i>Lecane spp</i>	14,23	50,71
<i>Colurella spp</i>	0	12,85
<i>Colurella uncinata</i>	14,23	12,85
<i>Lepadella romboides</i>	0	25,71
<i>Proales sp</i>	28,46	77,12
<i>Polyarthra spp</i>	0	77,12

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





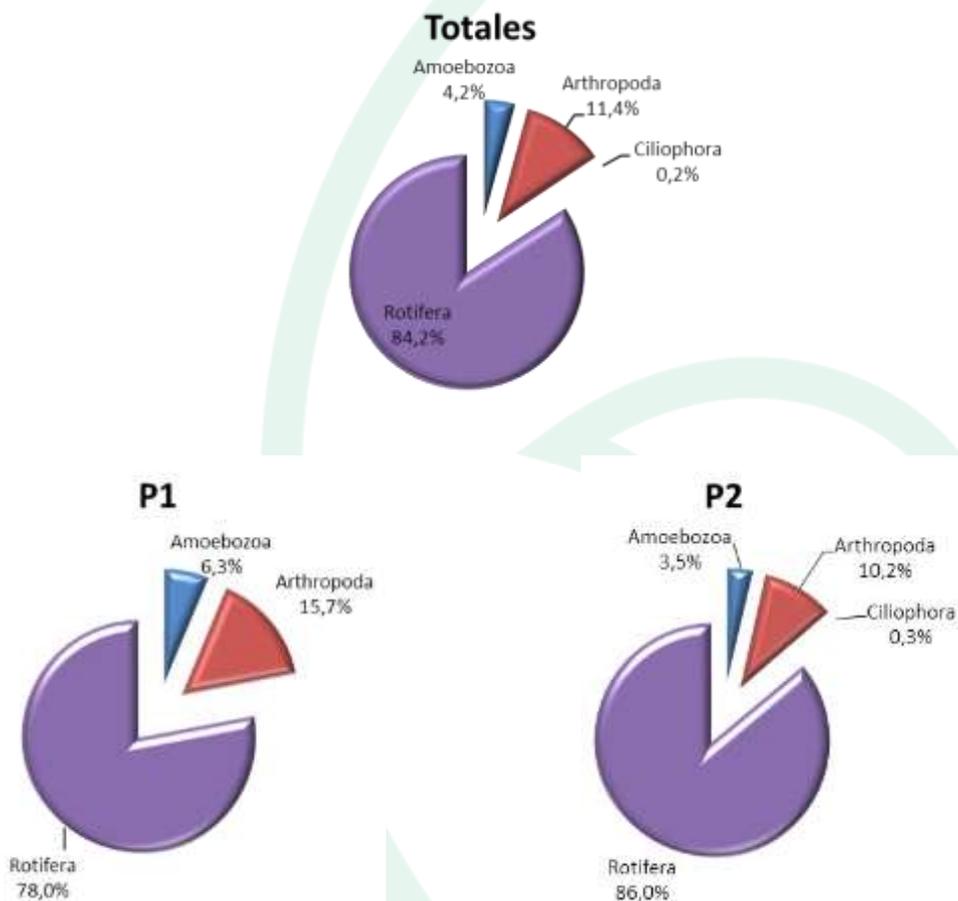
**Figura 4. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Mesolandía, en diciembre de 2020.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.*

Igualmente, el Phylum Rotifera presentó la mayor abundancia total, con 4899Ind/L, lo que correspondió al 84,2% de la abundancia total, precedida por Arthropoda con 666,3Ind/L (11,4 %), Amoebozoa con 242,6Ind/L (4,2 %) y Ciliophora con 12,2Ind/L (0,2 %). La distribución espacial de la abundancia en el punto P1 para el Phylum Rotifera fue de 1052,2Ind/L (78%), seguido por los artrópodos con 211,9Ind/L (15,7%) y las amebas con 85,1Ind/L (6,3%); mientras que en el punto P2, la abundancia de los rotíferos fue de 3848,1Ind/L, representando un 86% de la abundancia total, de Arthropoda fue de 454,4Ind/L (10,2%), de Amoebozoa 157,5Ind/L (3,5%) y de Ciliophora 12,2Ind/L



(0,3%). Siendo mayor la abundancia total en el punto P2 (4472,2Ind/L) que en el punto P1 (1348,2Ind/L).



**Figura 5. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Mesolandia, en diciembre de 2020.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.*

El comportamiento anterior es indicador de aguas eutrofizadas en todos los puntos de muestreo de la ciénaga de Mesolandía, ya que Pinilla, 2000 indica que la presencia de estos es bioindicador de eutrofia y estratificación, lo cual es ratificado por el segundo grupo más abundante, los artrópodos, con el componente de copépodos. Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga Mesolandia presenta una diversidad media-alta en los dos puntos de muestreo, siendo mayor en el punto P1, evaluada tanto con el índice de Shannon-



Wiener ( $H' (\log_e)=2,639$ ) como con el índice de diversidad de Simpson (0,898). Por su parte la estructura de la comunidad, evaluada con el índice de dominancia permite indicar que las especies observadas fueron poco dominantes en los dos puntos de muestreo, con menores valores en el punto P1 (0,102). En el caso opuesto, al evaluar la estructura desde el índice de equidad de Pielou, se evidenciaron comunidades con equidades altas en el punto P1 (0,842) y medio-altas en el P2 (0,710), como se observa en la **Tabla 29**.

**Tabla 29. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de Mesolandia en diciembre de 2020. Equidad ( $J'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	$J'$	$H'(\log_e)$	$H' (\log_{10})$	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )
P1	23	1348,2	0,842	2,639	1,146	0,102	0,898
P2	38	4472,2	0,710	2,583	1,122	0,142	0,858

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

#### 5.1.1.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga de Mesolandía registró en total 2097 individuos, distribuidos en seis (6) morfoespecies, cinco (5) familias, cinco (5) órdenes, cuatro (4) clases y tres (3) divisiones (**Tabla 30**). La división más diversificada fueron la Bacillariophyta (diatomeas) con el 50% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (Cyanobacterias o algas verdeazules) y Chlorophyta (Algas verdes) con el 25 % de riqueza en el sistema. Las diatomeas se encuentran dentro de los grupos más tolerantes a condiciones de mineralización, contaminación orgánica y sólidos suspendidos (Ramírez y Viña, 1998) en cuanto a Las Cyanobacterias como componentes del fitoplancton, son reconocidas por ser indicadoras de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009). Por su parte para la división Chlorophyta se ha reportado que es cosmopolita, representativa de aguas dulces, además está relacionada eutrofia, alto contenido de Ca, y una relación Nitrógeno/Fosforo alta, y se han establecido como indicadoras de alta diversidad y cuerpos de agua con buenas condiciones, (concentración adecuada de nutrientes, pH neutro), también se ha establecido que estas algas prefieren las aguas mesosaprobias (Pinilla, 2000; Heinz Strebler & Dieter Krauter, 1987).



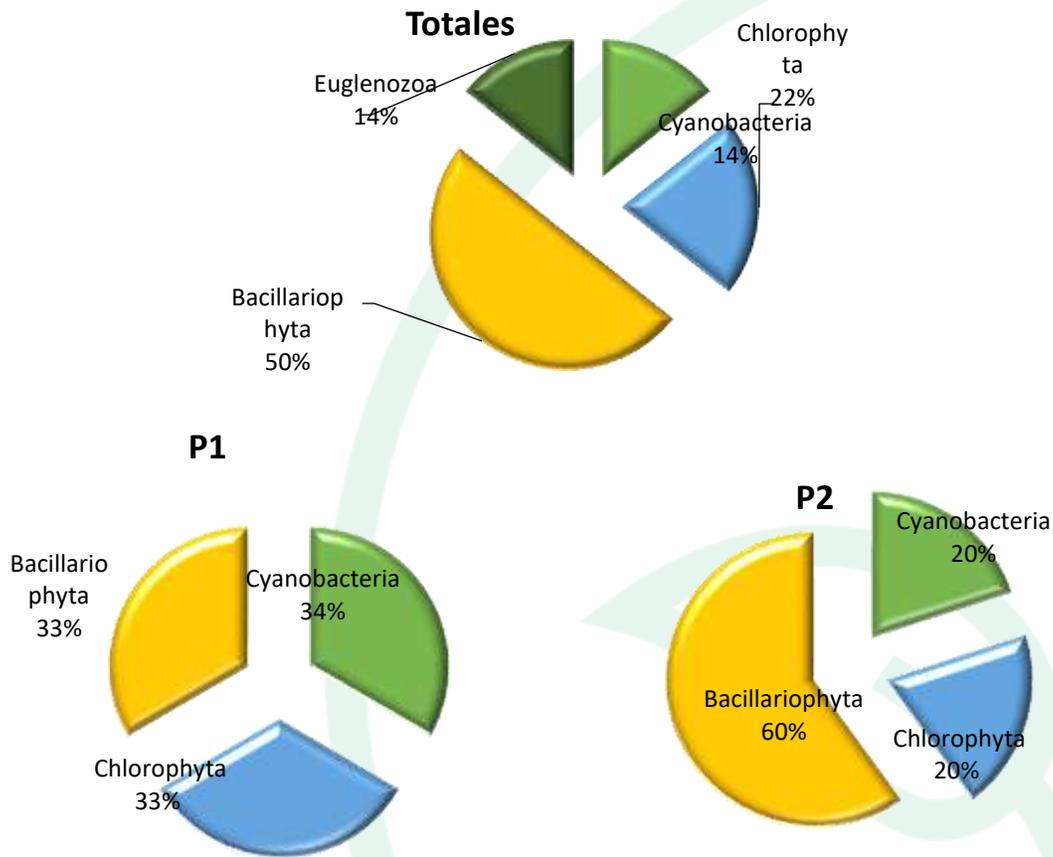
**Tabla 30. Clasificación taxonómica y densidad del perifiton registrado en la ciénaga de Mesolandía, en diciembre de 2020.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
					Ind/cm2	Ind/cm2
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>	2182,6	843,9
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp1</i>	0,0	23,5
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp2</i>	71,3	0,0
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp1</i>	0,0	270,6
				<i>Nitzschia sp1</i>	0,0	21,1
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp1</i>	45,4	18,9
<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>2299,4</b>	<b>1178,1</b>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza fue vario para las diatomeas. En P1 las riquezas para los tres grupos presente fue igual, las Cyanobacterias con un 34%, las diatomeas (Bacillariophyta) y Chlorophyta registraron el 33% de las morfoespecies; en P2 el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas en el phylum de las diatomeas que representaron el 60% de la riqueza (**Figura 6**).



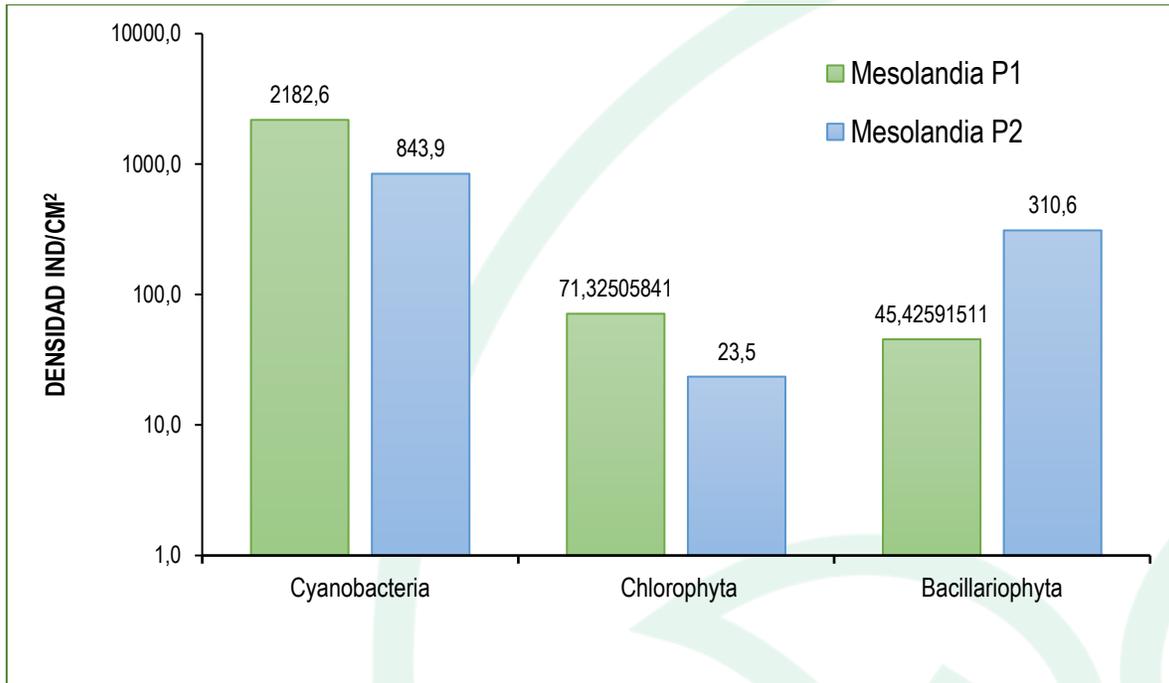


**Figura 6. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga de Mesolandía, en diciembre de 2020.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.*

A nivel espacial, la densidad de especies registró proporciones similares a la composición general a excepción del grupo de Bacillariophyta que tuvo una mayor riqueza (tres morfoespecies) seguido de Cyanobacterias que en general fue el grupo con mayor densidad con 3026,5 sin embargo el punto de P1 tuvo mayor densidad (2299.4 Ind/cm<sup>2</sup>) comparación al punto 2 (**Figura 7**).





**Figura 7. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mesolandia.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.

En este punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Oscillatoria* sp 2182.6 ind/cm<sup>2</sup> y *Ulothrix* sp (71.3 ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue también *Oscillatoria* sp1, además de *Navicula* sp1, la primera relacionada con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008).

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 31**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga Mesolandia presenta una diversidad baja, siendo mayor en el punto dos; la equitatividad presentó valores bajos P1 (J'0,27), donde las densidades de las morfoespecies no tienden a ser uniformes, el índice de dominancia presentó valores altos ( $\lambda$  0,56 0,90) indicando una dominancia de morfoespecies, el índice de Margalef indico una baja diversidad dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.



**Tabla 31. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga de Mesolandia en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	3	2299,4	0,2788	0,237	0,9012	0,09881	0,2788
P2	5	1178,1	0,5991	0,7936	0,5671	0,4329	0,5991

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

#### 5.1.1.1.4 MACROFITAS

La composición de especies de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo fue monoespecífica, siendo representada por la especie taruya (*Eichhornia crassipes*) (Tabla 32). En cual es visible durante esta época de monitoreo donde abunda en gran cantidad en la zona litoral de la ciénaga. En cuanto a su cobertura esta es del 100% en las estaciones de muestreo.

**Tabla 32. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga de Mesolandia en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Biotipo
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Ac

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

*E. crassipes* es una especie acuática perenne, de raíces sumergidas y de libre flotación, que entra dentro de la clasificación biotipológica de Acropleustophita de Schmidt-Mumm (1998). *E. crassipes* es una especie foránea originaria de la cuenca del Amazonas y otros cuerpos de agua de la región amazónica (Barrett y Forno, 1982) así como de lagos y pantanos del Gran Pantanal del oeste de Brasil (Gevara y Ramírez, 2015), desde donde se ha extendido hasta convertirse en una mala hierba desde los 40° N hasta los 45° S, con infestaciones graves en el sur de los Estados Unidos, Centroamérica, África, el sudeste Asiático y Australia, por lo que ha llegado a ser considerada una de las 100 especies más invasoras del mundo por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) (Verdejo et al., 2006), debido principalmente a su alta capacidad de dispersión, propagación y a sus



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 95 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

efectos en todos los niveles tróficos dentro de los ecosistemas (Valderrama 2008). Es frecuente en cuerpos de agua tropicales y subtropicales donde los niveles de nutrientes a menudo son altos debido a la escorrentía agrícola, la deforestación y el tratamiento insuficiente de aguas residuales (Villamagna, 2009).

*E. crassipes*, coloniza los ambientes cuyo flujo hídrico ha sido alterado y que recibe, además, aportes orgánicos extras provenientes, por ejemplo, de la actividad agropecuaria, absorbe estos nutrientes y se reproduce (sexual o asexualmente) tanto como sea capaz (Mancera-Quevedo, 2018). Apenas con un poco de corriente o viento coloniza otras orillas, pero con tanta masa foliar evapotranspirando el agua, este sistema cerrado se colmata y se incrementa la anoxia como resultado de la descomposición de una creciente biomasa que va cubriendo el espejo de agua (Rial 2013). Así el ecosistema tiende a desecarse, las cadenas tróficas a romperse y pronto se interpretará la presencia de la planta como una agresión al ecosistema y no como una respuesta eficaz de una especie naturalmente dominante, frente a la oferta de recursos puesta a disposición por el hombre (Rial, 2013).

El éxito de *E. crassipes* como invasor se atribuye a su capacidad para superar a la vegetación nativa y al fitoplancton por la luz (Wilson et al. 2005) y por la captación de nutrientes (Mancera-Quevedo, 2018), sobre todo en donde existen fuentes de contaminación por fertilizantes agropecuarios o por materia orgánica, además se observa que la cobertura de esta especie es del 100% (**Tabla 33**).

**Tabla 33. Porcentaje de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga de Mesolandia en diciembre de 2020**

Especie	P1			P2		
	día 1	día 2	Promedio del % cobertura	día 1	día 2	Promedio del % cobertura
<i>Eichhornia crassipes</i>	100	100	100	100	100	100

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



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 96 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

En ese sentido, y teniendo en cuenta la cobertura y dominancia absoluta de *E. crassipes* en la ciénaga de Mesolandia, se puede considerar que la ciénaga enfrenta condiciones ecológicas desfavorables en las que esta especie debe estar jugando un rol determinante.

#### 5.1.1.1.5 MACROINVERTEBRADOS

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

En la ciénaga Mesolandia, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos estuvo representada por nueve (9) morfoespecies, las cuales se encontraron distribuidas en tres (3) divisiones, cuatro (4) clases, ocho (8) órdenes y nueve (9) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 34**.

**Tabla 34. Clasificación taxonómica y densidad (Ind/m<sup>2</sup>) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Mesolandia.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de Monitoreo	
					P1	P2
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Polymesoda</i>	3,70	16,67

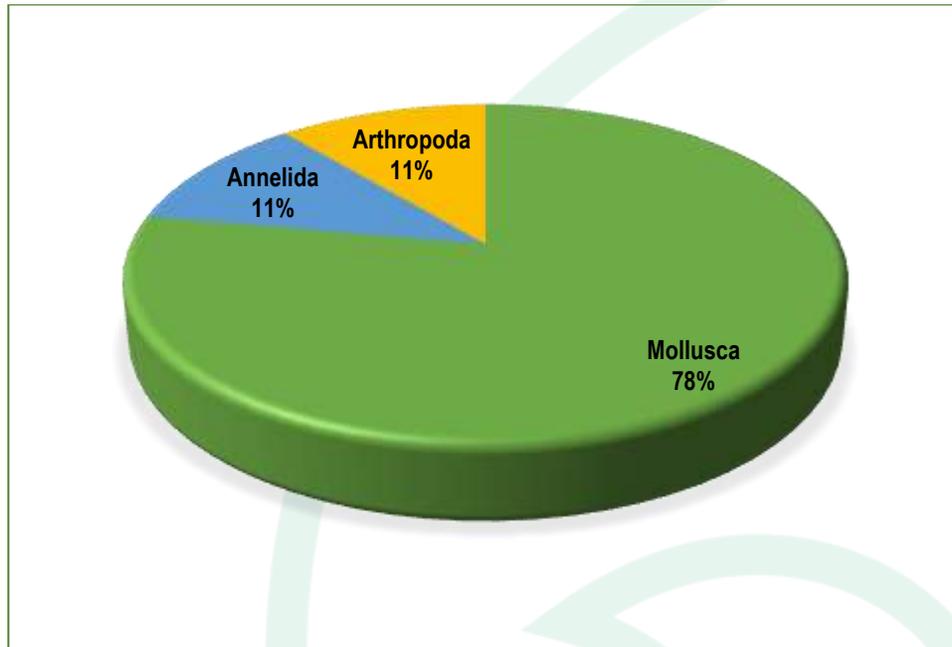


Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de Monitoreo	
					P1	P2
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>	2518,52	1611,11
		Architaeniglossa	Ampullariidae	<i>Marisa cornuarietis</i>	7,41	0,00
		Basommatophora	Planorbidae	<i>Planorbidae sp</i>	3,70	69,44
			Physidae	<i>Physidae sp</i>	0,00	16,67
		Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Hydrobiidae sp1</i>	1851,85	1138,89
Architaeniglossa	Ampullariidae	<i>Pomacea sp</i>	1,85	8,33		
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	Naididae sp	0,00	8,33
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomidae sp</i>	37,04	5,56
<b>3</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>491,56</b>	<b>319,44</b>

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

Teniendo en cuenta el valor total de riqueza registrado, la división Mollusca fue una de las más importantes, ya que contó con el 78% de las morfoespecies; mientras que a Annelida y Arthropoda le correspondió el 22% restante en proporciones iguales (**Figura 8**). De acuerdo con Barchi (2012), la proliferación de especies de moluscos es facilitada por la ocurrencia de condiciones óptimas como tipo de sustrato y disponibilidad de compuestos orgánicos e inorgánicos, específicamente de altas concentraciones de carbonato de calcio, el cual es requerido por este grupo de macroinvertebrados para la construcción de sus conchas.



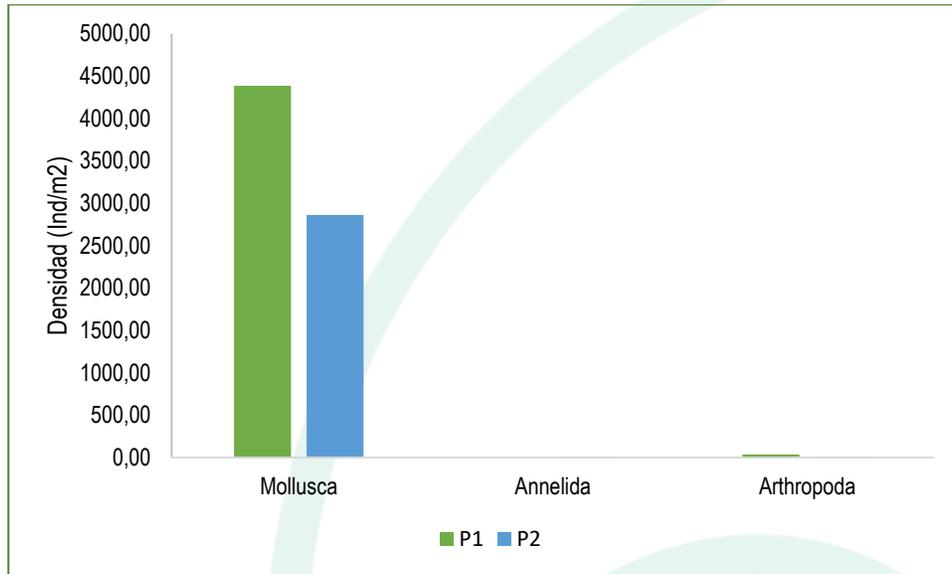


**Figura 8 Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Mesolândia**

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

A nivel espacial, se observó el mismo patrón de dominancia de la división Mollusca, sin embargo, ésta estuvo mejor representada en el punto P1, donde alcanzó una densidad promedio de 4387,04 Ind/m<sup>2</sup>; por su parte Arthropoda, aunque estuvo presente en los dos puntos de monitoreo obtuvo contribuciones más altas en P1, en cuanto a la división Annelida, solo fue observada en P2 con 8,33 Ind/m<sup>2</sup> (**Figura 9**). Esta variación espacial de la fauna bentónica, puede ser atribuible a gradientes ambientales en la ciénaga que tienen lugar debido al comportamiento diferencial de factores fisicoquímicos, que promueven el establecimiento y desarrollo de ciertos grupos biológicos en detrimento de otros. Quiroz *et al.* (2010) afirman que la distribución de los macroinvertebrados en los ecosistemas lenticos, se ve afectada principalmente por la presencia de vegetación flotante, la cual constituye un sustrato y refugio para una gran diversidad de comunidades bentónicas. De igual manera Ramírez y Viña (1998), resumen la importancia de las comunidades de macrófitas en cuanto a que confieren estabilidad al terreno, generan la vía trófica directa y la detrítica, diversifica la vía trófica y constituye la base para el desarrollo de una abundante y diversa comunidad de organismos asociados.



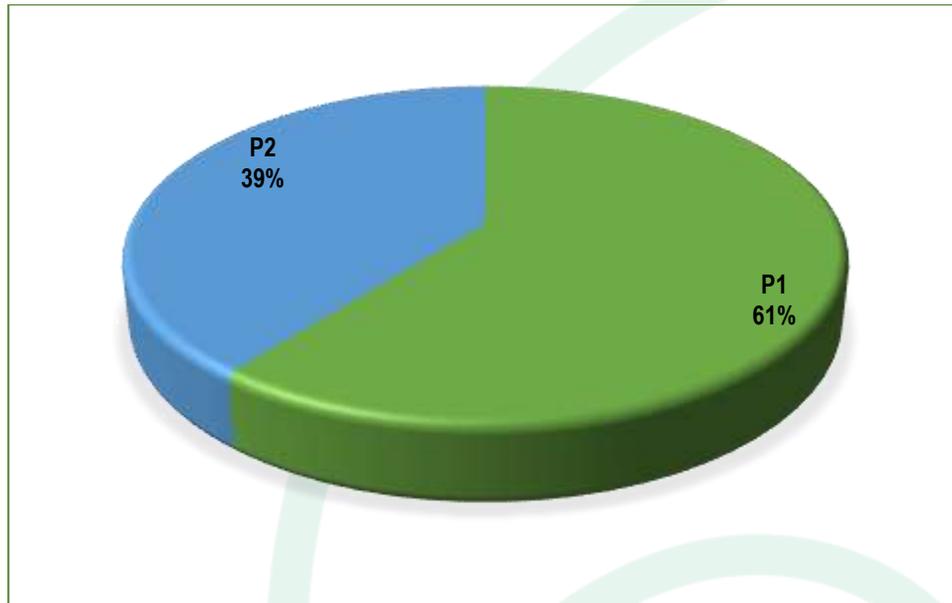


**Figura 9 . Contribución a la densidad total de las divisiones bentónicas registradas en la ciénaga de Mesolandia.**

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

El punto de muestreo P1, registró el aporte más alto a la densidad total, correspondiéndole el 61% del valor total; mientras que P2 obtuvo el 39% restante (**Figura 10**). Según Junk (1977), los patrones espaciales y temporales en la diversidad de invertebrados son explicados por la variación temporal de estas variables. Así, la densidad de las poblaciones depende del tipo, morfología de la vegetación y propiedades fisicoquímicas de los cuerpos de agua, que afecta la estructura de su fauna asociada. En este sentido, resulta probable que, en la ciénaga, gradientes ambientales estén favoreciendo comunidades bentónicas de mayor densidad en P1, éstas relacionadas principalmente con disponibilidad de microhabitats y nutrientes ya que la mayor parte del valor de densidad total en P1 fue aportado por moluscos con capacidad de agregación.



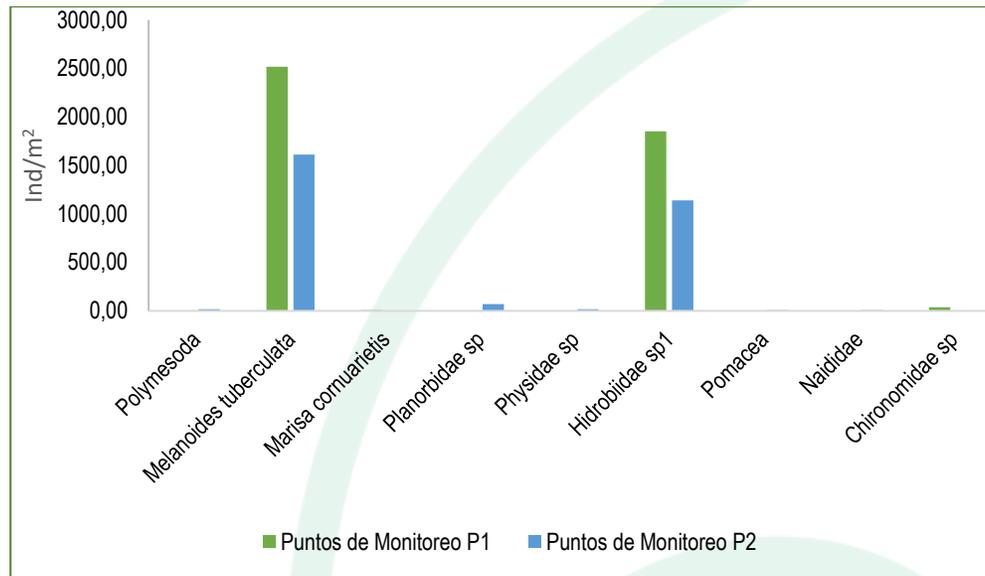


**Figura 10. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Mesolandía**

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

Las morfoespecies más abundantes fueron *Melanoides tuberculatus* y *Hydrobiidae* sp1 con 2518,5 Ind/m<sup>2</sup> y 1611,1 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente; mientras que las menos representativas fueron *Marisa cornuarietis* y *Naididae* con densidades inferiores a 8,33 Ind/m<sup>2</sup> (**Figura 11**). *M.tuberculatus* muestra una gran adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas, pero su establecimiento exitoso se asocia frecuentemente con ambientes eutróficos según lo señalan Martins-Silva y Barros (2001) y se le ha registrado incluso en cuerpos de agua contaminados por grandes cantidades de excrementos humanos y animales, así como en aguas residuales domésticas (Ndifon y Ukoli, 1989). Por su parte, la familia *Hydrobiidae* comprende especies de talla media a pequeña, operculados y principalmente de agua dulce o salobre (Thompson, 2004), por lo general se asocian con aguas ricas en carbonato de calcio y materia orgánica (Roldán y Ramírez, 2008).





**Figura 11 .Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en la ciénaga de Mesolandía.**

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

De acuerdo con lo obtenido para el índice de Shanon-Weaver, la comunidad bentónica registrada presenta una diversidad baja, ya que los valores fueron inferiores a 2, indicando contaminación severa según lo señala Margalef (1983). Lo anterior es congruente con el planteamiento de Perkins (1983), quien especifica que todos los factores en los ambientes acuáticos tienen una paridad, salvo sus niveles de polución, por lo cual las localidades más contaminadas suelen ser las menos diversas. Estos bajos valores en la diversidad, se encuentran explicados por el dominio de una o pocas especies con proporciones numéricas muy altas las cuales imponen sus valores sobre las demás especies que tienen muy pocos representantes. El índice de equitatividad obtuvo valores bajos (<5) e indicadores de que las densidades de las morfoespecies no se encuentran uniformemente distribuidas, esto es principalmente por *M. tuberculatus*, que obtuvo densidades muy superiores a las morfoespecies restantes en el ensamblaje. La dominancia de Simpson fue alta y congruente con los valores de equitatividad, dados por *M. tuberculatus*. Por su parte el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2) (**Tabla 35**).



**Tabla 35. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Mesolandia.**

Índice	P1	P2
Taxa_S	7	8
Individuals	4424,07	2875
Dominance_D	0,4994	0,4716
Shannon_H	0,7511	0,887
Margalef	0,7147	0,879
Equitability_J	0,386	0,4265

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

#### 5.1.1.1.6 ICTIOFAUNA

El ensamblaje de peces de la ciénaga de Mesolandia estuvo representado por cinco especies pertenecientes a tres familias y dos géneros, que en total presentaron una abundancia de seis individuos, que fue dominada por *Caquetaia kraussii* con una abundancia de 2 individuos (Tabla 36).

**Tabla 36. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Mesolandia en diciembre de 2020 - enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i> sp.	0	0	0	1
	Triporthidae	<i>Triporthus magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	0	1	0	0
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	1	0	1	0
		<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1	0
		<i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864)	0	0	1	0

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

Estos bajos valores del número de especies y de la abundancia se deben tomar con prudencia porque pueden estar asociados a la selectividad del arte de pesca empleado y al esfuerzo de captura realizado, y no deben ser usados para hacer interpretaciones sobre la estructura del ensamblaje. No obstante, se debe resaltar qué de las cinco especies registradas, dos corresponden a especies foráneas (*Oreochromis niloticus* y *Oreochromis aureus*) a las que se les ha reconocido un fuerte impacto negativo sobre las especies nativas (Gutiérrez, 2006; Gutiérrez-Bonilla y Álvarez-León,



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 103 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

2011). Las especies nativas registradas son componentes típicos de esta fauna y son especies estrictamente dulceacuícolas.

La especie más abundante y frecuente fue *Caquetaia kraussii*, la cual es una especie principalmente piscívora (Atencio-García *et al.*, 2005), por lo que es de esperar que la riqueza de especies de la ciénaga y/o sus abundancias sean mucho mayor que las registradas en este estudio.

La dieta de *Triportheus magdalenae* es principalmente de zooplancton (Morales y García-Alzate, 2018), por lo que su presencia puede estar asociada a una importante productividad primaria de la ciénaga.

Las cuatro especies que fueron completamente identificadas son de gran importancia pesquera, tanto comercial como de subsistencia (Barreto, 2017; Morales y García-Alzate, 2018).

## 5.1.2 Ciénaga de Malambo.

### 5.1.2.1 Variables Hidrobiológicas.

#### 5.1.2.1.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga de Malambo registró 20 morfoespecies distribuidos en 11 familias, seis (6) órdenes, seis (6) clases y cuatro (4) divisiones (**Tabla 37**). La división más diversificada fue la Euglenozoa y Chlorophyta ambas con el 33% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (Cyanobacterias o algas verdeazules) con 21% y con menor riqueza el grupo de Bacillariophyta con el 13% en el cuerpo de agua (**Figura 12**).

**Tabla 37. Clasificación taxonómica y densidad del fitoplancton registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>
				<i>Arthrospira sp</i>



Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Selenastrum sp1</i>
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus ecornis ecornis</i>
				<i>Tetrastrum triangulare</i>
				<i>Tetrastrum sp</i>
	Hydrodictyceae	<i>Tetraedron lobolatum</i>		
	Chlorophyceae	Trebouxiales	Botryococcaceae	<i>Botryococcus sp</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp2</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Phacus sp1</i>
				<i>Phacus sp2</i>
				<i>Phacus sp3</i>
			Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp1</i>
				<i>Euglena sp1</i>
<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>20</b>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

**Tabla 38. Densidad del fitoplancton registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Oscillatoria sp1</i>	0	54,8
<i>Planktothrix sp</i>	612761,1	366675,2
<i>Arthrospira sp</i>	34618,0	128476,8
<i>Selenastrum sp1</i>	0	82,2
<i>Scenedesmus ecornis ecornis</i>	0	56,1
<i>Tetrastrum triangulare</i>	0	18,7
<i>Tetrastrum sp</i>	0	27,4
<i>Tetraedron lobolatum</i>	80,4	00
<i>Tetraedron sp1</i>	00	46,1
<i>Botryococcus sp</i>	20308,1	25049,8
<i>Navicula sp2</i>	0	37,4
<i>Pinnularia sp1</i>	53,3	0
<i>Cyclotella sp</i>	0	690,1
<i>Lepocinclis acus</i>	564,3	64,8
<i>Lepocinclis sp1</i>	0	589,2
<i>Phacus sp1</i>	0	193,1
<i>Phacus sp2</i>	53,3	0



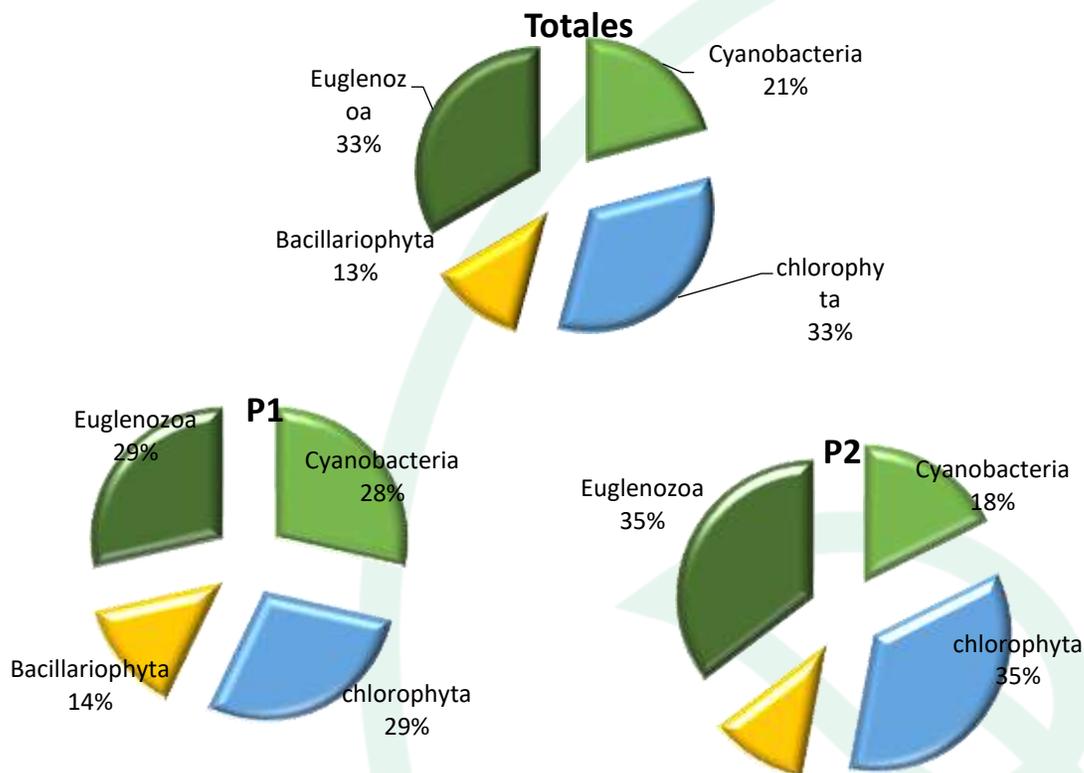
Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Phacus sp3</i>	0	54,8
<i>Trachelomonas sp1</i>	0	18,7
<i>Euglena sp1</i>	0	37,4
<b>TOTAL</b>	<b>668439</b>	<b>522172</b>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

La presencia de euglenófitos se debe a que estas crecen en aguas ricas en nutrientes y materia orgánica aportando oxígeno evitando condiciones anóxicas, permitiendo el crecimiento de bacterias anaeróbicas que depuran el agua. Por su parte para la división Chlorophyta se ha reportado que es cosmopolita, representativa de aguas dulces, además está relacionada eutrofia, alto contenido de Ca, y una relación Nitrógeno/Fosforo alta, y se han establecido como indicadoras de alta diversidad y cuerpos de agua con buenas condiciones, (concentración adecuada de nutrientes, pH neutro), también se ha establecido que estas algas prefieren las aguas mesosaprobias (Pinilla, 2000; Heinz Streble & Dieter Krauter, 1987).

En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza fue mayor en P2 con 17 morfoespecies, mientras que P1 registró siete morfoespecies. En el punto P1 las Chlorophyta y Euglenozoa registraron la misma riqueza, seguido de Cyanobacterias con el 28% de la riqueza total de las morfoespecies; al igual en P2 el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas en el Phylum Chlorophyta y Euglenozoa que representaron el 70% de la riqueza, seguida de las Cyanobacterias con el 18% (**Figura 12**).



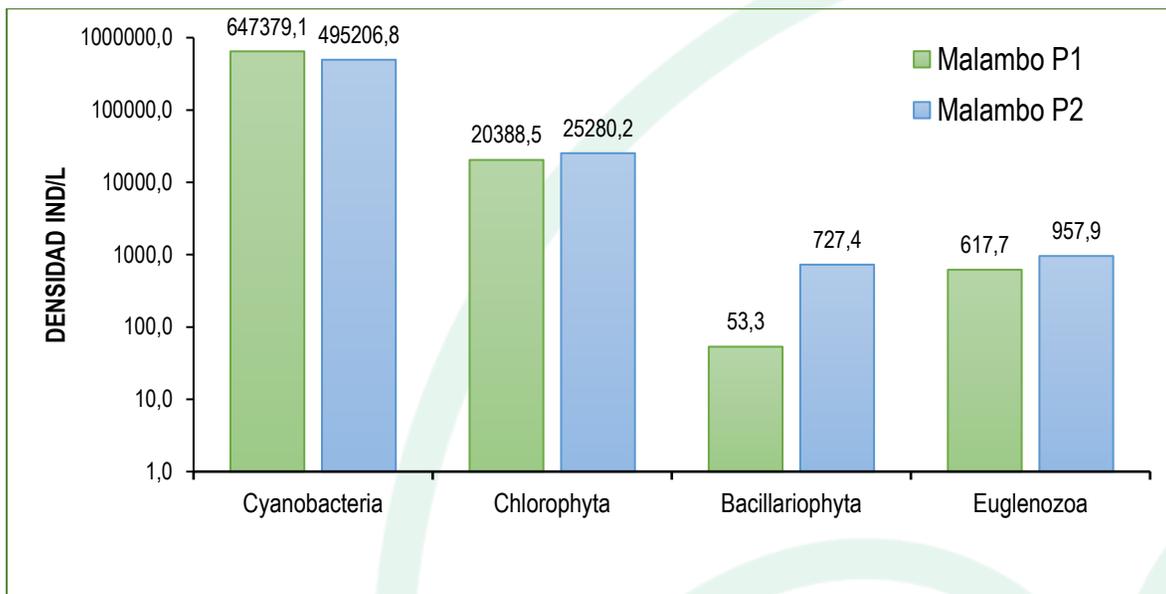


**Figura 12. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020.**

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

A nivel espacial, la riqueza de especies registró proporciones diferentes entre los puntos, el grupo Euglenozoa fue el más diverso sin embargo la mayor densidad se registró en el phylum Cyanobacteria donde el punto P1 tuvo una menor riqueza, pero una mayor densidad con 647379,1 Ind/L, en cuanto al punto P2 tuvo una menor densidad para este grupo con 495206,8 Ind/L pese a tener una mayor diversidad. En general el grupo el punto de P1 tuvo mayor densidad (668438,56 Ind/L) en comparación al punto ( **Figura 13**).





**Figura 13. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Malambo.**

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

La densidad más alta se registró en Malambo P2. En este punto P2 al igual que el Punto P1 las morfoespecies con mayor densidad fueron *Planktothrix* sp y *Arthrospira* sp, La cianobacteria *Planktothrix* ha sido reportada en la literatura como productora de cianotoxinas, siendo muy abundante y predominante. El genero *Arthrospira* es una cianobacteria filamentosa no diferenciada, habitante de lagos alcalinos (Moreno y Olvera-Ramírez, 2006).

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 39**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga Malambo presenta una diversidad baja, siendo mayor en el punto P2 con 17 morfoespecies; para ambos puntos la Pequitatividad presentó valores altos  $J'0,17$  ( P1) y  $J'0,27$  (P2), donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes, el índice de dominancia presentó valores relativamente bajos P1 (0,8) y P2 (0,5) indicando una baja dominancia de morfoespecie, el punto P1 presento una diversidad más baja  $H' = 0,34$  Bits/individuos. El índice de Margalef indico una diversidad que tiende a ser baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.

**Tabla 39. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga de Malambo en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	7	668437	0,1787	0,3478	0,844	0,156	0,4473
P2	17	522165	0,2708	0,7671	0,5559	0,4441	1,215

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

#### 5.1.2.1.2 ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica de la ciénaga de Malambo estuvo compuesta por 47 taxa, distribuidas en 21 familias, nueve (9) órdenes, seis (6) Clases y cuatro (4) Phylum, como se evidencia en la **Tabla 40**. El Phylum Rotifera presentó la mayor riqueza de especies (33 morfoespecies, 70,2 % de la riqueza total), precedido por los artrópodos y las amebas (7 y 6 morfoespecies; 14,9 y 12,8 % respectivamente), mientras que los ciliados fueron los menos representados con una morfoespecie (2,1 %), como se evidencia en la **Figura 14**.

**Tabla 40. Clasificación taxonómica del zooplancton registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
				<i>Arcella gibbosa</i>
			Centropyxidae	<i>Centropyxis spp</i>
			Diffugiidae	<i>Diffugia acutissima</i>
				<i>Diffugia paulii</i>
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Diplostraca NA	<i>Daphnia spp</i>
			Moinidae	<i>Moina spp</i>
	Maxillopoda	Calanoida	Calanoida ND	Calanoida ND Morfoespecie 1
			Cyclopoida	<i>Ergasilus spp</i>
		Cyclopoida	Cyclopoida ND	Cyclopoida ND Morfoespecie 1
			Maxillopoda ND	Maxillopoda ND



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie			
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1			
Ciliophora	Ciliata	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella spp</i>			
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>			
				<i>Filinia opoliensis</i>			
				<i>Filinia spp</i>			
				<i>Filinia terminalis</i>			
				<i>Trochosphaera sp 2</i>			
				<i>Trochosphaera sp 3</i>			
				<i>Trochosphaera spp</i>			
				<i>Asplanchna spp</i>			
		Ploima	Asplanchnidae	Brachionidae	<i>Asplanchnopus spp</i>		
					<i>Anuraeopsis spp</i>		
					<i>Brachionus angularis</i>		
					<i>Brachionus calyciflorus</i>		
					<i>Brachionus caudatus</i>		
					<i>Brachionus dimidiatus</i>		
					<i>Brachionus falcatus</i>		
					<i>Brachionus havanaensis</i>		
					<i>Brachionus mirux f. angustus</i>		
					<i>Brachionus plicatilis</i>		
					<i>Keratella americana</i>		
					<i>Keratella tropica</i>		
					<i>Notholca sp</i>		
					Epiphanidae	Epiphanidae	<i>Epiphanes clavatula</i>
							<i>Epiphanes spp</i>
					Euchlanidae	Euchlanidae	<i>Euchlanis dilatata</i>
							<i>Lecane leontina</i>
					Lecanidae	Lecanidae	<i>Lecane luna</i>
<i>Lecane spp</i>							
<i>Colurella spp</i>							
Lepadellidae	Lepadellidae	<i>Colurella uncinata</i>					
		<i>Proales sp</i>					
Proalidae	Proalidae	<i>Polyarthra spp</i>					
		<i>Synchaeta spp</i>					
Synchaetidae	Synchaetidae	<i>Synchaeta spp</i>					
		<i>Trichocerca spp</i>					
Trichocercidae	Trichocercidae	<i>Trichocerca spp</i>					

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



**Tabla 41. Densidad del zooplancton registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020.**

Morfoespecie	Puntos de muestreo	
	P1	P2
<i>Arcella discoides</i>	20,8	5,4
<i>Arcella gibbosa</i>	99,5	42,9
<i>Centropyxis spp</i>	0	5,4
<i>Diffugia acutissima</i>	10,4	9,8
<i>Diffugia paulii</i>	22,2	7,6
<i>Diffugia spp</i>	159,0	103,9
<i>Daphnia spp</i>	8,5	5,4
<i>Moina spp</i>	78,5	107,9
Calanoida ND Morfoespecie 1	13,2	0
<i>Ergasilus spp</i>	19,8	9,8
Cyclopoida ND Morfoespecie 1	131,8	141,8
Morfoespecie Larva Nauplio	466,4	680,9
Ostracoda Morfoespecie 1	31,2	37,4
<i>Vorticella spp</i>	31,2	159,5
<i>Filinia longiseta</i>	203,8	403,0
<i>Filinia opoliensis</i>	86,5	25,9
<i>Filinia spp</i>	20,3	7,6
<i>Filinia terminalis</i>	77,1	27,2
<i>Trochosphaera sp 2</i>	13,7	39,2
<i>Trochosphaera sp 3</i>	0	9,8
<i>Trochosphaera spp</i>	0	78,4
<i>Asplanchna spp</i>	71,0	39,7
<i>Asplanchnopus spp</i>	50,2	37,9
<i>Anuraeopsis spp</i>	26,4	32,5
<i>Brachionus angularis</i>	264,3	1099,6
<i>Brachionus calyciflorus</i>	96,0	468,6
<i>Brachionus caudatus</i>	60,9	32,5
<i>Brachionus dimidiatus</i>	47,7	66,8
<i>Brachionus falcatus</i>	10,4	25,4
<i>Brachionus havanaensis</i>	70,0	326,5
<i>Brachionus mirux f. angustus</i>	0	9,8
<i>Brachionus plicatilis</i>	10,4	0
<i>Keratella americana</i>	18,4	86,4
<i>Keratella tropica</i>	118,8	26,8
<i>Notholca sp</i>	31,6	29,4
<i>Epiphanes clavatula</i>	0	29,4
<i>Epiphanes spp</i>	0	555,1
<i>Euchlanis dilatata</i>	0	26,8
<i>Lecane leontina</i>	0	19,6
<i>Lecane luna</i>	0	12,5
<i>Lecane spp</i>	15,1	37,4
<i>Colurella spp</i>	20,8	0
<i>Colurella uncinata</i>	0	5,4

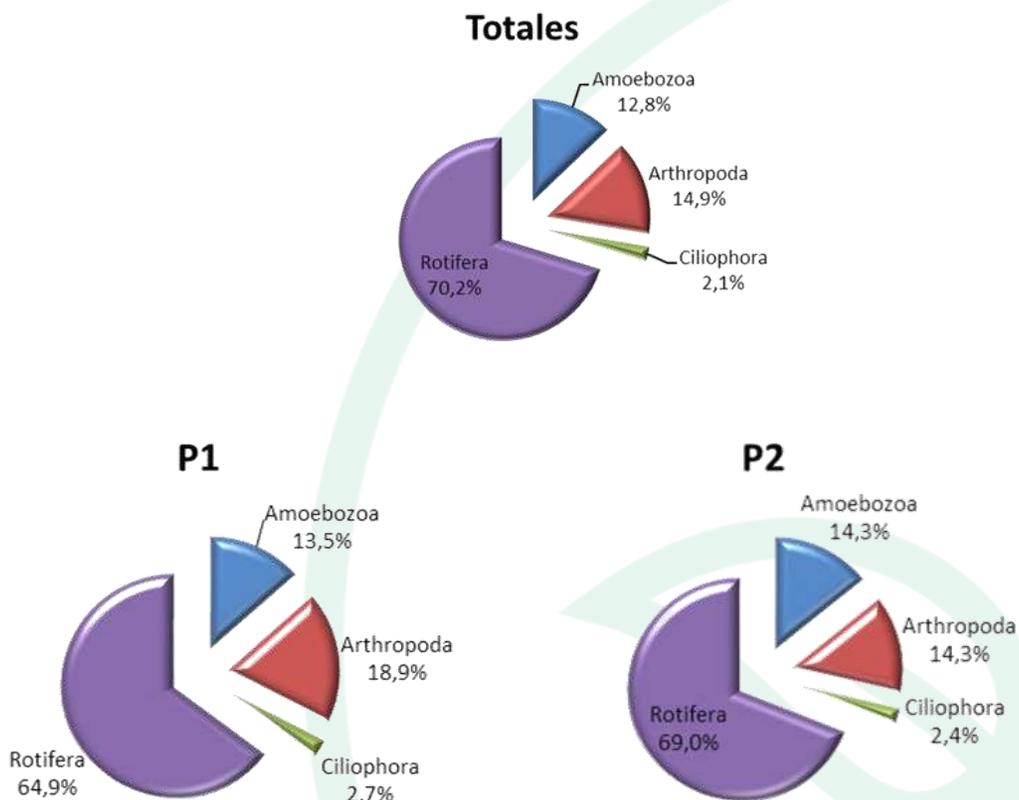


Morfoespecie	Puntos de muestreo	
	P1	P2
<i>Proales sp</i>	25,5	20,1
<i>Polyarthra spp</i>	37,8	0
<i>Synchaeta spp</i>	6,6	0
<i>Trichocerca spp</i>	10,4	0

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

La distribución espacial de la riqueza presentó el mismo comportamiento que la generalidad, con predominio de rotíferos 24 y 29 morfoespecies (P1 y P2 respectivamente), seguido por los artrópodos (7 y 6 morfoespecies, respectivamente) y las amebas (5 y 6 morfoespecies respectivamente), mientras que el Phylum Ciliophora estuvo representado por una morfoespecie en cada punto (2,7 y 2, % respectivamente), como se evidencia en la **Figura 14**. Dicha distribución permitió indicar que la ciénaga presenta individuos del Phylum Rotifera pueden ser utilizados como indicadores de calidad.





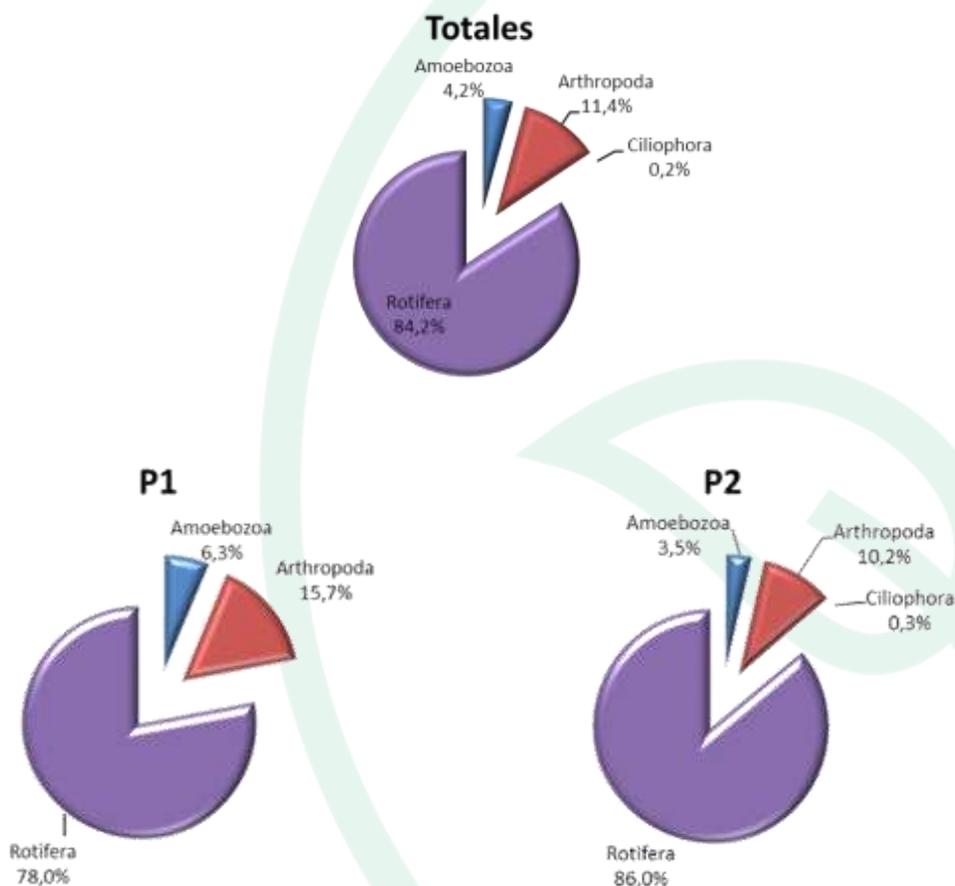
**Figura 14. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020.**

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

Igualmente, el Phylum Rotifera presentó la mayor abundancia total, con 4973,4 Ind/L, lo que correspondió al 67,4 % de la abundancia total, precedida por Arthropoda con 1732,7 Ind/L (23,5 %), Amoebozoa con 486,9 Ind/L (6,6 %) y Ciliophora con 190,7 Ind/L (2,6 %), como se observa en la Figura 15. La abundancia en el Punto 1 para el Phylum Rotifera fue de 1393,9 Ind/L (56,1 %), seguido por los artrópodos con 749,4 Ind/L (30,1 %) y las amebas con 312,0 Ind/L (12,5%); mientras que en el Punto 2, la abundancia de los rotíferos fue de 3579,1 Ind/L, representando un 73,1 % de la abundancia total, precedido por Arthropoda con 983,3 Ind/L (20,1 %), de Amoebozoa con 174,9



Ind/L (3,6 %) y de Ciliophora con 159,5 Ind/L (3,3 %) (**Figura 15**). Siendo mayor la abundancia total en el Punto 2 (4897,2 Ind/L) que en el Punto 1 (2486,6 Ind/L).



**Figura 15. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020.**

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

El comportamiento anterior es indicador de aguas eutrofizadas en todos los puntos de muestreo de la ciénaga de Malambo, ya que la presencia de estos grupos es bioindicador de eutrofia y estratificación, lo cual es ratificado por el segundo grupo más abundante, los artrópodos, con el componente de copépodos (Pinilla, 2000).



Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga de Malambo presenta una diversidad medio-alta en los dos puntos de muestreo, evaluada con el índice de Shannon ( $P1= H' (\log_e)=3,045$ ;  $P2= 2,703$ ), mientras que con el índice de diversidad de Simpson la diversidad se identificó como alta ( $P1= 0,927$  y  $P2= 0,893$ ), como se observa en la **Tabla 42**. Igualmente, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró la estructura uniforme en la población con una equidad alta en el Punto 1 (0,843) y medio alta en el Punto 2 (0,728); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar que los dos puntos presentan valores bajos, o dominancia baja, siendo menor en el Punto 1 (0,073).

**Tabla 42. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de Malambo en diciembre de 2020. Equidad ( $J'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	$J'$	$H'(\log_e)$	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )
P1	37	2486,6	0,843	3,045	0,073	0,927
P2	41	4897,1	0,728	2,703	0,107	0,893

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. 2021.

### 5.1.2.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga de Malambo registró en total 2480 individuos, distribuidos en 14 morfoespecies, 10 familias, nueve (9) órdenes, cinco (5) clases y cinco (5) divisiones (**Tabla 43**). La división más diversificada fue la Bacillariophyta (diatomeas) con el 50% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (Cyanobacterias o algas verdeazules) con 20% y con menor riqueza el grupo de Charophyta con el 5 % en el cuerpo de agua (**Figura 16**). La división más abundante está relacionada con pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla y eutrofia en los cuerpos de agua (Pinilla, 2000). En cuanto a Las Cyanobacterias como componentes del fitoplancton, son reconocidas por ser indicadoras de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009). Por su parte para la división Charophyta se ha reportado como la menor riqueza con un 5% del total.



**Tabla 43. Clasificación taxonómica registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>
				<i>Oscillatoria sp2</i>
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp1</i>
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp1</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp1</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp1</i>
				<i>Navicula sp2</i>
				<i>Nitzschia sp1</i>
				<i>Nitzschia sp2</i>
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>
Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>		
	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp1</i>		
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>
<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>14</b>

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

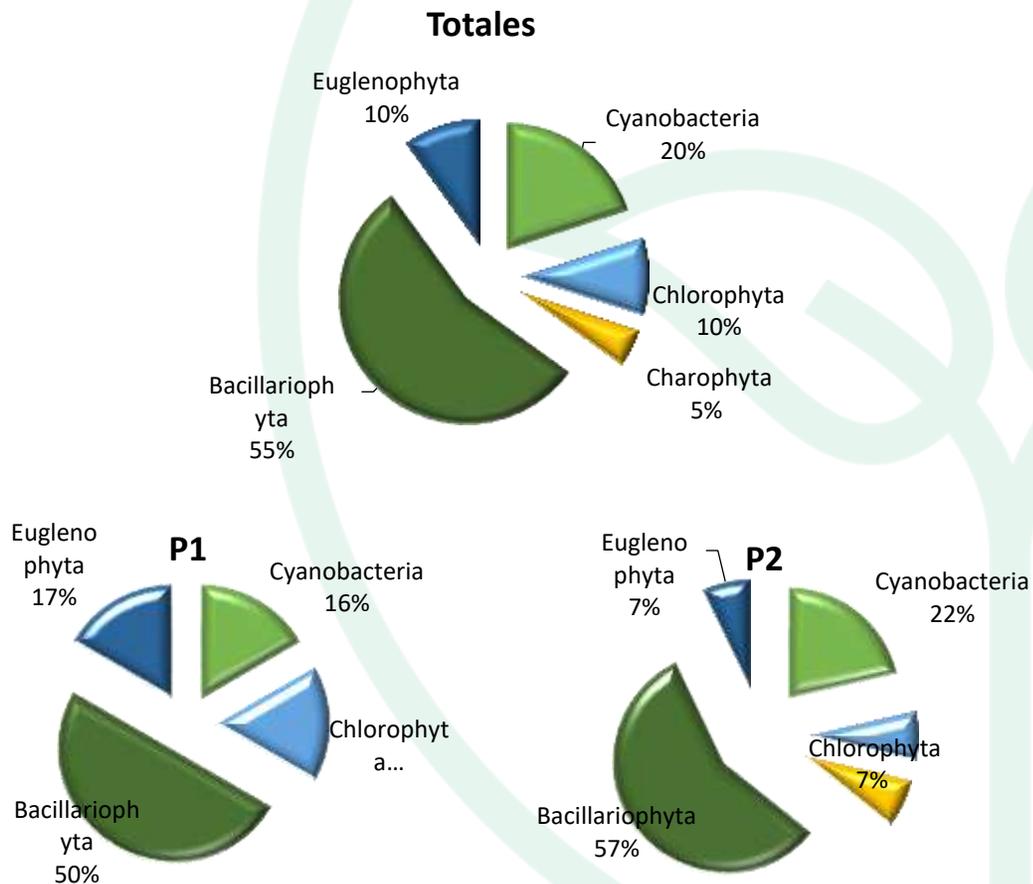
**Tabla 44. Densidad del perifiton registrado en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Oscillatoria sp1</i>	1624,9	2643,4
<i>Oscillatoria sp2</i>	0,0	323,6
<i>Anabaena sp1</i>	0,0	45,9
<i>Ulothrix sp1</i>	252,2	57,0
<i>Cosmarium sp1</i>	0,0	14,3
<i>Navicula sp1</i>	1989,3	877,0
<i>Navicula sp2</i>	0,0	110,1
<i>Nitzschia sp1</i>	0,0	15,8
<i>Nitzschia sp2</i>	0,0	292,7
<i>Pinnularia sp1</i>	0,0	15,8
<i>Eunotia sp1</i>	51,9	55,8
<i>Gomphonema sp1</i>	792,0	42,8
<i>Cymbella sp1</i>	0,0	183,8
<i>Euglena sp1</i>	20,6	16,6
<b>TOTAL</b>	<b>4731,0</b>	<b>4694,8</b>

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



En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza fue similar para las diatomeas y Cyanobacterias. En P1 las diatomeas registraron el 50% seguida de las Chlorophyta, Euglenozoa y Cyanobacterias con el 17% y 16% de la riqueza total de las morfoespecies; en P2 el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas en el Phylum de las Bacillariophyta que representaron el 57% de la riqueza, seguida de las Cyanophyta con el 22% (**Figura 16**).

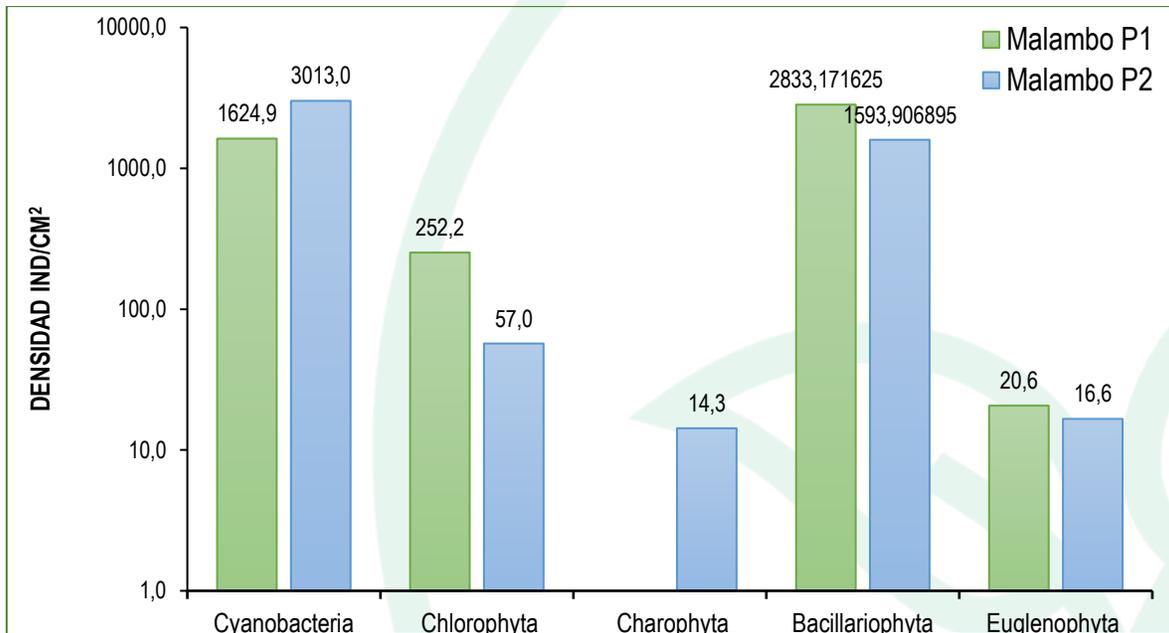


**Figura 16. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga de Malambo, en diciembre de 2020.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021



La densidad en P1 fue de 4731 Ind/cm<sup>2</sup> la mayor densidad la aportaron las Bacillariophytas con 2833.2ind/cm<sup>2</sup>, en P2 se registró una mayor con 4694.8 Ind/cm<sup>2</sup> y las Cyanobacteria aportò la mayor densidad con 3013Ind/cm<sup>2</sup> (**Figura 17**).



**Figura 17. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Malambo.**

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

En este punto p2 al igual que el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Oscillatoria* sp1 y *Navicula* sp1, estas relacionadas con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008). Las Cyanobacterias, miembros muy comunes e importantes de las comunidades de algas de arroyos y dominantes en varios sistemas fluviales en todo el mundo (Aboal 1989, Whitton 1992), se destacaron en los puntos morfoespecies relacionados con sedimentos y conductividad altos como *Oscillatoria* sp1.

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 45**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga Malambo presenta una diversidad baja, siendo mayor en el punto dos con 14 morfoespecies; la equitatividad presentó



valores altos  $J' 0,70$  (P1) y  $0,55$  (P2) , donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes, el índice de dominancia presentó valores relativamente bajos indicando una baja dominancia de morfoespecies  $\lambda 0,32$ (P1) y  $\lambda 0,55$  (P2), el índice de Margalef indico una diversidad que tiende a ser baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.

**Tabla 45. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga de Malambo en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	6	4731,0	0,7031	1,26	0,3258	0,6742	0,7155
P2	14	4694,8	0,5598	1,477	0,3645	0,6355	1,795

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

#### 5.1.2.1.4 MACROFITAS

En la ciénaga de Malambo se registraron dos especies de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo, pertenecientes a dos familia y dos órdenes, estas fueron *Eichhornis crassipes* y *Pistia stratiotes* (Tabla 46).

**Tabla 46. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga de Malambo en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Biotipo
Tracheophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	He
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Ac

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



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 119 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

El carácter exótico y de alto potencial invasor de *E. crassipes* fueron descritos en el análisis de los resultados de las ciénagas de Mesolandia y Sabanagrande respectivamente.

La dominancia de *E. crassipes* sobre otras especies de macrofitas en la ciénaga de Malambo es muy superior y concuerda con los descrito antes con respecto a que esta y las ciénagas de El Convento y de Mesolandia hacen parte del Complejo Cenagoso de Malambo (González *et al.*, 2001) y que en estas se encontraron semejanzas en los parámetros fisicoquímicos analizados en este estudio, registrándose entre ellas los valores más altos de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), haciendo posible que estén bajo las mismas condiciones ambientales que determinan la estructura ecológica de las macrófitas acuáticas.

En la **Tabla 47** se presenta el porcentaje de cobertura en los puntos de muestreo, hay se observa que *Eichhornia crassipes* fue la de mayor cobeura en el 98,6% en P1 y el 99% en P2

**Tabla 47. Porcentaje de cobertura en los puntos de muestreo en la ciénaga de Malambo.**

Especie	P1			P2		
	día 1	día 2	Promedio del % cobertura	día 1	día 2	Promedio del % cobertura
<i>Pistia stratiotes</i>	2,8	0	2,8	2	0	1
<i>Eichhornia crassipes</i>	97,2	100	98,6	98	100	99

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

#### 5.1.2.1.5 Macroinvertebrados

La comunidad bentónica en la ciénaga de Malambo estuvo representada por siete (7) morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, cuatro (4) clases, siete (7) órdenes e igual cantidad de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 48**.

**Tabla 48. Clasificación taxonómica y densidad (Ind/m<sup>2</sup>) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Malambo.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de Monitoreo	
					P1	P2
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>	148,15	157,41
		Basommatophora	Planorbidae	<i>Planorbidae sp</i>	37,04	9,26

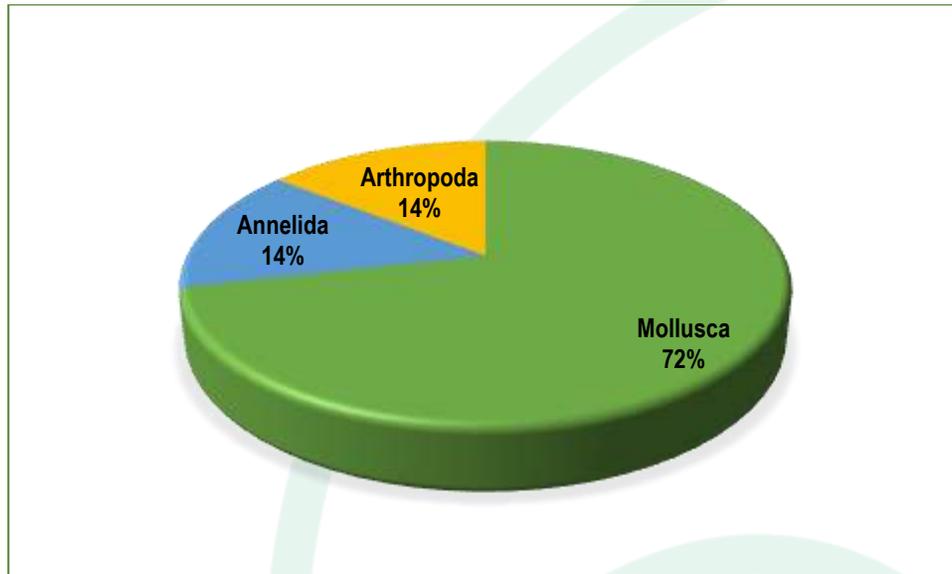


Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de Monitoreo	
					P1	P2
		Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Hydrobiidae sp1</i>	231,48	305,56
		<i>Architaeniglossa</i>	<i>Ampullariidae</i>	<i>Pomacea sp</i>	0,00	18,52
	Bivalvia	Nuculida	Nuculidae	Nuculidae sp	314,81	342,59
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Tubificidae</i>	<i>Tubificidae sp</i>	0,00	27,78
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomidae sp</i>	194,44	333,33
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>132,28</b>	<b>170,63</b>

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

La división Mollusca fue la más importante en términos de riqueza, ya que obtuvo el 72% del valor total registrado; mientras que a Annelida y Arthropoda le correspondió el 28% restante en proporciones iguales (**Figura 18**). En general, este patrón de dominancia de Mollusca tiende a ser común en el bentos de sistemas lenticos, puesto que en el quedan atrapados nutrientes y detritus que hacen parte del espectro trófico de ciertos grupos de moluscos, por lo cual se ven mayormente favorecidos. Adicional a ello, sus mecanismos de agregación y menor capacidad de movimiento en contraste con otros grupos del bentos facilitan una mayor probabilidad de encuentro. Según Wanganeo *et al.* (2011), la dominancia de especies de Mollusca es atribuible a aguas alcalinas y fondos ricos en materia orgánica ya que éstas pueden sobrevivir en condiciones de oxígeno muy bajas (Sharma, 1986).



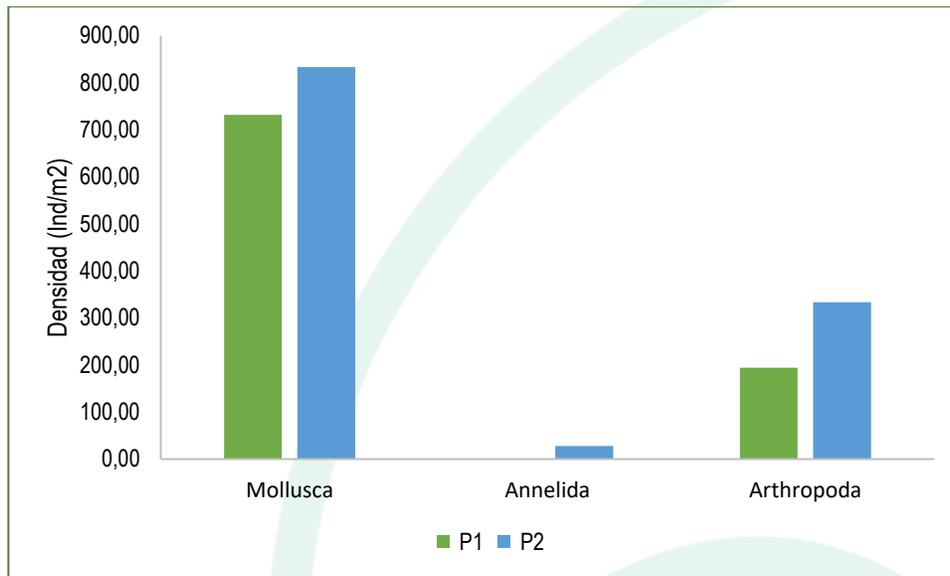


**Figura 18. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Malambo.**

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

A nivel espacial, Mollusca continuó con su dominancia en los dos puntos de monitoreo, siendo más abundante en P2 con 833,33 Ind/m<sup>2</sup>; Arthropoda por su parte obtuvo registros más bajos que la división mencionada, pero importantes, pues reportó un valor máximo de 333,33 Ind/m<sup>2</sup> en P2. En cuanto a Annelida, obtuvo la contribución más baja, estando presente únicamente en P2 (**Figura 19**). De acuerdo con Oyague-Passuni y Maldonado-Fonkén (2015), la variabilidad en la composición de macroinvertebrados está relacionada con la heterogeneidad espacial de los sitios de muestreo que es influenciada por la estructura física, la calidad del agua y las comunidades de plantas. Teniendo en cuenta esto, resulta probable que tales condiciones en la ciénaga de Malambo favorezcan positivamente el establecimiento y desarrollo de taxas de Mollusca, cuyos registros representaron más del doble de los otros grupos bentónicos observados (Arthropoda y Annelida).



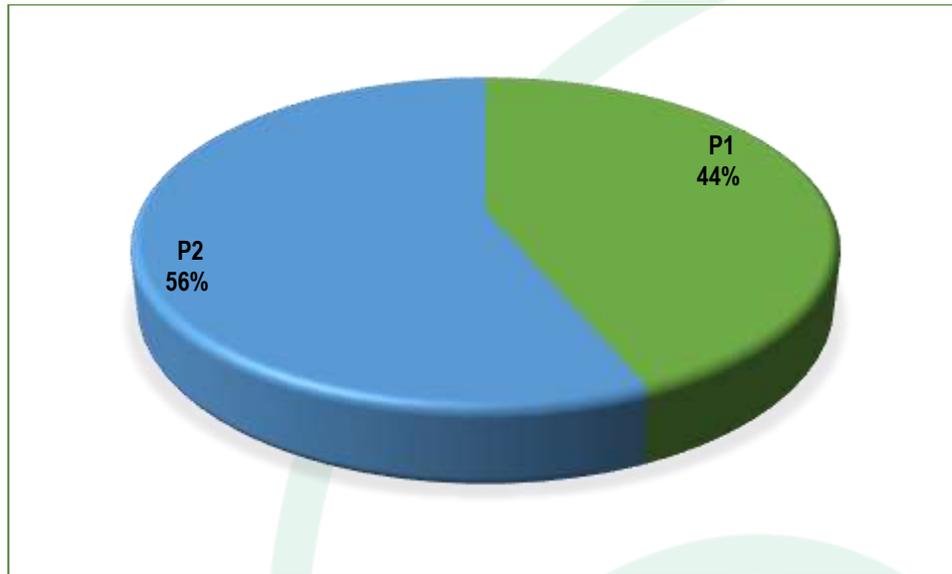


**Figura 19. Contribución a la densidad total de las divisiones bentónicas registradas en la ciénaga de Malambo.**

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

La densidad total registró valores moderados, y su distribución a nivel espacial no presentó mayor variación, puesto que las contribuciones de los dos puntos de monitoreo fueron bastante similares, siendo ligeramente más alta, la registrada en P2 (**Figura 20**). Estos valores más altos en P2 se encuentran relacionados con los mayores aportes de taxas como *Hydrobiidae* sp1, *Pomacea* sp, *Tubificidae* sp y *Chironomidae* sp los cuales fueron más bajos o nulos en el caso de *Pomacea* sp y *Tubificidae* sp en P1 (**Figura 20**).



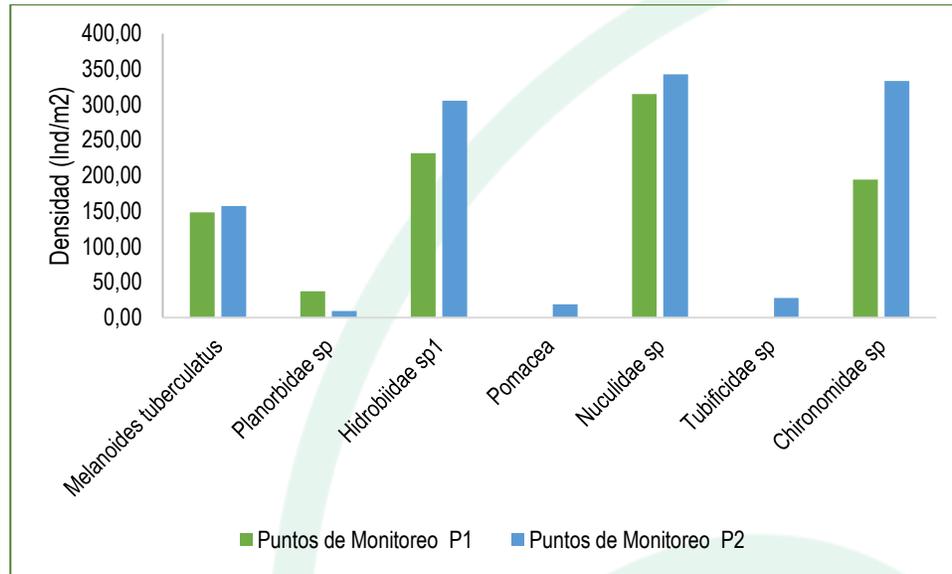


**Figura 20. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Malambo.**

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

Las morfoespecies más abundantes fueron *Nuculidae* sp y *Chironomidae* sp, las cuales obtuvieron densidades máximas en P2 de 342,59 Ind/m<sup>2</sup> y 333,33 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente; mientras que las menos representativas fueron *Planorbidae* sp y *Tubificidae* sp (**Figura 21**), La familia Nuculidae comprende pequeños bivalvos, caracterizados por habitar fondos marinos (García-Valencia,2000), sin embargo se ha reportado su tolerancia frente a variaciones de salinidad, ya que puede ocurrir en ambientes salobres o con alguna influencia marina (Trujillo,2009), lo que explica su presencia en la ciénaga, puesto que ésta presenta suelos con contenidos de sales medio-altos (Sarmiento-Morales, 2017). Por su parte, *Chironomidae*, de manera general son muy numerosos en ambientes lenticos y entre la vegetación litoral, quizá por la capacidad de sus taxones de adaptarse a múltiples ambientes y desarrollar diferentes estrategias de alimentación (Mosquera *et al.*, 2008). Este hecho los hace grupos importantes en las cadenas tróficas, principalmente como fuente de alimento de peces, anfibios y de otras especies se alimentan de algas o de detrito orgánico (Archangelsky, 2001). Otras razones que explican la alta diversidad de estos organismos, está dada por la tolerancia a las altas temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno y altas concentraciones de materia orgánica.





**Figura 21. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en la ciénaga de Malambo.**

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

Los valores de Shannon-Weaver fueron bajos e inferiores a dos(2) en los puntos de muestreo estando relacionados con sistemas de diversidad relativamente baja con efectos de la contaminación, ya que la presencia de una gran variedad de individuos está directamente relacionada con la disponibilidad y amplitud de los recursos (Roldán y Ramírez, 2008); valores superiores a los registrados indican sistemas con una mayor riqueza que permiten el establecimiento de un mayor número y variedad de individuos mediante su vasta oferta de recursos; la equitatividad fue alta ( $J > 0,5$ ) dado que las abundancias de las morfoespecies se mantuvieron relativamente uniformes. La dominancia de Simpson fue baja ( $< 0,5$ ) y consistente con lo obtenido para la equitatividad. El índice de Margalef registró valores bajos e inferiores a dos típicos de sistemas con diversidad baja (**Tabla 49**).

**Tabla 49. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Malambo.**

Índice	P1	P2
Taxa_S	5	7
Individuals	925,92	1194,45



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 125 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Índice	P1	P2
Dominance_D	0,2494	0,2438
Shannon_H	1,463	1,52
Margalef	0,5856	0,8468
Equitability_J	0,9091	0,7811

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

#### 5.1.2.1.6 ICTIOFAUNA

La ictiofauna de la ciénaga de Malambo estuvo representada por dos especies pertenecientes a dos familias y dos órdenes, que en total presentaron una abundancia de dos individuos (**Tabla 50**).

**Tabla 50. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de de Malambo en diciembre 2020 a enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
Characiformes	Bryconidae	<i>Brycon labiatus</i> Steindachner, 1879	0	0	0	1
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	0	0	0	1

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

Los bajos valores del número de especies y de sus abundancias hacen improcedentes a cualquier esfuerzo que se haga por hacer una interpretación ecológica o ambiental, ya que pueden deberse a debilidades metodológicas asociadas al esfuerzo de muestreo y/o a la selectividad de los artes de pesca empleados. Sin embargo, como ya se ha mencionado, *C. kraussii* es una especie principalmente piscívora (Atencio-García *et al.*, 2005), lo que abre la posibilidad de la existencia de una riqueza íctica mayor.

El registro de *Brycon labiatus* es muy importante, ya que esta especie se encuentra en categoría EN (en riesgo de extinción muy alto) en la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017) y en la IUCN (Mojica *et al.*, 2016). Su registro en la literatura es escaso (Mojica *et al.*, 2006), siendo su principal referencia para toda la cuenca del Magdalena y el



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 126 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

Cauca las descripciones originales de su autor (Steindachner, 1879, 1880, 1902) y de Eigenmann (1922) y Fowler (1942).

Una posible explicación al registro de esta *B. labiatus* puede deberse a que el carácter distintivo de la misma es la presencia de una proyección dérmica pigmentada en la mandíbula que Braum (1983) sugiere que es una estructura que también se presenta en otras especies del mismo género en respuesta a condiciones anóxicas, sugiriendo que la especie sea considerada como una *species inquirenda*. Eso concuerda con lo observado en los parámetros fisicoquímicos, que muestran que la ciénaga de Malambo posee los niveles más altos de DBO<sub>5</sub> y DQO en este estudio.

*B. labiatus* y *K. craussii* son especies etenohalinas, y esta última es una especie de importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).

### 5.1.3 Ciénaga de Sabanagrande.

#### 5.1.3.1 Variables Hidrobiológicas.

##### 5.1.3.1.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga Sabanagrande registró una densidad total de 7033Ind/L, distribuidos en 31 morfoespecies, 17 familias, 12 órdenes, nueve (9) clases y seis (6) divisiones (**Tabla 51**). La división más diversificada fue la Euglenozoa con el 47% de las morfoespecies seguida por las Chlorophyta con el 23%, Cyanobacteria con 16% y con menor riqueza el grupo de Bacillariophyta, Charophyta y Miozoa con el 14%.

Los Euglenozoa son abundantes en charcas y lagunas temporales con alta concentración de materia orgánica (Roldan y Ramírez, 2008) la alta variedad de clorófitas es una condición típica de muchos sistemas tropicales dulceacuícolas, aunque en términos de densidad y biomasa tienden a ser relevadas por otros grupos (Ramírez 2000). Las Cyanobacterias se destacan por su amplia distribución y presentar altas tasas de crecimiento y su capacidad para sobrevivir en ambientes en los que compuestos como el carbono y el nitrógeno son limitantes (Comba, 2009).



**Tabla 51. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga de Sabanagrande.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie					
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>					
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp2</i>					
			Gomontiellaceae	<i>Komvophoron sp1</i>					
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i> <i>Arthrospira sp</i>					
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>					
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acuminatus</i> <i>Tetrastrum sp</i> <i>Coelastrum cf indicum</i>					
			Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i> <i>Tetraedron sp1</i>					
			Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>				
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp1</i>				
	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp3</i>				
Bacillariophyta	Coccinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp1</i>					
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>					
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp1</i>					
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i> <i>Euglena sp2</i>					
			Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i> <i>Lepocinclis sp1</i> <i>Lepocinclis sp2</i> <i>Phacus sp1</i> <i>Phacus sp2</i> <i>Phacus sp3</i>					
				Euglenaceae	<i>Strombomonas sp1</i> <i>Strombomonas sp2</i> <i>Trachelomonas armata</i> <i>Trachelomonas hispida</i> <i>Trachelomonas sp1</i>				
					Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridinaceae	<i>Peridinium sp1</i>
					<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>31</b>

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



**Tabla 52. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga de Sabanagrande.**

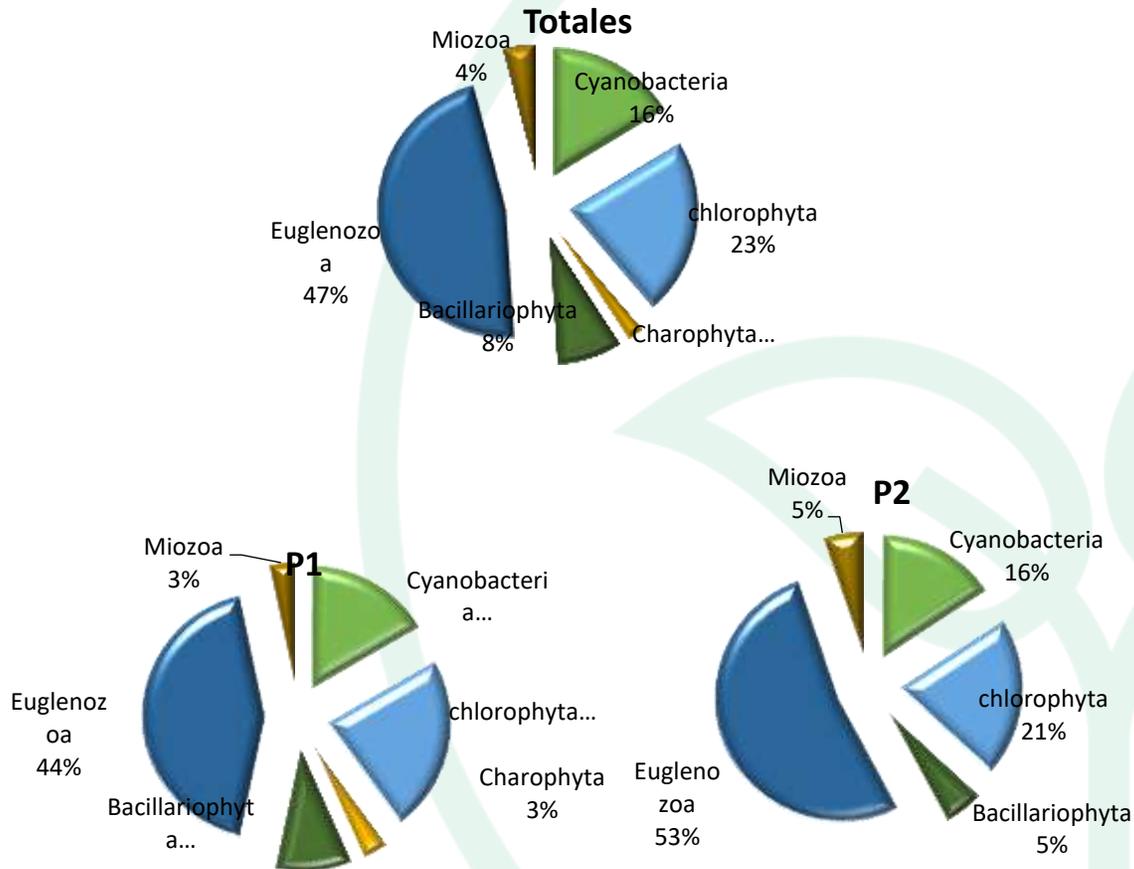
Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Chroococcus sp</i>	0	4,7
<i>Oscillatoria sp2</i>	165,9	0
<i>Komvophoron sp1</i>	117,1	0
<i>Planktothrix sp</i>	116,8	180,7
<i>Arthrospira sp</i>	68,6	0
<i>Anabaena sp</i>	9,7	23,5
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	9,7	0
<i>Tetrastrum sp</i>	9,7	2,4
<i>Coelastrum cf indicum</i>	4,9	0
<i>Pediastrum duplex</i>	14,6	0
<i>Tetraedron sp1</i>	92,5	7,1
<i>Eudorina sp</i>	58,5	32,8
<i>Actinastrum sp1</i>	4,9	7,0
<i>Closterium sp3</i>	9,8	0
<i>Aulacoseira sp1</i>	68,2	0
<i>Cyclotella sp</i>	1228,1	861,1
<i>Fragilaria sp1</i>	2337,6	0
<i>Euglena sp1</i>	141,2	37,5
<i>Euglena sp2</i>	14,6	4,7
<i>Lepocinclis acus</i>	63,3	2,4
<i>Lepocinclis sp1</i>	282,8	21,1
<i>Lepocinclis sp2</i>	48,7	9,3
<i>Phacus sp1</i>	107,2	63,4
<i>Phacus sp2</i>	43,8	7,1
<i>Phacus sp3</i>	9,8	0
<i>Strombomonas sp1</i>	112,0	4,7
<i>Strombomonas sp2</i>	14,6	0
<i>Trachelomonas armata</i>	9,8	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	14,5	7,1
<i>Trachelomonas sp1</i>	141,2	25,8
<i>Peridinium sp1</i>	195,2	215,7
<b>TOTAL</b>	<b>5515</b>	<b>1518</b>

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

En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza fue similar para las euglenofitas, sin embargo, los phylum variaron por puntos. En el punto P1 se registró una riqueza mayor las euglenozoa registraron el 44% seguida de las Chlorophyta con el 23% y de Cianobacterias con el 17% de la riqueza de las especies; en el punto P2 el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas en el



Phyllum de las Euglenozoa que representaron el 53% de la riqueza, seguida de las Chlorophytas con el 21% (Figura 26).



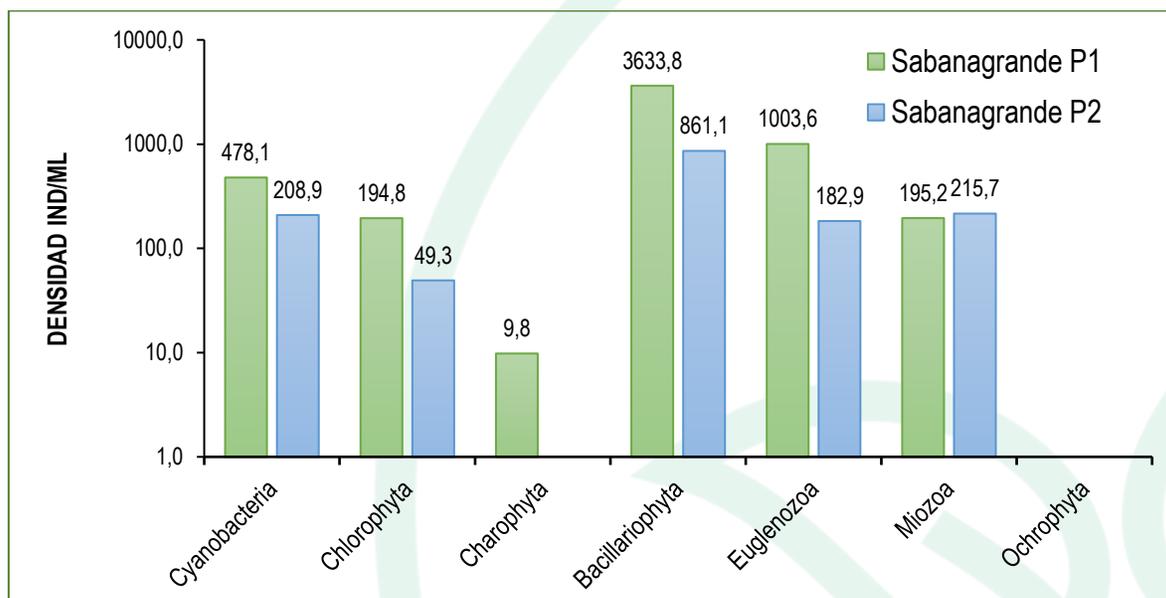
**Figura 22. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del Fitoplancton en la ciénaga Sabanagrande, en diciembre de 2020.**

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

A espacial, la densidad de especies registró proporciones diferentes entre los puntos, el grupo Bacillariophyta fue un grupo de los menos diversos sin embargo el cual presento la densidad más alta, donde el punto P1 tuvo una mayor riqueza (30 morfoespecies) y densidad con 3633,8 Ind/ml, por el contrario, el punto P2 tuvo una menor riqueza y su densidad para este grupo fue de 861,1 ind/ml; continuo del Phylum Euglenophyta con 1003,6 Ind/ml en el punto P1 y 182,9 Ind/ml en el



punto P2. En general el punto con mayor densidad fue el punto P1 (5515,3 Ind/ml) en comparación al punto P2 (Figura 23).



**Figura 23. Contribución de las divisiones de Fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga El Sabanagrande.**

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

La densidad más alta se registró en Sabanagrande P2. En este punto P1 las morfoespecies mayor densidad fueron *Cyclotella sp* (1228,1 Ind/L) y *Fragilaria sp1* (2337,6 Ind/L). El género *Fragilaria* está relacionada con mesotrofia, pH ácido, aguas someras, mezclas y baja conductividad (Pinilla 2000). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue también *Cyclotella sp*. (861,1 Ind/L), además de *Peridinium sp1* (215,7 Ind/L). 5. Por su parte, Reynolds (1997) (en Rodríguez, 2013) indica que el género *Peridinium* es muy común en sistemas típicamente eutróficos y pueden desarrollar grandes biomásas.

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la , los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga Sabanagrande presenta una diversidad alta, (Tabla 53) siendo mayor en el punto P1 con 30 morfoespecies; la equitatividad en general presentó valores altos, donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser



Homogéneas por lo que el índice de dominancia presentó valores bajos indicando que no hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra, el índice de Margalef indico una diversidad que tiende a dos para ambas zonas para el punto P1  $d = 3,36$  y P2  $d = 2,45$  dado que sus valores fueron superiores a 2, según Margalef (1995) 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.

**Tabla 53. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga de Sabanagrande en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	30	5499	0,6117	2,081	0,238	0,762	3,367
P2	19	1510	0,529	1,558	0,3598	0,6402	2,459

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

#### 5.1.3.1.2 ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica de la Ciénaga Sabanagrande estuvo integrada por 57 morfoespecies, distribuidas en 23 familias, ocho (8) órdenes, seis (6) Clases y cuatro (4) Phylum, como se observa en la **Tabla 54**.

Estos resultados permitieron evidenciar que el Phylum Rotifera contribuyó con la mayor proporción de morfoespecies (68,4 %, 39 morfoespecies), seguido por los aportes de Amoebozoa (19,3 %, 11 morfoespecies) y Arthropoda (10,5 %, 6 morfoespecies) y en menor proporción Ciliophora (1,8 %, 1 morfoespecie), como se observa en la **Figura 24**. La distribución espacial de la riqueza presentó el mismo comportamiento que la generalidad, con predominio de rotíferos tanto en el Punto 1 (25 morfoespecies, 67,6 %) como en el Punto 2 (36 morfoespecies, 70,6 %), seguido por los Amoebozoa con un aporte del 18,9 % (7 morfoespecies) en el P1 y 17,6 % (9 Morfoespecies) en el P2, mientras que los Arthropoda aportaron 13,5 % en el P1 y 9,8 % en el P2 (5 Morfoespecies en cada punto), mientras que el Phylum Ciliophora estuvo representado por una morfoespecie en el Punto 2 (2,0 %), como se evidencia en la **Figura 24**. La importancia ecológica de los rotíferos radica en varios



puntos, el primero, corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, transfieren materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), por lo que los cambios en la estructura y composición los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua.

**Tabla 54. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga de Sabanagrande, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
				<i>Arcella gibbosa</i>
				<i>Arcella sp</i>
			Centropyxidae	<i>Centropyxis spp</i>
				Diffugiidae
			<i>Diffugia nodosa</i>	
			<i>Diffugia oblonga caudata</i>	
			<i>Diffugia paulii</i>	
Lesquereusiidae	<i>Netzelia tuberspinifera</i>			
	Nebelidae	<i>Nebela lageniformis</i>		
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina spp</i>
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Ergasilus spp</i>
			Cyclopoida ND	Cyclopoida ND Morfoespecie 1
	Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio	
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1
Ostracoda Morfoespecie 2				
Ciliophora	Ciliata	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella spp</i>
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>
				<i>Filinia opoliensis</i>
				<i>Filinia spp</i>
				<i>Filinia terminalis</i>
				Trochosphaera sp 2
				Trochosphaera sp 3
				Trochosphaera spp
		Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna spp</i>
				<i>Asplanchnopus spp</i>
			Brachionidae	<i>Anuraeopsis spp</i>
				<i>Brachionus angularis</i>
				<i>Brachionus calyciflorus</i>
				<i>Brachionus caudatus</i>
				<i>Brachionus caudatus f. personatus</i>
<i>Brachionus dimidiatus</i>				



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Brachionus dolobratu dolobratu</i>
				<i>Brachionus falcatus</i>
				<i>Brachionus forficula forficula</i>
				<i>Brachionus havanaensis</i>
				<i>Brachionus mirux f. angustus</i>
				<i>Keratella americana</i>
				<i>Keratella spp</i>
				<i>Keratella tropica</i>
			Epiphanidae	<i>Epiphanes spp</i>
			Euchlanidae	<i>Beauchampiella eudactylota</i>
				<i>Euchlanis dilatata</i>
			Gastropodidae	<i>Gastropus sp 4</i>
				<i>Lecane bulla</i>
			Lecanidae	<i>Lecane leontina</i>
				<i>Lecane spp</i>
			Lepadellidae	<i>Colurella uncinata</i>
				<i>Lepadella romboides</i>
			Mytilinidae	<i>Mytilina spp</i>
			Proalidae	<i>Proales sp</i>
			Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>
			Trichocercidae	<i>Trichocerca cilindrica</i>
				<i>Trichocerca pusilla</i>
				<i>Trichocerca sp 2</i>
				<i>Trichocerca spp</i>

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

**Tabla 55. Densidad del zooplancton registrado en la ciénaga de Sabanagrande, en diciembre de 2020.**

Morfoespecies	P1	P2
<i>Arcella discoides</i>	2,70	13,43
<i>Arcella gibbosa</i>	23,70	202,25
<i>Arcella sp</i>	2,50	0
<i>Centropyxis spp</i>	0	6,70
<i>Diffflugia acutissima</i>	46,40	23,13
<i>Diffflugia nodosa</i>	2,90	0
<i>Diffflugia oblonga caudata</i>	37,70	13,40
<i>Diffflugia paulii</i>	0	3,35
<i>Diffflugia spp</i>	25,75	159,08
<i>Netzelia tuberspinifera</i>	0	7,05
<i>Nebela lageniformis</i>	0	3,35
<i>Moina spp</i>	55,10	12,08
<i>Ergasilus spp</i>	11,60	0
Cyclopoida ND Morfoespecie 1	63,80	14,25
Morfoespecie Larva Nauplio	179,45	154,83

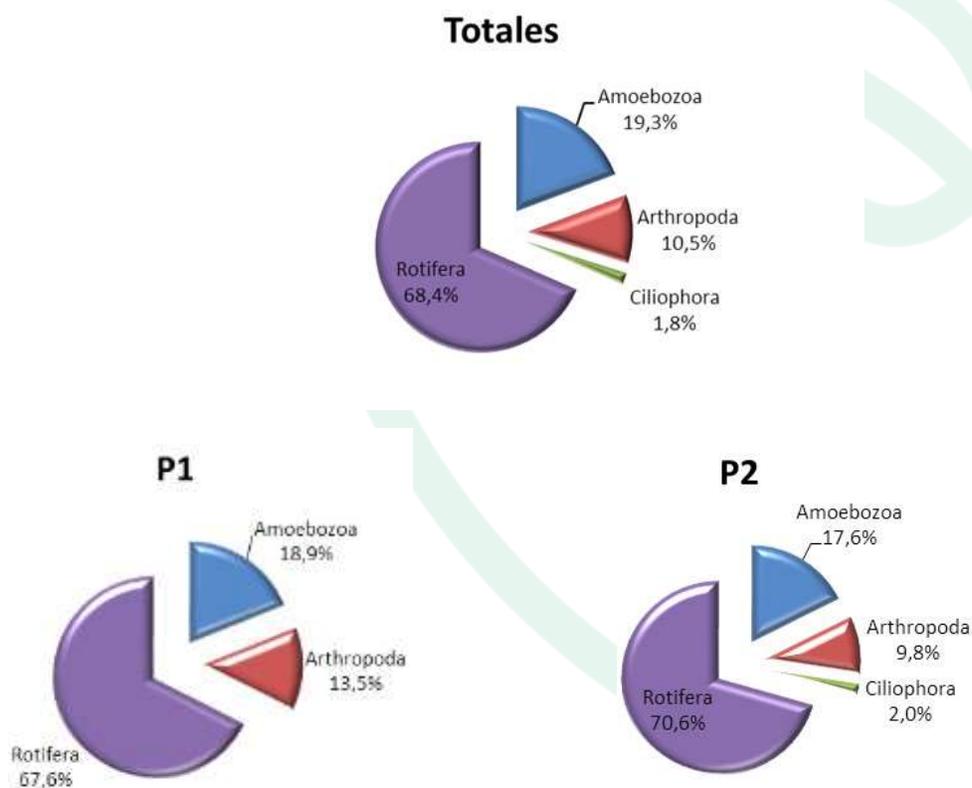


<b>Morfoespecies</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
Ostracoda Morfoespecie 1	6,65	7,38
Ostracoda Morfoespecie 2	0	10,05
<i>Vorticella spp</i>	0	6,70
<i>Filinia longiseta</i>	11,60	7,05
<i>Filinia opoliensis</i>	2,50	2,35
<i>Filinia spp</i>	5,80	0
<i>Filinia terminalis</i>	2,90	2,85
Trochosphaera sp 2	0	2,35
Trochosphaera sp 3	0	7,05
Trochosphaera spp	8,70	16,45
<i>Asplanchna spp</i>	0	4,70
<i>Asplanchnopus spp</i>	0	2,85
<i>Anuraeopsis spp</i>	0	2,35
<i>Brachionus angularis</i>	66,70	9,90
<i>Brachionus calyciflorus</i>	181,30	83,73
<i>Brachionus caudatus</i>	11,40	7,55
<i>Brachionus caudatus f. personatus</i>	52,20	16,45
<i>Brachionus dimidiatus</i>	0	4,70
<i>Brachionus dolobratatus dolobratatus</i>	14,30	9,90
<i>Brachionus falcatus</i>	14,50	7,05
<i>Brachionus forficula forficula</i>	15,40	2,85
<i>Brachionus havanaensis</i>	0	9,40
<i>Brachionus mirux f. angustus</i>	17,40	6,38
<i>Keratella americana</i>	60,70	48,33
<i>Keratella spp</i>	8,50	8,55
<i>Keratella tropica</i>	46,05	33,23
<i>Epiphanes spp</i>	0	3,35
<i>Beauchampiella eudactylota</i>	0	2,35
<i>Euchlanis dilatata</i>	5,80	0
<i>Gastropus sp 4</i>	2,50	0
<i>Lecane bulla</i>	0	3,35
<i>Lecane leontina</i>	5,80	11,75
<i>Lecane spp</i>	46,05	10,40
<i>Colurella uncinata</i>	2,90	0
<i>Lepadella romboides</i>	0	6,88
<i>Mytilina spp</i>	0	3,35
<i>Proales sp</i>	8,70	30,55
<i>Polyarthra spp</i>	70,85	161,35
<i>Trichocerca cilindrica</i>	0	2,35
<i>Trichocerca pusilla</i>	0	2,35
<i>Trichocerca sp 2</i>	2,90	22,95
<i>Trichocerca spp</i>	11,60	3,35

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



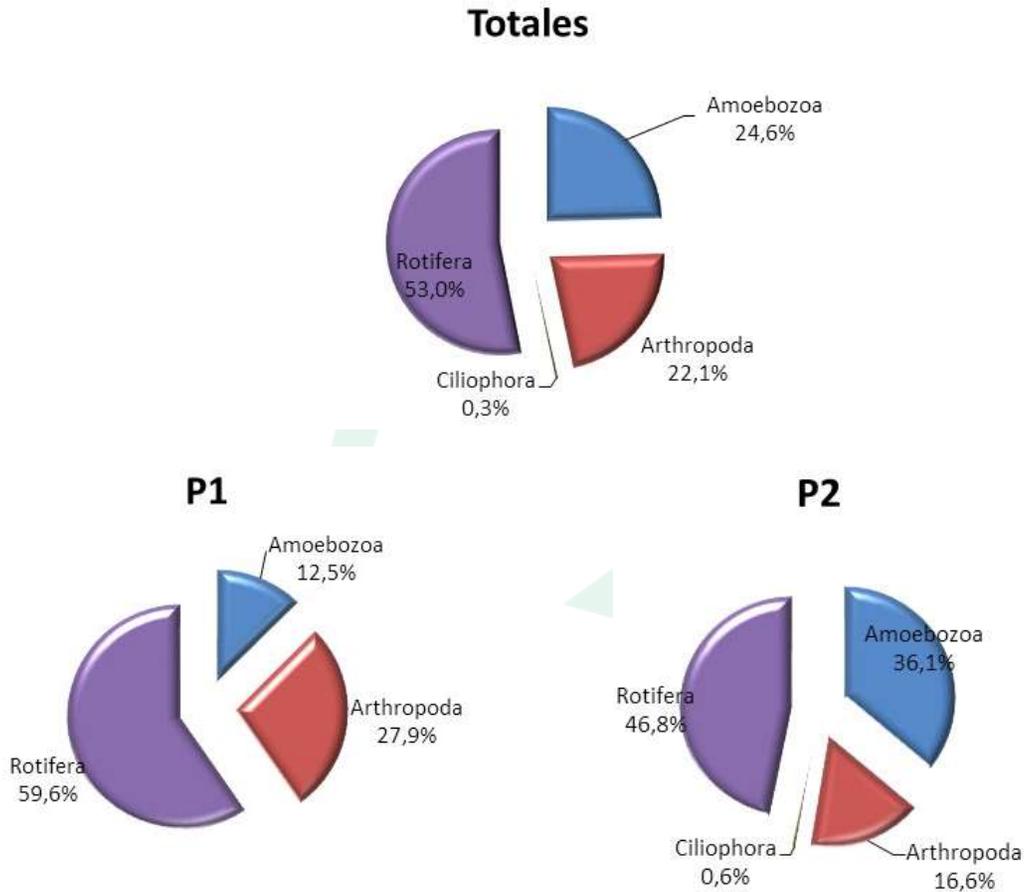
Igualmente, el Phylum Rotifera presentó la mayor abundancia total, con 1237,4 Ind/L, lo que correspondió al 53 % de la abundancia total, precedida por Amoebozoa con 573,4 Ind/L (24,6 %), Arthropoda con 515,2 Ind/L (22,1 %) y Ciliophora con 6,7 Ind/L (0,3 %), como se observa en la **Figura 25**. Igualmente, fue la mayor la abundancia el Phylum Rotifera en el Punto 1 con 677,1 Ind/L (59,6 %), seguido por los artrópodos con 316,6 Ind/L (27,9 %) y las amebas con 141,7 Ind/L (12,5%); mientras que en el Punto 2, la abundancia de los rotíferos fue de 560,3 Ind/L, representando un 46,8 % de la abundancia total, seguido por Amoebozoa con 431,7 Ind/L (36,1 %), luego por Arthropoda con 198,3 Ind/L (16,6 %) y de los organismos del Phylum Ciliophora con una contribución baja, 6,6 Ind/L (0,6 %) (**Figura 25**). Siendo mayor la abundancia total en el Punto 2 (1197,3 Ind/L) que en el Punto 1 (1135,3 Ind/L).



**Figura 24. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Sabanagrande, en diciembre de 2020.**

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., (2021)*





**Figura 25. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Sabanagrande, en diciembre de 2020.**

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

El comportamiento anterior es indicador de aguas eutrofizadas en todos los puntos monitoreados en la ciénaga Sabanagrande, pues los rotíferos son bioindicadores de eutrofia y estratificación, lo cual es ratificado por el segundo grupo más abundante, los artrópodos, con el componente de copépodos (Pinilla, 2000).

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga Sabanagrande presenta una diversidad medio-alta en los dos sitios de muestreo; evaluada tanto con el índice de diversidad de Shannon-Wiener como con el de Simpson, siendo mayor en el Punto 1 ( $H'(\log_e)=2,818$ ;  $1-\lambda=0,913$ ), como se observa en la **Tabla 56**. Igualmente, el



índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró que una estructura uniforme en la población en los dos puntos monitoreados, presentando una equidad alta en el Punto 1 (0,813) y medio-alta en el Punto 2 (0,730); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar que los dos puntos presentan valores bajos, o dominancia baja, siendo menor en el Punto 1 (0,087).

**Tabla 56. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de Sabanagrande en diciembre de 2020. Equidad ( $J'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	$J'$	$H'$ (loge)	$H'$ (log10)	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )
P1	32	1032,6	0,813	2,818	1,224	0,087	0,913
P2	40	941,9	0,730	2,695	1,170	0,116	0,884

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

### 5.1.3.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga Sabanagrande registró en total 3055 individuos, distribuidos en 19 morfoespecies, 12 familias, 10 órdenes, siete (7) clases y cinco (5) divisiones (**Tabla 57**). La división más diversificada fueron la Bacillariophyta (diatomeas) con el 68% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (Cyanobacterias o algas verdeazules) y Chlorophyta con el 11% y con menor riqueza el grupo de Charophyta y Euglenozoa con el 5% cada una. La dominancia de las diatomeas es un aspecto característico de las comunidades fitoperifíticas y se ha encontrado que este grupo puede ser indicador de los estados tróficos de un sistema, por ejemplo, Casallas y Guillot (2006) encontraron que la diversidad de diatomeas es descendente con respecto al estado trófico, al contrario de la abundancia en un estudio de tres humedales en el perímetro urbano de Bogotá. Por otra parte, en un estudio realizado en tres lagos del departamento del Cauca, Morales y Salazar (2012), encontraron mayor dominancia de diatomeas asociada al estado eutrófico de uno de los lagos, en el con géneros más representativo, *Navicula*, *Cymbella* y *Gomphonema* similar a lo encontrado en este estudio. Las Cyanobacterias se destacan por su amplia distribución y presentar altas tasas de crecimiento y su capacidad para sobrevivir en ambientes en los que compuestos como el carbono y el nitrógeno son limitantes (Comba, 2009)



**Tabla 57. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga Sabanagrande.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp2</i>	
				<i>Oscillatoria sp3</i>	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp1</i>	
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp2</i>	
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Closterium sp1</i>	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>	
				<i>Pinnularia sp2</i>	
			Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp1</i>	
				<i>Gyrosigma sp2</i>	
		Bacillariales	Bacillariaceae		<i>Navicula sp1</i>
					<i>Navicula sp2</i>
					<i>Nitzschia sp1</i>
					<i>Nitzschia sp2</i>
					<i>Nitzschia sigmoidea</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>	
Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>			
	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp1</i>			
Fragilariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp1</i>		
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>	
<b>5</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	

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

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

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Oscillatoria sp2</i>	10,3	0,0
<i>Oscillatoria sp3</i>	130,8	20,5
<i>Oedogonium sp1</i>	0,0	22,0
<i>Ulothrix sp2</i>	400,1	155,9
<i>Closterium sp1</i>	0,0	6,6
<i>Pinnularia sp1</i>	4028,9	747,2
<i>Pinnularia sp2</i>	0,0	8,6
<i>Gyrosigma sp1</i>	76,2	0,0

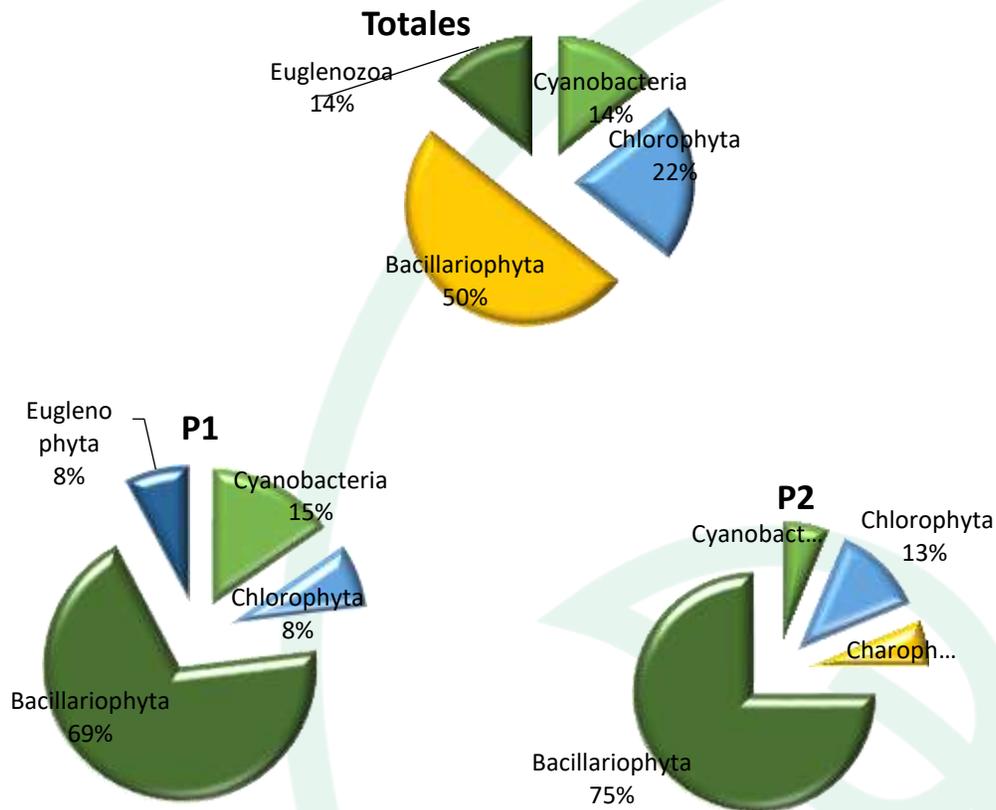


Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Gyrosigma sp2</i>	10,3	2,2
<i>Navicula sp1</i>	319,6	46,9
<i>Navicula sp2</i>	0,0	9,9
<i>Nitzschia sp1</i>	37,9	88,7
<i>Nitzschia sp2</i>	28,0	63,3
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	0,0	15,5
<i>Eunotia sp1</i>	863,4	75,0
<i>Gomphonema sp1</i>	129,5	63,7
<i>Cymbella sp1</i>	266,3	167,0
<i>Surirella sp1</i>	0,0	12,3
<i>Euglena sp1</i>	11,2	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>6312,4</b>	<b>1505,2</b>

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

La mayor riqueza se registró en P1 con 12 morfoespecies y P6 registró la mayor riqueza con 16 taxa, las diatomeas registraron el mayor numero de morfoespecies en cada punto de muestreo, en P1 fue del 69% seguida de las Cyanobacterias con el 15% seguida de Chlorophyta y Euglenozoas ambas con el 8% de la riqueza de las especies; en P2 las Bacillariophyta representaron el 75% de la riqueza, seguida de las Chlorophyta con el 13% (**Figura 26**).



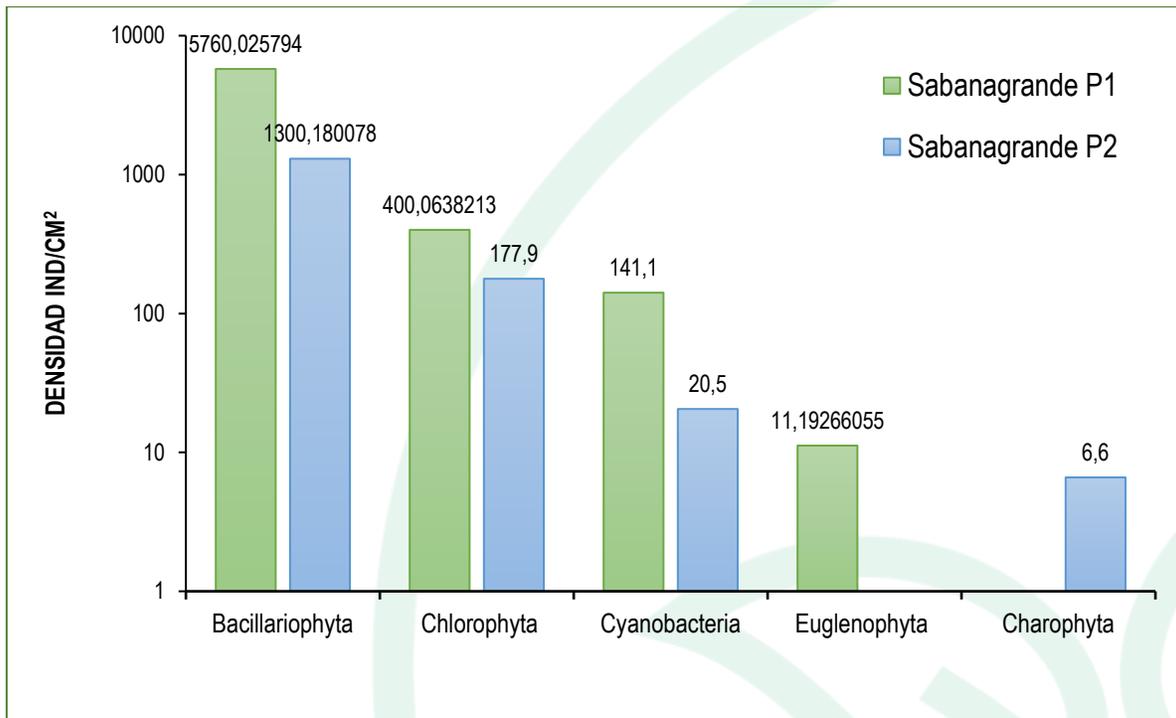


**Figura 26. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga de Sabanagrande, en diciembre de 2020.**

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

A nivel espacial, la densidad de especies registró valores altos en P1 con 6312.4Ind/cm<sup>2</sup> en P2 la densidad fue baja 1505.2 ind/cm<sup>2</sup> (**Figura 27**).





**Figura 27. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Sabanagrande.**

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

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 59**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga Sabanagrande presenta una diversidad moderada, siendo mayor en el punto 2 con 16 morfoespecies; la equitatividad presentó valores medios  $J' 0,52-0,65$ , donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes por lo que el índice de dominancia presentó valores bajos ( $\lambda 0,28 -0,43$ ) indicando que no hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra, el índice de Margalef indico una diversidad que tiende a dos para ambas zonas para el punto P1  $d= 1,55$  y p2  $d= 1,99$  dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.



**Tabla 59. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga Sabanagrande en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	12	6312,4	0,5259	1,307	0,4372	0,5628	1,556
P2	16	1505,2	0,657	1,822	0,2807	0,7193	1,99

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

#### 5.1.3.1.4 MACROFITAS

En cienega se registraron dos especies de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo, pertenecientes a dos familias y dos órdenes (**Tabla 60**).

**Tabla 60. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga Sabanagrande en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Biotipo
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i>	He
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Ac

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

De acuerdo al porcentaje de cobertura (**Tabla 61**) la especie con mayor cobertura en los dos puntos de muestreo fue *Eichhornia crassipes* con el 73,9% y 61,4% respectivamente mientras que la especie *I. aquatica* fue la de menor cobertura en la ciénaga de Sabanalarga, es una especie *exótica* ampliamente distribuida en los trópicos del Viejo Mundo e introducida en el Neotrópico (Bernal et al., 2016), perenne u ocasionalmente anual, que se enraíza en las orillas y puede invadir los cuerpos de agua por medio de tabiques huecos que flotan y crecen horizontalmente (Harwood y Sytsma, 2003), entrando en la clasificación biotipológica de Helophyta de Schmidt-Mumm (1998).



**Tabla 61. Porcentaje de cobertura de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga Sabanagrande en diciembre de 2020**

Especie	P1			P2		
	día 1	día 2	Promedio del % cobertura	día 1	día 2	Promedio del % cobertura
<i>Eichhornia crassipes</i>	84,6	63,2	73,9	66,8	56	61,4
<i>Ipomea aquatica</i>	16,4	36,8	26,6	33,2	44	38,6

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

*I. aquatica* tiene altas tasas de crecimiento, con una tasa máxima de alargamiento del tallo de 10 cm/día (McCann et al., 1996). Las plantas se ramifican profusamente, con tallos que crecen hasta más de 21 metros de largo (Harwood y Sytsma, 2003). Los rodales densos forman grandes esteras flotantes de vegetación en la superficie del agua. Patnaik (1976) encontró que *I. aquatica* creció rápidamente en un estanque, cubriendo toda la superficie, y que las otras plantas acuáticas desaparecieron, probablemente debido al efecto de sombreado de *I. aquatica*.

La dominancia de *I. aquatica* suele relacionarse con los periodos secos, cuando coloniza sectores antes ocupados por los tapetes de *E. crassipes* (Cortés-Castillo y Rangel-Ch, 2015).

Las dos especies registradas en la ciénaga de Sabanagrande son exitosas invasoras con potencial de causar impactos negativos sobre la biodiversidad nativa y sus ecosistemas.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 144 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

### 5.1.3.1.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad bentónica en la ciénaga de Sabanagrande estuvo representada por siete (7) morfoespecies, vinculadas a dos (2) divisiones, tres (3) clases, seis (6) y siete (7) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 62**.

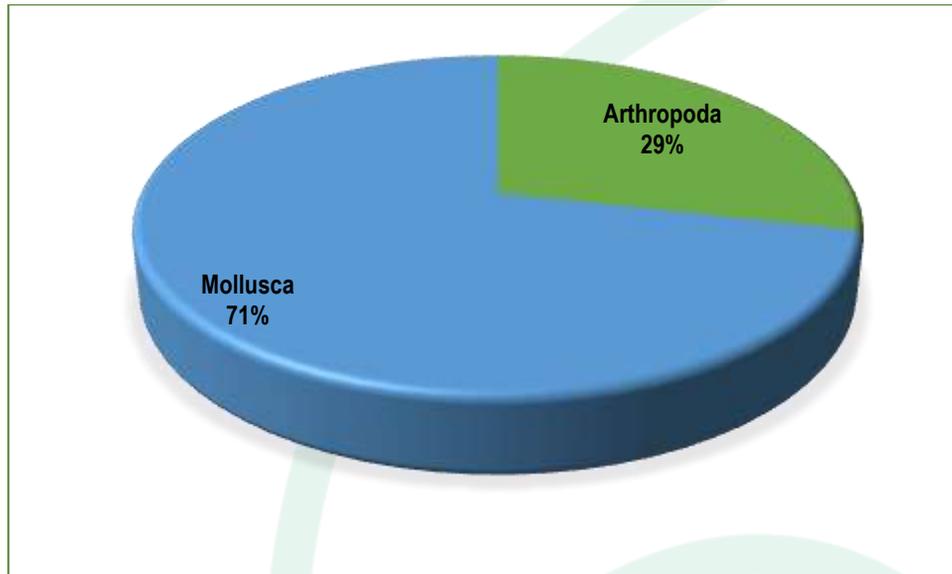
**Tabla 62. Clasificación taxonómica y densidad (Ind/m<sup>2</sup>) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Sabanagrande.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomidae sp</i>	194,44	138,89
		Coleoptera	curculionidae	<i>Curculionidae sp</i>	64,81	37,04
Mollusca	Gastropoda	Architaeniglossa	Ampullariidae	<i>Marisa cornuarietis</i>	9,26	0,00
		Basommatophora	Planorbidae	<i>Planorbidae sp</i>	74,07	9,26
			Physidae	<i>Physidae sp</i>	9,26	27,78
		Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Hydrobiidae sp1</i>	9,26	0,00
	Bivalvia	Nuculida	Nuculidae	Nuculidae sp	0,00	9,26
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>361,11</b>	<b>222,22</b>

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

La división Mollusca obtuvo el porcentaje más alto de morfoespecies, representado en un 71% de la riqueza total registrada; mientras que el 29% restante le correspondió a Arthropoda (**Figura 28**). Como en las otras ciénagas, la dominancia de moluscos en la ciénaga de Sabanagrande se relaciona con su capacidad de tolerar altos contenidos de materia orgánica y por ende bajas concentraciones de oxígeno, condiciones que son predominantes en este tipo de ambientes. En este sentido, su mayor riqueza en la ciénaga es un reflejo de su tolerancia a la presencia de materia orgánica que es arrastrada por las corrientes hacia este sector, como resultado del incremento de las actividades humanas de utilizar esta ciénaga como un sitio de eliminación de todo tipo de desechos. Adicionalmente la baja tasa de movilidad de estos taxones su forma de alimentación detritívora y su mayor capacidad de agregación frente a fases larvales de la división Arthropoda facilitan una mayor oportunidad de encuentro.



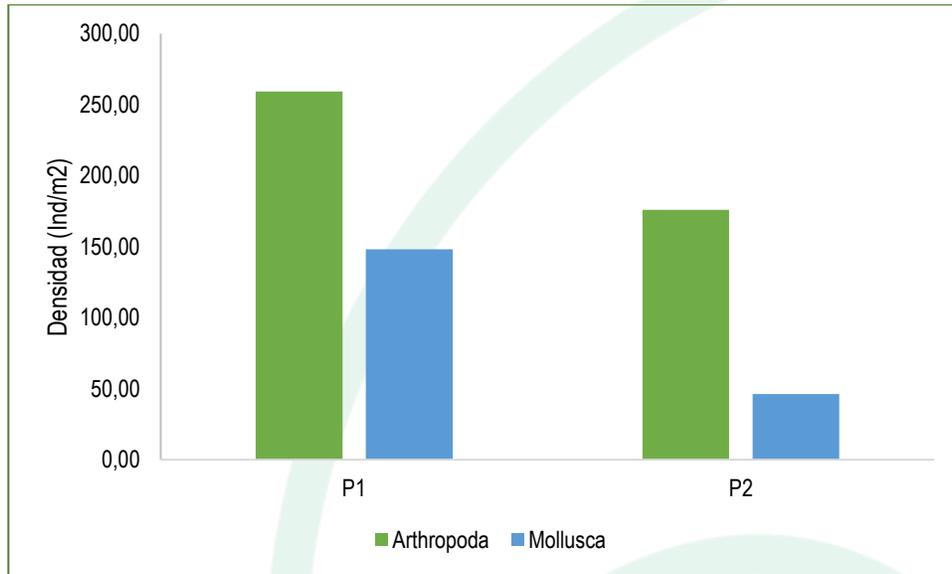


**Figura 28. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Sabanagrande.**

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

En cuanto a la distribución espacial de las divisiones bentónicas, se observó que, pese a que Mollusca fue dominante en riqueza, la mayor contribución a la densidad total fue realizada por las morfoespecies de la división Arthropoda, estando mejor representadas en el punto P1 con 259,26 Ind/m<sup>2</sup>. Por su parte, Mollusca fue más abundante en P1, obteniendo un máximo de 148,15 Ind/m<sup>2</sup> (**Figura 29**), Esta variación en la dominancia de divisiones, se encuentra explicada por los aportes de los taxones *Chironomidae* sp y *Curculionidae* sp, cuyas densidades representaron más del doble de las registradas por las morfoespecies de Mollusca.



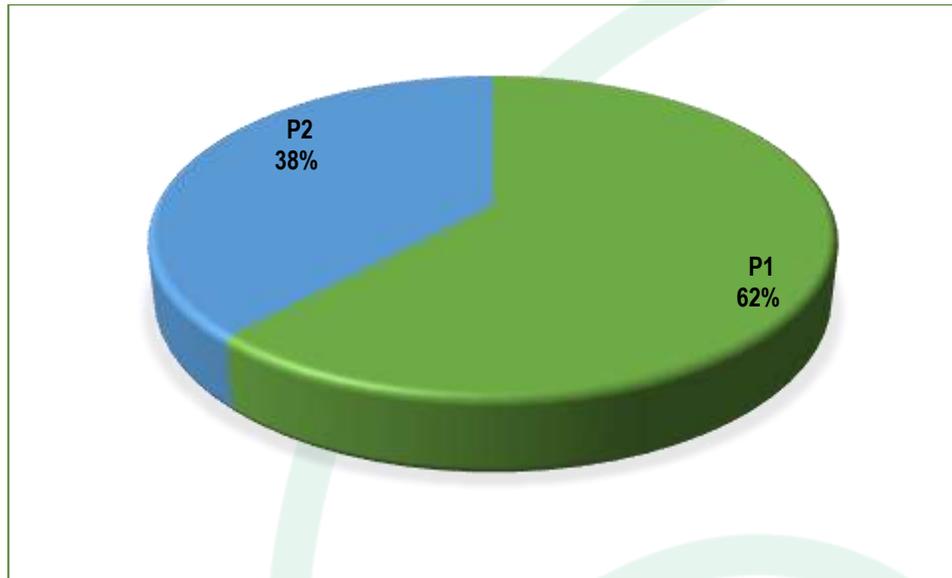


**Figura 29. Contribución a la densidad total de las divisiones bentónicas registradas en la ciénaga de Sabanagrande.**

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

Los valores de densidad total fueron relativamente bajos, siendo máximos en P1, ya que contó con el 62% de los aportes; por su parte, a P2 le correspondió el 38% restante (**Figura 30**). Estas diferencias en la densidad total a nivel de punto de monitoreo, se encuentran explicadas por los mayores aportes de *Chironomidae* sp, *Curculionidae* sp y *Planorbidae* sp en P1, los cuales fueron significativamente más altos que en P2. Así mismo, por la ausencia de *Goldenhorn marissa* y *Hydrobiidae* sp en P2, presentes en P1. De acuerdo con Quiroz *et al.* (2010), los ecosistemas lenticos tienen habitualmente baja diversidad y riqueza de macroinvertebrados, relacionadas con la poca disponibilidad de hábitats en las ciénagas debido a que la ausencia de parches de macrófitas afecta significativamente la diversidad de organismos. Adicionalmente, la baja profundidad de la ciénaga en época seca y el efecto de los vientos sobre la columna de agua provoca que el material del fondo esté en constante remoción provocando gradientes espaciales en las condiciones de nutrientes que se ven reflejados en la composición de macroinvertebrados.



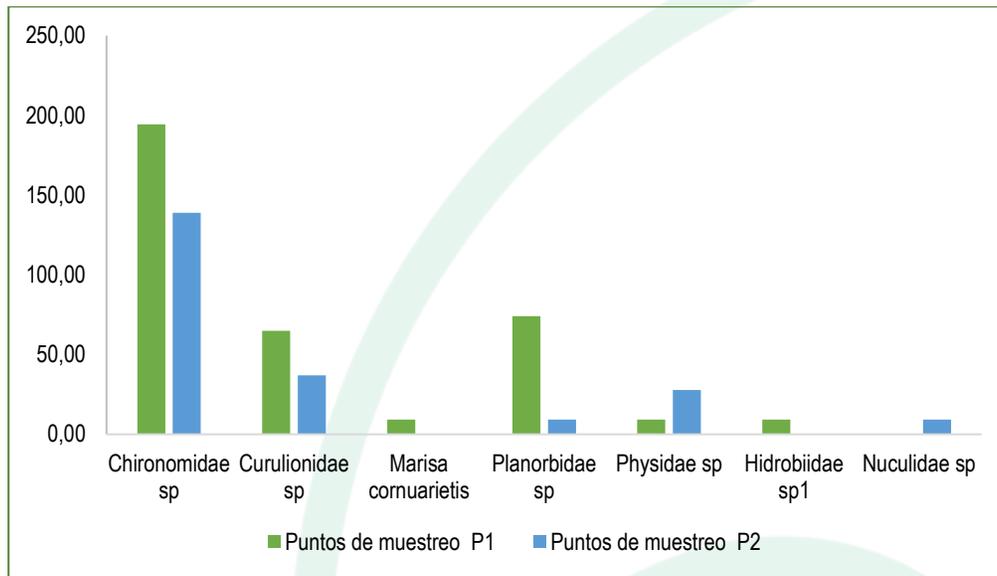


**Figura 30. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Sabanagrande.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

Las morfoespecies más abundantes fueron *Chironomidae* sp y *Curculionidae* sp, cuyas densidades máximas de observaron en P1 con 194,44 Ind/m<sup>2</sup> y 64,81 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente; mientras que las menos representativas fueron *G.marissa*, *Hydrobiidae* sp1 y *Nuculidae* sp (**Figura 31**). Los dípteros, se caracterizan por habitar en lugares húmedos, con vegetación abundante y fango (Oviedo-Machado y Reinoso-Flórez, 2018), específicamente, la familia *Chironomidae* se alimentan de materia vegetal orgánica en descomposición (Murillo y Córdoba, 2017), son sumamente tolerantes a grandes porcentajes de materia orgánica, razón por la cual son ampliamente utilizados como indicadores de contaminación por este factor (Alonso y Camargo 2005). Al alimentarse de detritus, juega un papel ecológico muy importante, ya que su actividad alimentaria se refleja como una disminución de la materia orgánica de los cuerpos de agua (Lenihan y Micheli 2001). Por lo general se encuentran relacionados con medios deficitarios de oxígeno u anóxicos (Roldán y Ramírez, 2000). Con relación a *Curculionidae*, comprende escarabajos fitófagos reconocidos por su capacidad de adaptarse a múltiples ambientes y desarrollar diferentes estrategias de alimentación. De acuerdo con Rua-García (2015) son tolerantes a las altas temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno y altas concentraciones de materia orgánica.





**Figura 31. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en la ciénaga de Sabanagrande.**

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

El índice de diversidad de Shannon-Weaver presentó valores comprendidos entre 1,2-1,1 bits/Ind lo que de acuerdo con Margalef (1998), corresponden a baja diversidad ( $H < 2,70$ ). Los ecosistemas lénticos tienen habitualmente baja diversidad y riqueza, lo cual está relacionado con la poca disponibilidad de hábitats en las ciénagas, ya que las macrófitas y el sedimento del fondo constituyen los únicos sustratos disponibles.

La equitatividad de Pielou ( $J'$ ) obtuvo valores medios y relacionados con la dominancia de los taxones *Chironomidas sp* y *Curculionidae sp*, cuyas densidades fueron considerablemente superiores a las de las morfoespecies restantes. La disminución en la equitatividad de las comunidades biológicas responde a su baja diversidad de especies, ya que este índice tiene en cuenta la distribución de las abundancias dentro de las comunidades. Así cuando la diversidad es baja, existe una distribución heterogénea en las abundancias de las especies atribuible a factores bióticos y abióticos que ejercen fuertes presiones fisiológicas que limitan la distribución uniforme de los taxones (Roldán, 1999), favoreciendo la dominancia de ciertos grupos biológicos en detrimento de otros.



El índice de Simpson, registró valores medios y consistentes con la equitatividad, la cual estuvo dada por las morfoespecies *Chironomidas* sp y *Curculionidae* sp. Por su parte, el índice de Margalef obtuvo registros indicadores de niveles de diversidad bajos (<2) (Tabla 63).

**Tabla 63. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande.**

Índice	P1	P2
Taxa_S	6	5
Individuals	361,1	222,23
Dominance_D	0,3662	0,4375
Shannon_H	1,248	1,117
Margalef	0,849	0,7402
Equitability_J	0,6967	0,6941

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

#### 5.1.3.1.6 ICTIOFAUNA

El ensamblaje de peces de la ciénaga de Sabanagrande estuvo representado por tres especies pertenecientes a tres familias y dos órdenes, que en total presentaron una abundancia de cinco individuos, que fue dominada por *Prochilodus magdalenae* y *Caquetaia kraussii*. (Tabla 64).

**Tabla 64. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Sabanagrande en diciembre de 2020 a enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	0	1	0	0
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	0	0	1	1
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	0	0	1	1

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

Los escasos registros logrados no permiten un análisis de la estructura del ensamblaje. Aun así, es de advertir que las tres especies registradas son nativas, estenohalinas y son parte de las especies más representativas de las ciénagas de la cuenca del Magdalena (Arango-Rojas *et al.*, 2008).



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 150 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

*Prochilodus magdalenae*, es una especie reconocidas a nivel nacional como migrante potamódroma (Naranjo y Amaya-Espinel, 2009) y se considera una especie vulnerable en categoría VU (A2c, d) por Mojica et al. (2012) y VU en la Resolución 1912 de 2017 del MADS (MADS, 2017).

Las tres especies registradas en la ciénaga de Sabana Grande son de importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).

## **5.1.4 Ciénaga de Santo Tomas.**

### **5.1.4.1 Variables Hidrobiológicas.**

#### **5.1.4.1.1 FITOPLANCTON**

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga Santo tomas registró una densidad total 399092 Ind/L, distribuidos en 19 morfoespecies, 12 familias, ocho (8) órdenes, siete (7) clases y cinco (5) divisiones (**Tabla 65**). La división más diversificada fue la Euglenozoa con el 40% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias con el 28%, y Chlorophyta con 20% y de la riqueza del sistema.

La mayor dominancia de las morfoespecies de Euglenófitos se debe a que estas crecen en aguas ricas en nutrientes y materia orgánica aportando oxígeno evitando condiciones anóxicas, permitiendo el crecimiento de bacterias anaeróbicas que depuran el agua. Por su parte para la división Chlorophyta es cosmopolita, representativa de aguas dulces, además está relacionada eutrofia, alto contenido de Ca, y una relación Nitrógeno/Fosforo alta, se ha establecido que estas algas prefieren las aguas mesosaprobias (Pinilla, 2000; Heinz Streble & Dieter Krauter, 1987). En cuanto a Las Cyanobacterias como componentes del fitoplancton, son reconocidas por ser indicadoras de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009). La alta variedad de clorófitas es una condición típica de muchos sistemas tropicales dulceacuícolas, aunque en términos de densidad y biomasa tienden a ser relevadas por otros grupos (Ramírez 2000).



**Tabla 65. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga Santo tomas.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie			
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp</i>			
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>			
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>			
				<i>Arthrospira sp</i>			
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp1</i>			
			Hydrodictyceae	<i>Tetraedron sp1</i>			
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp1</i>			
			Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp1</i>			
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp2</i>			
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>			
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>			
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp2</i>			
				<i>Strombomonas sp1</i>			
			Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>			
				<i>Lepocinclis sp2</i>			
				<i>Phacus sp1</i>			
				<i>Phacus sp2</i>			
				<i>Phacus sp3</i>			
				<i>Phacus sp4</i>			
			<b>5</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>19</b>

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

**Tabla 66. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga Santo tomas.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Aphanocapsa sp</i>	1239,4	540,3
<i>Oscillatoria sp1</i>	0	58,1
<i>Planktothrix sp</i>	193750,2	170857,7
<i>Arthrospira sp</i>	16735,8	11332,9
<i>Scenedesmus sp1</i>	0	38,8
<i>Tetraedron sp1</i>	41,2	0
<i>Oocystis sp1</i>	0	19,4
<i>Actinastrum sp1</i>	355,5	57,7
<i>Closterium sp2</i>	42,0	0
<i>Navicula sp1</i>	0	77,5
<i>Cyclotella sp</i>	0	2762,7

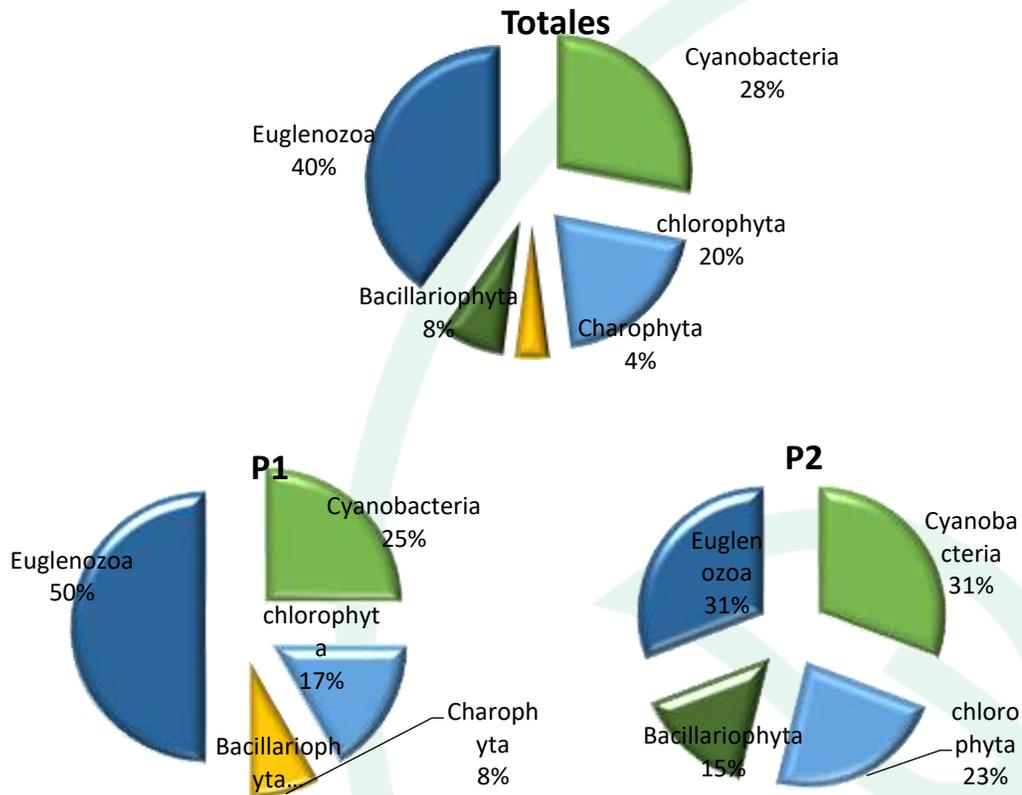


Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Euglena sp2</i>	0	58,1
<i>Strombomonas sp1</i>	0	19,4
<i>Lepocinclis acus</i>	273,8	154,6
<i>Lepocinclis sp2</i>	42,7	0
<i>Phacus sp1</i>	334,9	0
<i>Phacus sp2</i>	61,9	154,8
<i>Phacus sp3</i>	62,6	0
<i>Phacus sp4</i>	20,6	0
<b>TOTAL</b>	<b>212960</b>	<b>186132</b>

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

En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza fue muy similar, en la estación P1 se registraron 12 morfoespecies y totalizando 13. En P1 las Euglenozoa registraron el 50% en sucesión de las Cyanobacterias con el 25% de la riqueza total de las morfoespecies, seguida por Chlorophyta con el 17% de la riqueza total de especies; en cuanto a el punto P2 las riquezas se distribuyeron con el mayor número de morfoespecies para el Phylum de las Euglenozoa y Cyanobacterias ambas con el 31% y Chlorophyta con el 23% de la riqueza y por último Bacillariophyta con el 15% (**Figura 32**).



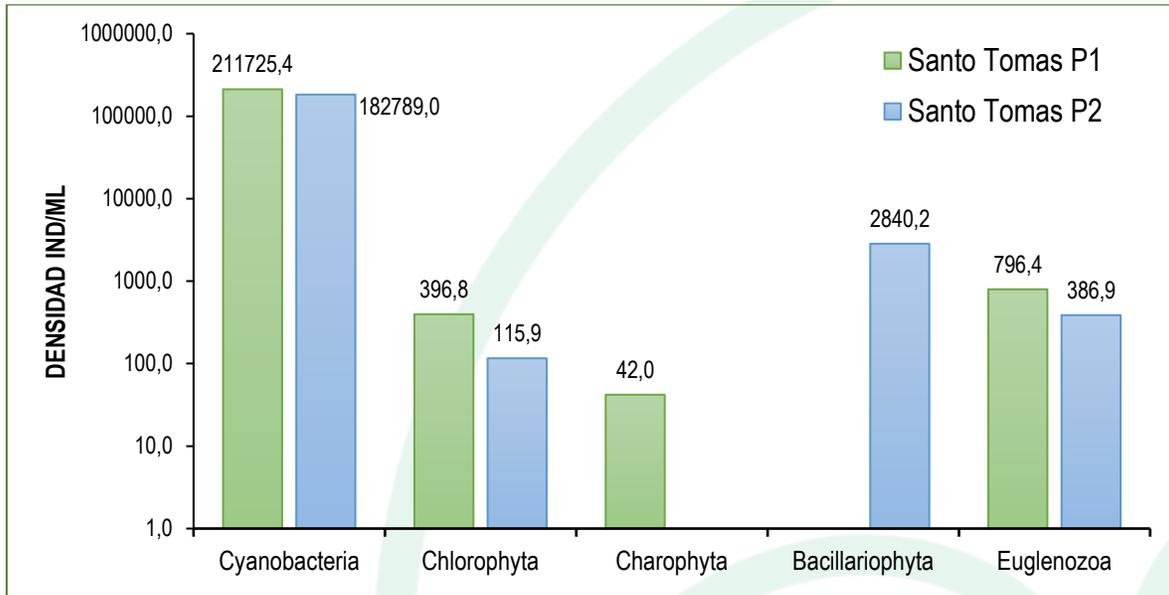


**Figura 32. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga Santo Tomas, en diciembre de 2020.**

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

A nivel espacial, la densidad de especies registró los mayores valores en P1 con una densidad de 212954,4 Ind/L, el punto P2 tuvo una densidad de 186125 Ind/L las Cyanobacterias realizaron los mayores aportes en cada punto de muestreo con mas del 98% de la densidad total para cada punto de muestreo. (Figura 33).





**Figura 33. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga de Santo Tomas.**

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

La densidad más alta se registró en Santo Tomas P1. Tanto en el punto P1 y P2 las morfoespecies más abundantes fueron *Planktothrix* sp. Y *Arthrospira* sp. El género *Arthrospira* es una cianobacteria filamentosa no diferenciada, habitante de lagos alcalinos (Moreno y Olvera-Ramírez, 2006). Y el género *Planktothrix* ha sido reportada en la literatura como productora de cianotoxinas, siendo muy abundante y predominante.

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 67**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga Santo tomas presenta una diversidad baja, siendo mayor en el punto P3 con 13 morfoespecies; la equitatividad presentó valores bajos  $J'0,14$  (P1) y  $J'0,13$  (P2), es decir que las densidades de las morfoespecies tienden a ser heterogéneas por lo que el índice de dominancia presentó valores altos-,  $\lambda$  0,83 (P1) y  $\lambda$  0,84 (P4) indicando que hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra, el índice de Margalef indico una diversidad baja, para el punto P1  $d=$  0,89 y P2  $d=$  0,98 dado que sus valores fueron inferiores a 2,



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 155 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

según Margalef (1995) valores superiores a 2,0 son relacionados con zonas de una diversidad normal y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

**Tabla 67. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga de Santo Tomas en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	12	212954	0,1432	0,3559	0,8339	0,1661	0,8966
P2	13	186125	0,1383	0,3547	0,8465	0,1535	0,9889

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

#### 5.1.4.1.2 ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica de la ciénaga de Santo Tomas se estructuro a partir de 45 morfoespecies, pertenecientes a 19 familias, nueve (9) órdenes, seis (6) clases de cuatro (4) Phylum, tal como se observa en la Tabla 68. El análisis de la contribución de los Phylum permitió evidenciar que los rotíferos aportaron la mayor riqueza, 31 morfoespecies (68,9% de la riqueza total), seguidos por Amoebozoa y los Arthropoda con 8 (17,8%) y 5 (11,1%) morfoespecies respectivamente, mientras que los Ciliophora con tan solo una (1) (2,2%) morfoespecie, como se observa en la **Figura 34**.

La distribución espacial de la riqueza presentó el mismo comportamiento que la generalidad, con predominio de rotíferos tanto en el Punto 1 (23 morfoespecies, 67,9 %) como en el Punto 2 (27 morfoespecies, 75,0 %), seguido por los Amoebozoa con un aporte del 19,4 % (7 morfoespecies) en el P1 y 13,9 % (5 Morfoespecies) en el P2; y de Arthropoda con el 13,9 % (5 morfoespecies) en el P1 y 11,1 % en el P2 (4 Morfoespecies), mientras que el Phylum Ciliophora estuvo representado por una morfoespecie en el Punto 1 (2,8 %), como se evidencia en la **Figura 34**. La importancia ecológica de los rotíferos consiste en el corto tiempo de generación y taza alta de renovación poblacional, así como la transfieren de materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y debido a que son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente



(Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), los cambios en la estructura y composición de su comunidad los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua.

**Tabla 68. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga Santo Tomas, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo		
					P1	P2	
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoidea</i>	4,25	0	
				<i>Arcella gibbosa</i>	4,25	3,85	
				<i>Arcella hemisphaerica</i>	8,50	0	
			Centropyxidae	<i>Centropyxis spp</i>	4,25	0	
				Diffugiidae	<i>Diffugia acuminata</i>	4,25	4,20
			<i>Diffugia acutissima</i>		4,65	10,50	
			<i>Diffugia paulii</i>		0	3,85	
			<i>Diffugia spp</i>		37,93	65,45	
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina spp</i>	4,45	78,75	
	Maxillopoda	Calanoida	Calanoida ND	Calanoida ND Morfoespecie 1	8,50	0	
		Cyclopoida	Cyclopoida ND	Cyclopoida ND Morfoespecie 1	15,28	46,20	
		Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio	318,85	453,95	
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1	51,40	113,75	
Ciliophora	Ciliatea	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella spp</i>	4,65	0	
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	Testudinellidae	<i>Testudinella spp</i>	0	8,40
				<i>Filinia longiseta</i>	100,43	88,20	
				<i>Filinia spp</i>	4,25	3,50	
				<i>Filinia terminalis</i>	6,58	5,95	
				<i>Horaella spp</i>	0	4,20	
				<i>Trochosphaera spp</i>	0	4,20	
				<i>Asplanchna sieboldi</i>	12,75	0	
		Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna spp</i>	4,65	3,85	
				<i>Asplanchnopus spp</i>	58,58	33,60	
				<i>Anuraeopsis spp</i>	0	4,20	
			Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	15,48	21,70	
				<i>Brachionus calyciflorus</i>	6,58	14,00	
				<i>Brachionus caudatus</i>	10,83	21,00	
				<i>Brachionus dimidiatus</i>	6,78	68,25	
				<i>Brachionus dolobratius dolobratius</i>	34,80	52,85	
				<i>Brachionus falcatus</i>	17,20	11,20	
				<i>Brachionus havanaensis</i>	8,50	46,20	

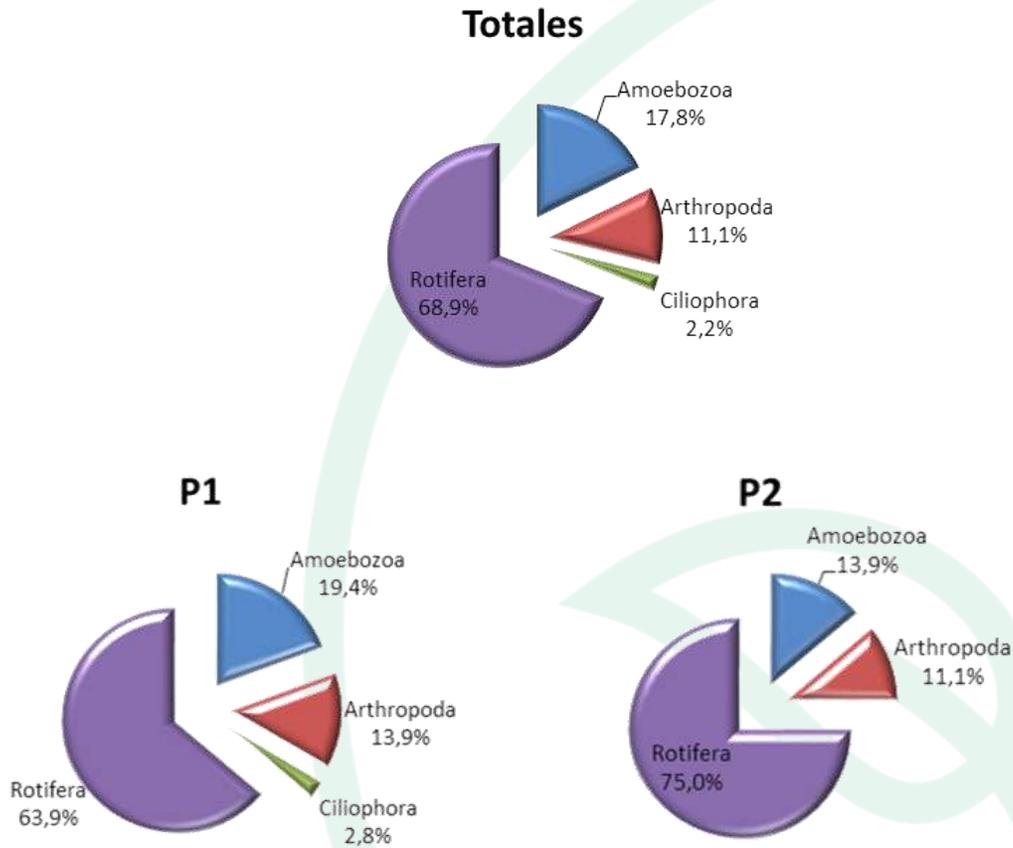


Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
				<i>Brachionus mirux f. angustus</i>	55,33	181,65
				<i>Brachionus sp 1</i>	0	4,20
				<i>Keratella spp</i>	4,25	21,00
				<i>Keratella tropica</i>	25,90	791,00
			Epiphanidae	<i>Epiphanes clavatula</i>	0	3,50
				<i>Epiphanes spp</i>	0	88,20
			Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	4,25	3,85
				<i>Lecane luna</i>	8,50	8,05
				<i>Lecane spp</i>	4,45	37,45
			Lepadellidae	<i>Colurella uncinata</i>	4,65	0
				<i>Lepadella romboides</i>	0	8,40
			Notommatidae	<i>Monommata sp</i>	4,65	0
			Proalidae	<i>Proales sp</i>	4,25	0
			Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>	4,25	3,85

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

Igualmente, el Phylum Rotifera presentó la mayor abundancia total, con 1950,3 Ind/L, lo que correspondió al 60,9 % de la abundancia total, precedida por Arthropoda con 1091,1 Ind/L (34,1 %), Amoebozoa con 155,9 Ind/L (4,9%) y Ciliophora con 4,7 Ind/L (0,1 %), como se observa en la **Figura 35**. Igualmente, la abundancia en el Punto 1 para el Phylum Rotifera fue la mayor con 407,9 Ind/L (46,4 %), seguido por Arthropoda con 398,5 Ind/L (45,3 %), Amoebozoa con 68,1 Ind/L (7,7 %) y Ciliophora con 4,7 Ind/L (0,5 %). Por su parte, en el Punto 2, la abundancia de los rotíferos fue de 1542,5 Ind/L, representando un 66,4 % de la abundancia total, precedido por los artrópodos con 629,7 Ind/L (29,8 %), y las amebas con 155,9 Ind/L (3,8 %). Se evidenció mayor la abundancia total en el Punto 2 (2323,0 Ind/L) que en el Punto 1 (879,1 Ind/L).

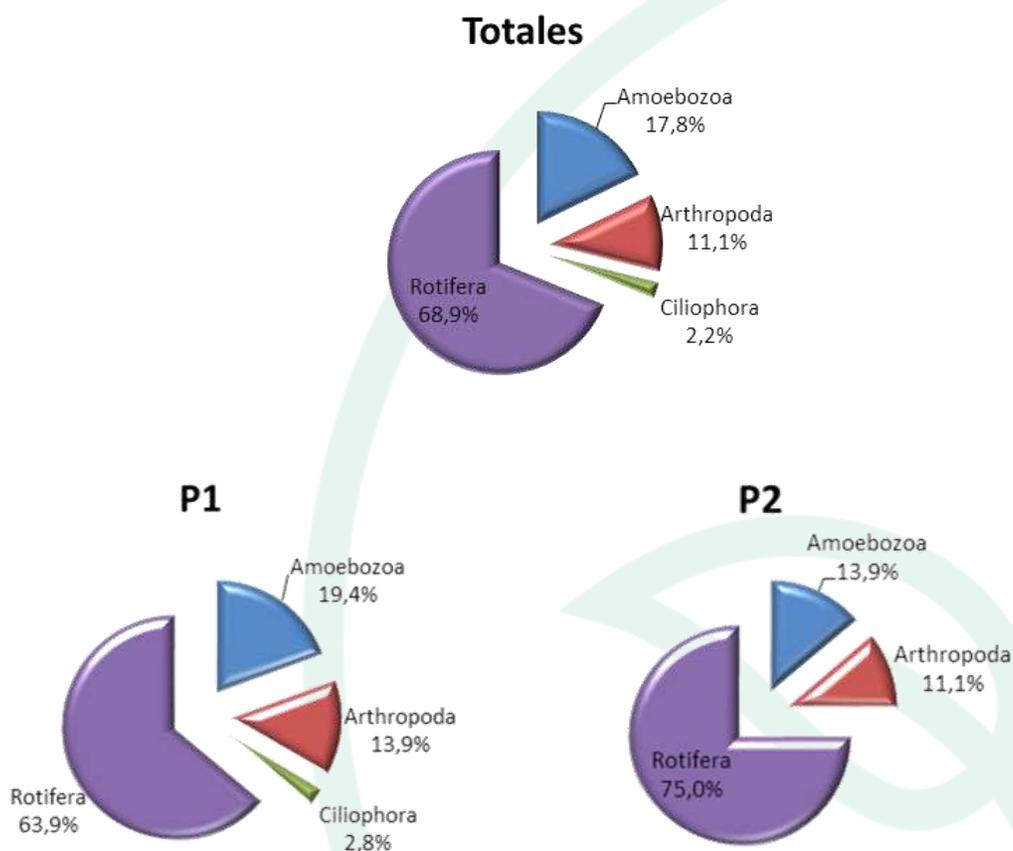




**Figura 34. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Santo Tomas, en diciembre de 2020.**

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





**Figura 35. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Santo Tomas, en diciembre de 2020.**

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

El comportamiento anterior es indicador de aguas eutrofizadas en todos los puntos monitoreados en la ciénaga Santo Tomas, pues los rotíferos son bioindicadores de eutrofia y estratificación, lo cual es ratificado por el segundo grupo más abundante, los artrópodos, con el componente de copépodos (Pinilla, 2000).

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga Santo Tomas presenta una diversidad medio-alta en los dos sitios de muestreo;



evaluada tanto con el índice de diversidad de Shannon-Wiener y alta con el de Simpson, siendo mayor en el Punto 1 ( $H'(\log_e)=2,552$ ;  $1-\lambda=0,838$ ), como se observa en la **Tabla 69**. Por su parte, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró que una estructura medianamente uniforme (equidad medio-alta) en la población en los dos puntos monitoreados, siendo mayor en el Punto 1 (0,712) que en el Punto 2 (0,666); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar que los dos puntos presentan valores bajos, o baja dominancia, siendo menor en el Punto 1 (0,162).

**Tabla 69. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de Santo Tomas en diciembre de 2020. Equidad ( $J'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	$J'$	$H'(\log_e)$	$H'(\log_{10})$	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )
P1	36	879,1	0,712	2,552	1,108	0,162	0,838
P2	36	2323,0	0,666	2,385	1,036	0,170	0,830

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

#### 5.1.4.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga de Santo Tomas registró en total 3419 individuos, distribuidos en 22 morfoespecies, 15 familias, 12 órdenes, siete (7) clases y cinco (5) divisiones (**Tabla 70**). La división más diversificada fueron la Bacillariophyta (diatomeas) con el 54% de las morfoespecies seguida por las Chlorophyta (Algas verdes), Charophytas y Cyanobacterias (algas verdeazules) aportaron cada uno el 14 % de la riqueza en el sistema. La mayor dominancia de las morfoespecies de Bacillariophyta está relacionada con su habilidad colonizadora (Rodrigues et al, 2003), además de ello se caracterizan por ser uno de los grupos algales de mayor distribución en los trópicos (Roldán y Ramírez, 2008), algunos géneros registrados han sido catalogados como indicadores de procesos eutróficos. La alta variedad de clorófitas es una condición típica de muchos sistemas tropicales dulceacuícolas, aunque en términos de densidad y biomasa tienden a ser relevadas por otros grupos (Ramírez 2000).



**Tabla 70. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga Santo Tomas.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>
				<i>Oscillatoria sp3</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Tetrastrum sp1</i>
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp1</i>
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp2</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp2</i>
				<i>Closterium sp2</i>
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra ternata</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp1</i>
				<i>Navicula sp2</i>
				<i>Nitzschia sp1</i>
				<i>Nitzschia sp2</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>
				<i>Pinnularia sp2</i>
			Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp2</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>
				<i>Gomphonema sp2</i>
	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp1</i>		
	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>

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

**Tabla 71. Densidad de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga Santo Tomas.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Oscillatoria sp1</i>	634,7	1467,0
<i>Oscillatoria sp3</i>	29,0	0,0
<i>Spirulina sp1</i>	68,6	0,0
<i>Tetrastrum sp1</i>	0,0	40,9
<i>Oedogonium sp1</i>	394,4	290,1
<i>Ulothrix sp2</i>	650,2	364,5
<i>Cosmarium sp2</i>	0,0	25,0
<i>Closterium sp2</i>	7,3	0,0
<i>Spirogyra ternata</i>	144,4	0,0
<i>Navicula sp1</i>	5106,6	6756,4
<i>Navicula sp2</i>	54,1	0,0

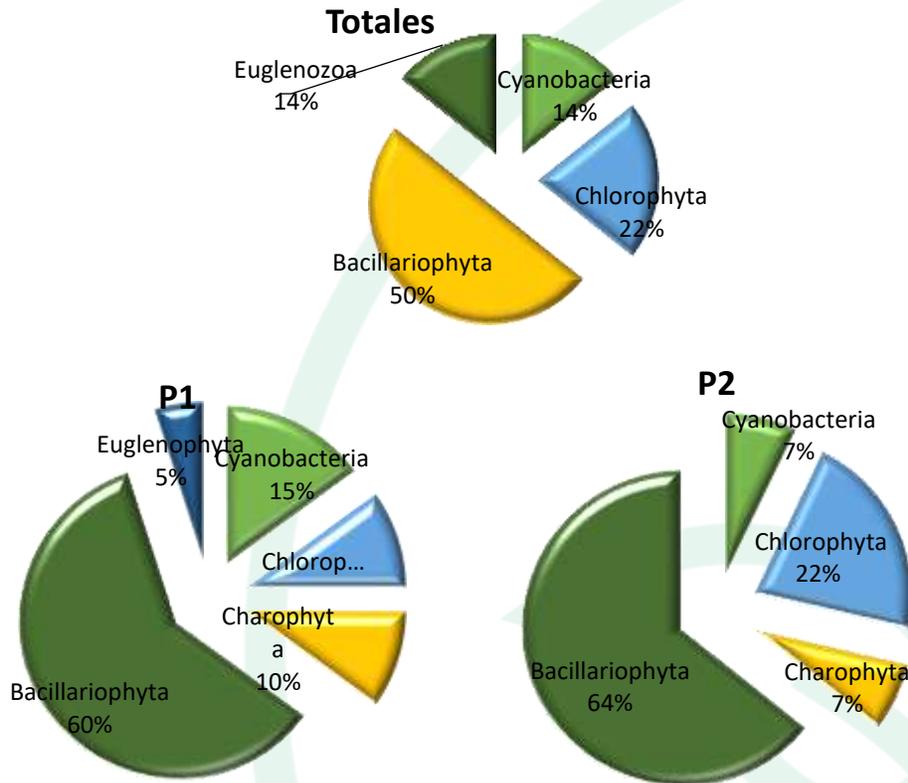


Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Nitzschia sp1</i>	18,0	24,6
<i>Nitzschia sp2</i>	45,3	0,0
<i>Pinnularia sp1</i>	14,5	0,0
<i>Pinnularia sp2</i>	2243,7	355,7
<i>Gyrosigma sp2</i>	0,0	49,1
<i>Eunotia sp1</i>	316,6	975,3
<i>Gomphonema sp1</i>	1641,8	2654,2
<i>Gomphonema sp2</i>	54,1	947,3
<i>Cymbella sp1</i>	969,1	1605,7
<i>Melosira sp</i>	36,3	83,2
<i>Euglena sp1</i>	18,0	0,0
<b>Total</b>	<b>12446,7</b>	<b>15638,9</b>

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

En los puntos de muestreo de la ciénaga P1 aportó la mayor riqueza con 19 taxa, Las Bacillariophytas el punto P1 tuvo mayor riqueza de especies con el 60% en sucesión de las Cyanobacterias con el 15% de la riqueza total de las morfoespecies, seguida por Chlorophyta y Charophyta ambas con el 10% por ultimo Euglenozoa con el 5% de la riqueza total de especies, en P2 la riqueza fue menor con 14 morfoespecies con un mayor aporte a la riqueza por parte de las Bacillariophyta con el 64% y Chlorophyta con el 22% de la riqueza, seguida de por ultimo de Cyanobacterias y Charophyta ambas con el 7%(Figura 36).



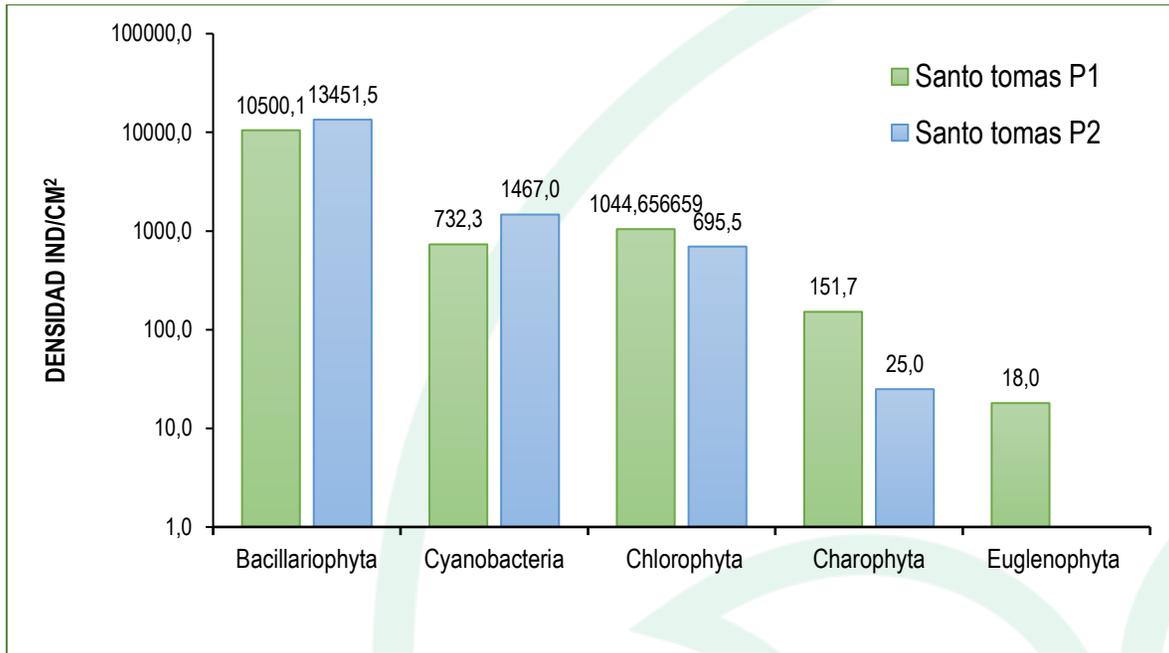


**Figura 36. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga Santo Tomas, en diciembre de 2020.**

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

La densidad más alta se registró en P2 (15638.9 Ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P1 la densidad fue menor con 12446.7 Ind/cm<sup>2</sup>, las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula sp2* (6756.4 Ind/cm<sup>2</sup>) y *Gomphonema sp1* (2654.2 Ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P1 la morfoespecie más representativa fue *Navicula sp1* (5106.6 ind/cm<sup>2</sup>) y *Pinnularia sp2* (1641.8 Ind/cm<sup>2</sup>), están relacionada con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008). (Figura 37).





**Figura 37. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Santo Tomas.**

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

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 72**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga de Santo tomas presenta una diversidad moderada, siendo mayor en el punto P1 con 19 morfoespecies; la equitatividad presentó valores medios ( $J'0,63-0,67$ ), donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes por lo que el índice de dominancia presentó valores bajos ( $\lambda 0,22-0,24$ ) indicando que no hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra, el índice de Margalef indico una diversidad ligeramente alta, para el punto P1  $d= 2,45$  y p2  $d= 1,72$  dado que sus valores fueron cercanos a 2, según Margalef (1995) valores superiores a 2,0 son relacionados con zonas de una diversidad normal y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.



**Tabla 72. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga de Santo Tomas en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	19	12446,7	0,6363	0,6363	0,2267	0,7733	2,456
P2	14	15638'9	0,6788	0,6788	0,2438	0,7562	1,722

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

#### 5.1.4.1.4 MACROFITAS

Se registraron cinco especies de macrófitas acuáticas en la ciénaga de Santo Tomas, pertenecientes a dos familia y dos órdenes, de las cuales *Ipomoea aquatica* fue la especie con mayor cobertura en cada punto de muestro (Tabla 73).

**Tabla 73. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga Santo Tomas en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Biotipo
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i>	He
		Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Ac
		Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Ac
		Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	AC
		Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	He

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

*I. aquatica* y *E. crassipes* fueron las especies dominantes con los mayores porcentajes de cobertura en P1 y P2 en la ciénaga de Santo Tomas (Tabla 74). Las otras tres especies presentaron coberturas bajas.



**Tabla 74. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga Santo Tomas en diciembre de 2020 - enero de 2021**

Especie	P1			P2		
	día 1	día 2	Promedio del % cobertura	día 1	día 2	Promedio del % cobertura
<i>Eichornia crassipes</i>	4,8	4,4	4,6	100	1,6	50,8
<i>Pistia stratiotes</i>	0,4	1,2	0,8	0	0,8	0,4
<i>Ipomea aquatica</i>	91,6	91,6	91,6	0	97,2	48,6
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	0,8	0,8	0,8	0	0	0
<i>Mimosa pudica</i>	2,4	2	2,2	0	0,4	0,2

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

De las cinco especies registradas tres son exóticas. El carácter exótico y de alto potencial invasor de *E. crassipes* y *I. aquatica* fueron descritos en el análisis de los resultados de las ciénagas de Mesolandia y Sabanagrande respectivamente.

La tercera especie exótica es *Pistia stratiotes*. Estas son plantas flotantes que encajan en la clasificación biotipológica de Helophyta de Schmidt-Mumm (1998). En condiciones naturales alcanza grandes densidades, llegando a ser tan agresiva como *E. crassipes* y causar múltiples problemas (Cardenas-López *et al.*, 2017). Puede adaptarse fácilmente a nuevas condiciones y se reproduce de manera acelerada, lo cual facilita su papel como colonizador (Thomaz *et al.*, 2015).

La ciénaga de Santo Tomas fue el cuerpo de agua con mayor número de especies de macrófitas acuáticas de los analizados en el presente documento. Pero esa mayor riqueza de especies se debe a la presencia de especies exóticas con alto poder invasivo y que producen efectos negativos a los ecosistemas nativos, por lo que debe considerar a esta ciénaga en estado crítico respecto de su macroflora acuática. Condición que se debe confrontar con el hecho de que la cobertura total de macrófitas acuáticas fue de casi el 30% del espejo de agua y que esta ciénaga también fue el cuerpo de agua con menores niveles de oxígeno disuelto, a pesar de no tener altos niveles de DBO<sub>5</sub>.



#### 5.1.4.1.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás, estuvo conformada por nueve (9) morfoespecies, distribuidas en tres (3) divisiones, cuatro (4) clases, siete (7) órdenes y nueve (9) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 75**.

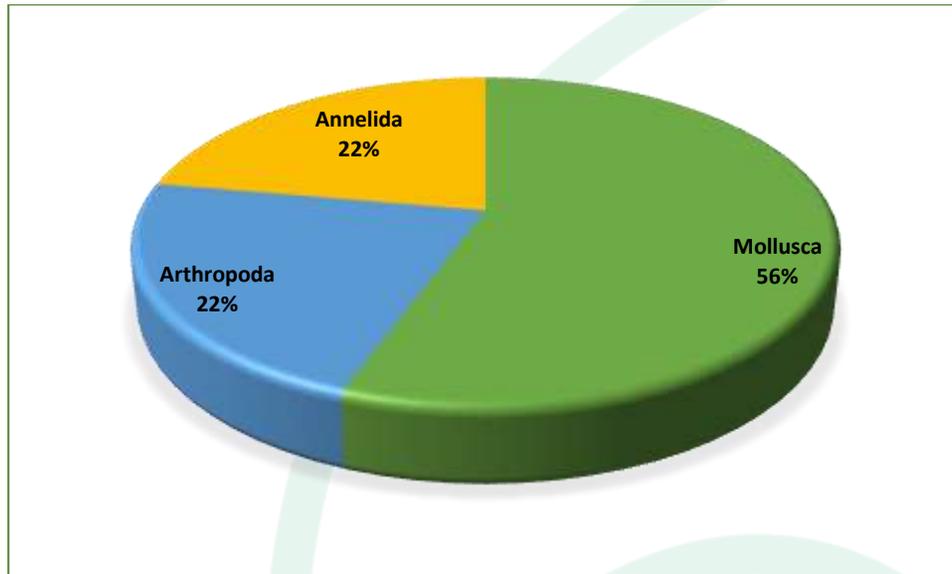
**Tabla 75. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga de Santo Tomás.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Polymesoda sp</i>	0,00	1,85
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>	40,74	7,41
		Basommatophora	Planorbidae	<i>Planorbidae sp</i>	3,70	0,00
			Physidae	<i>Physidae sp</i>	0,00	1,85
		Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Hydrobiidae sp1</i>	5,56	0,00
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomidae sp</i>	0,00	1,85
		Odonata	Coenagrionidae	<i>Coenagrionidae sp</i>	11,11	7,41
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubificidae sp</i>	12,96	11,11
			Naididae	<i>Naididae sp</i>	0,00	42,59
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>50,00</b>	<b>11,11</b>

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

La división Mollusca fue la más representativa en términos de riqueza, ya que contó con el 56% de las morfoespecies, por su parte Arthropoda y Annelida registraron el 48% restante en proporciones iguales (**Figura 38**). Según señala Barchi (2012), la proliferación de especies de moluscos es facilitada por la ocurrencia de condiciones óptimas como tipo de sustrato y disponibilidad de compuestos orgánicos e inorgánicos, específicamente de altas concentraciones de carbonato de calcio, el cual es requerido por este grupo de macroinvertebrados para la construcción de sus conchas. Por su parte, Arthropoda contiene un número de taxones más reducidos que toleran tales condiciones del fondo, dentro los cuales resaltan las fases larvales de algunas familias de dípteros, como por ejemplo *Chironomidae*.



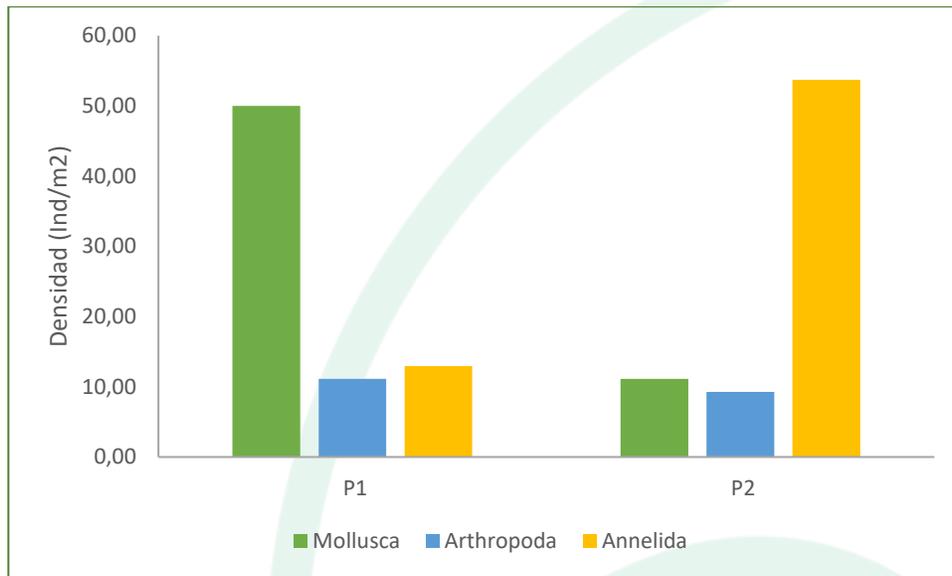


**Figura 38. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Santo Tomás.**

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

Se observaron variaciones espaciales en la composición bentónica de la ciénaga, la división Mollusca estuvo mejor representada en el punto P1, donde registró 50,0 Ind/m<sup>2</sup>, mientras que en el punto P2 dominaron los anélidos con una densidad de 53,70 Ind/m<sup>2</sup>. La división Arthropoda obtuvo densidades reducidas, siendo máximas en P1 (**Figura 39**). Oyague-Passuni y Maldonado-Fonkén (2015) indican que la variabilidad en la composición de macroinvertebrados está relacionada con la heterogeneidad espacial de los sitios de muestreo que es influenciada por la estructura física, la calidad del agua y las comunidades de plantas. Teniendo en cuenta esto, resulta probable que tales condiciones en la ciénaga favorezcan positivamente el establecimiento y desarrollo de taxas de Mollusca y Annelida cuyos registros representaron más del doble otros grupos como Arthropoda.



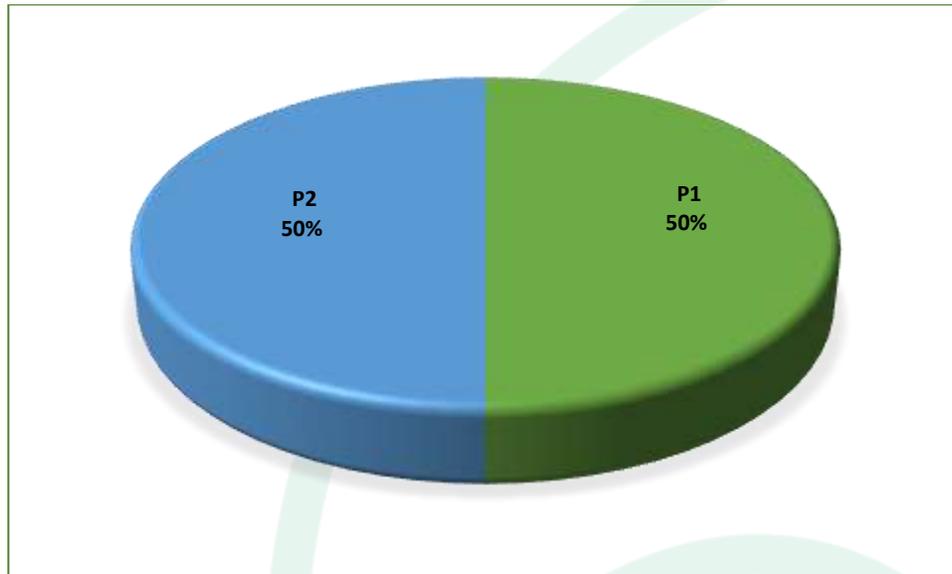


**Figura 39. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Santo Tomás por punto de monitoreo.**

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

Las densidades obtenidas fueron relativamente bajas, pero proporcionales entre los puntos de muestreo dado que cada uno obtuvo el 50% del valor total (**Figura 40**). Si bien los aportes en densidad fueron iguales entre los puntos la composición del ensamblaje fue diferencial ya que P1 estuvo caracterizado por morfoespecies como *Melanoides tuberculatus*, con alta capacidad de agregación; mientras que P2 estuvo dominado por anélidos resistentes a alta carga orgánica de la familia *Naididae*.



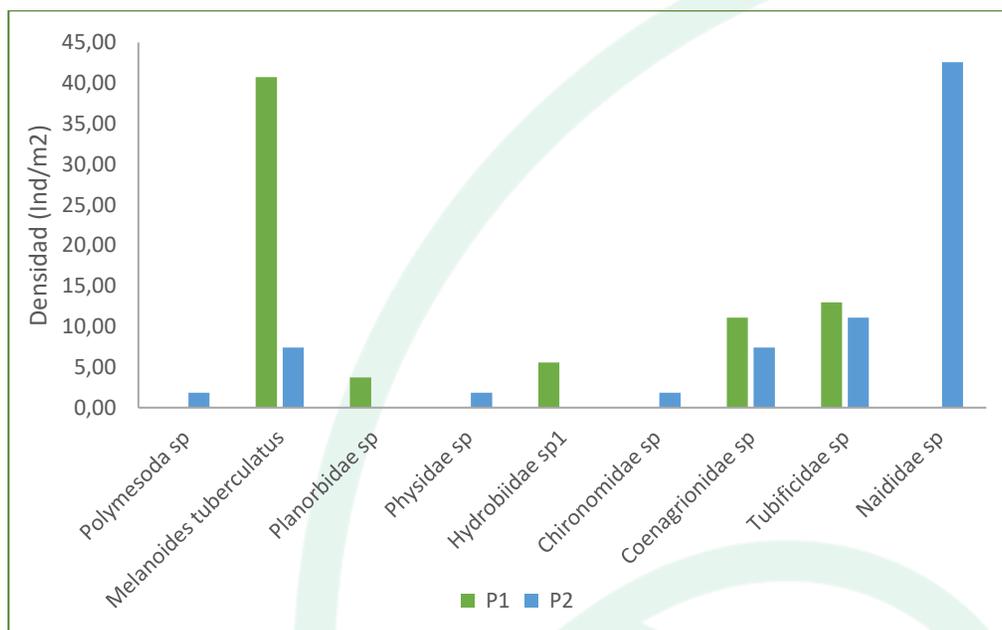


**Figura 40. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Santo Tomás.**

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

Las morfoespecies más abundantes fueron *M.tuberculatus* y *Naididae* sp con densidades máximas de 40,74 Ind/m<sup>2</sup> y 42,59 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente; mientras que las menos representativas fueron *Physidae* sp y *Planorbidae* sp (**Figura 41**). *M.tuberculatus* muestra una gran adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas, pero su establecimiento exitoso se asocia frecuentemente con ambientes eutróficos según lo señalan Martins-Silva y Barros (2001) y se le ha registrado incluso en cuerpos de agua contaminados por grandes cantidades de excrementos humanos y animales, así como en aguas residuales domésticas (Ndifon y Ukoli, 1989). En cuanto a los anélidos de la familia Naididae, habitan en sedimentos de ríos, arroyos y lagos (Alves y Lucca 2000), debido a su gran habilidad para nadar, son capaces de explorar hábitats bentónicos (Erséus y Gustavsson 2002) como macrófitos acuáticos (Jones *et al.*, 2000), larvas de Odonata (Corbi *et al.*, 2004) y moluscos (Buse 1972). En general, se asocian con aguas poco oxigenadas y eutróficas (Pinilla, 2000).





**Figura 41. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en la ciénaga de Santo Tomás.**

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

#### 5.1.4.1.6 ICTIOFAUNA

El ensamblaje de peces de la ciénaga de Santo Tomás estuvo representado por dos especies pertenecientes a dos familias y dos órdenes, que en total presentaron una abundancia de diez individuos, siendo *Prochilodus magdalenae* la especie con mayor abundancia relativa (**Tabla 76**).

**Tabla 76. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Santo Tomás en diciembre de 2020 a enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
Characiformes	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	1	1	2	0
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	1	1	3	1

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



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 172 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

El bajo registro del número de especies y de sus abundancias pueden estar asociados a limitaciones en el esfuerzo muestral realizado y a la selectividad de los artes de pesca empleados, no permitiendo realizar un análisis ecológico estructural. No obstante, la presencia de *Caquetaia kraussii*, la cual es una especie principalmente piscívora (Atencio-García *et al.*, 2005), abre la posibilidad de la existencia de una riqueza íctica mayor.

*Prochilodus magdalenae*, es una especie reconocidas a nivel nacional como migrante potamódroma (Naranjo y Amaya-Espinel, 2009) y se considera una especie vulnerable en categoría VU (A2c, d) por Mojica *et al.* (2012) y VU en la Resolución 1912 de 2017 del MADS (MADS, 2017).

Las dos especies registradas en la ciénaga de Sabana Grande son nativas, estenohalinas y de importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).

## 5.1.5 Ciénaga el Convento.

### 5.1.5.1 Variables Hidrobiológicas.

#### 5.1.5.1.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga el Convento registró en una densidad total de 413421 Ind/L, distribuidos en 19 morfoespecies, 12 familias, nueve (9) órdenes, siete (7) clases y cinco (5) divisiones (**Tabla 82**). La división más diversificada fue Euglenozoa con el 40% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (Cyanobacterias o algas verdeazules) con el 28% y Chlorophyta con el 20% en el cuerpo de agua (**Tabla 77**). La presencia de euglenófitos se debe a que estas crecen en aguas ricas en nutrientes y materia orgánica aportando oxígeno evitando condiciones anóxicas, permitiendo el crecimiento de bacterias anaeróbicas que depuran el agua. Las Cyanobacterias se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían de manera notable de las relaciones habituales y puede considerarse que todo cambio en la relación nitrógeno – fósforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de estas (Ramírez, 2000). Por su parte para la división Chlorophyta se ha reportado que es cosmopolita, representativa de aguas dulces, además está relacionada eutrofia, alto contenido de Ca, y una relación Nitrógeno/Fósforo



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 173 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

alta, y se han establecido como indicadoras de alta diversidad y cuerpos de agua con buenas condiciones, (concentración adecuada de nutrientes, pH neutro), también se ha establecido que estas algas prefieren las aguas mesosaprobias (Pinilla, 2000; Heinz Streble & Dieter Krauter, 1987).

**Tabla 77. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Convento**

Phylum o División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>
				<i>Arthrospira sp</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp1</i>
			Hydrodictyaceae	<i>Tetraedron sp1</i>
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp1</i>
			Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp1</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp2</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis sp2</i>
				<i>Phacus sp1</i>
				<i>Phacus sp2</i>
				<i>Phacus sp3</i>
				<i>Phacus sp4</i>
			Euglenaceae	<i>Strombomonas sp1</i>
				<i>Euglena sp2</i>
<b>5</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>19</b>

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

**Tabla 78. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Convento**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Aphanocapsa sp</i>	1275,1	561,0
<i>Oscillatoria sp1</i>	0	60,7
<i>Planktothrix sp</i>	199807,2	177786,0
<i>Arthrospira sp</i>	17382,7	11780,5
<i>Scenedesmus sp1</i>	0	40,9
<i>Tetraedron sp1</i>	45,1	0
<i>Oocystis sp1</i>	0	20,5
<i>Actinastrum sp1</i>	371,2	59,4

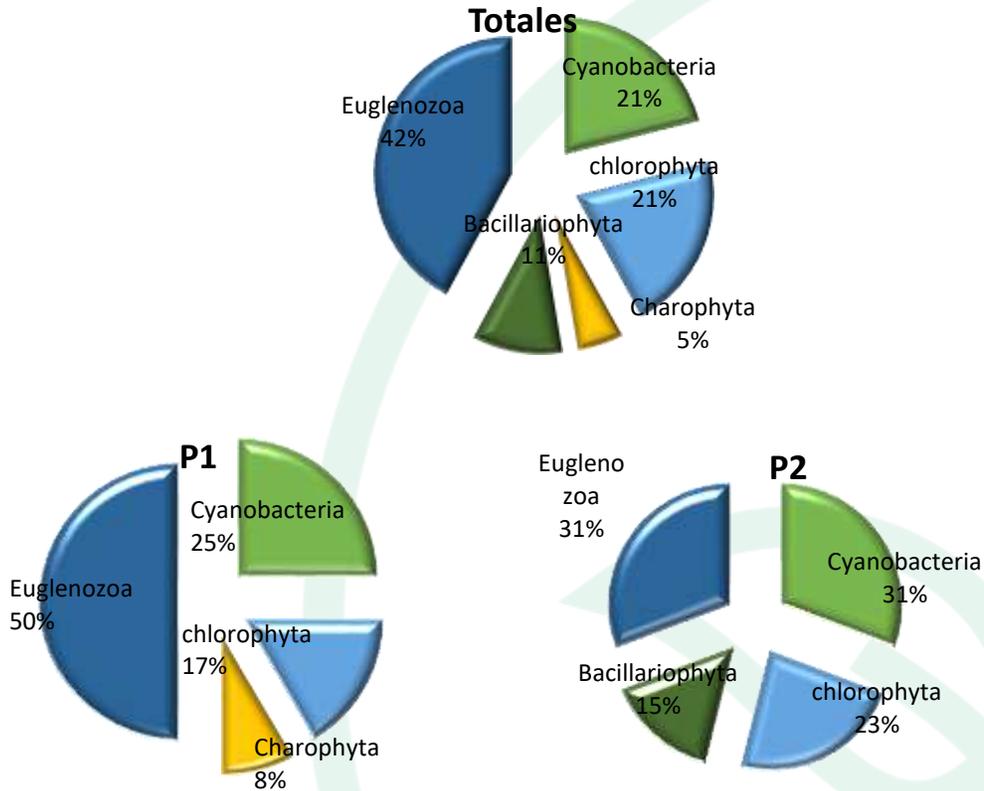


Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Closterium sp2</i>	43,4	0
<i>Navicula sp1</i>	0	81,2
<i>Cyclotella sp</i>	0	2876,5
<i>Lepocinclis acus</i>	279,3	161,0
<i>Lepocinclis sp2</i>	41,7	0
<i>Phacus sp1</i>	348,7	0
<i>Phacus sp2</i>	67,6	161,7
<i>Phacus sp3</i>	65,9	0
<i>Phacus sp4</i>	22,5	0
<i>Strombomonas sp1</i>	0	20,5
<i>Euglena sp2</i>	0	60,7
<b>TOTAL</b>	<b>219750</b>	<b>193671</b>

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

En los puntos de muestreo de la ciénaga, el grupo mejor representado por agrupar el mayor número de taxa fueron las Euglenozoa con el 42% de la riqueza total, seguida de las Cyanobacterias y Chlorophytas con el 21% para cada uno, el menor número de taxa fueron para las Bacillariophytas con el 11% y Charophytas con el 5%. En cuanto al Punto P1 las Euglenozoa registraron el mayor número de taxa con el 50% seguida de las Cyanobacterias con el 25% de la riqueza total de las morfoespecies; por el contrario, para el punto P2, el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas en el Phylum de las Euglenozoa y Cyanobacterias que representaron el 31% de la riqueza, seguida de las Chlorophyta con el 23% (Figura 42).



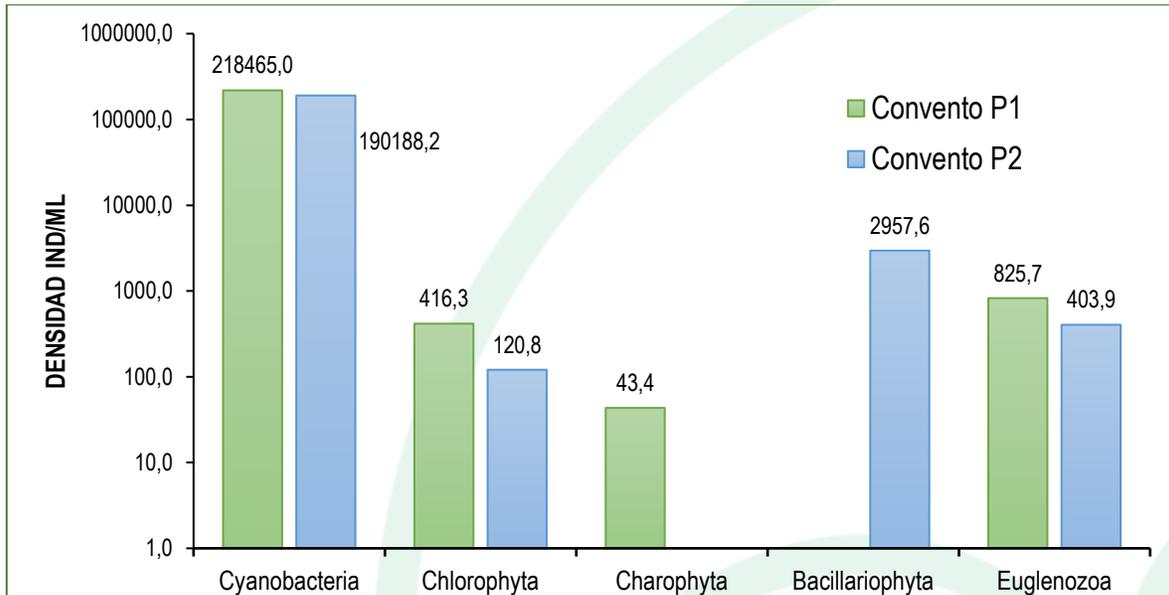


**Figura 42. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga el Convento, en diciembre de 2020.**

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

A nivel espacial, la densidad de especies registró proporciones diferentes entre los puntos, en punto P1 el de menor riqueza (12 morfoespecies) y una densidad de 219750 Ind/L, por el contrario, el punto P2 tuvo una mayor riqueza y menor densidad para este grupo con 193671 Ind/L. en la ciénaga las Cyanobacterias fueron dominantes en las densidades para cada punto de muestreo (**Figura 43**).





**Figura 43. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Convento.**

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

En el punto P1 y P2 las morfoespecies más abundantes fueron *Planktothrix* sp y *Arthrospira* sp. El género *Arthrospira* es una cianobacteria filamentosa no diferenciada, habitante de lagos alcalinos (Moreno y Olvera-Ramírez, 2006). Y el género *Planktothrix* ha sido reportada en la literatura como productora de cianotoxinas, siendo muy abundante y predominante.

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la

**Tabla 79**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga el Convento presenta una diversidad baja, siendo mayor en el punto uno con 12 morfoespecies; la equitatividad presentó valores bajos para ambos puntos  $J'$  0,14 (P1) y  $j'$  0,13 (P2), donde las densidades de las morfoespecies no tienden a ser homogéneas por lo que el índice de dominancia presentó valores altos  $\lambda$  0,83 (P1) y  $\lambda$  0,84 (P2) indicando que hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra, el índice de Margalef indicó una diversidad general baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.



**Tabla 79. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga el Convento en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	12	219745	0,1439	0,3575	0,833	0,167	0,8943
P2	13	193665	0,1383	0,3546	0,8466	0,1534	0,9857

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

### 5.1.5.1.2 ZOOPLANCTON

Para la ciénaga El Convento, la comunidad zooplanctónica se estructuró a partir de 40 morfoespecies, pertenecientes a 21 familias de ocho (8) órdenes, cinco (5) Clases y tres (3) Phylum, como se observa en la **Tabla 80**. El Phylum Rotifera contribuyó con un mayor número de taxa (28 morfoespecies, 70 % de la riqueza total), seguido por los aportes de Arthropoda (8 morfoespecies, 20 %) y Amoebozoa (4 morfoespecies, 10 %), como se observa en la **Figura 44**.

**Tabla 80. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga el Convento, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>	8,8	
			Centropyxidae	<i>Centropyxis spp</i>	0	2,3
			Diffugiidae	<i>Diffugia acutissima</i>	17,6	0
<i>Diffugia spp</i>	8,8	9,2				
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Diplostraca NA	<i>Daphnia spp</i>	8,8	22,8
			Moinidae	<i>Moina spp</i>	4,4	9,2
	Maxillopoda	Calanoida	Calanoida ND	Calanoida ND Morfoespecie 1	0	48,3
				Calanoida ND Morfoespecie 2	8,8	0
		Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Ergasilus spp</i>	0	43,5
	Cyclopoida ND		Cyclopoida ND Morfoespecie 1	55,4	127,3	
		Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio	229,7	156,5
Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1	36,7	801,4	
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella spp</i>	13,2	4,6
				<i>Filinia longiseta</i>	22,5	125,7
			Trochosphaeridae	<i>Filinia opoliensis</i>	24,1	0
				<i>Filinia terminalis</i>	0	9,2

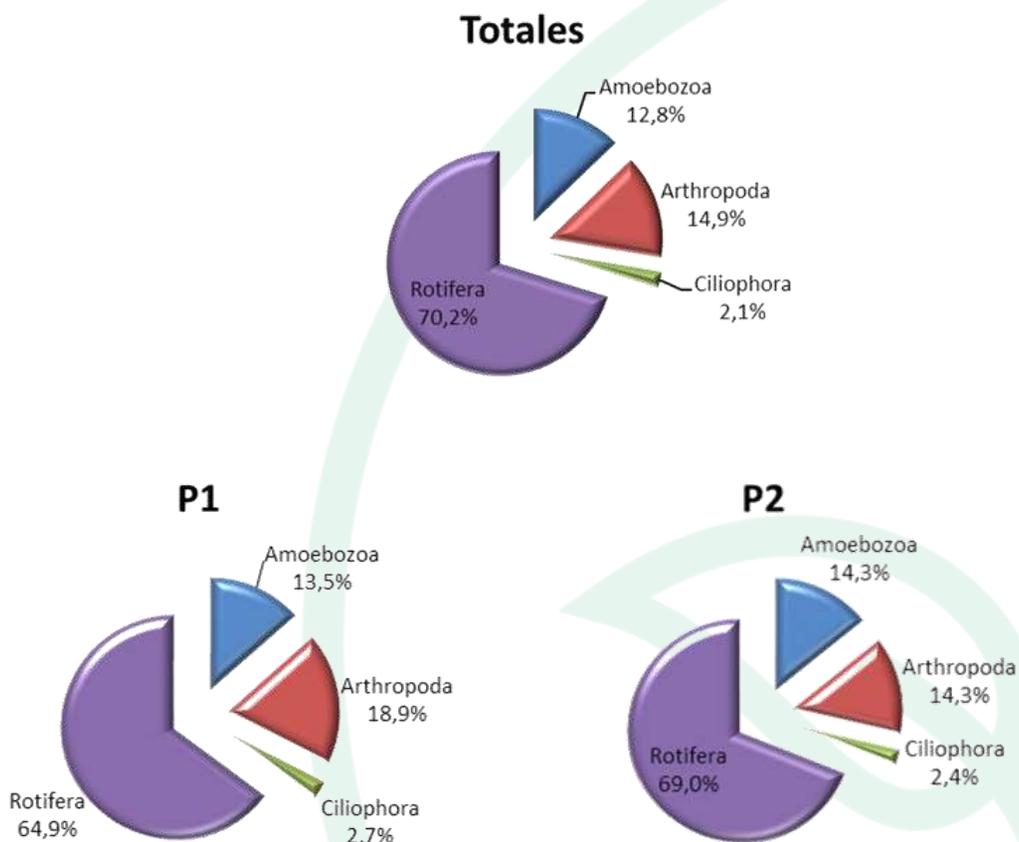


Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
				<i>Trochosphaera sp 3</i>	0	2,3
				<i>Trochosphaera spp</i>	0	2,3
		Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna sieboldi</i>	12,1	0
				<i>Asplanchnopus spp</i>	12,1	124,0
			Brachionidae	<i>Anuraeopsis spp</i>	8,2	0
				<i>Brachionus angularis</i>	192,8	166,5
				<i>Brachionus calyciflorus</i>	26,9	82,1
				<i>Brachionus caudatus</i>	32,3	16,6
				<i>Brachionus dimidiatus</i>	48,2	24,8
				<i>Brachionus falcatus</i>	0	13,8
				<i>Brachionus havanaensis</i>	60,3	55,9
				<i>Brachionus plicatilis</i>	48,2	0
				<i>Brachionus sp 3</i>	0	2,3
				<i>Keratella tropica</i>	51,0	87,8
				Epiphanidae	<i>Epiphanes spp</i>	4,4
			Gastropodidae	<i>Gastropus spp</i>	0	2,3
			Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	0	6,9
				<i>Lecane leontina</i>	4,4	7,4
				<i>Lecane spp</i>	4,4	13,8
			Lepadellidae	<i>Colurella spp</i>	0	2,3
				<i>Lepadella koniari</i>	0	37,2
				<i>Lepadella romboides</i>	0	2,3
		Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>	4,4	00	
		Trichocercidae	<i>Trichocerca spp</i>	12,1	0	

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

La distribución espacial de la riqueza presentó el mismo comportamiento que la generalidad, con predominio de rotíferos con 18 y 22 morfoespecies (P1 y P2 respectivamente), seguido por los artrópodos (6 y 7 morfoespecies) y las amebas (3 y 2 morfoespecies respectivamente), como se evidencia en la **Figura 44**. La importancia ecológica de estos organismos radica en varios puntos, el primero, corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, transfieren materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto platónicos como vertebrados y también en que son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), por lo que los cambios en la estructura y composición de su comunidad los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua.





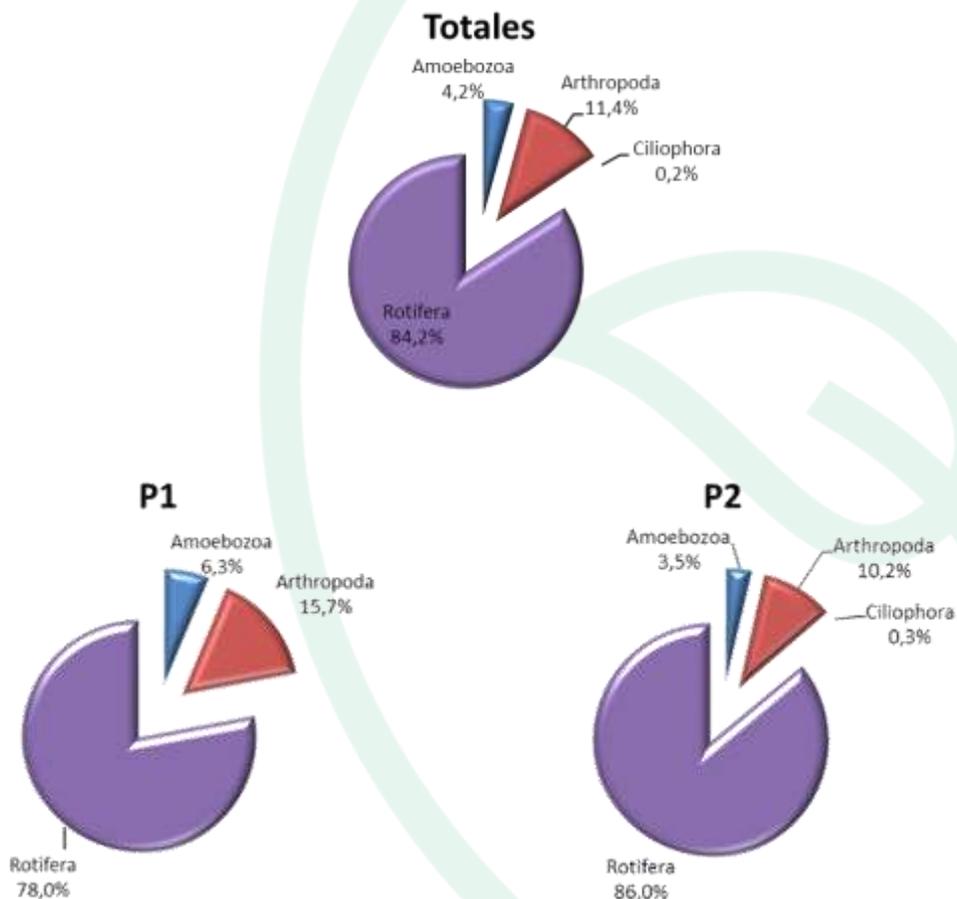
**Figura 44. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Convento, en diciembre de 2020.**

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

Al realizar el análisis de la abundancia se evidenció que el Phylum Arthropoda presentó la mayor abundancia con 1552,7 Ind/L, lo que representó el 51,4 % de la abundancia total, seguido por los rotíferos con 1424,1 Ind/L (47,1 %) y por último las amebas con 46,7 Ind/L (1,5%), como se observa en la **Figura 45**. Por su parte, la distribución espacial de la abundancia fue disímil en los puntos evaluados, para el Punto 1, el Phylum Rotifera fue el más abundante con 581,4 Ind/L (60,5 %), seguido por los artrópodos con 343,8 Ind/L (35,8 %) y las amebas con 35,2 Ind/L (3,7%); mientras que en el Punto 2, el Phylum más abundante correspondió a Arthropoda con un aporte de 1208,9 Ind/L (58,6 %), precedido por Rotifera con 842,7 Ind/L (40,8 %) y por último Amoebozoa con 11,5 Ind/L (0,6 %), como se observa en la **Figura 45**.



El comportamiento anterior es indicador de aguas eutrofizadas en el Punto 1, ya que los rotíferos son bioindicadores de eutrofia y estratificación, mientras que en el Punto 2, la mayor abundancia de artrópodos solo indica tendencia a la eutrofia, mientras que los ostrácodos como bioindicadores de aguas limpias a medianamente contaminadas (Pinilla, 2000).



**Figura 45. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Convento, en diciembre de 2020.**

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

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga El Convento presenta una diversidad alta en los dos sitios de muestreo, siendo mayor en el Punto 1 ( $H'(\log_e)=2,611$ ), como se observa en la **Tabla 81**. Igualmente, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró que la estructura de la población es uniforme (equidad alta) en los dos puntos



monitoreados, siendo mayor en el Punto 1 (0,792) que en el Punto 2 (0,687); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar que los dos puntos presentan valores bajos, o dominancia baja, siendo menor en el Punto 1 (0,118); mientras que la diversidad, calculada con el índice de Simpson, indica diversidad muy alta en los dos puntos de monitoreo, siendo mayor en el Punto 1 (0,882).

**Tabla 81. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga el Convento en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H'(loge)	H' (log10)	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )
P1	27	960,4	0,792	2,611	1,134	0,118	0,882
P2	31	2063,1	0,687	2,360	1,025	0,181	0,819

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

### 5.1.5.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga El Convento registró en total 2129 individuos, distribuidos en siete (7) morfoespecies, cinco (5) familias, cinco (5) órdenes, tres (3) clases y dos (2) divisiones (**Tabla 82**). La división más diversificada fue la Bacillariophyta (diatomeas) con el 71% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (Cyanobacterias o algas verdeazules) con el 29% en el cuerpo de agua. La división más abundante está relacionada con pH neutro o ligeramente ácido, turbulencia, mezcla y eutrofia en los cuerpos de agua (Pinilla, 2000). En cuanto a las Cyanobacterias como componentes del fitoplancton, son reconocidas por ser indicadoras de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009).

**Tabla 82. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Convento**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>
	Cyanophyceae			<i>Oscillatoria sp2</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp1</i>
				<i>Nitzschia sp1</i>



Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>

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

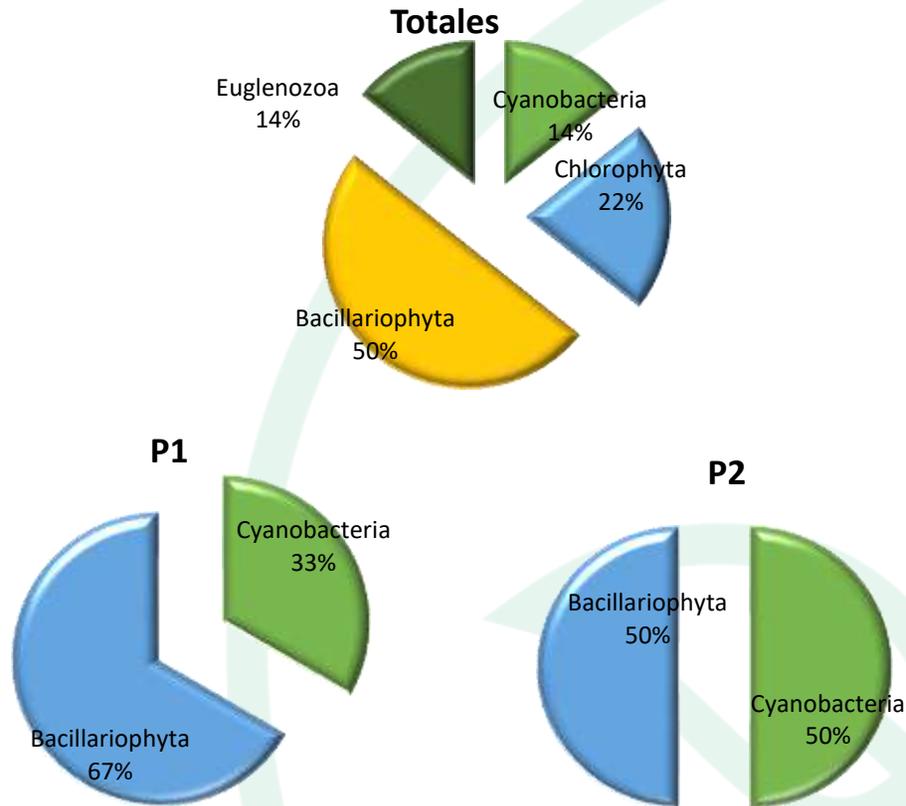
**Tabla 83. Densidad de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Convento**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Oscillatoria sp1</i>	951,6	443,9
<i>Oscillatoria sp2</i>	640,6	0,0
<i>Navicula sp1</i>	1772,8	0,0
<i>Nitzschia sp1</i>	35,7	0,0
<i>Pinnularia sp1</i>	0,0	2,2
<i>Eunotia sp1</i>	66,1	0,0
<i>Gomphonema sp1</i>	4813,6	0,0
<b>Total</b>	<b>8280,3</b>	<b>446,2</b>

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

En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza presentó a P1 con la mayor riqueza (seis taxa) las diatomeas registraron el 67% seguida de las Cyanobacterias con el 33% de la riqueza total de las morfoespecies; por el contrario, para el punto P2 las Bacillariophytas y Cyanobacterias aportaron cada una el 50% de la riqueza total (**Figura 46**).



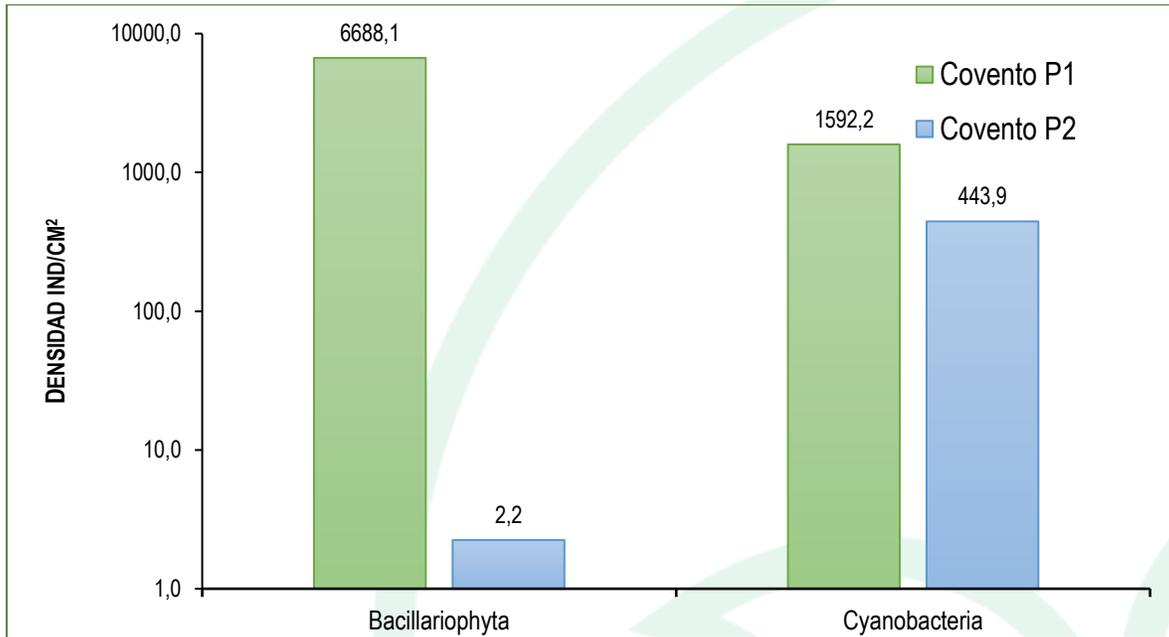


**Figura 46. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga el Convento, en diciembre de 2020.**

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

El punto de muestreo P1 registrò la densidad en la ciénaga con 8280.3 Ind/cm<sup>2</sup> para P1 la densidad fue menor con 446.2 Ind/cm<sup>2</sup>. A nivel espacial, la densidad de especies registrò proporciones diferentes entre los puntos, el grupo Bacillariophyta fue el más diverso donde el punto P1 tuvo una mayor riqueza (cinco morfoespecies) y una densidad de 10500.1 Ind/cm<sup>2</sup>, por el contrario, el punto P2 tuvo una mayor densidad para este grupo con 13451.5 ind/cm<sup>2</sup> además de tener una menor diversidad; continuo de Cyanobacteria con 732.3 Ind/cm<sup>2</sup> en el punto P1 y 1467 Ind/cm<sup>2</sup> en el punto P2. En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula* sp1 (1772.8 Ind/cm<sup>2</sup>) y *Gomphonema* sp1 (4813.6 Ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue *Oscillatoria* sp1 (4432.9 ind/cm<sup>2</sup>), está relacionada con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008).





**Figura 47. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Convento.**

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

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 84**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga el Convento presenta una diversidad baja, siendo mayor en el punto uno con seis morfoespecies; la equitatividad presentó valores altos para este punto p1, sin embargo en el punto p2 fue bajo ( $J' = 0,032$ ) donde las densidades de las morfoespecies no tienden a ser uniformes por lo que el índice de dominancia presentó valores altos indicando que hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra, el índice de Margalef indicó una diversidad alta para el punto P1 ( $d = 2,41$ ) dado que sus valores fueron superiores a 2, según Margalef (1995) 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.



**Tabla 84. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga el Convento en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	6	8280,3	0,6385	1,144	0,4081	0,5919	0,6802
P2	2	446,2	0,04734	0,03282	0,9895	0,01045	0,1575

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

#### 5.1.5.1.4 MACROFITAS

La composición de especies de macrófitas acuáticas fue monoespecífica, siendo representada por la especie *Eichhornia crassipes*, (Tabla 85).

**Tabla 85. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga El Convento en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Biotipo
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Ac

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

Con excepción de la cobertura total de macrófitas, estos resultados son iguales a los reportados para la ciénaga de Mesolandia. Dado que las ciénagas de El Convento, de Mesolandia y de Malambo hacen parte de un mismo complejo cenagoso, el Complejo Cenagoso de Malambo (González *et al.*, 2001); lo que concuerda con la semejanza observada en los parámetros fisicoquímicos de las tres ciénagas, las cuáles también registraron los valores más altos de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), haciendo posible que estén bajo las mismas condiciones ambientales que determinan la estructura ecológica de las macrófitas acuáticas. En cuanto a la cobertura de macrofitas en la ciénaga (Tabla 86) esta fue del 100% para la especie *Eichhornia crassipes* (taruya) en cada punto de muestreo de la ciénaga.



**Tabla 86. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga El Convento en diciembre de 2020 - enero de 2021.**

Especie	P1			P2		
	día 1	día 2	Promedio del % cobertura	día 1	día 2	Promedio del % cobertura
<i>Eichhornia crassipes</i>	100	100	100	100	100	100

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

#### 5.1.5.1.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad bentónica en la ciénaga El convento estuvo constituida por seis (6) morfoespecies, vinculadas a tres (3) divisiones, tres (3) clases, cinco (5) órdenes y seis (6) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 87**.

**Tabla 87. Clasificación taxonómica y densidad (Ind/m<sup>2</sup>) de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga el Convento.**

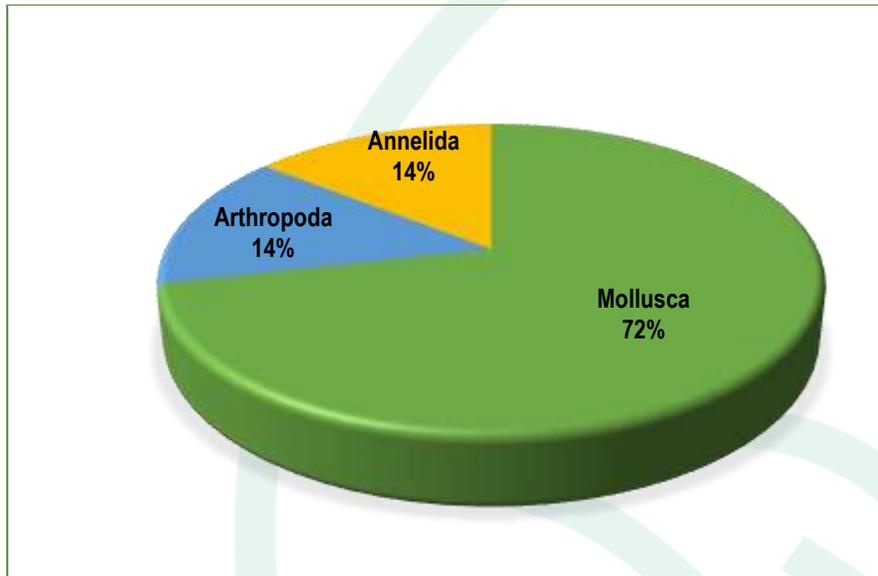
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Punto de Monitoreo	
					P1	P2
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanooides tuberculatus</i>	8,33	27,78
		Basommatophora	Planorbidae	<i>Planorbidae sp</i>	33,33	75,00
		Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Hydrobiidae sp1</i>	294,44	302,78
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubificidae sp</i>	5,56	22,22
			Naididae	<i>Naididae</i>	25,00	33,33
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomidae sp</i>	61,11	58,33
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>427,78</b>	<b>519,44</b>

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

La división Mollusca fue la más representativa en términos de riqueza, correspondiéndole el 72% del valor total; en cuanto a Annelida y Mollusca obtuvieron el 28% restante en proporciones iguales (**Figura 48**). Según Sharma y Rawat (2009), los miembros de la división Mollusca alcanzan su mayor éxito en aguas duras con enriquecimiento orgánico, condiciones que son predominantes en la ciénaga debido a que es foco de vertimientos que aportan aguas servidas de los barrios y municipios cercanos. Las divisiones Annelida y Arthropoda, si bien están relacionadas con carga orgánica y niveles bajos de oxígeno (Roldán y Ramírez, 2008) registraron aportes bajos lo que puede atender



en gran medida a la capacidad de agregación que tienen los moluscos y su baja tasa de movilidad que facilita una mayor oportunidad de encuentro.



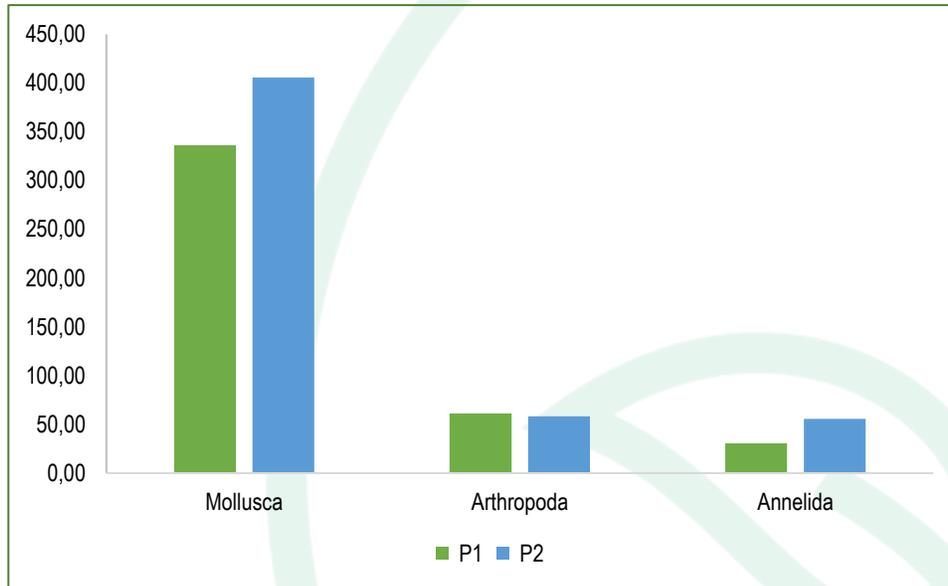
**Figura 48. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga el Convento.**

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

Especialmente, la composición por punto de monitoreo no registró variaciones significativas, ya que Mollusca continuó con su patrón de dominancia, siendo más representativo en P2 con 405,56 Ind/m<sup>2</sup>; Arthropoda registró contribuciones similares en los dos puntos de monitoreo, mientras que Annelida fue más abundante en P2 con 55,56 Ind/m<sup>2</sup> (**Figura 49**). Takamura *et al.*, (2008) menciona que la distribución y composición de especies de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos que habitan sistemas lenticos están determinadas por factores bióticos y abióticos independientes o acumulativos a diferentes escalas espacio-temporales. Entre estos factores se encuentran las diferencias de sustrato (por ejemplo, piedra, grava, guijarros, arena, limo, plantas acuáticas o detritos leñosos), exposición al viento, presencia de algas filamentosas (Brodersen 1995), contenido de oxígeno, altos niveles de nutrientes debido a la entrada de contaminantes orgánicos (Petridis 1993) y profundidad del agua (Kato *et al.*,1999). Además de esto, las características ecofisiológicas de cada grupo poblacional son fundamentales en la estructuración de



la fauna béntica ya que éstas tienden a variar a escalas de un ciclo anual, así pues, se pueden obtener mayores densidades de un grupo determinado cuanto éste se encuentre en su pico de reproducción.

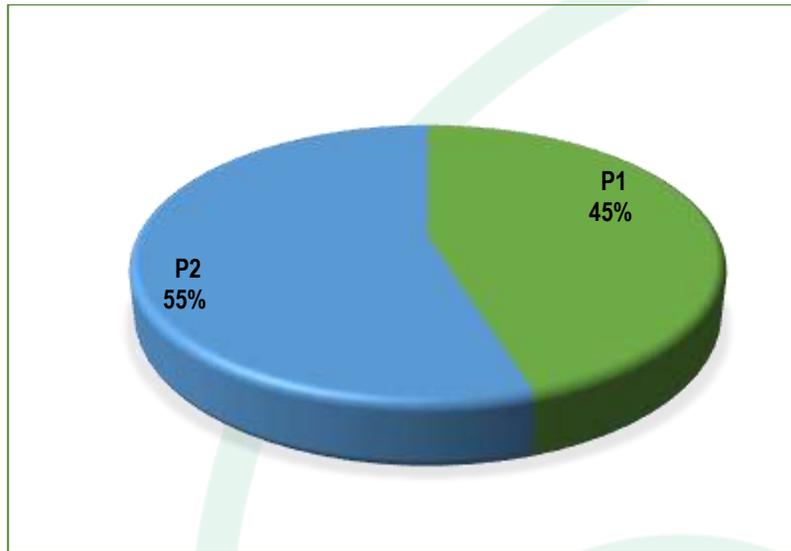


**Figura 49. Contribución a la densidad total de las divisiones bentónicas registradas en la ciénaga el Convento.**

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

La densidad total presentó valores moderados, y su distribución a nivel espacial no presentó mayor variación ya que las contribuciones de los dos puntos de monitoreo fueron bastante cercanas, siendo ligeramente más alta, la registrada en P2 (**Figura 50**). Estos valores más altos en P2 se encuentran explicados por los aportes de moluscos como *M.tuberculatus* y *Planorbidae* sp y el anélido *Tubificidae* sp, los cuales se incrementaron en más del 50% en este punto, no obstante, en P1 estos aportes fueron compensados por un mayor registro de dípteros de la familia *Chironomidae*.





**Figura 50. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga el Convento.**

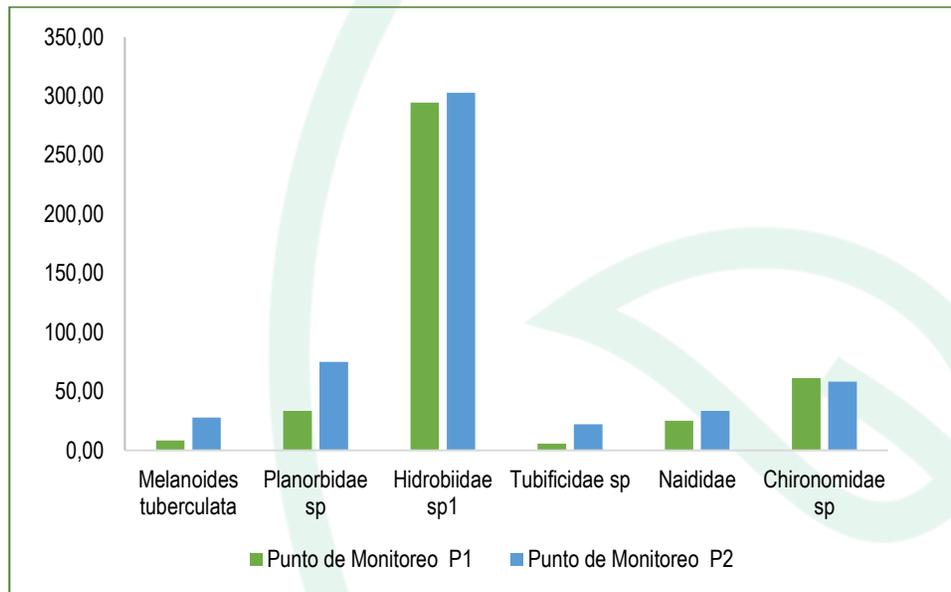
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Las morfoespecies más abundantes fueron *Hydrobatidae* sp1 y *Planorbidae* sp con densidades máximas de 302,78 Ind/m<sup>2</sup> y 75,00 Ind/m<sup>2</sup> en el punto P2; mientras que las menos representativas fueron *M.tuberculatus* y *Tubificidae* sp en P1 (**Figura 51**). La familia *Hydrobiidae*, comprende especies de moluscos de talla media a pequeña, operculados y principalmente de agua dulce o salobre, su reproducción es partenogenética, por lo que alcanzan a formar densas poblaciones en intervalos de tiempo corto (Pérez *et al.*,2004), por lo general se encuentran asociados a fondos blandos, muchas de sus especies habitan sedimentos anóxicos presentando un incremento poblacional ante la presencia de cargas puntuales de materia orgánica, Bemvenuti et al (2003), las consideran generalistas, con alta tolerancia a impactos antrópicos y alta resiliencia en ecosistemas impactados. Por su parte, *Planorbidae*, comprende gasterópodos pulmonados muy resistentes a ambientes contaminados (Roldán, 2003), habitan en ambientes variados, pueden ser de tipo léntico o lóxico, aunque las corrientes fuertes son poco favorables para su distribución poblacional, sus hábitos son herbívoros u ocasionalmente detritívoros (Cuezzo, 2009).

Los dípteros de la familia *Chironomidae* registraron también aportes significativos a la densidad total, según Elper (2001), las larvas de estos animales pueden tolerar grandes cantidades de materia



orgánica y bajas concentraciones de oxígeno disuelto ya que presentan un grupo hemo que los adapta a vivir bajo estas condiciones. La fuente de alimentación de estas larvas es la materia orgánica, de esta manera, mientras las condiciones sean ideales pueden sobrevivir en este estado por muchos años.



**Figura 51. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en la ciénaga el Convento.**

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

La diversidad ( $H'$ ) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos osciló entre 1,03 y 1,3 bits/individuo, encontrándose dentro del ámbito de ambientes moderadamente contaminados. Según Murgel (1984), valores inferiores a 1 son propios de ambientes muy contaminados, de 1 a 3 moderadamente contaminados y mayor de 3 no contaminados. Los resultados de los índices de Pielou y Simpson, permitieron determinar que la comunidad bentónica se compone de poblaciones heterogéneas, ya que se encontraron niveles de uniformidad moderados (P2) y bajos (<0,5) en P1, relacionados con la dominancia de *Hydrobiidae* sp1, cuyos valores de densidad fueron significativamente más altos a los de las demás morfoespecies en el ensamblaje. La dominancia de



Simpson fue baja en P1 y congruente con los valores de equitatividad, los cuales estuvieron influenciados por la morfoespecie *Hydrobiidae* sp1.

Con respecto a los valores obtenidos para la riqueza específica descrita por el índice de Margalef, se tiene que los puntos monitoreados presentan valores de baja riqueza de especies, ya que éstos se encontraron por debajo de los valores de referencia establecidos por el índice de Margalef; donde valores inferiores a 2 son considerados como zonas de baja riqueza específica y valores por encima de 5 como de alta riqueza (**Tabla 88**).

**Tabla 88. Índices ecológicos aplicados a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Convento.**

Índice	P1	P2
Taxa_S	6	6
Individuals	427,77	519,44
Dominance_D	0,5042	0,382
Shannon_H	1,033	1,307
Margalef	0,8253	0,7996
Equitability_J	0,5765	0,7296

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

#### 5.1.5.1.6 ICTIOFAUNA

El ensamblaje de peces de la ciénaga el Convento estuvo representado por cinco especies pertenecientes a tres familias y tres órdenes, que en total presentaron una abundancia de siete individuos, que fue dominada por *Caquetaia kraussii* y *Oreochromis aureus*, ambas con una abundancia relativa de 0,29 (**Tabla 89**).

**Tabla 89. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga el Convento en diciembre de 2020 - enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
Characiformes	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	0	0	0	1
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy y Gaimard, 1824)	0	0	1	0
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	0	0	0	2



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 192 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1	0
	Cichlidae	<i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864)	0	0	2	0

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

El número de especies difiere bastante del registrado en la ciénaga de Mesolandia a pesar de que las dos ciénagas hacen parte del mismo complejo cenagoso y que al parecer pueden estar bajo las mismas condiciones ambientales. Sin embargo, esas diferencias se deben analizar limitadamente porque los bajos valores del número de especies y abundancia pueden estar asociados a la selectividad del arte de pesca empleado y al esfuerzo de captura realizado.

Al igual que lo descrito en la ciénaga de Mesolandia, dos de las tres especies registradas son especies foráneas (*Oreochromis niloticus* y *Oreochromis aureus*) a las que se les ha reconocido un fuerte impacto negativo sobre las especies nativas (Gutierrez, 2006; Gutiérrez-Bonilla y Álvarez-León, 2011). Las otras tres especies registradas son estenohalinas y entre ellas está *Prochilodus magdalenae*, la cual es una especie reconocida a nivel nacional como migrante potamódroma (Naranjo y Amaya-Espinel, 2009) y se considera una especie vulnerable en categoría VU (A2c, d) por Mojica et al. (2012) y VU en la Resolución 1912 de 2017 del MADS (MADS, 2017).

La especie nativa más abundante y frecuente fue *Caquetaia kraussii*, la cual es una especie principalmente piscívora (Atencio-García et al., 2005), al igual que *Rhamdia quelen* (Olaya-Nieto et al., 2012) por lo que es de esperar que la riqueza de especies de la ciénaga y/o sus abundancias sean mucho mayor que las registradas en este estudio.

Todas las especies registradas en la ciénaga el Convento son de importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).



## 5.1.6 Ciénaga el Manatí.

### 5.1.6.1 Variables Hidrobiológicas.

#### 5.1.6.1.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga el Manatí registró una densidad total de 11804 Ind/L, distribuidos en 18 morfoespecies, 10 familias, ocho (8) órdenes, siete (7) clases y seis (6) divisiones (**Tabla 90**). La división más diversificada fue la Euglenozoa con el 44% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (algas verdeazules) y Chlorophyta con el 17% cada uno, el phylum Bacillariophyta con el 11% de la riqueza, los Phyla Charophyta y Miozoa aportaron el menor número de taxa con el 5% y 6% respectivamente. Muchos de los organismos identificados en el estudio se han descrito como indicadores de las condiciones eutróficas o saprobias, tales como las Euglenozoa y las Cyanobacterias (Reynolds, 2006)

**Tabla 90. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Manatí.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp3</i>
				<i>Oscillatoria sp4</i>
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Tetrastrum triangulare</i>
				<i>Tetrastrum sp</i>
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp1</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp1</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp1</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Phacus sp2</i>
				<i>Phacus sp3</i>
			Euglenaceae	<i>Euglena sp3</i>
				<i>Strombomonas sp2</i>
				<i>Trachelomonas armata</i>
				<i>Trachelomonas hispida</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 194 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridinaceae	<i>Peridinium sp1</i>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

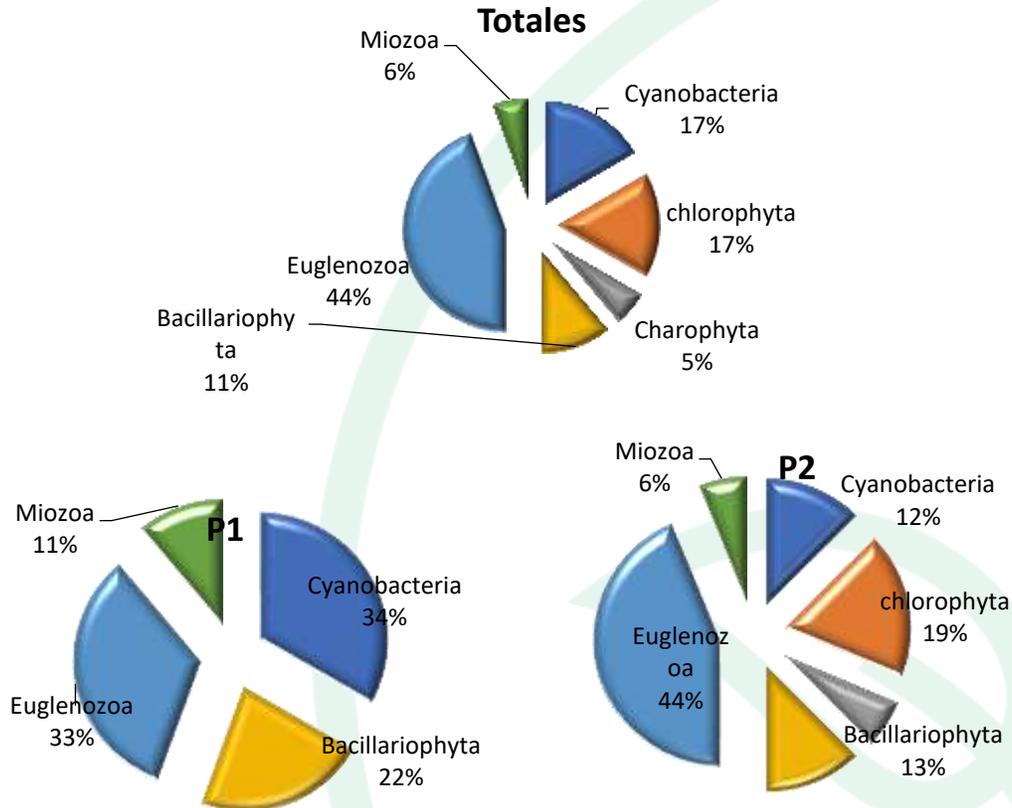
**Tabla 91. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Manatí.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Oscillatoria sp3</i>	574,6	0
<i>Oscillatoria sp4</i>	6759,9	3819,5
<i>Planktothrix sp</i>	250,5	15,8
<i>Tetrastrum triangulare</i>	0	6,8
<i>Tetrastrum sp</i>	0	4,5
<i>Eudorina sp</i>	0	4,5
<i>Closterium sp1</i>	0	4,5
<i>Gyrosigma sp1</i>	29,4	4,5
<i>Aulacoseira sp1</i>	127,7	79,0
<i>Lepocinclis sp1</i>	34,4	11,3
<i>Phacus sp2</i>	0	6,8
<i>Phacus sp3</i>	0	2,3
<i>Euglena sp3</i>	0	6,8
<i>Strombomonas sp2</i>	0	6,8
<i>Trachelomonas armata</i>	5,0	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	4,5
<i>Trachelomonas sp1</i>	19,7	11,3
<i>Peridinium sp1</i>	9,7	4,5
<b>TOTAL</b>	<b>7811</b>	<b>3993</b>

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

En los puntos de muestreo la composición del fitoplancton presentó nueve taxa en P1, las Cyanobacterias y Euglenozoa aportaron cada uno el 33% de la riqueza total, mientras que en P2 fueron 16, del cual el 44% pertenecen a las Euglenozoa, las Chlorophytas le siguieron con el 17% de la riqueza total (**Figura 52**).



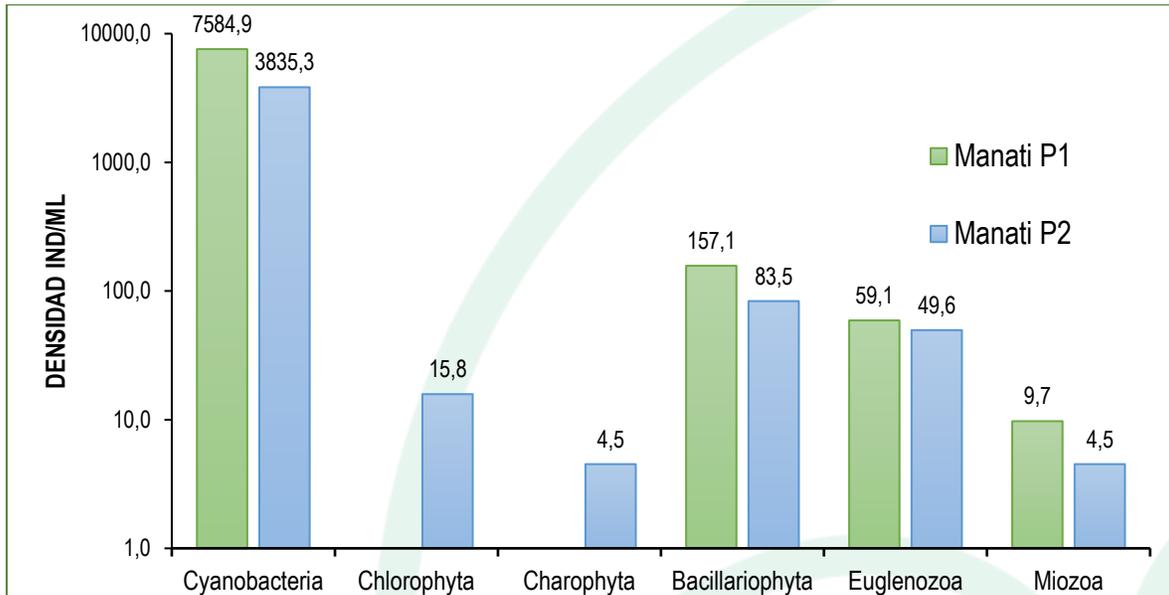


**Figura 52. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga el Manatí en diciembre de 2020.**

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

A nivel espacial, el punto de muestreo P1 registró la mayor densidad con 7811 ind/l mientras que P2 la densidad fue mucho menor con 3993 ind/l, las especies del phylum Cyanobacteria aportaron las mayores densidades, en punto P1 fue de 7584,9 Ind/L en cuanto el punto P2 tuvo una menor densidad con 3835,3 Ind/L. (**Figura 53**)





**Figura 53. Contribución de la densidad del fitoplancton en los puntos de muestreo de la ciénaga el Manatí.**

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

En el punto P1 y P2 la morfoespecie con mayor densidad fue *Oscillatoria* sp4 con (6759,9 Ind/L y (3819,54 Ind/L) El género *Oscillatoria*, en su mayoría son organismos que pueden reproducirse en gran cantidad formando Bloom, está relacionada con Sedimentos y conductividad altos, Tolerancia a pesticidas, estratificación térmica y Química Eutrofia (Duque y Donato 1992; Donato et al., 1987). Muy comunes en los tapetes microbianos en ambientes tanto marinos como dulceacuícolas, y sobre todo en presencia de altas cargas orgánicas.

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 92**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga el Manatí presenta una diversidad baja donde el punto P2 tiene mayor riqueza de especies (16 morfoespecies); la equitatividad presentó valores bajos para los dos puntos  $J'$  0,25 (P1) y  $J'$  0,09 (P2) , donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser heterogéneas o dispares, por lo que el índice de dominancia presentó valores altos  $\lambda$  0,75 (P1) y  $\lambda$  0,91 (P2) donde hay prevalencia de ciertas especies sobre otras, el índice de Margalef indico una diversidad baja dado que sus valores fueron



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 197 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.

**Tabla 92. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga el Manatí, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	9	7806	0,2583	0,5676	0,7557	0,2443	0,8926
P2	16	3985	0,09699	0,2689	0,9152	0,08475	1,809

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

#### 5.1.6.1.2 ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica de la ciénaga el Manatí se estructuró a partir de 31 morfoespecies, integrales de 19 familias, 12 órdenes, nueve (9) Clases y cuatro (4) Phylum, como se observa en la **Tabla 93**.

La evaluación de la riqueza permitió evidenciar que el Phylum Rotifera contribuyó con la mayor proporción de morfoespecies (51,6 %, 16 morfoespecies), seguido por los aportes de Arthropoda (32,3 %, 10 morfoespecies), Amoebozoa (12,9 %, 4 morfoespecies) y en menor proporción Gastrotricha (3,2 %, 1 morfoespecie), como se observa en la **Figura 54**. La distribución espacial de la riqueza presentó en cada punto de muestreo, el mismo comportamiento que la generalidad, en el Punto 1 se observó el predominio de rotíferos (48,0 %, 12 morfoespecies), seguido por los artrópodos (36,0 %, 9 morfoespecies) y las amebas (16,0 %, 4 morfoespecies); mientras que en el Punto 2 las proporciones de rotíferos fue de 45,5 % (10 morfoespecies), seguido por los artrópodos con 40,9 % (9 morfoespecies), las amebas con 9,1 % (2 morfoespecies) y por último los gastrotricos con 4,5 % (1 morfoespecie), como se evidencia en la **Figura 54**. La importancia ecológica de los rotíferos radica en varios puntos, el primero, corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, transfieren materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrody



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 198 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

et al. 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), por lo que los cambios en la estructura y composición los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua.

**Tabla 93. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga el Manatí, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo			
					P1	P2		
Amoebozoa	Amoebozoa-ND	Amoebozoa-ND	Amoebozoa-ND	Amoebozoa-ND Morfoespecie	222,30	19,00		
	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella gibbosa</i>	3,90	0		
			Centropyxidae	<i>Centropyxis spp</i>	3,95	0		
			Diffugiidae	<i>Diffugia spp</i>	196,00	180,00		
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Diplostraca NA	<i>Ceriodaphnia sp 2</i>	35,10	3,80		
				<i>Ceriodaphnia spp</i>	206,15	196,00		
			<i>Daphnia spp</i>	71,75	124,00			
			Moinidae	<i>Moina spp</i>	157,15	193,00		
	Maxillopoda	Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Calanoida Morfoespecie 1	4,00	16,00	
					Cyclopidae	<i>Ergasilus spp</i>	0	8,00
					Cyclopoida	Cyclopoida ND Morfoespecie 1	19,80	19,50
					Larva Nauplio	Morfoespecie	353,25	143,90
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1	17,80	4,00	
					Ostracoda Morfoespecie 3	8,00	0	
	Gastrotricha	Gastrotricha NI	Chaetonotida	Xenotrichulidae	Xenotrichulidae Morfoespecie	0	3,80	
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Epiphanidae	<i>Filinia terminalis</i>	11,85		
<i>Brachionus angularis</i>					4,00	3,80		
<i>Brachionus caudatus f. personatus</i>					3,90	4,00		
<i>Brachionus dolobratu dolobratu</i>					0	3,80		
<i>Brachionus falcatus</i>					205,60	106,10		
<i>Brachionus sp 3</i>					0	4,00		
<i>Platygaster quadricornis</i>					3,95	4,00		
<i>Epiphanes spp</i>					3,90			

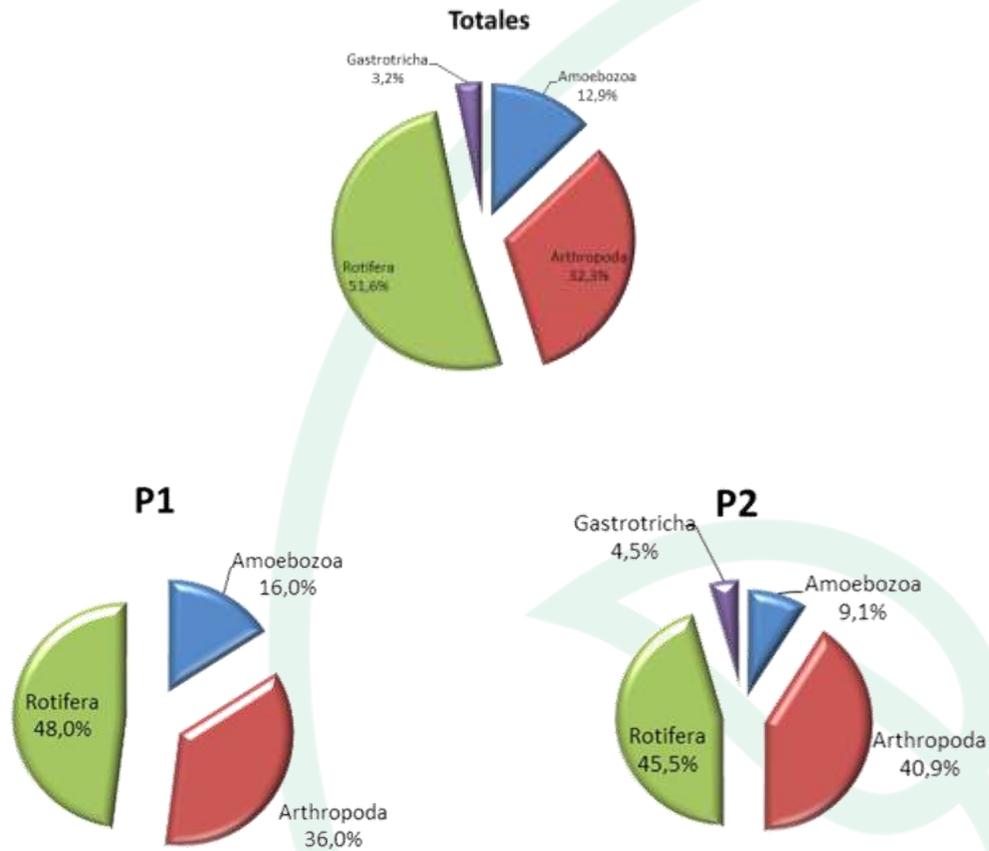


Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
			Gastropodidae	<i>Gastropus sp 7</i>	3,90	
			Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	4,00	4,00
				<i>Lecane leontina</i>	4,00	7,70
				<i>Lecane spp</i>	3,95	0
				<i>Lecane unguitata</i>	3,90	0
				Lepadellidae	<i>Lepadella punctata</i>	0
				<i>Lepadella rhomboides</i>	3,90	0
			Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>	0	3,80

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

Al observar la abundancia de cada Phylum, el comportamiento anterior fue diferentes, evidenciándose en la totalidad, el predominio de los artrópodos con una abundancia de 1581,2 Ind/L (60,5 %), seguida de las amebas (625,2 Ind/L, 23,9 %), los rotíferos (401,9 Ind/L, 15,4 %) y por último los gastrotricos (3,8 Ind/L, 0,1 %), como se observa en la **Figura 55** igualmente, el comportamiento espacial de la abundancia presenta el mismo patrón que la generalidad; la mayor contribución a la abundancia estuvo a cargo del Phylum Arthropoda (P1= 51,6 %, 873,0 Ind/L; P2= 67,1 %, 708,2 Ind/L), seguido de Amoebozoa (P1= 27,4 %, 426,2 Ind/L; P2= 18,8 %, 199,0 Ind/L), Rotifera (P1= 16,5 %, 256,9 Ind/L; P2= 13,7 %, 145,0 Ind/L), mientras que Gastrotricha fue determinado exclusivamente en el P2 con un 0,4 % (3,8 Ind/L). Observándose una mayor la abundancia total en el Punto 1 (1556,0 Ind/L) que en el Punto 2 (1056,0 Ind/L).

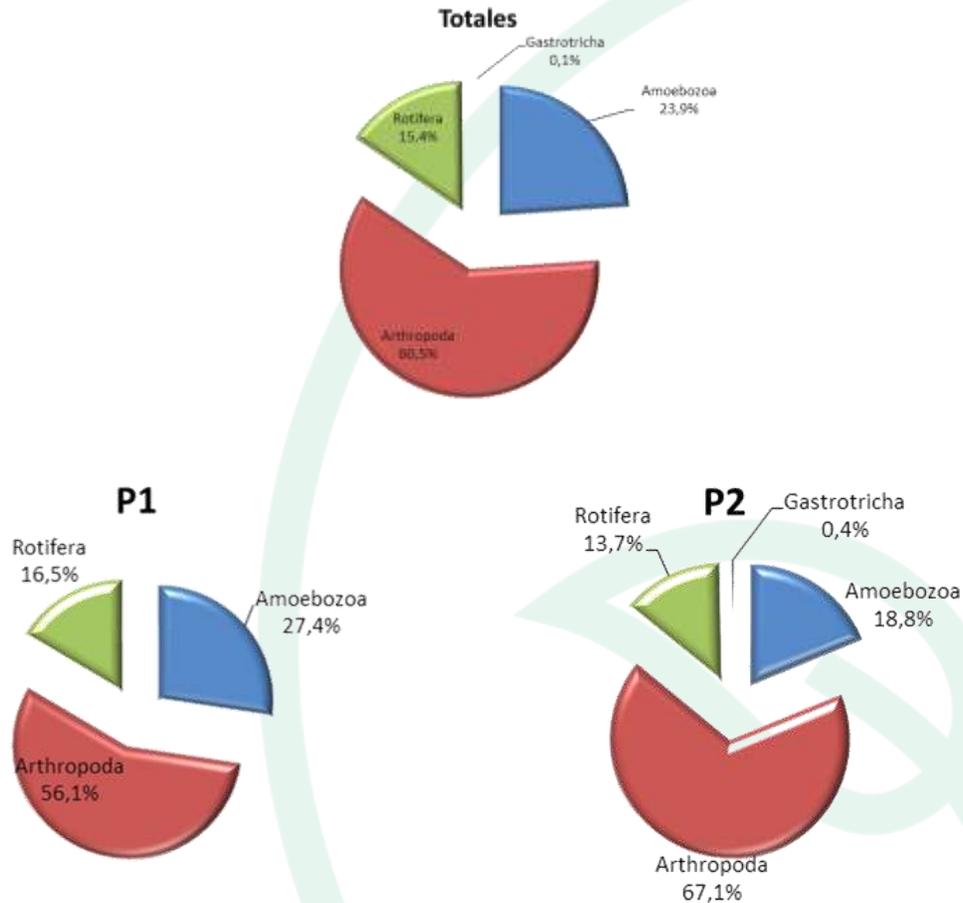




**Figura 54. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplankton en la ciénaga el Manatí, en diciembre de 2020.**

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





**Figura 55. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Manatí, en diciembre de 2020.**

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

El comportamiento anterior es indicador de aguas con tendencia a la eutrofia en todos los puntos monitoreados en la ciénaga el Manatí, ya que tanto el grupo más abundante, los artrópodos como el de mayor riqueza de especies, rotíferos, presentan dicha bioindicación en la revisión bibliográfica realizada por Pinilla (2000).

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga Manatí presenta una diversidad medio-alta en los dos sitios de muestreo; evaluada con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, siendo mayor en el Punto 1 ( $H' (\log_e)=2,238$ ) igualmente con el de Simpson se evidenció una diversidad alta en los dos puntos de muestreo,



siendo mayor en el Punto 1 ( $1-\lambda=0,864$ ), como se observa en la **Tabla 94**. Igualmente, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró que una estructura con tendencia a la uniformidad de la población en los dos puntos monitoreados, equidad medio-alta, siendo mayor en el Punto 2 (0,708) que en el Punto 1 (0,695); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar que los dos puntos presentan valores bajos, o dominancia baja, siendo menor en el Punto 1 (0,136).

**Tabla 94. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga el Manatí en diciembre de 2020. Equidad ( $J'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	$J'$	$H'$ (loge)	$H'$ (log10)	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )
P1	25	1556,0	0,695	2,238	0,972	0,136	0,864
P2	22	1056,0	0,708	2,188	0,950	0,140	0,860

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

### 5.1.6.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga el Manatí registró en total 2411 individuos, distribuidos en 14 morfoespecies, 12 familias, 10 órdenes, seis (6) clases y cuatro (4) divisiones (**Tabla 95**). La división más diversificada fue la Bacillariophyta (diatomeas) con el 50% de las morfoespecies seguida por las Chlorophyta (Algas verdes) con el 22%, luego de Cyanobacterias (algas verdeazules) y Euglenozoa con el 14% cada una. Muchos de los organismos identificados en el estudio se han descrito como indicadores de las condiciones eutróficas o saprobias, tales como las Euglenozoa y las Cyanobacterias (Reynolds, 2006)

**Tabla 95. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Manatí.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	<i>Anabaena sp</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp3</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp1</i>
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp1</i>
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp2</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp1</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp3</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>
				<i>Pinnularia sp2</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>
	Cymbellaceae		<i>Cymbella sp1</i>	
Coccinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp1</i>	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i> <i>Trachelomonas sp1</i>

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

Tabla 96. Densidad de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Manatí.

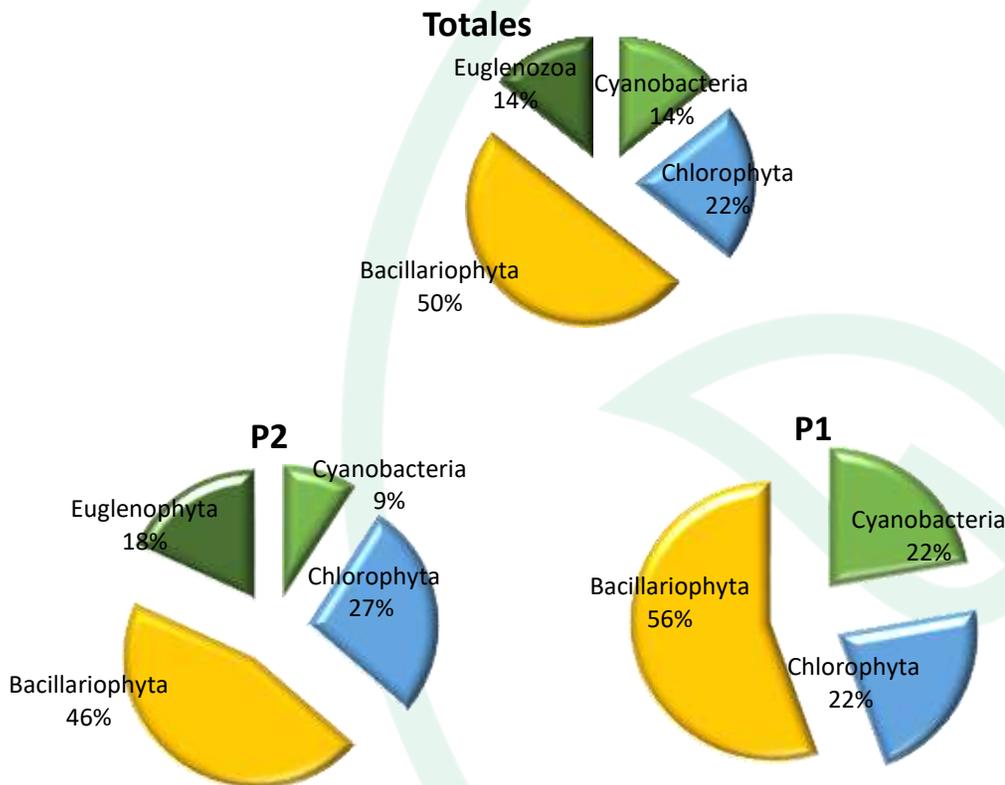
Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Anabaena sp</i>	885,5	0,0
<i>Oscillatoria sp3</i>	942,8	1399,5
<i>Scenedesmus sp1</i>	0,0	23,2
<i>Oedogonium sp1</i>	70,7	403,8
<i>Ulothrix sp2</i>	126,2	277,2
<i>Navicula sp1</i>	4886,8	6790,0
<i>Navicula sp3</i>	447,9	0,0
<i>Pinnularia sp1</i>	19,4	0,0
<i>Pinnularia sp2</i>	0,0	23,2
<i>Gomphonema sp1</i>	1354,8	1202,1
<i>Cymbella sp1</i>	0,0	958,9
<i>Aulacoseira sp1</i>	53,0	446,5
<i>Euglena sp1</i>	0,0	38,7
<i>Trachelomonas sp1</i>	0,0	16,1
<b>TOTAL</b>	<b>8787,1</b>	<b>11579,3</b>

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

En los puntos de muestreo la mayor riqueza se presentó en P2 con 11 morfoespecies, en P1 la riqueza fue menor con nueve morfoespecies, las Bacillariophyta tuvieron la mayor diversidad representadas con un 56%, seguida de las Chlorophyta y Cyanobacterias ambas con un 22% de la riqueza total en P1. Para el punto P2 las diatomeas registraron el 45% riqueza total de las



morfoespecies seguida de Chlorophyta con el 27%, Euglenozoa con el 18% y por ultimo las Cyanobacterias con el 9% de la diversidad total (**Figura 56**).



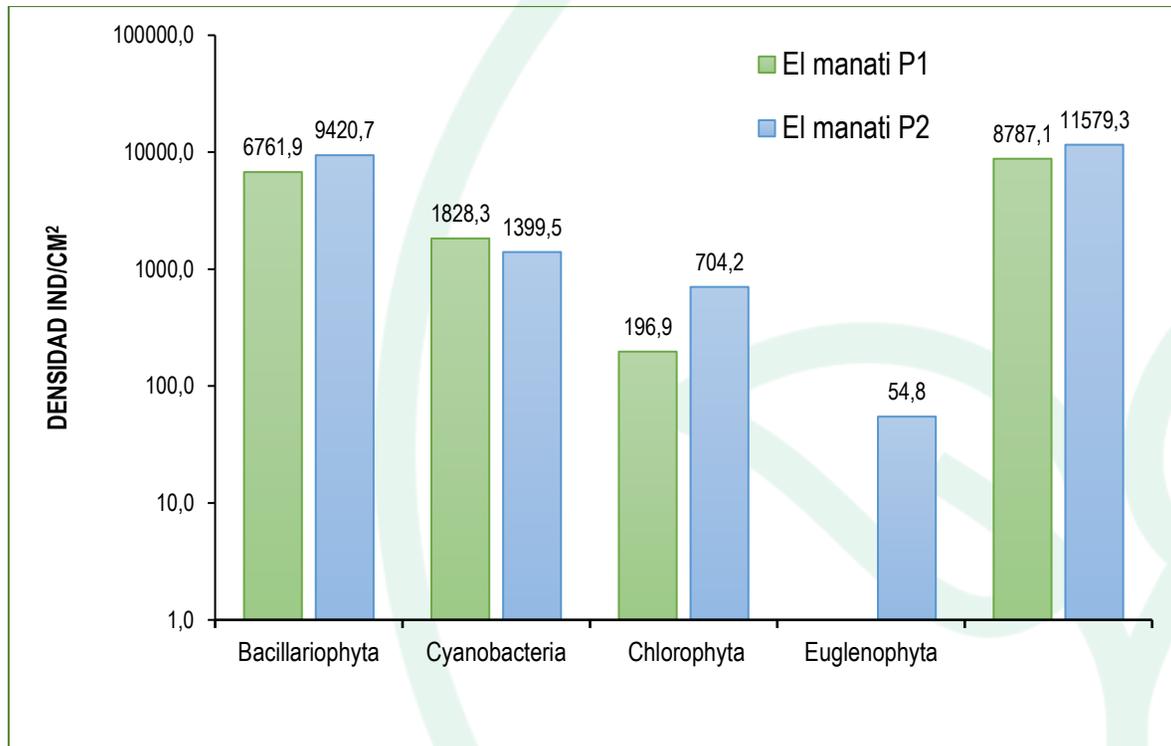
**Figura 56. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga el Manatí en diciembre de 2020.**

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

A nivel espacial, la densidad estuvo mejor representado en P2 con 11579.3 Ind/cm<sup>2</sup> con mayor participación en la densidad por las Bacillariophytas con 9420.7 Ind/cm<sup>2</sup>, en el punto P1 la densidad total fue de 8787.1 Ind/cm<sup>2</sup> y las Bacillariophytas aportaron el mayor numero de organismos con 3359,6 ind/cm<sup>2</sup> (**Figura 57**). En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula sp1* (4886.8 ind/cm<sup>2</sup>) y *Gomphonema sp1* (1354.8 Ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fueron la misma que en el punto P1 teniendo para *Navicula sp1* 6790 ind/cm<sup>2</sup> y



*Gomphonema* sp1 1202.1 Ind/cm<sup>2</sup>, estas relacionada con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008). Según Sarmiento & Ruiz, 2018 el genero *Navicula* puede estar asociado a las altas concentraciones de nitratos y fosfatos en las estaciones.



**Figura 57. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga El Manatí.**

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

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 97**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga el Manatí presenta una diversidad relativamente baja donde ambos puntos de monitoreo tienen riquezas de especies similares; la equitatividad presentó valores medios ( $J'0,63 - 0,58$ ) para los dos puntos, donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes, por lo que el índice de dominancia presentó valores bajos ( $\lambda 0,35 - 0,37$ ) no existe prevalencia de ciertas especies sobre otras, el índice de Margalef indico una diversidad baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 206 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

(1995) 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.

**Tabla 97. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga el Manatí, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	9	8787,1	0,6315	1,388	0,355	0,645	1,167
P2	11	11579,3	0,5825	1,397	0,3784	0,6216	1,372

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

#### 5.1.6.1.4 MACROFITAS

Se registraron tres especies de macrófitas acuáticas en la ciénaga el Manatí, pertenecientes a tres familias y tres órdenes (Tabla 98).

**Tabla 98. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga el Manatí en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Biotipo
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Ac
		Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Ac
		Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	Ac

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

El carácter exótico y de alto potencial invasor de *E. crassipes* y de *Pistia stratiotes* fueron descritos en el análisis de los resultados de las ciénagas de Mesolandia y Santo Tomas respectivamente. Su dominancia y un valor de cobertura total de las macrófitas acuáticas sitúan a la ciénaga Manatí en una condición de riesgo ecológico que debe ser monitoreado. En cuanto al porcentaje de cobertura,



la de mayor dominancia fue para *E. Crassipes* para los puntos de muestreo con el 93,7%(P1) y 86,6% (P2) **Tabla 99**. Las otras especies tuvieron representaciones muy bajas en su cobertura.

**Tabla 99. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga el Manatí en diciembre de 2020 - enero de 2021**

Especie	P1			P2		
	día 1	día 2	Promedio del % cobertura	día 1	día 2	Promedio del % cobertura
<i>Pistia stratiotes</i>	2,8	5,65	4,225	6	5,2	5,6
<i>Eichornia crassipes</i>	96	91,5	93,765	91,2	82	86,6
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	1,2	2,82	2,01	2,8	12,8	7,8

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

#### 5.1.6.1.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Manatí, estuvo conformada por dos (2) morfoespecies, distribuidas en una (1) división, una (1) clase, dos (2) órdenes e igual cantidad de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 100**.

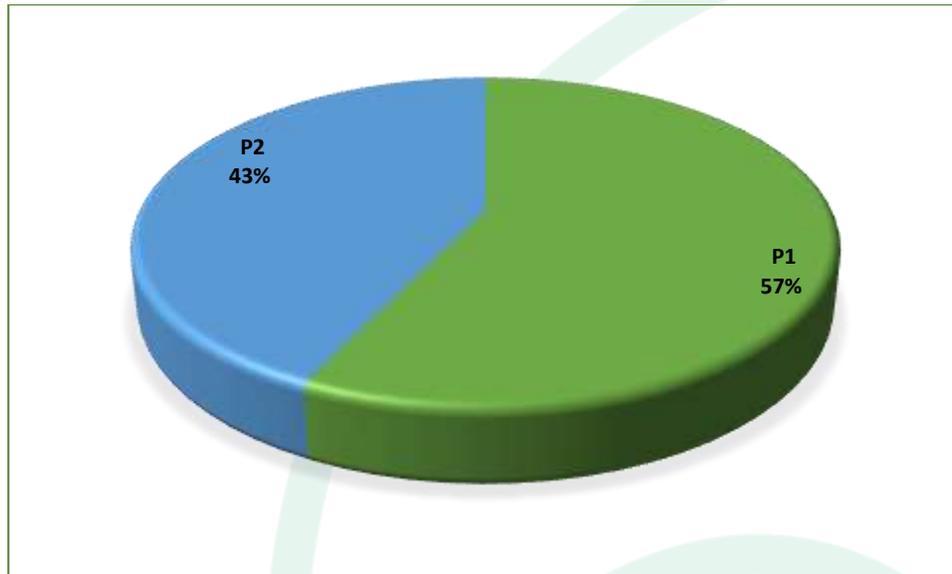
**Tabla 100. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga el Manatí.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Mollusca	Gastropoda	Architaeniglossa	Ampullariidae	<i>Marisa cornuarietis</i>	9,26	9,26
		Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Hydrobiidae sp1</i>	12,96	7,41
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>22,22</b>	<b>16,67</b>

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

La densidad total obtenida fue baja y estuvo mejor representada en el punto P1 en donde se registró el 57% del valor total; por su parte, el punto P2 reportó el 43% de la proporción restante (**Figura 58**). En general, las densidades totales estuvieron cercanas en ambos puntos de monitoreo, ya que las contribuciones de las morfoespecies observadas fueron muy similares, diferenciándose solo en 5,5 Ind/m<sup>2</sup>.



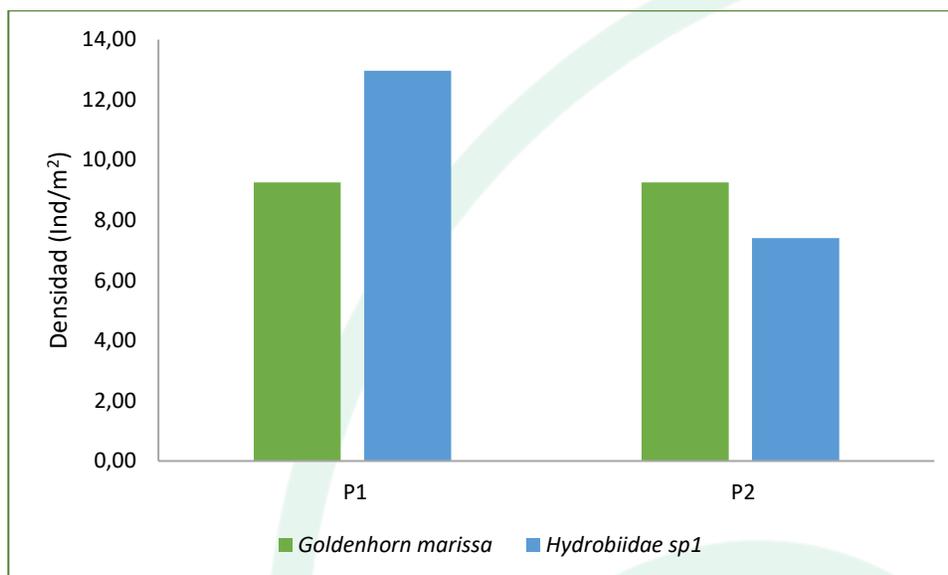


**Figura 58. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga el Manatí.**

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

La distribución de la especie *Marisa cornuarietis* en la ciénaga fue equitativa ya que registró 9,26 Ind/m<sup>2</sup> en ambos puntos de monitoreo; mientras que *Hydrobiidae* sp1 estuvo mejor representada en P1 (**Figura 59**). *M.cornuarietis* se alimenta principalmente de algas filamentosas y diatomeas epifitas, se relaciona con alta concentración de materia orgánica (Quiros *et al.*, 2017). En tanto que Robins (1971) indica que es una especie omnívora, pero se alimentan principalmente de plantas acuáticas vivas y en descomposición. Por su parte, la familia *Hydrobiidae*, puede habitar aguas bicarbonatadas cálcicas y estar asociada a macrófitas acuáticas, como así también a la bioderma que cubre el sustrato rocoso. Pueden soportar un pH neutro a ligeramente ácido (López-Armengol, 1985).





**Figura 59. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas.**

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

#### 5.1.6.1.6 ICTIOFAUNA

La ictiofauna en la ciénaga el Manatí sólo estuvo representada por la especie *Caquetaia kraussii*, con una abundancia de 22 individuos (Tabla 101).

**Tabla 101. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga el Manatí en diciembre 2020 a enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	8	7	1	6

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

Es inadecuado sacar conclusiones ecológicas o ambientales a partir de estos resultados ya que pueden ser el producto de un efecto de la selectividad del arte de pesca empleado y/o del esfuerzo de muestreo realizado. No obstante, al igual que se hizo con los cuerpos de agua anteriormente descritos, la presencia de *C. kraussii* tomarse como un indicador de la posible existencia de otras



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 210 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

especies de peces en la ciénaga, ya que esta especie es principalmente piscívora (Atencio-García *et al.*, 2005).

*K. craussii* es una especie de importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).

## 5.1.7 Ciénaga el Paraíso.

### 5.1.7.1 Variables Hidrobiológicas.

#### 5.1.7.1.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga el Paraíso registró en total 4037 Ind/L, distribuidos en 18 morfoespecies, 11 familias, ocho (8) órdenes, siete (7) clases y tres (3) divisiones (**Tabla 102**).

La división más diversificada fueron las Euglenozoa y Cyanobacterias (algas verdeazules) con el 39% cada una, seguida por las Bacillariophyta con el 22% de esta. La presencia de euglenófitos se debe a que estas crecen en aguas ricas en nutrientes y materia orgánica aportando oxígeno evitando condiciones anóxicas, permitiendo el crecimiento de bacterias anaeróbicas que depuran el agua. En cuanto a Las Cyanobacterias como componentes del fitoplancton, son reconocidas por ser indicadoras de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009). La división menos abundante está relacionada con pH neutro o ligeramente ácido, turbulencia, mezcla y eutrofia en los cuerpos de agua (Pinilla, 2000).

**Tabla 102. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Paraíso.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp2</i>
				<i>Oscillatoria sp4</i>
			Microcoleaceae	<i>Arthrospira sp</i>
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Tetrastrum sp</i>
				<i>Coelastrum cf indicum</i>
			Hydrodictyceae	<i>Pediastrum tetras</i>
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp1</i>	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>



Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp1</i>
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Phacus sp1</i>
			Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>
				<i>Euglena sp2</i>
				<i>Strombomonas sp1</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>

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

**Tabla 103. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga el Paraíso.**

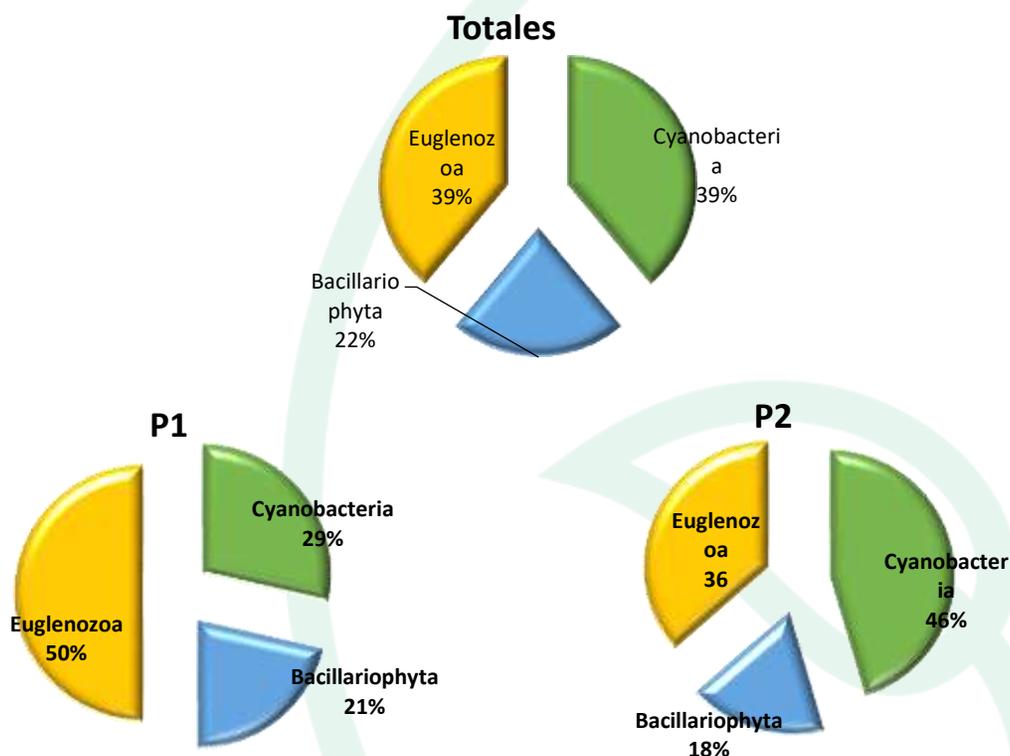
Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Oscillatoria sp2</i>	0	4,80
<i>Oscillatoria sp4</i>	1383,5	2524,4
<i>Arthrospira sp</i>	7,2	0
<i>Tetrastrum sp</i>	0	4,9
<i>Coelastrum cf indicum</i>	3,6	0
<i>Pediastrum tetras</i>	0	2,4
<i>Actinastrum sp1</i>	2,4	4,9
<i>Navicula sp1</i>	0	6,2
<i>Eunotia sp1</i>	4,8	8,6
<i>Aulacoseira sp1</i>	14,5	0
<i>Cyclotella sp</i>	2,4	0
<i>Lepocinclis acus</i>	4,8	2,4
<i>Lepocinclis sp1</i>	10,8	7,4
<i>Phacus sp1</i>	9,6	4,9
<i>Euglena sp1</i>	2,4	0
<i>Euglena sp2</i>	8,4	0
<i>Strombomonas sp1</i>	2,4	0
<i>Trachelomonas sp1</i>	3,6	6,1
<b>Total</b>	<b>1460</b>	<b>2577</b>

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

La mayor riqueza se registró en P1 con 14 taxa, en P2 se reportaron 11 taxa. En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza fue variable en P1 Euglenozoa registraron el 50% en sucesión de las Cyanobacterias con el 29% de la riqueza total de las morfoespecies; en cuanto al punto P2 las riquezas se distribuyeron con el mayor número de morfoespecies para el Phylum de las



Cyanobacteria con el 46% seguida de Euglenozoa con el 36% de la diversidad total de especies (Figura 60).

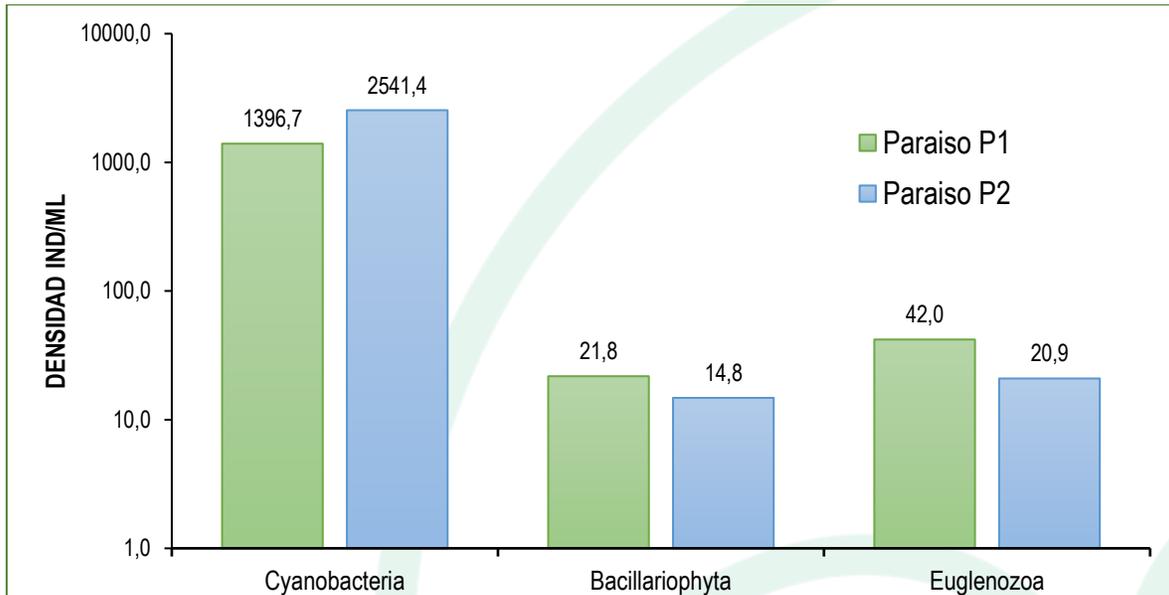


**Figura 60** Distribucion general de la riqueza y riqueza específica por punto de muestreo del fitoplancton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020.

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

De acuerdo a las densidades registradas en los puntos de muestreo, P2 aportó la mayor densidad con 2577 ind/L, en P1 la densidad fue menor con 1460 ind/l. Las Cyanobacterias aportaron las mayores densidades en los puntos de muestreo en el punto P1 la densidad fue menor con 1,397 Ind/L, por el contrario, el punto P2 tuvo una menor riqueza y una densidad mayor para este grupo fue de 2,541 Ind/L. (Figura 61).





**Figura 61. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Paraíso.**

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

La densidad más alta se registró en paraíso punto P2. En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Oscillatoria* sp4 (1383,5 Ind/L). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue también *Oscillatoria* sp4 (2524,4 Ind/L). El género *Oscillatoria*, en su mayoría son organismos que pueden reproducirse en gran cantidad formando Bloom. En general, es indicador de polución orgánica y prefieren periodos lluviosos (Ramirez, 2000).

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 104**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga el Paraíso presenta una diversidad general baja valores de Shannon entre 0,14-0,333 bits/Ind; la equitatividad presentó valores bajos  $J'$  0,15 -0,06 para ambos puntos donde las densidades de las morfoespecies no tienden a ser homogéneas, por ende el índice de dominancia presentó valores altos  $\lambda$  0,89 – 0,95 indicando que hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra. El índice de Margalef indicó una diversidad baja para ambos puntos dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) valores superiores a 2,0 son relacionados con zonas de diversidad normal.



**Tabla 104. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	14	1453	0,1256	0,3316	0,8978	0,1022	1,785
P2	11	2571	0,0606	0,1453	0,9596	0,04036	1,274

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

#### 5.1.7.1.2 ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica de la ciénaga el Paraíso se configuró teniendo como base 24 morfoespecies, pertenecientes a 14 familias, ocho (8) órdenes, cinco (5) Clases y tres (3) Phylum, como se observa en la **Tabla 105**. El análisis de la contribución de los Phylum permitió evidenciar que Rotifera aportó la mayor riqueza, 14 morfoespecies (58,3 %), seguidos por Arthropoda con 7 morfoespecies (29,2 %) y Amoebozoa con 3 morfoespecies (12,5%) como se observa en la **Figura 62**.

La distribución espacial de la riqueza presentó el mismo comportamiento que la generalidad, con predominio de rotíferos tanto en el Punto 1 (8 morfoespecies, 53,3 %) como en el Punto 2 (11 morfoespecies, 55,0 %), seguido por Arthropoda (P1 = 4 morfoespecies, 26,7 % y P2 = 7 morfoespecies, 35,0 %) y Amoebozoa (P1 = 3 morfoespecies, 20,0 % y P2 = 2 morfoespecies, 10,0 %). La importancia ecológica de los rotíferos consiste en el corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, así como la transfieren de materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y debido a que son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), los cambios en la estructura y composición de su comunidad los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua.



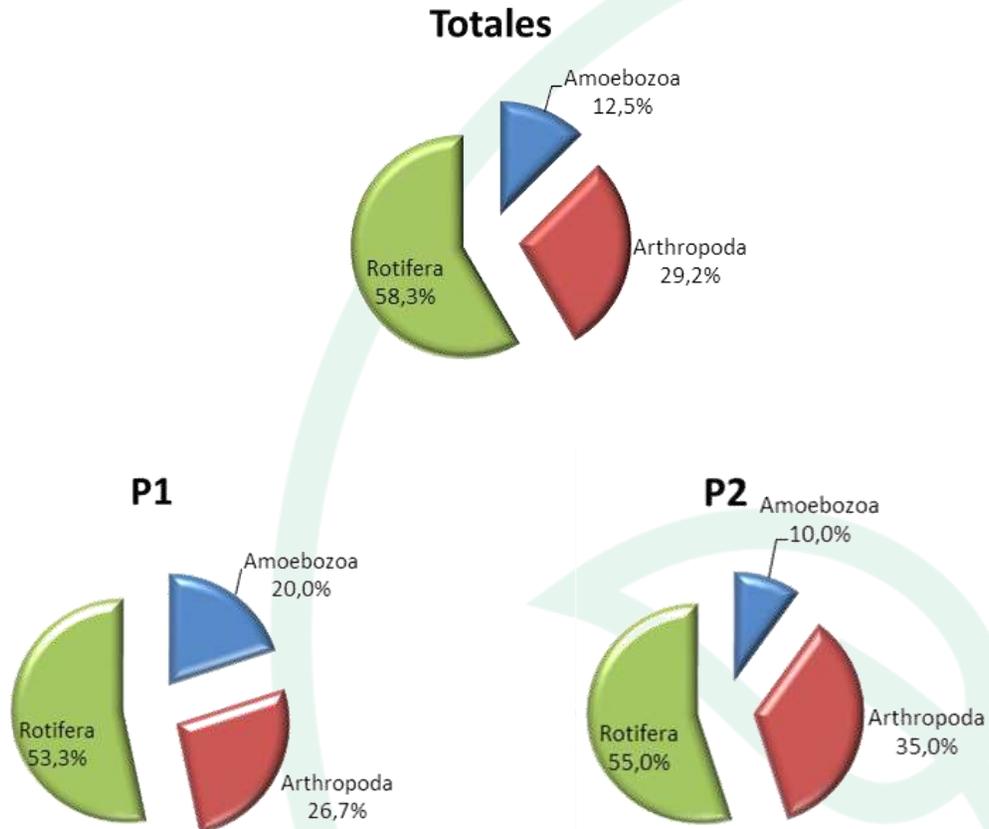
**Tabla 105. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella hemisphaerica</i>	4,03	2,25
			Diffugiidae	<i>Diffugia spp</i>	139,50	148,28
			Lesquereusiidae	<i>Netzelia tuberspinifera</i>	3,70	0
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Diplostraca NA	<i>Ceriodaphnia spp</i>	0	4,50
				<i>Daphnia spp</i>	18,60	42,88
			Moinidae	<i>Moina spp</i>	48,10	53,90
	Maxillopoda	Calanoida	Calanoida ND	Calanoida ND Morfoespecie 1	0	3,85
			Cyclopoida	Cyclopoida ND Morfoespecie 1	8,05	15,40
		Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio	81,50	76,43
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1	0	6,90
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>	7,40	2,25
				<i>Filinia terminalis</i>	0	7,70
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	0	2,25
				<i>Brachionus dimidiatus</i>	7,40	3,85
				<i>Brachionus falcatus</i>	23,50	26,95
				<i>Brachionus forficula forficula</i>	0	29,25
				<i>Brachionus havanaensis</i>	4,35	0
				<i>Keratella tropica</i>	4,35	4,18
				<i>Platyias quadricornis</i>	4,35	0
		Epiphanidae	<i>Epiphanes spp</i>	0	3,85	
		Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	0	3,85	
			<i>Lecane leontina</i>	0	4,50	
			<i>Lecane spp</i>	4,35	0	
Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>	4,03	6,75			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

Por su parte, el análisis de la abundancia permitió evidenciar que el Phylum Arthropoda presentó la mayor abundancia total, con 360,1 Ind/L, lo que correspondió al 44,3 % de la abundancia total, seguido de Amoebozoa con 297,8 Ind/L (36,6 %) y Rotifera con 155,1 Ind/L (19,1 %), tal como se evidencia en la **Figura 63**. Por otra parte, la distribución espacial de la abundancia presentó el mismo comportamiento que la generalidad, el Phylum Arthropoda fue el de mayes proporciones, en el Punto 1 aportó el 43 % (156,3 Ind/L) y en el Punto 2 el 45,3 % (203,9 Ind/L), seguido por los aportes de las amebas, 40,5 % (147,2 Ind/L) en el P1 y 33,5 % (150,5 Ind/L) en el P2; y por último los rotíferos, con el 16,4 % (59,7 Ind/L) en el P1 y 21,2 % (95,4 Ind/L) en el P2.

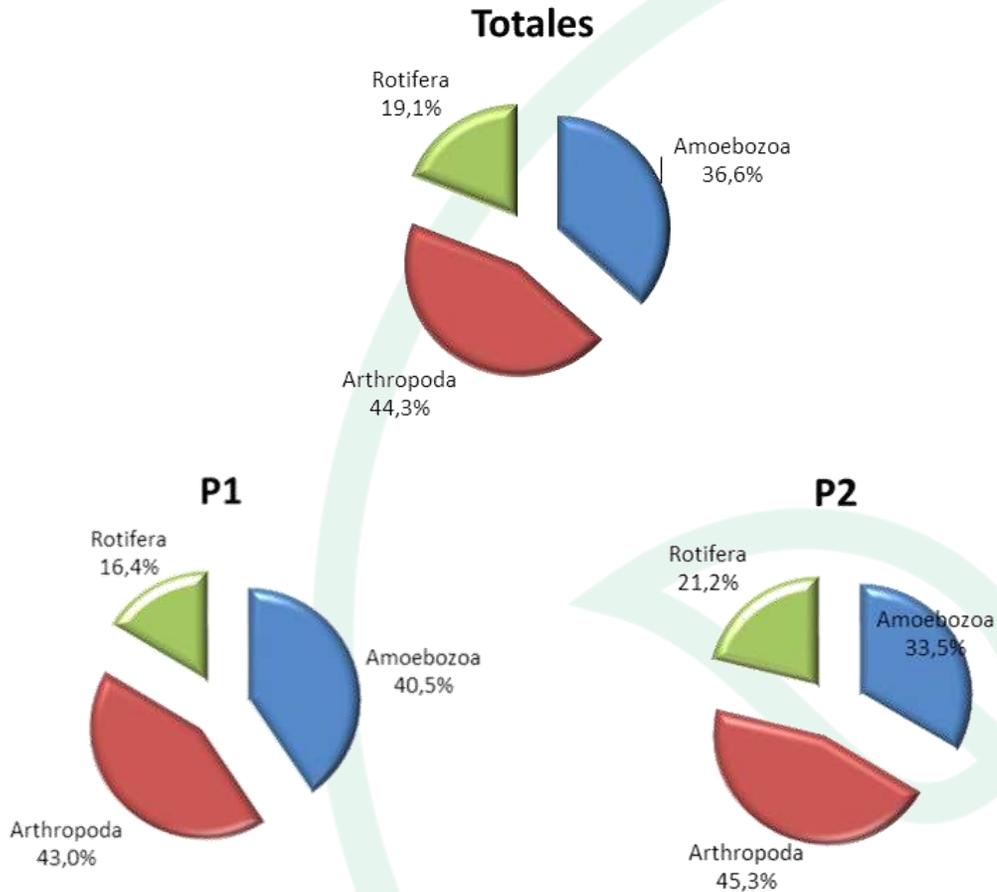




**Figura 62. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020.**

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





**Figura 63. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020.**

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

El comportamiento anterior es indicador de aguas con tendencia a la eutrofia y ambientes con bajos niveles de oxígeno, en todos los puntos monitoreados en la ciénaga Paraíso bioindicados por las mayores proporciones de artrópodos (Pinilla, 2000) y amebas (Rodas, 2019), estas últimas y debido al predominio de especies de Diffugia en las muestras, además pueden indicar bajos niveles de cromo, altos de sólidos disueltos, y correlaciones con valores de temperatura y oxígeno bajo.

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga el Paraíso presenta una diversidad medio-alta en los dos sitios de muestreo; evaluada



tanto con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, siendo menor en el Punto 1 ( $H'(\log_e)=1,902$ ), por su parte, al evaluar la diversidad con el índice de Simpson, se evidenció una diversidad medio-alta en el Punto 1 ( $1-\lambda= 0,778$ ) y alta en el Punto 2 ( $1-\lambda= 0,830$ ), como se observa en la **Tabla 106**. Por su parte, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró que una estructura medianamente uniforme en la población en los dos puntos monitoreados, equidad medio-alta, siendo menor en el Punto 1 (0,702) que en el Punto 2 (0,728); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar que dominancia baja, en el Punto 2 (0,170) y medio-baja en el Punto 1 (0,222).

**Tabla 106. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga el Paraíso en diciembre de 2020. Equidad ( $J'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	$J'$	$H'(\log_e)$	$H'(\log_{10})$	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )
P1	15	363,2	0,702	1,902	0,826	0,222	0,778
P2	20	449,8	0,728	2,182	0,948	0,170	0,830

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

### 5.1.7.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga el Paraíso registró en total 2442 individuos, distribuidos en 13 morfoespecies, ocho (8) familias, siete (7) órdenes, cuatro (4) clases y cuatro (4) divisiones (**Tabla 107**). La división más diversificada fue la Bacillariophyta (diatomeas) con el 65% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (algas verdeazules) con el 23% y por último con menor riqueza Charophyta y Chlorophyta ambos con el 6% de esta. La división más abundante está relacionada con pH neutro o ligeramente ácido, turbulencia, mezcla y eutrofia en los cuerpos de agua (Pinilla, 2000). En cuanto a Las Cyanobacterias como componentes del fitoplancton, son reconocidas por ser indicadoras de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009). La alta variedad de clorófitas es una condición típica de muchos sistemas tropicales dulceacuícolas, aunque en términos de densidad y biomasa tienden a ser relevadas por otros grupos (Ramírez 2000). El phylum Charophyta que presenta especies cosmopolitas, planctónicas y



mundialmente distribuida en diferentes habitas en especial en aguas ricas en nutrientes con alta conductividad (Brook & Johnson, 2011).

**Tabla 107. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Paraíso.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp2</i>
				<i>Oscillatoria sp3</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp1</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra ternata</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp1</i>
				<i>Navicula sp2</i>
				<i>Nitzschia sp1</i>
				<i>Nitzschia sp2</i>
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>
				<i>Gomphonema sp2</i>
	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp1</i>		
<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>13</b>

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

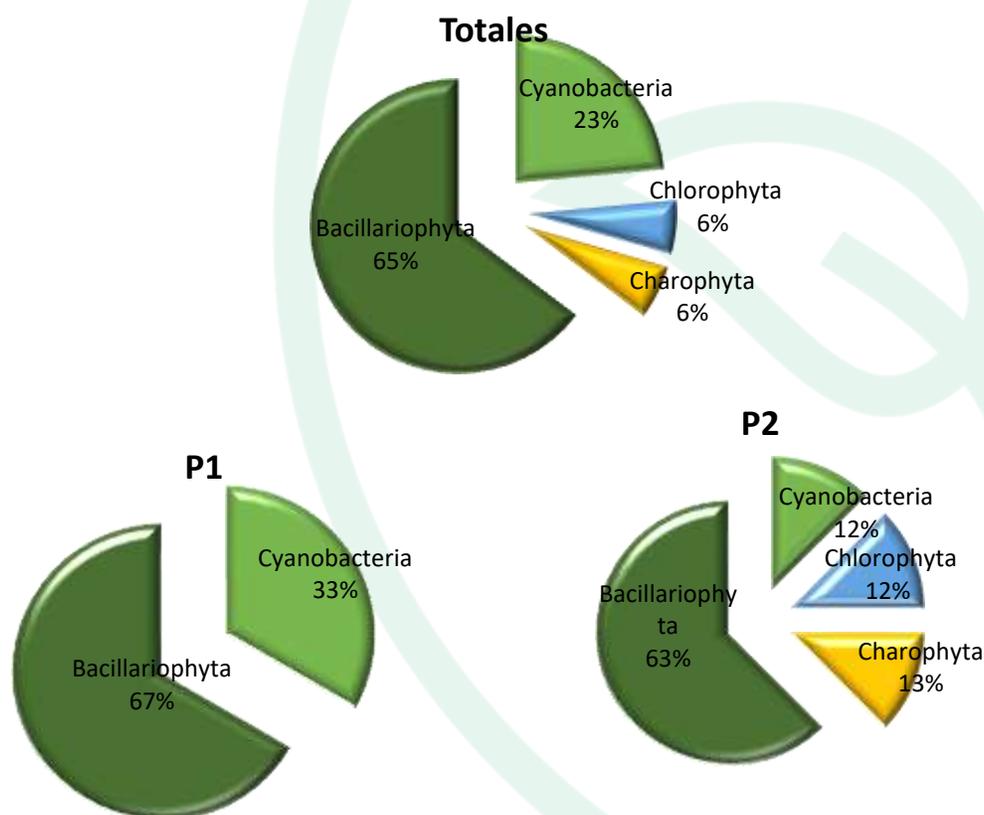
**Tabla 108. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga el Paraíso.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Oscillatoria sp2</i>	325,8	0,0
<i>Oscillatoria sp3</i>	1019,6	608,8
<i>Spirulina sp1</i>	51,3	0,0
<i>Oedogonium sp1</i>	0,0	84,4
<i>Spirogyra ternata</i>	0,0	23,0
<i>Navicula sp1</i>	2875,7	9342,1
<i>Navicula sp2</i>	911,6	0,0
<i>Nitzschia sp1</i>	25,6	0,0
<i>Nitzschia sp2</i>	2081,0	550,0
<i>Pinnularia sp1</i>	36,1	0,0
<i>Gomphonema sp1</i>	0,0	1057,8
<i>Gomphonema sp2</i>	0,0	46,1
<i>Cymbella sp1</i>	50,6	856,9
<b>TOTAL</b>	<b>7377,3</b>	<b>12569,1</b>

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



En la ciénaga el punto P1 registró la mayor riqueza con nueve morfoespecies, en P2 la riqueza presentó ocho morfoespecies, las bacillariophytas realizaron el mayor aporte en la riqueza en cada punto de muestreo, en P1 las diatomeas registraron el 67% en sucesión de las Cyanobacterias con el 33% de la riqueza total de las morfoespecies; en cuanto a el punto P2 las Bacillariophyta aportaron el 63%, seguida por chlorophytas, Cyanobacteria y Charophytas estas tres con el 12% de la diversidad total de especies (**Figura 64**).



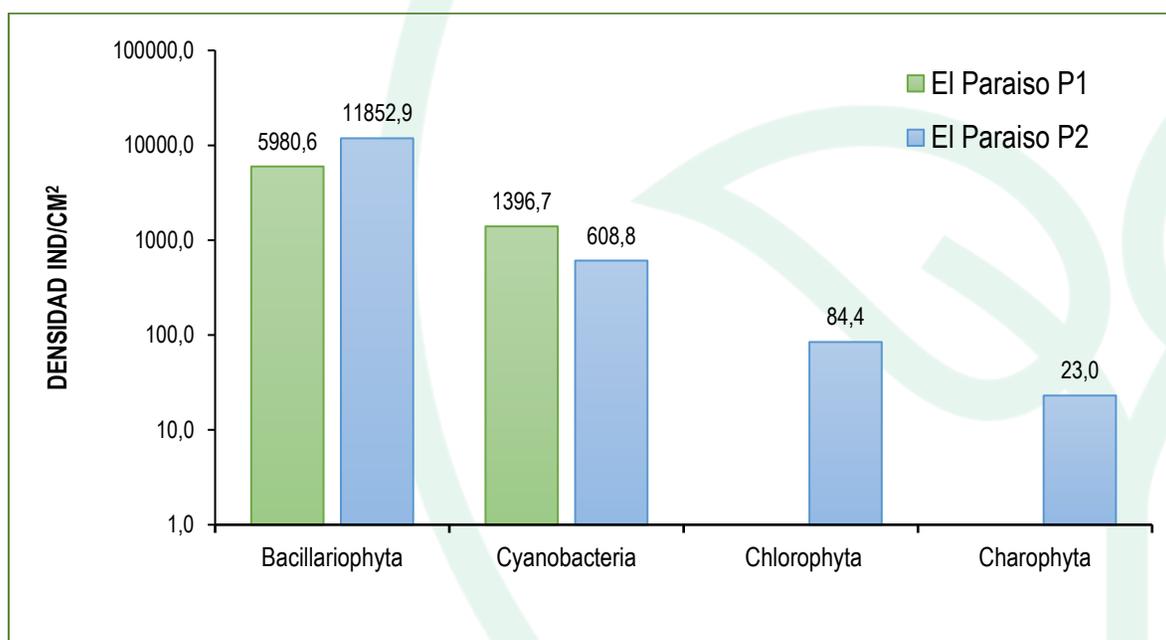
**Figura 64. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020.**

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

La mayor densidad perifítica se registró en P2 con 12569.1 Ind/cm<sup>2</sup> en cuanto a P1 la densidad fue menor con 7377.3 Ind/cm<sup>2</sup>, el grupo Bacillariophyta aportaron las mayores densidades en los puntos



de muestreo, en P1 la densidad fue de 5980.6 Ind/cm<sup>2</sup>, mientras que en el punto P2 la densidad fue de 11852.9 ind/cm<sup>2</sup>; seguido del Phylum Cyanobacteria con 608.8 Ind/cm<sup>2</sup> en el punto P1 1396.7 Ind/cm<sup>2</sup>. En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula sp1* 2875.7 ind/cm<sup>2</sup>) y *Nitzschia sp1* 2081 Ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue *Navicula sp1* (9342.1 ind/cm<sup>2</sup>) y *Gomphonema sp1* (1057.8 Ind/cm<sup>2</sup>), estas relacionada con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008). Según Sarmiento & Ruiz, 2018 el genero *Navicula* puede estar asociado a las altas concentraciones de nitratos y fosfatos en las estaciones. (Figura 65).



**Figura 65. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Paraíso.**

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

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 109**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga el Paraíso presenta una diversidad general baja valores de Shannon entre 0,9-1,5; la equitatividad presentó valores altos para el punto P1 ( $J' = 0,68$ ), en cuanto al punto P2 fue menor dicho valor ( $J' = 0,46$ ) donde las densidades de las morfoespecies no tienden a ser uniformes por lo que el índice de dominancia



presentó valores altos indicando que hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra ( $\lambda=0,56$ ). El índice de Margalef indico una diversidad baja para ambos puntos dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) valores superiores a 2,0 son relacionados con zonas de diversidad normal.

**Tabla 109. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga el Paraíso, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	9	7377,3	0,6866	1,509	0,268	0,732	1,167
P2	8	12569,1	0,4631	0,963	0,5691	0,4309	0,9576

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

#### 5.1.7.1.4 MACROFITAS

Se registraron cuatro especies de macrófitas acuáticas en la ciénaga el Paraíso, pertenecientes a cuatro familias y cuatro órdenes (Tabla 110).

**Tabla 110. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga el Paraíso en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Biotipo
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Ac
		Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	He
		Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	Ac
		Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp1</i>	He

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

La especie con mayor cobertura en la ciénaga fue *Mimosa púdica* en P1 con 61,4%, la cuál es una especie nativa capaz de ocupar diversos hábitats y entre ellos las orillas de los humedales. La segunda especie más dominante fue *E. crassipes* en P2 (Tabla 111); especie exótica de alta capacidad invasiva. Las otras tres especies son especies nativas que típicamente se encuentran en diferentes



asociaciones de macrófitas en los humedales de la cuenca baja del Magdalena (Cortes-Castillo y Rangel-Ch, 2015).

**Tabla 111. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga el Paraíso en diciembre de 2020 - enero de 2021.**

Especie	P1			P2		
	día 1	día 2	Promedio del % cobertura	día 1	día 2	Promedio del % cobertura
<i>Eichornia crassipes</i>	20,8	4,8	12,8	16,8	89,2	53
<i>Mimosa pudica</i>	30,4	92,4	61,4	34,4	6,4	20,4
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	12,8	2,8	7,8	12,4	4,4	8,4
<i>Cyperus sp</i>	36		18	36,4	0	18,2

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

#### 5.1.7.1.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Paraíso estuvo representada por la especie *M. cornuarietis* cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 112**.

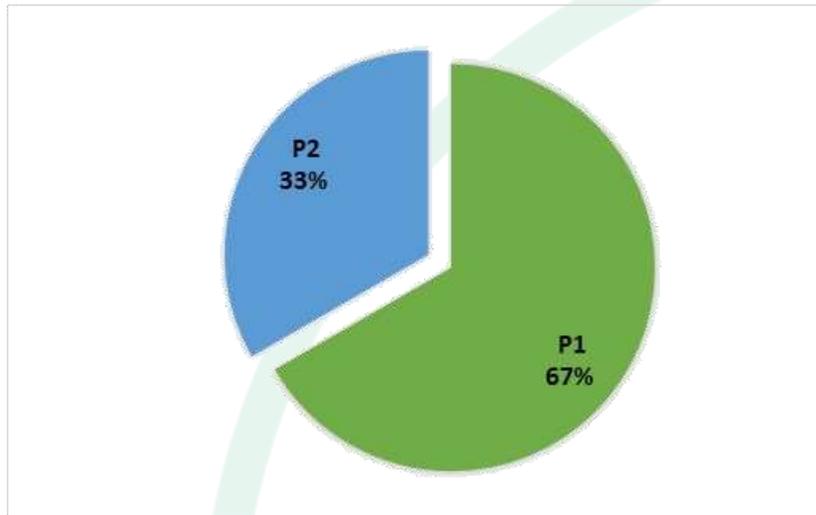
**Tabla 112. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga el Paraíso.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Mollusca	Gastropoda	Architaeniglossa	Ampullariidae	<i>M. cornuarietis</i>	7,41	3,70
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>7,41</b>	<b>3,70</b>

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

*M. cornuarietis* se alimenta principalmente de algas filamentosas y diatomeas epifitas, se relaciona con alta concentración de materia orgánica (Quiros *et al.*, 2017). Habita en ciénagas, pantanos, caños, arroyos, canales de regadío, represas y cultivos de arroz, asociada a macrófitas acuáticas Según Quiróz *et al.* (2010) y Quiróz y Arias (2013), también se puede hallar en raíces de mangle. Puede tolerar ciertos niveles de contaminación de aguas con desechos de origen orgánico y eutrofizado. Las mayores densidades de esta especie fueron reportadas en P1, aportando la misma al 67% de la densidad total; el punto P2 reportó densidades bajas y correspondientes al 33% del valor total (**Figura 66**).





**Figura 66. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga el Paraíso.**

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

#### 5.1.7.1.6 ICTIOFAUNA

La ictiofauna en la ciénaga Paraíso sólo estuvo representada por la especie *Caquetaia kraussii*, con una abundancia de nueve individuos (**Tabla 113**).

**Tabla 113. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga el Paraíso en diciembre 2020 a enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	6	1	1	1

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

Es inadecuado sacar conclusiones ecológicas o ambientales a partir de estos resultados ya que pueden ser el producto de un efecto de la selectividad del arte de pesca empleado y/o del esfuerzo de muestreo realizado. No obstante, al igual que se hizo con los cuerpos de agua anteriormente descritos, la presencia de *C. kraussii* tomarse como un indicador de la posible existencia de otras especies de peces en la ciénaga, ya que esta especie es principalmente piscívora (Atencio-García *et al.*, 2005). *K. kraussii* es una especie de importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).



## 5.1.8 Ciénaga el Uvero.

### 5.1.8.1 Variables Hidrobiológicas.

#### 5.1.8.1.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga el Uvero registró una densidad total de 1662,3 Ind/L distribuidos en 13 morfoespecies, 10 familias, ocho (8) órdenes, cinco (5) clases y cuatro (4) divisiones (**Tabla 114**). la división más diversificada fue la Euglenozoa con el 38% de la riqueza total y Cyanobacteria con el 31% de las morfoespecies seguida por las Chlorophyta (algas verdes) con 23% y con menor riqueza el grupo de Bacillariophyta con el 8%. Los Euglenofitos se ha reportado como bioindicadores de ambientes ricos en nutrientes y materia orgánica según Lu *et al* (1994) este grupo se relaciona más con fosforo total y profundidad de disco sechhi. Las Cyanobacterias se destacan por su amplia distribución y presentar altas tasas de crecimiento y su capacidad para sobrevivir en ambientes en los que compuestos como el carbono y el nitrógeno son limitantes (Comba, 2009).

**Tabla 114. Clasificación taxonómica del fitoplancton registrado en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp</i>
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis SP</i>
Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>			
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Selenastrum sp1</i>
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Volvox sp</i>
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp1</i>
Bacillariophyta	Coccinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp1</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus sp1</i>
			Euglenaceae	<i>Euglena sp2</i>
				<i>Euglena sp3</i>
				<i>Trachelomonas hispida</i>
			<i>Trachelomonas sp1</i>	
<b>4</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>13</b>

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



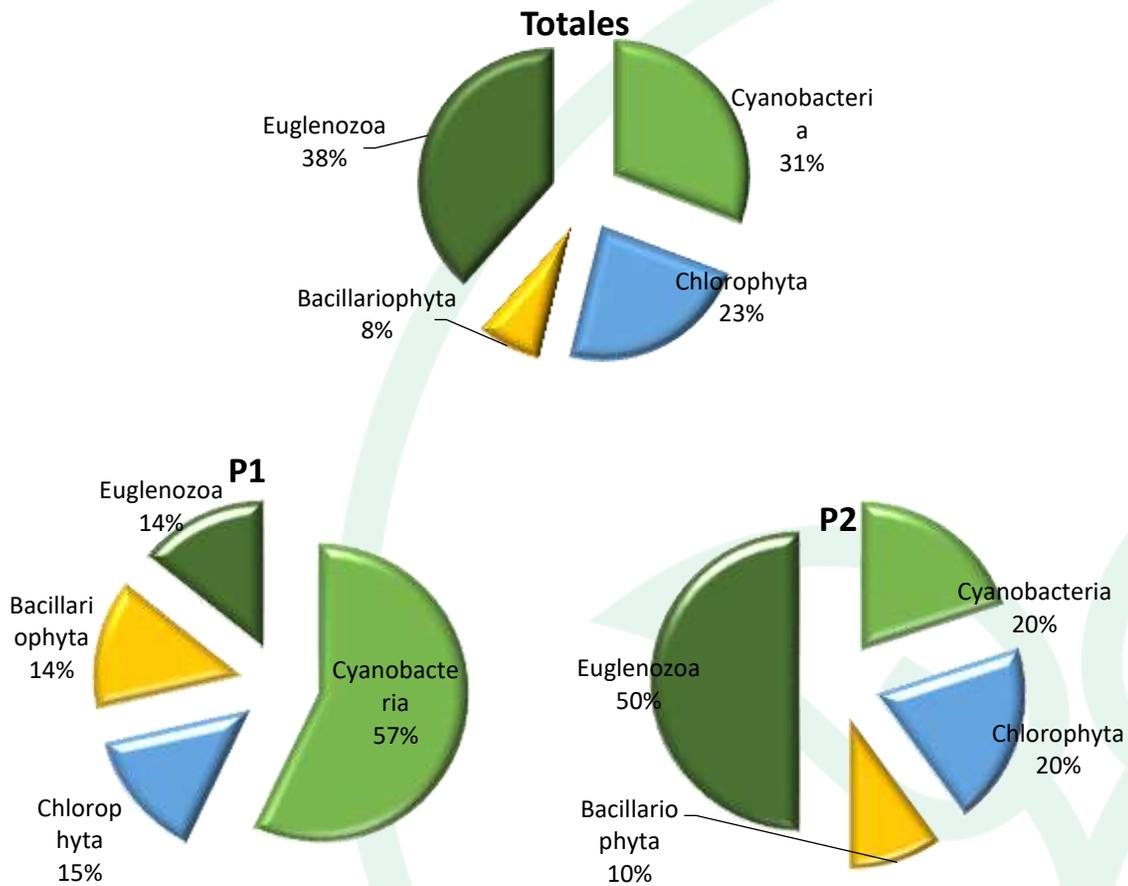
**Tabla 115. Densidad del fitoplancton registrado en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Aphanocapsa sp</i>	1,5	0
<i>Planktothrix sp</i>	317,3	713,2
<i>Raphidiopsis SP</i>	371,7	176,6
<i>Anabaena sp</i>	3,8	0
<i>Selenastrum sp1</i>	0	1,6
<i>Volvox sp</i>	42,5	0
<i>Oocystis sp1</i>	0	1,5
<i>Aulacoseira sp1</i>	15,4	3,2
<i>Phacus sp1</i>	0	2,4
<i>Euglena sp2</i>	0	2,4
<i>Euglena sp3</i>	3,8	1,6
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	2,3
<i>Trachelomonas sp1</i>	0	1,6
<b>TOTAL</b>	<b>756</b>	<b>906</b>

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

Los puntos de muestreo presentaron diferencias en cuanto a su composición, la mayor riqueza fue para P2 con 10 morfoespecies, en P1 la riqueza fue menor con siete taxa y las Cyanobacterias con el 57% de las morfoespecies; fue dominante, por el contrario el punto P2 el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas también en el phylum Euglenozoa que representaron el 50% seguida de Cyanobacteria y Chlorophyta en igual proporción ambas con el 20% de la riqueza total (Figura 67).



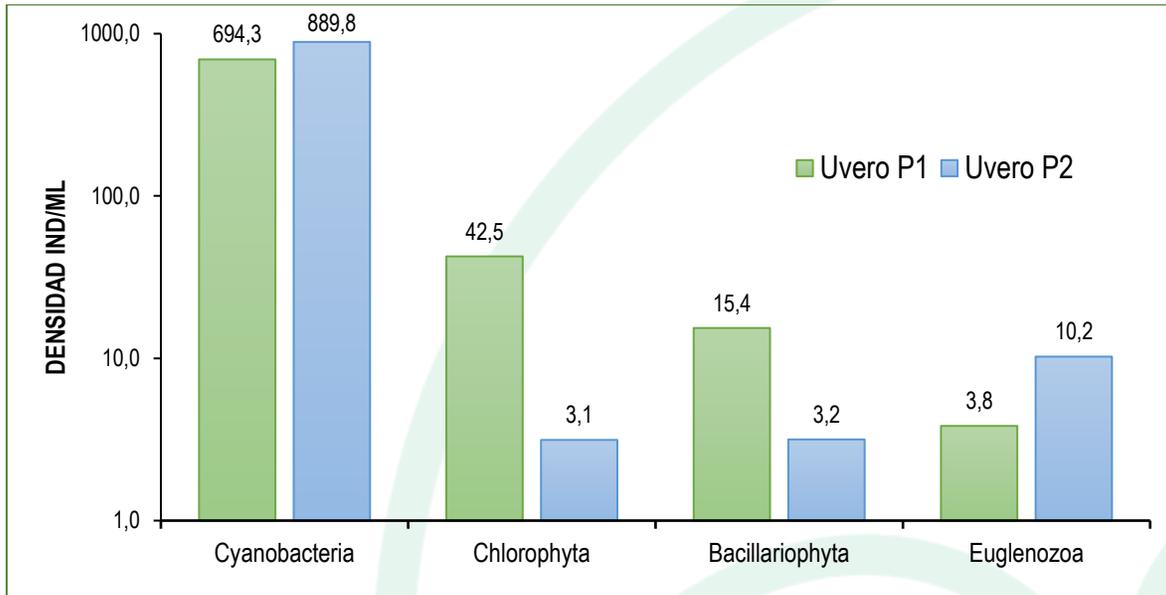


**Figura 67. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga el Uvero, en diciembre de 2020.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

En cuanto a la densidad P2 registró la mayor densidad (906,3 Ind/L), P1 obtuvo una menor densidad con 890 Ind/L, en la ciénaga el grupo Cyanobacteria aportaron las mayores densidades, en el punto P1 tuvo una menor densidad para este grupo con 694 Ind/L, seguida de Chlorophyta con 42 Ind/L en el punto P1 y 3,1 Ind/L en el punto P2 las Cyanobacterias aportaron 889,9 ind/L (**Figura 68**).





**Figura 68. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Uvero.**

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

La densidad más alta se registró en Uvero P2. En el punto P1 y P2 las morfoespecies con mayor densidad fueron *Planktothrix sp* (P1=317,3 Ind/L) (P2=713,2 Ind/L) y *Raphidiopsis sp.* (P1= 371,7 Ind/L) (P2= 176,6 Ind/L). Estos dos morfo están entre las especies potencialmente tóxicas (Rivera & Gomez, 2010).

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 116**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga El Uvero presenta una diversidad Baja, Valores de Shannon entre 0,61- 1,02 Bits/individuos, siendo mayor en el punto P2 con 10 morfoespecies; la equitatividad presentó valores Bajos para el punto P2  $J'$ , 0,26 donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser heterogéneas, por ende el índice de dominancia presentó valores relativamente altos  $\lambda$  0,42 -0,65 indicando una dominancia de morfoespecies, por el contrario el punto P1 la distribución de las densidades de las poblaciones que conforman el ensamblaje fitoplanctónico es homogénea, es decir no existe dominancia de una especie sobre otra. El índice de Margalef indico una diversidad general baja dado que sus valores fueron inferiores



a 2, según Margalef (1995) 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.

**Tabla 116. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	7	752	0,5243	1,02	0,4215	0,5785	0,906
P2	10	902	0,2684	0,618	0,6571	0,3429	1,323

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

#### 5.1.8.1.2 ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica estuvo representada por 55 morfoespecies, distribuidas en 29 Familias, nueve (9) órdenes, seis (6) Clases y cuatro (4) Phylum, como se observa en la **Tabla 117**. Estos resultados permitieron evidenciar que el Phylum Rotifera contribuyó con la mayor proporción de morfoespecies (65,5 %, 36 morfoespecies), seguido por los aportes de Amoebozoa y Arthropoda (16,4 %, 9 morfoespecies cada uno) y en menor proporción Foraminifera (1,8 %, 1 morfoespecie), como se observa en la **Figura 69**. La distribución espacial de la riqueza presentó el mismo comportamiento que la generalidad, con predominio de rotíferos tanto en el Punto 1 (30 morfoespecies, 65,2 %) como en el Punto 2 (18 morfoespecies, 54,5 %), seguido por los Amoebozoa y Arthropoda con iguales valores para en el P1 y en el P2, un aporte del 17,4 % (8 morfoespecies) y 21,2 % (7 Morfoespecies) en el P1 y en el P2 respectivamente; mientras que Foraminifera solo estuvo presente en el Punto 2 (3 %, 1 morfoespecie), como se evidencia en la **Figura 69**. La importancia ecológica de los rotíferos radica en varios puntos, el primero, corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, transfieren materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), por lo que los cambios en la estructura y composición los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua.



**Tabla 117. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga el Uvero, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
				<i>Arcella gibbosa</i>
				<i>Arcella hemisphaerica</i>
				<i>Arcella sp</i>
			Centropyxidae	<i>Centropyxis spp</i>
			Diffugiidae	<i>Diffugia acuminata</i>
				<i>Diffugia spp</i>
Lesquereusiidae	<i>Netzelia tuberspinifera</i>			
Nebelidae	<i>Nebela lageniformis</i>			
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Diplostraca NA	<i>Daphnia spp</i>
			Diplostraca-ND	Diplostraca-ND Morfoespecie 1
			Moinidae	<i>Moina spp</i>
			Calanoida	Calanoida ND Morfoespecie 1
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Ergasilus spp</i>
			Cyclopoida ND	Cyclopoida ND Morfoespecie 1
		Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1
				Ostracoda Morfoespecie 2
	Foraminifera	Granuloreticulosea	Foraminiferida	Foraminiferida ND
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Ptygura spp</i>
				<i>Testudinella mucronata</i>
			Testudinellidae	<i>Testudinella spp</i>
				<i>Filinia longiseta</i>
			Trochosphaeridae	<i>Filinia terminalis</i>
				<i>Trochosphaera aequatorialis</i>
				<i>Trochosphaera sp 2</i>
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna sieboldi</i>
				<i>Asplanchna sp 2</i>
				<i>Asplanchna spp</i>
		Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	
			<i>Brachionus calyciflorus</i>	
			<i>Brachionus caudatus</i>	
			<i>Brachionus dimidiatus</i>	
			<i>Brachionus dolobratatus dolobratatus</i>	
			<i>Brachionus falcatus</i>	
			<i>Brachionus plicatilis</i>	
			<i>Plationus patulus</i>	
			<i>Platyias sp</i>	
			Epiphanidae	<i>Epiphanes spp</i>
		Euchlanidae	<i>Euchlanis spp</i>	
		Gastropodidae	<i>Gastropus sp 2</i>	
			<i>Gastropus sp 5</i>	



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Gastropus spp</i>
			Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>
				<i>Lecane leontina</i>
				<i>Lecane luna</i>
				<i>Lecane spp</i>
				Lepadellidae
			Notommatidae	<i>Cephalodella sp</i>
				<i>Monommata sp</i>
			Proalidae	<i>Proales sp</i>
			Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>
			Tetrasiphonidae	<i>Tetrasiphon hydrocora</i>
			Trichocercidae	<i>Trichocerca sp 2</i>
				<i>Trichocerca spp</i>

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

**Tabla 118. Densidad del zooplancton registrado en la ciénaga el Uvero, en diciembre de 2020.**

Morfoespecie	Puntos de muestreo	
	P1	P2
<i>Arcella discoides</i>	3,75	2,45
<i>Arcella gibbosa</i>	1,25	4,33
<i>Arcella hemisphaerica</i>	3,98	7,35
<i>Arcella sp</i>	4,22	4,90
<i>Centropyxis spp</i>	0	7,35
<i>Diffflugia acuminata</i>	2,11	18,75
<i>Diffflugia spp</i>	7,58	16,58
<i>Netzelia tuberspinifera</i>	2,11	0
<i>Nebela lageniformis</i>	4,22	00
<i>Daphnia spp</i>	2,73	0
Diplostraca-ND Morfoespecie 1		4,90
<i>Moina spp</i>	24,40	44,85
Calanoida ND Morfoespecie 1	2,73	
<i>Ergasilus spp</i>	3,79	3,75
Cyclopoida ND Morfoespecie 1	20,81	14,28
Morfoespecie Larva Nauplio	107,56	47,23
Ostracoda Morfoespecie 1	6,33	6,20
Ostracoda Morfoespecie 2	33,73	2,45
Foraminifera ND Morfoespecie 2	0	2,45
<i>Ptygura spp</i>	2,11	0
<i>Testudinella mucronata</i>	2,11	11,25
<i>Testudinella spp</i>	0	7,50
<i>Filinia longiseta</i>	2,11	26,25
<i>Filinia terminalis</i>	0	4,90
<i>Trochosphaera aequatorialis</i>	0	3,75



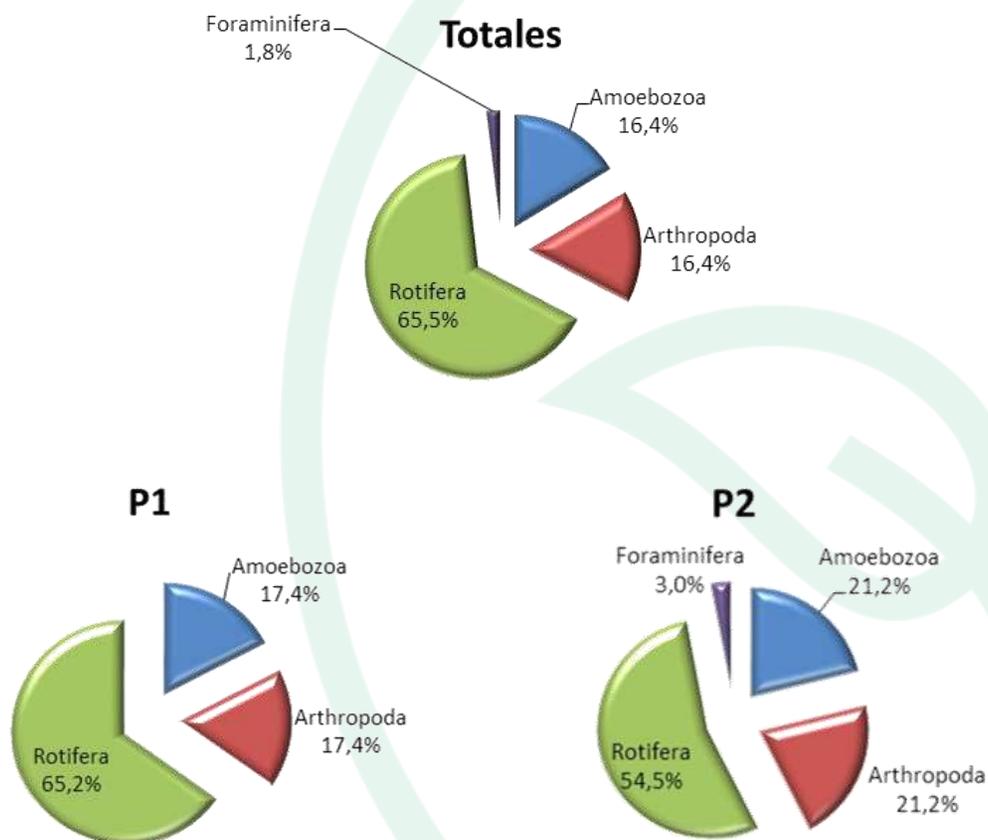
Morfoespecie	Puntos de muestreo	
	P1	P2
<i>Trochosphaera sp 2</i>	2,11	0
<i>Asplanchna sieboldi</i>	0	7,50
<i>Asplanchna sp 2</i>	0	7,50
<i>Asplanchna spp</i>	0	3,10
<i>Brachionus angularis</i>	11,68	3,75
<i>Brachionus calyciflorus</i>	4,22	0
<i>Brachionus caudatus</i>	12,50	12,25
<i>Brachionus dimidiatus</i>	1,68	0
<i>Brachionus dolobratu dolobratu</i>	4,22	0
<i>Brachionus falcatus</i>	21,75	7,50
<i>Brachionus plicatilis</i>	1,25	2,45
<i>Plationus patulus</i>	6,33	0
<i>Platyias sp</i>	22,50	00
<i>Epiphanes spp</i>	45,85	22,05
<i>Euchlanis spp</i>	25,30	0
<i>Gastropus sp 2</i>	1,25	0
<i>Gastropus sp 5</i>	2,50	0
<i>Gastropus spp</i>	1,25	0
<i>Lecane bulla</i>	8,63	7,35
<i>Lecane leontina</i>	4,22	3,75
<i>Lecane luna</i>	2,11	3,75
<i>Lecane spp</i>	2,50	11,18
<i>Lepadella punctata</i>	1,25	0
<i>Cephalodella sp</i>	4,22	0
<i>Monommata sp</i>	1,25	0
<i>Proales sp</i>	3,75	0
<i>Polyarthra spp</i>	36,28	23,58
<i>Tetrasiphon hydrocora</i>	2,11	0
<i>Trichocerca sp 2</i>	1,25	0
<i>Trichocerca spp</i>	2,11	0

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

Al analizar la abundancia, se evidenció que es mayor el aporte del Phylum Rotifera con 409,7 Ind/L, lo que correspondió al 49,4 % de la abundancia total, seguida por Arthropoda con 325,7 Ind/L (39,3 %), por Amoebozoa 90,9 Ind/L (11,0%) y por último por Foraminifera con 2,5 Ind/L (0,3 %), como se observa en la **Figura 70**. Igualmente, la distribución de la abundancia presentó un comportamiento similar al observado en la generalidad, el Phylum Rotifera presento las mayores abundancias con 240,4 Ind/L (51,0 %) en el Punto 1 y 169,4 Ind/L (47,4 %) en el Punto 2; seguido de Arthropoda con 202,1 Ind/L (42,6 %) en el Punto 1 y 123,7 Ind/L (34,6 %) en el Punto 2, de Amoebozoa con 29,2



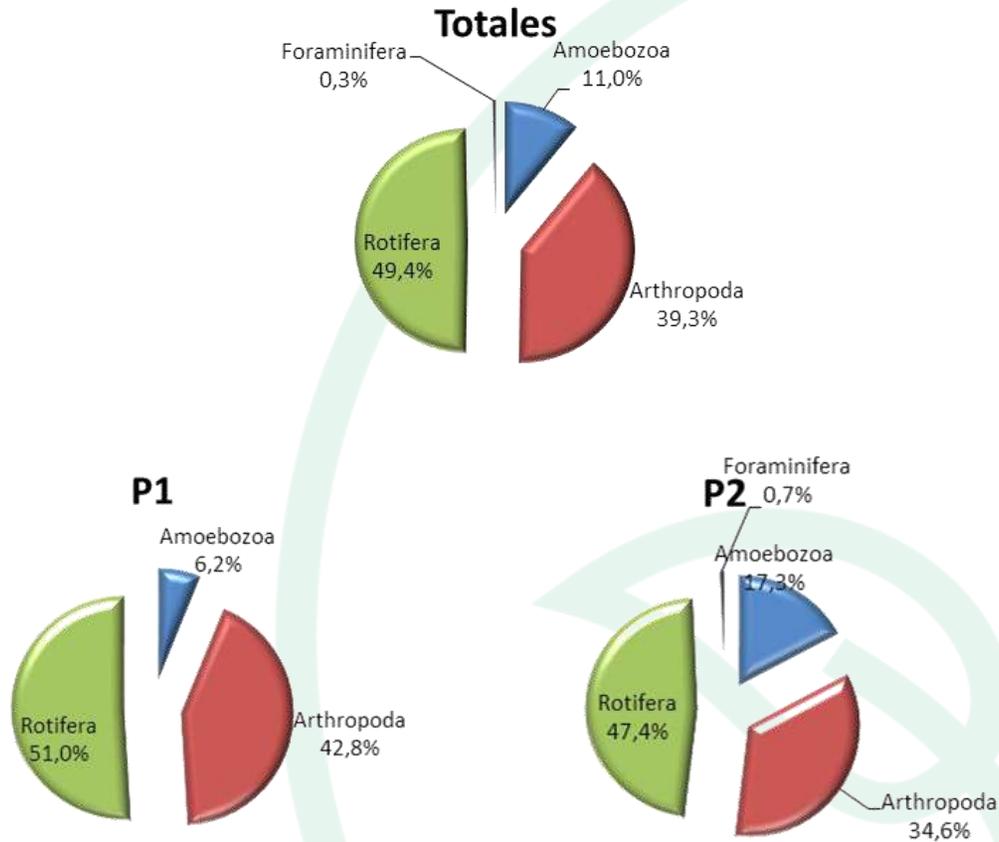
Ind/L (6,2 %) en el Punto 1 y 61,7 Ind/L (17,3 %) en el Punto 2 y por último con en menor contribución los Foraminifera con 2,5 Ind/L (0,7 %). Se observó además mayor abundancia total en el Punto 1, con 471,7 Ind/L, mientras que en el Punto 2 se observaron 357,2 Ind/L.



**Figura 69. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplankton en la ciénaga el Uvero, en diciembre de 2020.**

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





**Figura 70. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga el Uvero, en diciembre de 2020.**

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

El comportamiento anterior es indicador de aguas eutrofizadas en todos los puntos monitoreados en la ciénaga el Uvero, pues los rotíferos son bioindicadores de eutrofia y estratificación, lo cual es ratificado por el segundo grupo más abundante, los artrópodos, con el componente de copépodos (Pinilla, 2000).

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga Uvero presenta una diversidad medio-alta en los dos sitios de muestreo; evaluada con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, siendo mayor en el Punto 1 ( $H'(\log_e)=3,000$ ), mientras que con el de Simpson, la diversidad evaluada en los dos puntos de muestreo se clasificó como alta-



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 235 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

( $\lambda=0,914$ ), como se observa en la **Tabla 119**. Igualmente, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró que una estructura con tendencia a la uniformidad en la población en los dos puntos monitoreados, obteniendo una equidad media-alta en el Punto 1 (0,783) y alta en el Punto 2 (0,890); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar que los dos puntos presentan valores bajos, o una dominancia baja, siendo menor en el Punto 2 (0,059).

**Tabla 119. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020. Equidad ( $J'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	$J'$	$H'$ (loge)	$H'$ (log10)	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )
P1	46	471,7	0,783	3,000	1,303	0,086	0,914
P2	33	357,2	0,890	3,112	1,351	0,059	0,941

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

### 5.1.8.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga el Uvero registró en total 2498 individuos, distribuidos en 22 morfoespecies, 13 familias, 11 órdenes, cinco (5) clases y cuatro (4) divisiones (**Tabla 120**).

La división más diversificada fueron la Bacillariophyta (diatomeas) con el 59% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (Cyanobacterias o algas verdeazules) y Euglenozoa con el 25 % de riqueza en el sistema. Las diatomeas se encuentran dentro de los grupos más tolerantes a condiciones de mineralización, contaminación orgánica y sólidos suspendidos (Ramírez y Viña, 1998) en cuanto a Las Cyanobacterias se destacan por su amplia distribución y presentar altas tasas de crecimiento y su capacidad para sobrevivir en ambientes en los que compuestos como el carbono y el nitrógeno son limitantes (Comba, 2009) Por su parte los Euglenofitos se ha reportado como bioindicadores de ambientes ricos en nutrientes y materia orgánica según Lu *et al* (1994) este grupo se relaciona más con fosforo total y profundidad de disco sechhi.

**Tabla 120. Clasificación taxonómica del perifiton registrado en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	<i>Anabaena sp</i>



		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp3</i>
				<i>Lyngbya sp</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp1</i>
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp2</i>
				<i>Navicula sp1</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp2</i>
				<i>Nitzschia sp1</i>
				<i>Nitzschia sp2</i>
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>
				<i>Pinnularia sp2</i>
			Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp1</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>
				<i>Gomphonema sp1</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp2</i>
				<i>Cymbella sp1</i>
			Cymbellaceae	
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp1</i>
				<i>Synedra sp2</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>
				<i>Euglena sp2</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>
<b>4</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>22</b>

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

**Tabla 121. Densidad del perifiton registrado en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Anabaena sp</i>	426,1	0,0
<i>Oscillatoria sp3</i>	665,9	0,0
<i>Lyngbya sp</i>	12,6	58,1
<i>Spirulina sp1</i>	12,6	0,0
<i>Oedogonium sp1</i>	229,6	0,0
<i>Ulothrix sp2</i>	151,6	0,0
<i>Navicula sp1</i>	8125,1	366,0
<i>Navicula sp2</i>	93,1	0,0
<i>Nitzschia sp1</i>	31,4	21,6
<i>Nitzschia sp2</i>	15,5	0,0
<i>Pinnularia sp1</i>	85,3	0,0
<i>Pinnularia sp2</i>	397,1	15,7
<i>Gyrosigma sp1</i>	0,0	7,0
<i>Eunotia sp1</i>	200,0	0,0
<i>Gomphonema sp1</i>	774,7	0,0

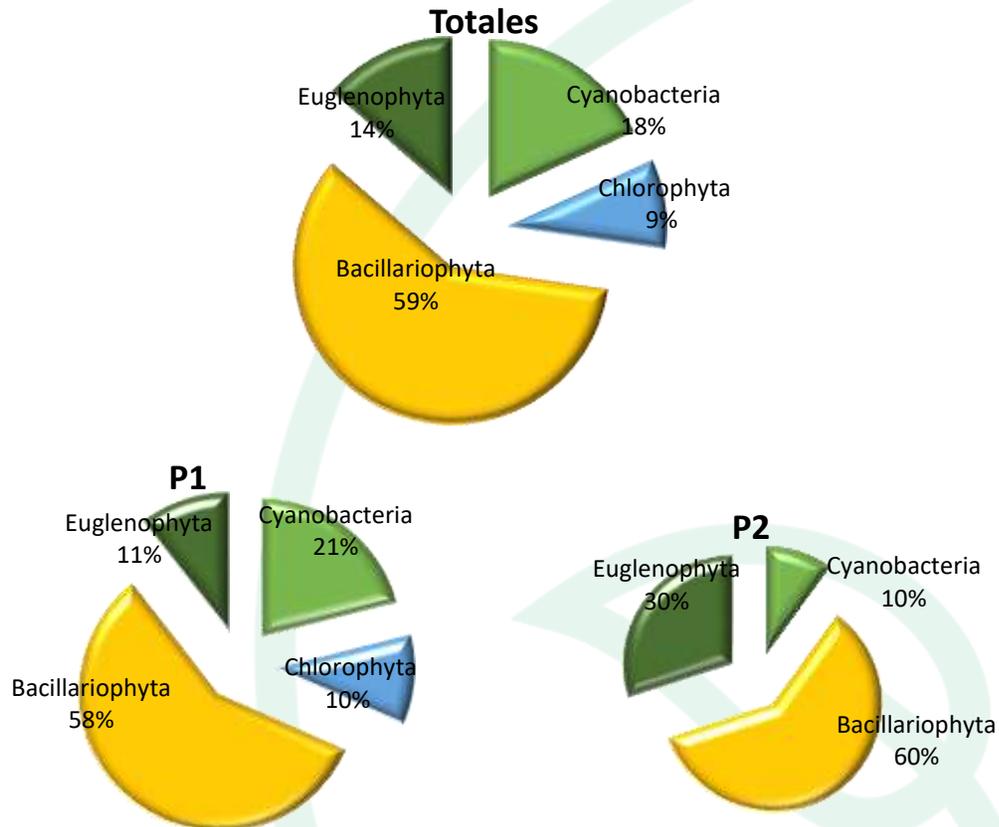


Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Gomphonema sp2</i>	863,2	0,0
<i>Cymbella sp1</i>	12,6	0,0
<i>Synedra sp1</i>	80,9	728,1
<i>Synedra sp2</i>	0,0	27,6
<i>Euglena sp1</i>	44,0	6,1
<i>Euglena sp2</i>	15,5	13,3
<i>Trachelomonas sp1</i>	0,0	3,5
<b>TOTAL</b>	<b>12236,7</b>	<b>1247,2</b>

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

En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza presentó diferencias, en P1 se registró el mayor número de taxones con 19, en P2 la riqueza fue mucho menor con 10 morfoespecies, en la ciénaga el Phyla de las Bacillariophytas aportaron el mayor número de taxones en cada una de las estaciones, es así como en P1 las diatomeas aportaron el 58% de la riqueza total, seguida de las Cyanobacterias con un 21% de las morfoespecies; en P2 el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas por el phylum de las diatomeas que representaron el 60% seguida de Euglenozoa con el 30% de la riqueza total (**Figura 71**).



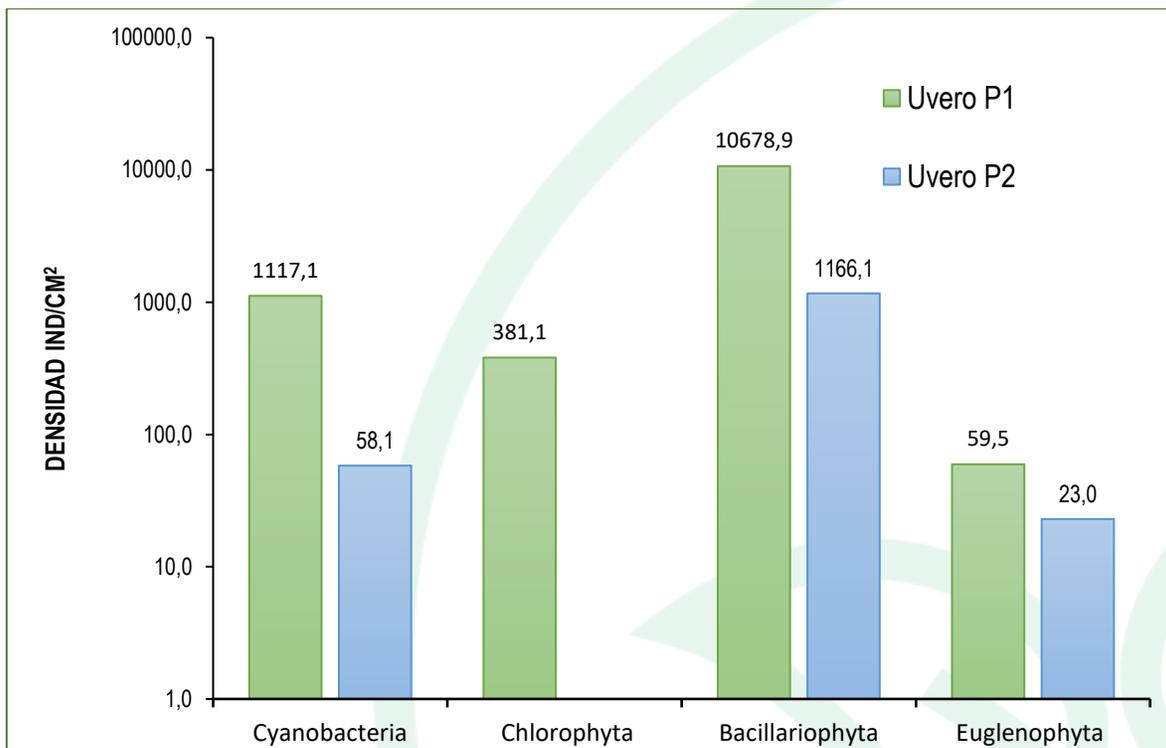


**Figura 71. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga Uvero, en diciembre de 2020.**

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

La densidad promedio del perifiton de la ciénaga fue de 6742 Ind/cm<sup>2</sup>, oscilando entre 12236.7 Ind/cm<sup>2</sup> (P1) y 1247.2 Ind/cm<sup>2</sup> (P2) El grupo de las Bacillariophyta aportaron las mayores densidades en la ciénaga seguida de las Cyanobacterias. En P1 las morfoespecies con mayor densidad fueron *Navicula sp1* 8125.1 Ind/cm<sup>2</sup>, *Gomphonema sp1* y *Gomphonema sp2*. En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue *Synedra sp1* 728.1 Ind/cm<sup>2</sup>, además de *Navicula sp1*, el género *Synedra* al igual que *Navicula* es tolerante a contenidos de sedimentos y conductividades altas (Bellinger & Sigeo, 2010). (Figura 72).





**Figura 72. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga el Uvero.**

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

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 122**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga el Uvero presenta una diversidad moderada, siendo mayor en el punto uno con 19 morfoespecies; la equitatividad presentó valores medios ( $J' 0,46 - 0,49$ ), donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes, el índice de dominancia presentó valores medios ( $\lambda 0,46 - 0,43$ ) indicando una dominancia de morfoespecies baja, el índice de Margalef indicó una diversidad alta para el punto P1 ( $d=2,41$ ) dado que sus valores fueron superiores a 2, según Margalef (1995) 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.



**Tabla 122. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	19	12236,7	0,4677	1,377	0,4654	0,5346	2,414
P2	10	1247,2	0,4948	1,139	0,4343	0,5657	1,355

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

#### 5.1.8.1.4 MACROFITAS

La composición de macrófitas acuáticas en la ciénaga El Uvero fue monoespecífica, siendo representada por *Eichhornia crassipes* con una cobertura del 100% en cada punto de muestreo (Tabla 123).

**Tabla 123. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga el Uvero en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	% de cobertura		Biotipo
					P1	P2	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	100	100	He

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

Los resultados de composición y cobertura de las macrófitas de la ciénaga la Larga son iguales a los encontrados en las ciénagas de Mesolandia, el Convento y la Luisa.

#### 5.1.8.1.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad de macroinvertebrados en la ciénaga el Uvero estuvo constituida por cuatro (4) morfoespecies vinculadas a dos (2) divisiones, tres (3) clases, cuatro (4) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 124**.

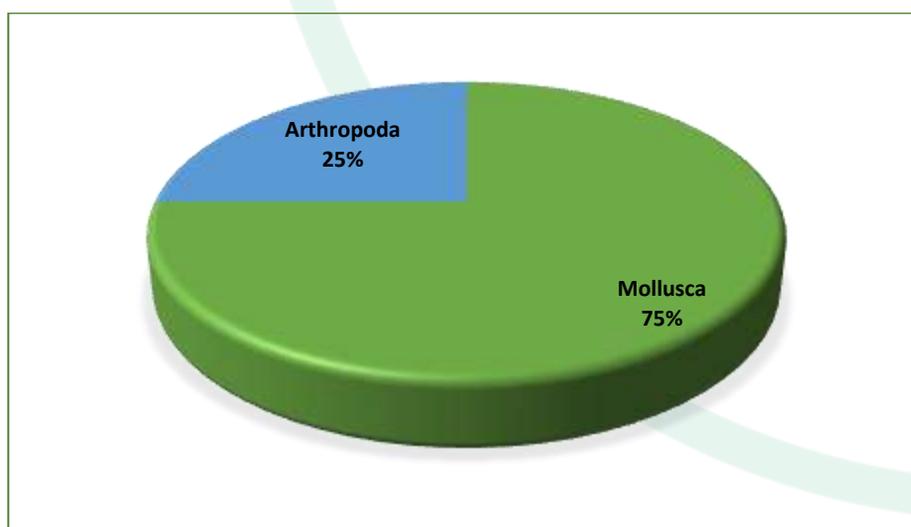


**Tabla 124. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga el Uvero.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Polymesoda sp</i>	17,59	24,07
	Gastropoda	Architaeniglossa	Ampullariidae	<i>Pomacea sp</i>	1,85	2,78
		Bassomatophora	Planorbidae	<i>Planorbidae sp</i>	0,93	2,78
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomidae sp</i>	4,63	4,63
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>25,00</b>	<b>27,78</b>

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

La división Mollusca fue la más representativa en términos de riqueza, ya que contó con el 75% del total de morfoespecies registradas; mientras que a la división Arthropoda le correspondió el 25% restante (**Figura 73**). Esta particular dominancia de Mollusca en las ciénagas se debe a que son ambientes cuya tendencia a la colmatación es bastante común y como consecuencia de ello existe una mayor cantidad de materia orgánica tanto en la columna agua como en el sedimento, que sirve de ítem alimenticio para los moluscos, al ser estos en su mayoría de hábitos detritívoros. En contraste con los moluscos, la división Arthropoda si bien cuenta con especies resistentes a cargas orgánicas elevada, su número es reducido y en general se asocian con dípteros de la familia *Chironomidae*.

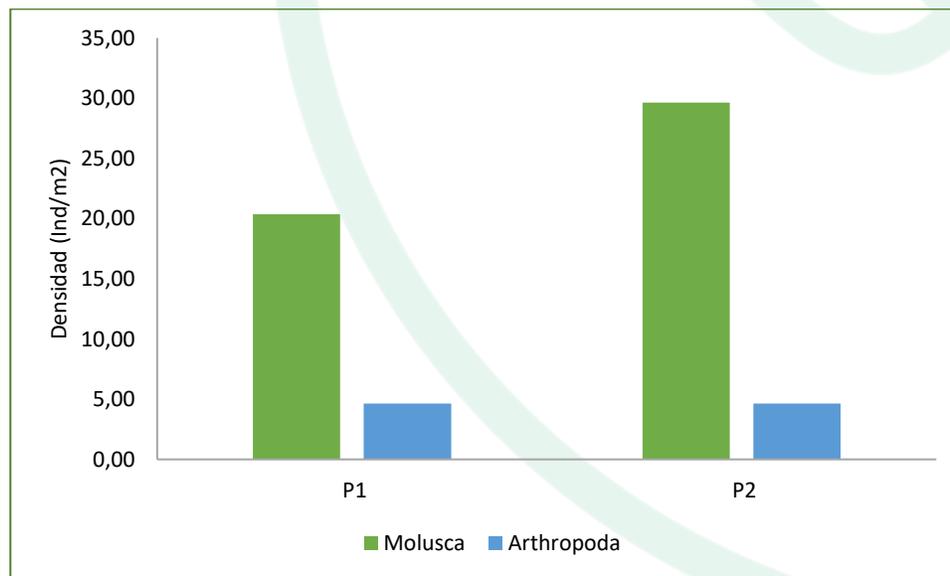


**Figura 73. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga el Uvero.**

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



A nivel espacial, Mollusca continuó con su patrón de dominancia en ambos puntos de monitoreo, estando mejor representada en el punto P2 donde registró 29,63 Ind/m<sup>2</sup>; Arthropoda presentó densidades bajas y de igual valor para los dos puntos (4,69 Ind/m<sup>2</sup>) (**Figura 74**). La distribución y composición de especies de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos que habitan sistemas lenticos se encuentran determinadas por factores bióticos y abióticos independientes o acumulativos a diferentes escalas espacio-temporales (Takamura *et al.*, 2008). Entre estos factores tenemos las diferencias de sustrato (por ejemplo, piedra, grava, guijarros, arena, limo, plantas acuáticas o detritos leñosos), exposición al viento, presencia de algas filamentosas (Brodersen 1995), contenido de oxígeno, altos niveles de nutrientes debido a la entrada de contaminantes orgánicos (Petridis 1993) y profundidad del agua (Kato *et al.*, 1999). Además de esto, las características ecofisiológicas de cada grupo poblacional son fundamentales en la estructuración de la fauna béntica ya que éstas tienden a variar a escalas de un ciclo anual, así pues, se pueden obtener mayores densidades de un grupo determinado cuanto éste se encuentre en su pico de reproducción.

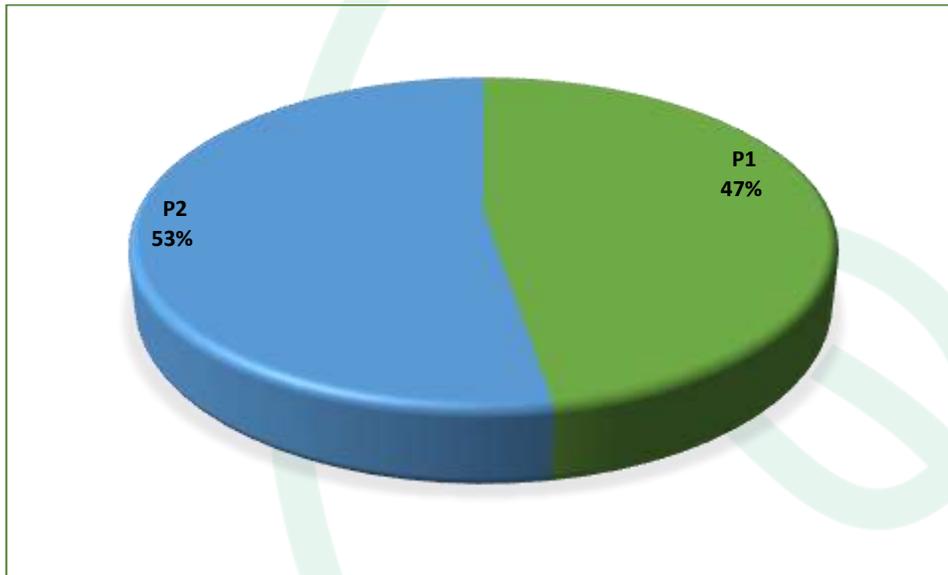


**Figura 74. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga el Uvero por punto de monitoreo.**

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



Los puntos de monitoreo presentaron densidades relativamente bajas, el valor máximo fue observado en P2, donde se reportó el 53% de la densidad total; mientras que el 47% restante lo reportó P1 (**Figura 75**). Estos diferenciales en el valor de densidad estuvieron dados por el aporte desigual de las morfoespecies *Polymesoda* sp y *Planorbidae* sp, los cuales fueron ligeramente mayor en el punto P2.

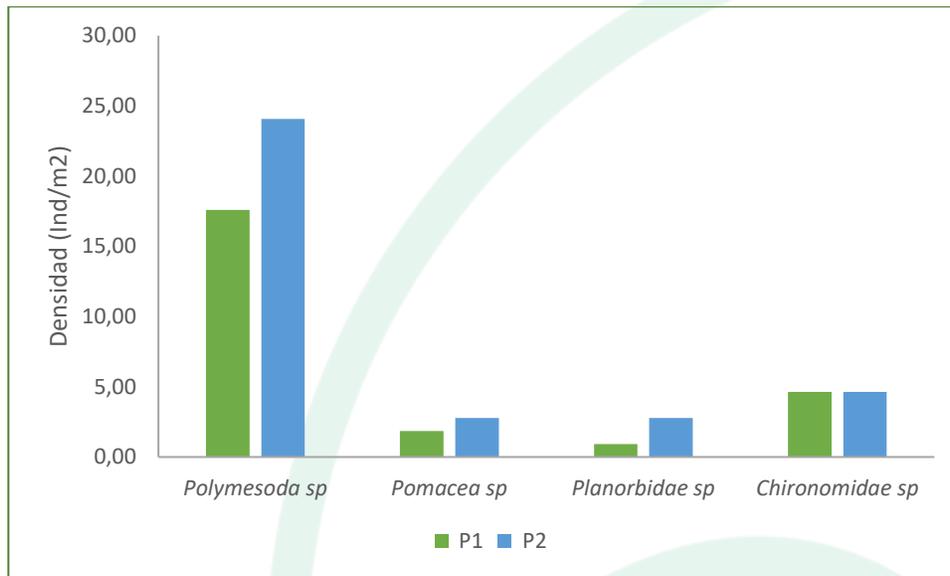


**Figura 75. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga el Uvero.**

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

La morfoespecie más abundante fue el bivalvo *Polymesoda* sp con 17,59 Ind/m<sup>2</sup> y 24,07 Ind/m<sup>2</sup> en P1 y P2 respectivamente; las morfoespecies restantes obtuvieron densidades bajas e iguales o inferiores a 4,63 Ind/m<sup>2</sup> (**Figura 76**). Las especies del género *Polymesoda* son comunes en las bocas de los ríos hasta dónde llega la influencia de la marea, son típicos de aguas salobres de salinidad baja hasta aguas dulces y forman parte de la infauna en fondos suaves. De acuerdo con Duque (1993) estos bivalvos toleran intervalos muy amplios de concentración de oxígeno hasta 2,0 mg/L.





**Figura 76. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas.**

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

#### 5.1.8.1.6 ICTIOFAUNA

El ensamblaje de peces de la ciénaga el Uvero estuvo representado por seis especies pertenecientes a cinco familias y dos órdenes, que en total presentaron una abundancia de veinte individuos, que fue dominada por *Colossoma macropomum* con cinco individuos (**Tabla 125**).

**Tabla 125. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga el Uvero en diciembre 2020 a enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
Characiformes	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	0	2		1
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	0	1	1	
	Serrasalminidae	<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1816)	0	1	2	2
	Triporthidae	<i>Triporthus magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	0	1	1	2
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	0	1		1
	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	0	2	1	1

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



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 245 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

Aunque las limitaciones en el esfuerzo de muestreo y el efecto del arte de pesca empleado también pueden ser un impedimento para adelantar un análisis ecológico de la estructura de la ictiofauna, es importante resaltar que en esta ciénaga es donde se registró el mayor número de especies a pesar de que ella fue una de las ciénagas en donde se hizo el menor esfuerzo muestral (dos sitios de muestreo con dos repeticiones). Siendo también de resaltar que esta es la ciénaga es la única de todas las analizadas en este documento que no tiene centros urbanos en sus inmediaciones.

Todas las especies registradas son estenohalinas, con excepción de *O. niloticus* que es capaz de soportar salinidades mayores, siendo dulceacuícola-estuarina gracias a su gran capacidad adaptativa (Narvaez *et al.*, 2005).

*C. macropomum* y *O. niloticus* son especies foráneas en la cuenca del Magdalena y del Caribe, donde han logrado ser muy exitosas (Gutiérrez, 2006; Gutiérrez-Bonilla y Álvarez-León, 2011), llegando a desplazar a otras especies nativas (Caraballo, 2009).

*Hoplias malabaricus*, *Prochilodus magdalenae*, *Colossoma macropomum* y *Oreochromis niloticus* son especies reconocidas como migradoras potamódramas; unas a nivel nacional (Naranjo y Amaya-Espinel, 2009) y otras por el PNUNA (Riede, 2004).

*Prochilodus magdalenae* se considera una especie vulnerable en categoría VU (A2c, d) por Mojica *et al.* (2012) y VU en la Resolución 1912 de 2017 del MADS (MADS, 2017).

Todas las especies registradas en la ciénaga el Uvero son de gran importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).



## 5.1.9 Ciénaga la Larga.

### 5.1.9.1 Variables Hidrobiológicas.

#### 5.1.9.1.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en la ciénaga la Larga registró una densidad total 9864 Ind/L distribuidos en 20 morfoespecies, 10 familias, seis (6) órdenes, seis (6) clases y cuatro (4) divisiones (**Tabla 126**). La división más diversificada fue Euglenozoa con el 44% de las morfoespecies, seguida de las Chlorophyta (algas verdes) 28% y Cyanobacterias con el 20% de riqueza en el sistema. En menor riqueza se tuvo a Bacillariophyta con 8%. La presencia de euglenófitos se debe a que estas crecen en aguas ricas en nutrientes y materia orgánica aportando oxígeno evitando condiciones anóxicas, permitiendo el crecimiento de bacterias anaeróbicas que depuran el agua. Por su parte para la división Chlorophyta se ha reportado que es cosmopolita, representativa de aguas dulces, además está relacionada eutrofia, alto contenido de Ca, y una relación Nitrógeno/Fosforo alta, y se han establecido como indicadores de alta diversidad y cuerpos de agua con buenas condiciones, (concentración adecuada de nutrientes, pH neutro), también se ha establecido que estas algas prefieren las aguas mesosaprobias (Pinilla, 2000; Heinz Streble & Dieter Krauter, 1987). En cuanto a Las Cyanobacterias como componentes del fitoplancton, son reconocidas por ser indicadores de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009).

**Tabla 126. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la ciénaga la larga.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria sp3
				<i>Oscillatoria sp4</i>
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Selenastrum sp1</i>
			Scenedesmaceae	<i>Tetrastrum triangulare</i>
				<i>Tetrastrum sp</i>
				<i>Coelastrum astreoidium</i>
			Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>
				<i>Tetraedron sp1</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp1</i>
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp1</i>
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodisceaceae	<i>Cyclotella sp</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis sp1</i>
			Euglenaceae	<i>Strombomonas sp1</i>
				<i>Trachelomonas armata</i>
				<i>Trachelomonas hispida</i>
				<i>Euglena sp1</i>
				<i>Euglena sp2</i>
<i>Trachelomonas sp1</i>				
<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>20</b>

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

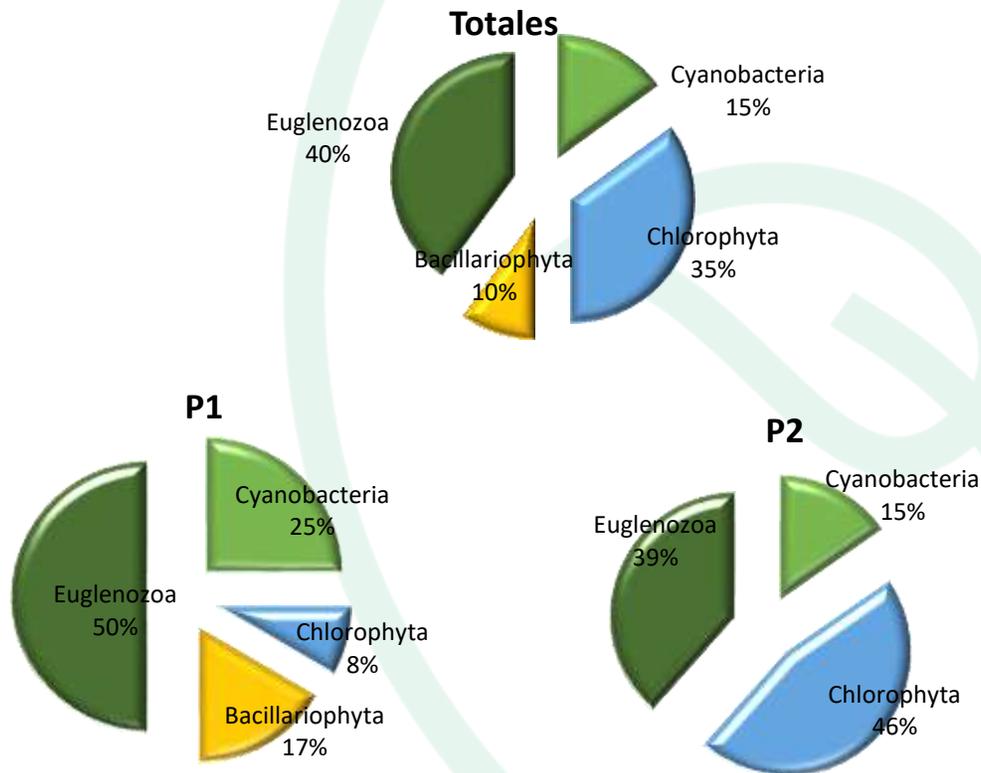
**Tabla 127. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la ciénaga la larga.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Oscillatoria sp3</i>	4,5	2,1
<i>Oscillatoria sp4</i>	4738,5	4775,4
<i>Planktothrix sp</i>	89,3	0
<i>Selenastrum sp1</i>	0	29,7
<i>Tetrastrum triangulare</i>	0	4,2
<i>Tetrastrum sp</i>	0	4,2
<i>Coelastrum astreioideum</i>	0	2,1
<i>Pediastrum duplex</i>	0	4,2
<i>Tetraedron sp1</i>	4,5	0
<i>Actinastrum sp1</i>	0	4,2
<i>Aulacoseira sp1</i>	58,0	0
<i>Cyclotella sp</i>	15,6	0
<i>Lepocinclis acus</i>	4,4	0
<i>Lepocinclis sp1</i>	38,0	27,6
<i>Strombomonas sp1</i>	0	4,2
<i>Trachelomonas armata</i>	6,7	8,5
<i>Trachelomonas hispida</i>	4,4	2,1
<i>Euglena sp1</i>	4,5	0
<i>Euglena sp2</i>	22,3	0
<i>Trachelomonas sp1</i>	0	4,2
<b>TOTAL</b>	<b>4991</b>	<b>4873</b>

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



En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza fue similar para las Euglenozoa, sin embargo, el punto P1 tuvo mayor riqueza de especies. En el punto P1 las Euglenozoa registraron el 50%, seguida de las Cyanobacterias con el 25% de la riqueza total de las morfoespecies; en cuanto a el punto P2 las riquezas se distribuyeron con el mayor número de morfoespecies para el Phylum de las Chlorophyta con el 46% seguida de Euglenozoa con el 39% de la riqueza, por último, Cyanobacterias con el 15% (**Figura 77**).



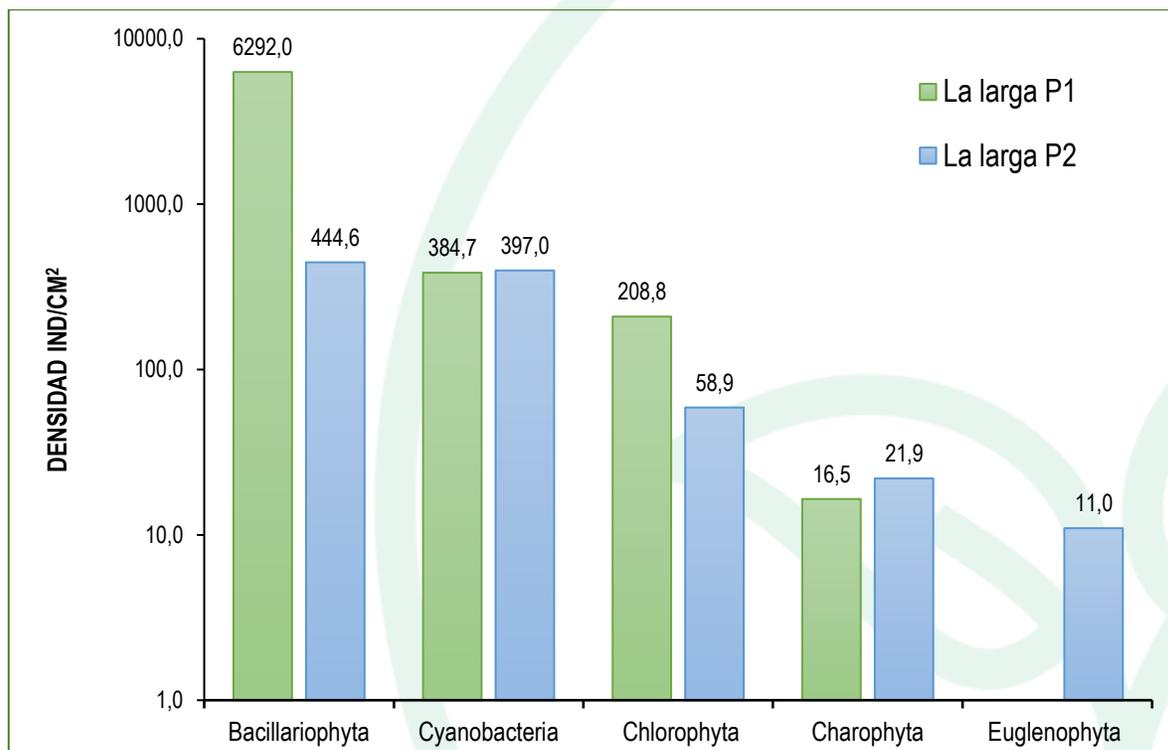
**Figura 77. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga la Larga, en diciembre de 2020.**

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

A nivel espacial, la densidad de especies registró proporciones similares entre los puntos, el grupo Euglenozoa fue el más diverso, sin embargo, tuvo la mayor densidad las cyanobacterias, donde el punto P1 tuvo una densidad de 4832,4 Ind/L, por el contrario, el punto P2 tuvo una densidad para



este grupo de 4777,5 Ind/L. En general el punto con mayor densidad fue el punto P1 (4991 Ind/L) en comparación al punto P2 (**Figura 78**).



**Figura 78. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga la Larga.**

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

La densidad más alta se registró en La Larga P1. En el punto P1 las morfoespecies con mayor densidad fueron *Oscillatoria* sp4 (4738,5 Ind/L). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue también *Oscillatoria* sp4 (4775,4 Ind/L) El género *Oscillatoria*, en su mayoría son organismos que pueden reproducirse en gran cantidad formando Bloom, está relacionada con Sedimentos y conductividad altos, Tolerancia a pesticidas, estratificación térmica y Química Eutrofia (Duque y Donato 1992; Donato et al., 1987).



En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 128**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga La Larga presenta una diversidad general relativamente baja, siendo mayor en el punto P2 con 13 morfoespecies; la equitatividad presentó valores bajos para ambos puntos, donde las densidades de las morfoespecies no tienden a ser uniformes por lo que el índice de dominancia presentó valores altos indicando que hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra. El índice de Margalef indico una diversidad moderada dado que sus valores fueron cercanos a 2, según Margalef (1995) valores superiores a 2,0 son relacionados con zonas de diversidad normal.

**Tabla 128. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga la Larga en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	12	4991	0,1177	0,2926	0,902	0,09797	1,292
P2	13	4873	0,05371	0,1378	0,9605	0,03946	1,413

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

#### 5.1.9.1.2 ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica de la ciénaga la Larga estuvo integrada por 25 morfoespecies repartidas en 15 familias, ocho (8) órdenes, cinco (5) Clases y tres (3) Phylum, como se observa en la **Tabla 129**.

El análisis de la composición de la comunidad a nivel de Phylum permitió evidenciar que los rotíferos presentaron la mayor riqueza con 11 morfoespecies (44 %), seguido por los artrópodos con 10 morfoespecies (40 %), mientras que las amebas presentaron cuatro (4) morfoespecies (16 %), como se observa en la, como se observa en la **Figura 79**.

La distribución espacial de la riqueza presentó el mismo comportamiento que la generalidad, con predominio de rotíferos y artrópodos tanto en el Punto 1 (8 y 8 morfoespecies, 42,1 % cada uno) como en el Punto 2 (7 y 10 morfoespecies, 35 y 50 % respectivamente), seguido por las amebas con



3 morfoespecies en cada punto (15,8 y 15,0 % respectivamente), como se evidencia en la **Figura 79**. La importancia ecológica de los rotíferos consiste primero en el corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, también en que actúan activamente en la transferencia de materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y debido a que son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), los cambios en la estructura y composición de su comunidad, los convierte en buenos indicadores de la calidad del agua. Por su parte la importancia de los artrópodos, especialmente los copépodos, consiste en ser un eslabón importante en la trama alimenticia acuática, transformando la proteína vegetal en animal, al ser fuente de alimento importante para peces planctívoros, como para los estadios larvales de la mayoría de peces, igualmente sus excretas sirven de fuente de alimento a organismos bentónicos facilitando el intercambio de materia tanto en la columna de agua, como con el sedimento, así mismo, algunas especies han sido usadas como bioindicadores de calidad del agua en sistemas saprobios (Smith y Fernando, 1980; Morales y Vargas, 1995 y Martínez-Barragán, *et al.*, 2009)

Tabla 129. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga la Larga, en diciembre de 2020.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>	7,40	0
			Centropyxidae	<i>Centropyxis spp</i>	7,40	18,14
			Diffugiidae	<i>Diffugia spp</i>	379,01	262,11
			Nebelidae	<i>Nebela lageniformis</i>	000	4,54
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Diplostraca NA	<i>Ceriodaphnia spp</i>	36,45	22,80
				<i>Daphnia spp</i>	32,40	117,80
			Moinidae	<i>Moina spp</i>	9,77	20,10
	Maxillopoda	Calanoida	Calanoida ND	Calanoida ND Morfoespecie 1	0	17,84
				Calanoida ND Morfoespecie 2	8,10	19,00
		Cyclopoida	Cyclopoida ND	Cyclopoida ND Morfoespecie 1	72,02	107,27
		Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio	58,90	76,19
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1	4,05	13,24
				Ostracoda Morfoespecie 2	7,40	13,61
				Ostracoda Morfoespecie 3	0	4,54
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>	13,82	13,61
				<i>Filinia terminalis</i>	4,05	7,60
		Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchnopus spp</i>	4,05	0



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 252 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
			Brachionidae	<i>Brachionus caudatus</i>	7,40	0
				<i>Brachionus falcatus</i>	4,05	16,67
				<i>Keratella americana</i>	0	4,54
				<i>Keratella tropica</i>	85,05	7,97
				<i>Platyias quadricornis</i>	0	3,80
			Epiphanidae	<i>Epiphanes spp</i>	7,40	0
			Lecanidae	<i>Lecane luna</i>	4,05	0
				<i>Lecane spp</i>	0	3,80

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

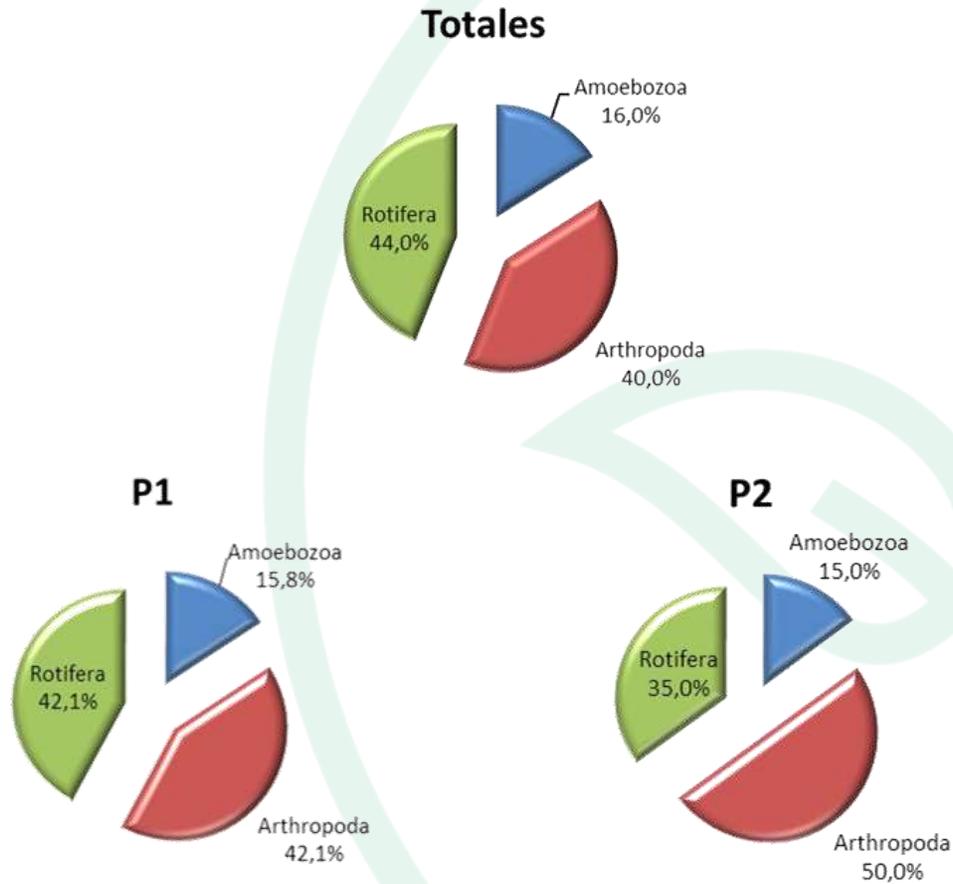
Contrariamente a la riqueza, el Phylum Arthropoda presentó la mayor abundancia total, con 678,6 Ind/L, lo que correspondió al 45,0 % de la abundancia total, precedida por Arthropoda con 641,5 Ind/L (42,5 %), mientras que los Rotifera contribuyeron con la menor abundancia, con 187,8 Ind/L (12,5 %), como se observa en la **Figura 80**.

La distribución espacial permitió evidenciar que en el Punto 1 se comportó de manera similar a la generalidad, con mayor abundancia de amebas, con 393,8 Ind/L (52,3 %), seguido de los artrópodos con 229,1 Ind/L (30,4 %) y por último los rotíferos con 129,9 Ind/L (17,3 %); Por otra parte, en el Punto 2, los artrópodos fueron los más abundantes, con 412,4 Ind/L (54,6 %), seguido de las amebas con 284,8 Ind/L (37,7 %) e igualmente en menor cantidad los rotíferos con 58 Ind/L (7,7 %), como se observa en la **Figura 80**.

En los últimos años ha aumentado los estudios de los grupos protistas, tales como las amebas testadas, usados como indicadores de contaminación y calidad del agua, la revisión bibliográfica no arrojó resultados de este tipo de estudios en Colombia; sin embargo, Rodas (2019) realizó el primer estudio en Guatemala, en el cual identificó cinco (5) ensambles asociados a estos organismos, indicando además que algunas especies de Diffugia, se incluyeron en el ensamble de bajo nivel de oxígeno y bajo cromo, el cual puede estar relacionado con valores altos de sólidos disueltos; igualmente se incluyen en el ensamble de zonas urbanas, el cual está fuertemente relacionado con



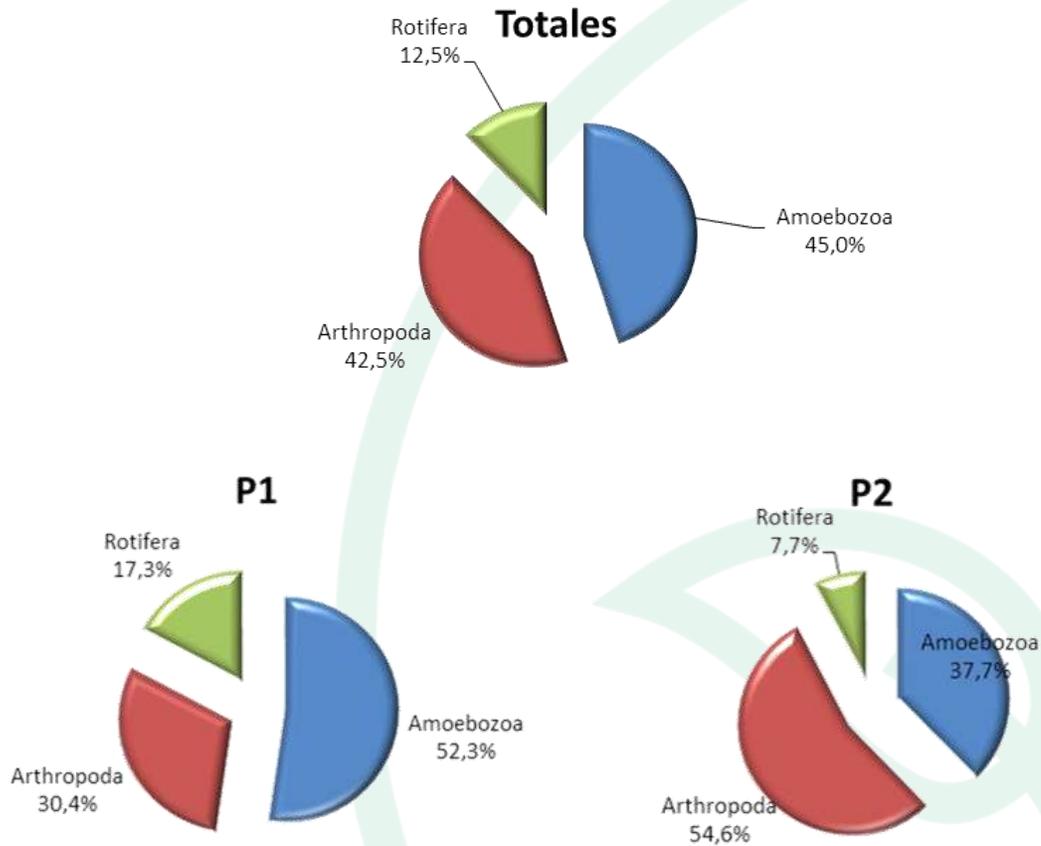
valores de temperatura y oxígeno disuelto bajo. La composición observada en la ciénaga la Larga, permite inferir presenta aguas eutrofizadas y con bajos niveles de oxígeno.



**Figura 79. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga la Larga, en diciembre de 2020.**

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





**Figura 80. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga la Larga, en diciembre de 2020.**

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

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga la Larga presenta una diversidad media Punto 1 ( $H'(\log_e) = 1,844$ ) y medio-alta en el Punto 2 ( $H'(\log_e) = 2,178$ ), evaluada tanto con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, igualmente con el índice de diversidad de Simpson se observó que aunque los puntos presentan valores de diversidad altos, es menor en el Punto 1 ( $1-\lambda = 0,714$ ) (diversidad medio-alta) que en el Punto 2 ( $1-\lambda = 0,821$ , diversidad alta), como se observa en la **Tabla 130**. Por su parte, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró que una estructura de la población con tendencia a la uniformidad (equidad medio-alta), en los dos puntos monitoreados, siendo mayor en el Punto 2 (0,7821) que en



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 255 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

el Punto 1 (0,714); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar dominancia baja en el Punto 2 (0,179) y dominancia medio-baja en el Punto 1 (0,286).

**Tabla 130. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga la Larga en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H'(loge)	H' (log10)	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )
P1	19	752,8	0,626	1,844	0,801	0,286	0,714
P2	20	755,2	0,727	2,178	0,946	0,179	0,821

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

### 5.1.9.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga la Larga registró en total 2622 individuos, distribuidos en 17 morfoespecies, 13 familias, 12 órdenes, siete (7) clases y cinco (5) divisiones (**Tabla 131**). La división más diversificada fue la Bacillariophyta (diatomeas) con el 47% de las morfoespecies seguida por las Chlorophyta (Algas verdes) con el 18%, las Cyanobacterias (algas verdeazules) aportaron un 17% de la riqueza total y luego de Charophyta con 12% por último con Euglenozoa 6% de riqueza en el sistema. La división más abundante está relacionada con pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla y eutrofia en los cuerpos de agua (Pinilla, 2000). En cuanto a Las Cyanobacterias como componentes del fitoplancton, son reconocidas por ser indicadoras de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009).

**Tabla 131. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga la larga.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp2</i>
				<i>Oscillatoria sp3</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp1</i>
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp1</i>
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp2</i>
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp1</i>
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra ternata</i>



Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp1</i>
				<i>Nitzschia sp1</i>
				<i>Nitzschia sp2</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>
<i>Gomphonema sp2</i>				
			Cymbellaceae	<i>Cymbella sp1</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>
<b>5</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>17</b>

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

**Tabla 132. Densidad de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga la larga.**

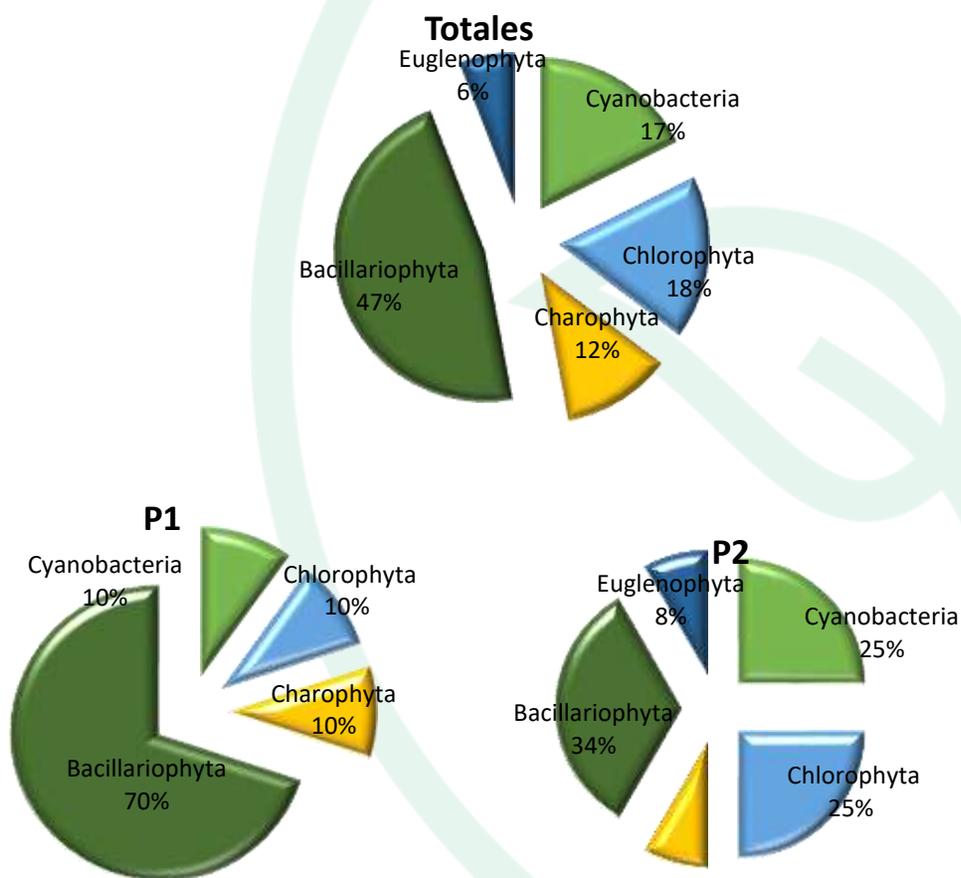
Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Oscillatoria sp2</i>	0,0	166,2
<i>Oscillatoria sp3</i>	384,7	224,8
<i>Spirulina sp1</i>	0,0	6,0
<i>Scenedesmus sp1</i>	0,0	5,3
<i>Oedogonium sp1</i>	208,8	18,0
<i>Ulothrix sp2</i>	0,0	35,6
<i>Cosmarium sp1</i>	16,5	0,0
<i>Spirogyra ternata</i>	0,0	21,9
<i>Pinnularia sp1</i>	11,0	40,0
<i>Navicula sp1</i>	5336,4	0,0
<i>Nitzschia sp1</i>	194,0	163,3
<i>Nitzschia sp2</i>	27,5	0,0
<i>Eunotia sp1</i>	0,0	15,9
<i>Gomphonema sp1</i>	158,3	225,4
<i>Gomphonema sp2</i>	33,0	0,0
<i>Cymbella sp1</i>	531,9	0,0
<i>Euglena sp1</i>	0,0	11,0
<b>TOTAL</b>	<b>6902,0</b>	<b>933,3</b>

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

El punto de muestreo P2 reportó el mayor número de morfoespecies con 12 en P1 fueron 10 de ellas las diatomeas registraron el 70%, seguida de las Cyanobacterias, Chlorophyta y Charophyta



estas con el 10% de la riqueza total; en cuanto a el punto P2 las riquezas se distribuyeron con el mayor número de morfoespecies para el Phylum de las Bacillariophyta con el 34% seguida de Chlorophyta y cyanobacteria ambas con el 25% de la riqueza, por último, de Euglenozoa y Charophyta ambas con el 8%(Figura 81).



**Figura 81. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga la Larga, en diciembre de 2020.**

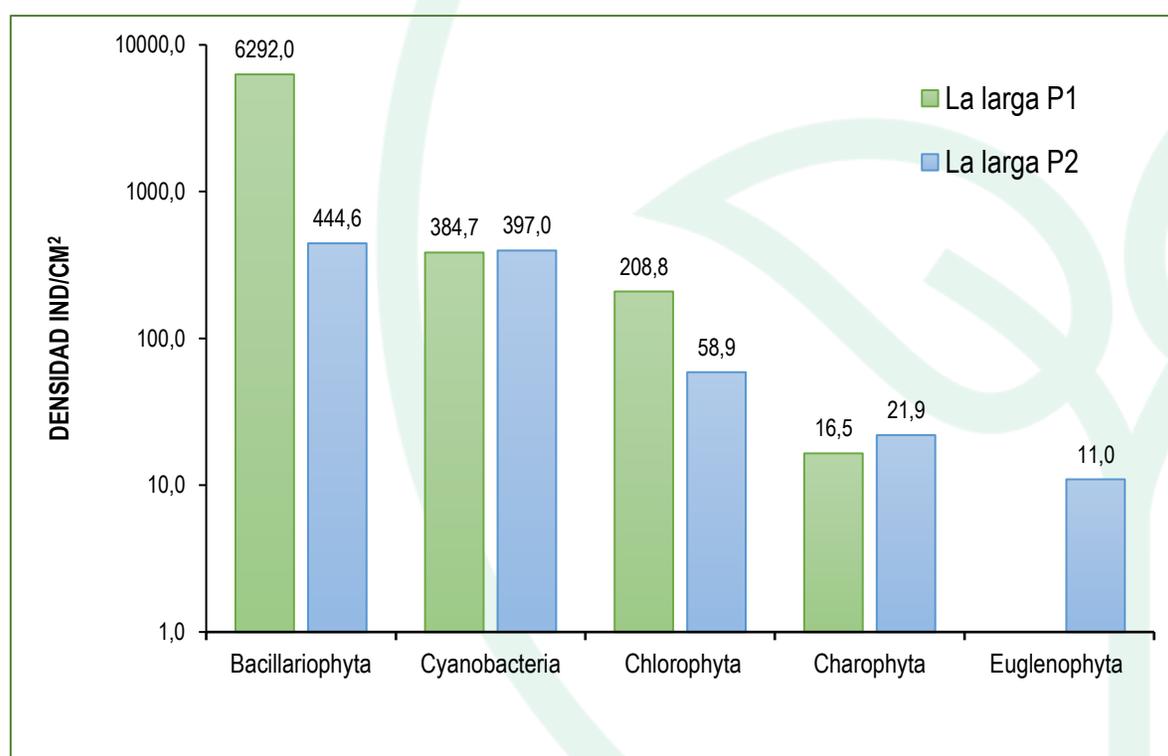
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La densidad registró el mayor valor en P1 con 6902 Ind/cm<sup>2</sup>, en P2 la densidad fue mucho menor con 933.3 Ind/cm<sup>2</sup>, el grupo Bacillariophyta aportaron las mayores densidades, en el punto P1



aportó 6292 Ind/cm<sup>2</sup>, en el punto P2 tuvo una menor densidad con 44.6 ind/cm<sup>2</sup>; seguido del Phylum Cyanobacteria con 397 Ind/cm<sup>2</sup> en el punto P1 384.7 Ind/cm<sup>2</sup>.

En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula* sp1 (5336.4 ind/cm<sup>2</sup>) y *Cymbella* sp1 (531.9 Ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue *Oscillatoria* sp3 (224.8 ind/cm<sup>2</sup>) y *Gomphonema* sp1 (225,4 Ind/cm<sup>2</sup>), estas relacionada con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008). Según Sarmiento & Ruiz, 2018 el genero *Navicula* puede estar asociado a las altas concentraciones de nitratos y fosfatos en las estaciones. (Figura 82).



**Figura 82. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga la Larga.**

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

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 133**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga la Larga presenta una diversidad general relativamente baja, siendo mayor en el punto uno con 10 morfoespecies; la equitatividad presentó valores altos para este punto P2 ( $J' = 0,76$ ), en cuanto a la equitatividad fue



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 259 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

menor en el punto P1 ( $J' = 0,40$ ) donde las densidades de las morfoespecies no tienden a ser uniformes por lo que el índice de dominancia presentó valores altos indicando que hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra ( $\lambda = 0,607$ ). El índice de Margalef indicó una diversidad moderada para el punto p2 ( $d = 1,9$ ) dado que sus valores fueron cercanos a 2, según Margalef (1995) valores superiores a 2,0 son relacionados con zonas de diversidad normal.

**Tabla 133. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga la Larga en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )	d
P1	10	6902	0,4032	0,9284	0,607	0,393	1,163
P2	12	933'3	0,7694	1,912	0,1826	0,8174	1,9

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

#### 5.1.9.1.4 MACROFITAS

La composición de macrófitas acuáticas en la ciénaga La Larga fue monoespecífica, siendo representada por *Eichhornia crassipes* con una cobertura del 100% en cada punto de muestreo (Tabla 134).

**Tabla 134. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga la Larga en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	% de cobertura		Biotipo
					P1	P2	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	100	100	He

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

Los resultados de composición y cobertura de las macrófitas de la ciénaga la Larga son iguales a los encontrados en las ciénagas de Mesolandia, el Convento y la Luisa. No obstante, la cobertura total



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 260 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

de las macrófitas acuáticas en esta ciénaga es la mayor de las registradas en todos los cuerpos de agua analizados en este documento, llegando a cubrir más de la mitad del espejo de agua, lo que es una situación alarmante.

#### 5.1.9.1.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga la Larga estuvo representada por la especie *Polymesoda sp* cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 135**. El género *Polymesoda* ha sido considerado como biomonitor de sistemas acuáticos, puesto que acumulan algunos metales como cobre, zinc y plomo (Postina, 2007), se le puede encontrar tanto en agua dulce y salobres (Lasso *et al.* 2019).

En Colombia se registra *P.artacta*, una especie estuarina que no vive en mar abierto, ocurre en agua salobre con salinidades entre 3 y 20 ppm, y máximo hasta 30 ppm, prefiere las bajas profundidades, debajo de la línea de las mareas, se le puede encontrar sobre fondos blandos de toda clase en los que se entierra o en fondos de cascajo. Para reproducirse, requiere cambios estacionales de la salinidad logrando sobrevivir hasta un mes en aguas de salinidad plena o tres meses en aguas dulces, lo que explica su presencia en la ciénaga la Larga. Según criterios de la UICN, *Polymesoda arcata* fue declarada a nivel nacional en categoría de Vulnerable, debido a sobreexplotación y pérdida del hábitat (Gracia y Díaz, 2002).

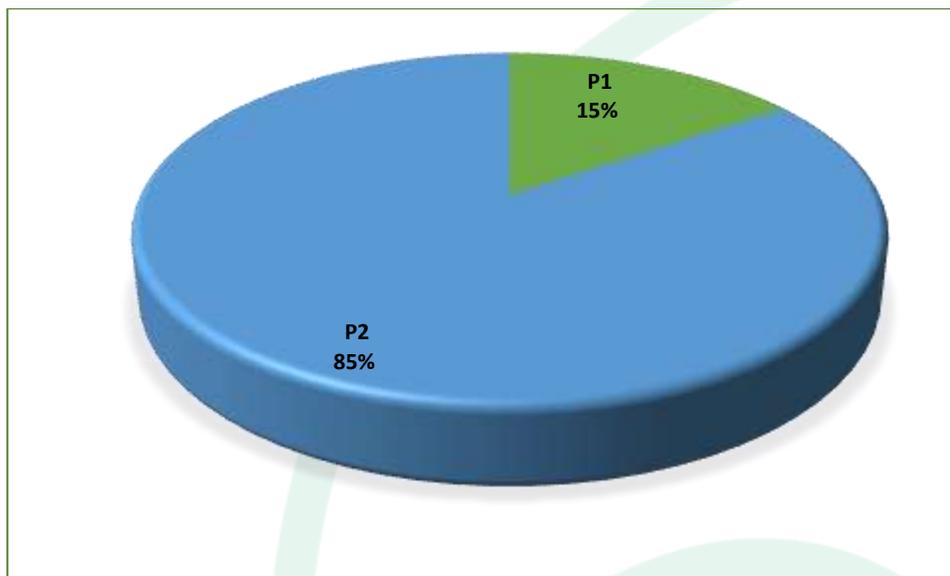
**Tabla 135. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga la Larga.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Cyrenidae	<i>Polymesoda sp</i>	3,70	20,37
Total (Ind/m <sup>2</sup> )					3,70	20,37

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

La densidad total registrada fue baja, el máximo se reportó en el punto P2 correspondiente al 85% del valor total; mientras que P1 obtuvo el 15% restante (**Figura 83**).





**Figura 83. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga la Larga.**

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

#### 5.1.9.1.6 ICTIOFAUNA

La ictiofauna en la ciénaga la Larga sólo estuvo representada por la especie *Caquetaia kraussii*, con una abundancia de nueve individuos y una frecuencia de 0,5 (**Tabla 136**).

**Tabla 136. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga la Larga en diciembre 2020 a enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Abundancia relativa	Frecuencia
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	1,00	0,50

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

Es inadecuado sacar conclusiones ecológicas o ambientales a partir de estos resultados ya que pueden ser el producto de un efecto de la selectividad del arte de pesca empleado y/o del esfuerzo de muestreo realizado. No obstante, al igual que se hizo con los cuerpos de agua anteriormente descritos, la presencia de *C. kraussii* tomarse como un indicador de la posible existencia de otras



especies de peces en la ciénaga, ya que esta especie es principalmente piscívora (Atencio-García *et al.*, 2005). *K. craussii* es una especie de importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).

## 5.1.10 Ciénaga la Luisa

### 5.1.10.1 Variables Físicoquímicas.

### 5.1.10.2 Variables Hidrobiológicas.

#### 5.1.10.2.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga la Luisa registró una densidad total de 1080 individuos, distribuidos en 28 morfoespecies, 14 familias, 10 órdenes, cinco (5) clases y Cuatro (4) divisiones ( **Tabla 137**). La división más diversificada fue la Bacillariophyta (diatomeas) con el 29% de las morfoespecies seguida por las Euglenozoa y Chlorophytas con el 25% de la riqueza cada una, las Cyanobacterias aportaron el 21%. La división más abundante está relacionada con pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla y eutrofia en los cuerpos de agua (Pinilla, 2000). En cuanto a Las Cyanobacterias como componentes del fitoplancton, son reconocidas por ser indicadoras de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009). La presencia de euglenófitos como se muestra crece en aguas ricas en nutrientes y materia orgánica aportando oxígeno evitando condiciones anóxicas, permitiendo el crecimiento de bacterias anaeróbicas que depuran el agua. Otro Grupo importante son las diatomeas que indican procesos de eutrofización (Arcos & Gomez, 2006; Pinilla, 2010).

**Tabla 137. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga la Luisa.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp2</i>
				<i>Oscillatoria sp3</i>
				<i>Lyngbya sp1</i>
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp1</i>



Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>desmodesmus intermedius</i>
				<i>Scenedesmus sp1</i>
			<i>Tetrastrum triangulare</i>	
		Hydrodictyceae	<i>Tetraedron sp1</i>	
	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>	
	Chlamydomonadales		<i>Volvox sp</i>	
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp1</i>	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>
				<i>Navicula sp2</i>
			<i>Gyrosigma sp1</i>	
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>	
			<i>Pinnularia sp2</i>	
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp1</i>
				<i>Nitzschia graciele</i>
Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>		
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>
				<i>Strombomonas sp1</i>
			Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>
				<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Phacus sp1</i>
				<i>Phacus sp2</i>
				<i>Phacus sp3</i>
4	5	10	14	28

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

**Tabla 138. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga la Luisa.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Oscillatoria sp2</i>	199,1	38,1
<i>Oscillatoria sp3</i>	20,2	241,9
<i>Lyngbya sp1</i>	3,3	0
<i>Planktothrix sp</i>	0	2,8
<i>Spirulina sp1</i>	7,3	0,8
<i>Anabaena sp</i>	0	3,3
<i>desmodesmus intermedius</i>	0	1,2

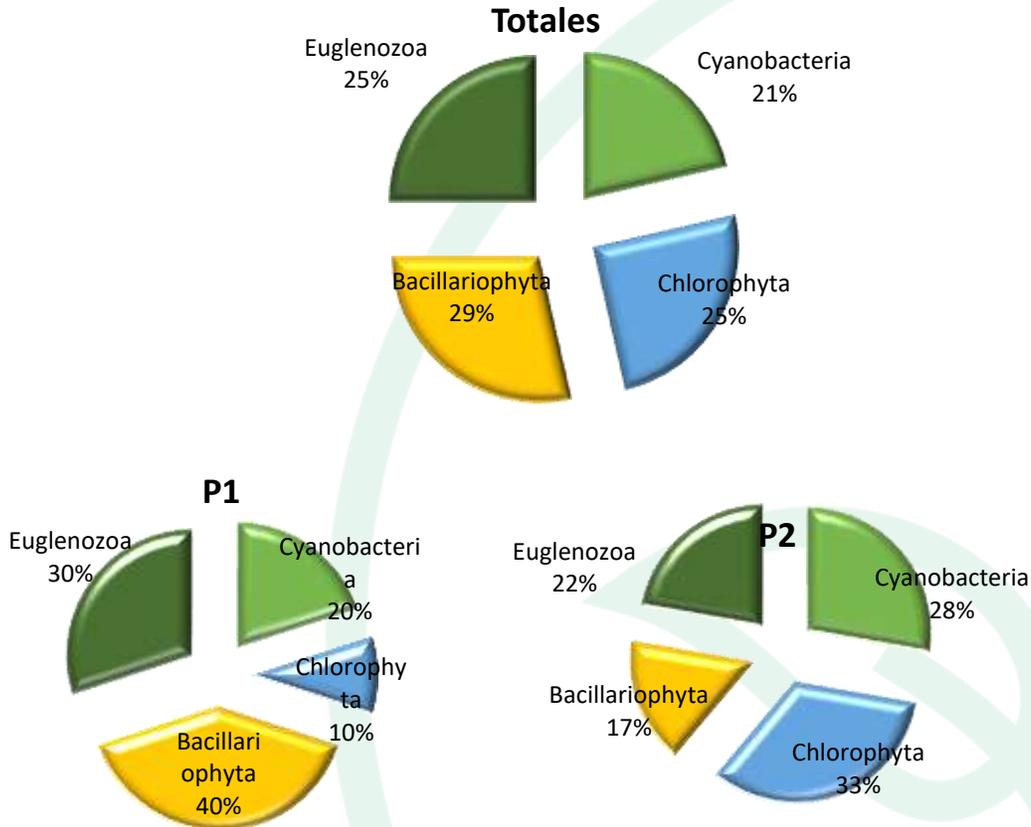


Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Scenedesmus sp1</i>	0	0,4
<i>Tetrastrum triangulare</i>	0	0,4
<i>Tetraedron sp1</i>	0	0,6
<i>Eudorina sp</i>	1,6	17,7
<i>Volvox sp</i>	0	0,8
<i>Actinastrum sp1</i>	1,6	0
<i>Navicula sp1</i>	11,3	0
<i>Navicula sp2</i>	85,9	0
<i>Gyrosigma sp1</i>	105,5	2,0
<i>Pinnularia sp1</i>	9,7	0,4
<i>Pinnularia sp2</i>	1,6	0
<i>Nitzschia sp1</i>	173,3	25,5
<i>Nitzschia graciele</i>	1,6	0
<i>Eunotia sp1</i>	32,5	0
<i>Euglena sp1</i>	7,3	1,0
<i>Strombomonas sp1</i>	0	2,6
<i>Lepocinclis acus</i>	4,0	9,2
<i>Lepocinclis sp1</i>	47,9	0
<i>Phacus sp1</i>	6,5	0
<i>Phacus sp2</i>	4,9	1,0
<i>Phacus sp3</i>	5,7	0
<b>TOTAL</b>	<b>731</b>	<b>350</b>

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

En la ciénaga la mayor riqueza de especies se registro en P1 con 20 morfoespecies con mayoría de taxa pertenecientes a las Bacillariophytas (40%) seguidas de las Euglenozoa (30%) y las Cyanobacterias con el 20% de la riqueza total; en el punto P2 el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas en el Phylum Chlorophyta con el 33% y Cyanobacterias quienes representaron el 28% de la riqueza, seguida de las Euglenozoa con el 22% y por ultimo Bacillariophyta con el 17% (Figura 84)



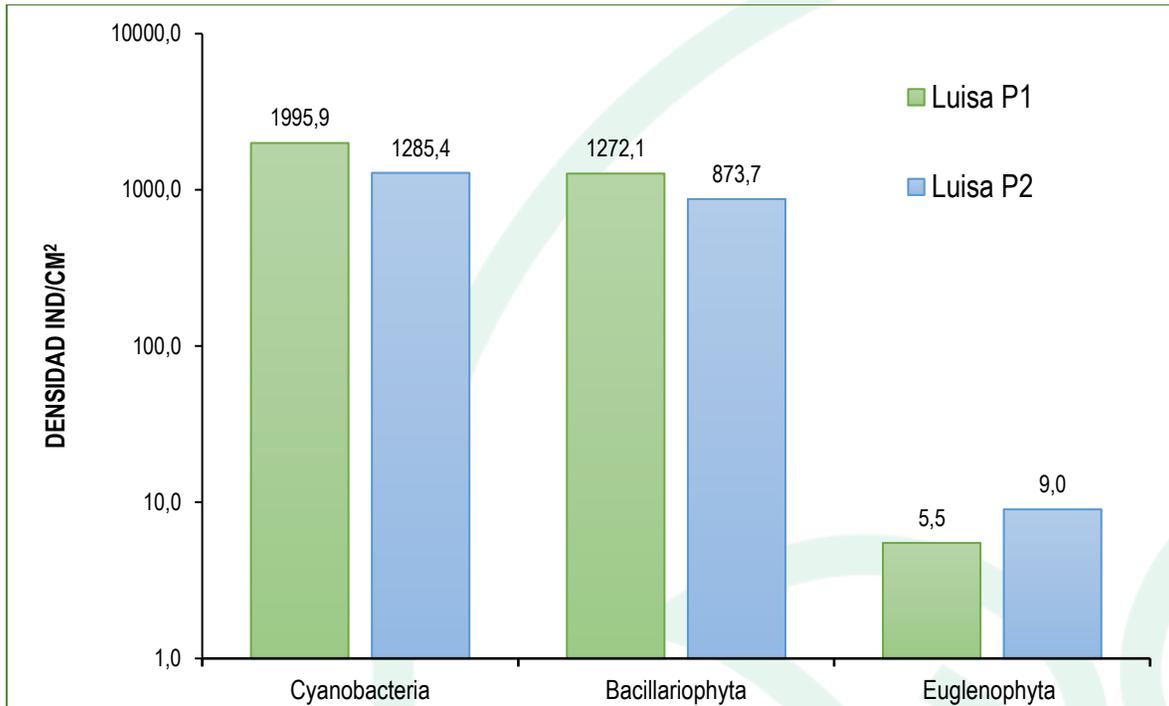


**Figura 84. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga la luisa, en diciembre de 2020.**

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

En el punto de muestreo P1 se registró la mayor densidad con 739,9 ind/L con dominancia de las Bacillariophytas con el 57,6% de la densidad total. En P2 la densidad fue mucho mas baja con 349,5 ind/l y contrario a P1 las Cyanobacterias aportaron mayor densidad con el 82% (**Figura 85**).





**Figura 85. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga la Luisa.**

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

La abundancia más alta se registró en La Luisa P1. En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Oscillatoria* sp2 (199,1 Ind/L). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue *Oscillatoria* sp3 (241,9 Ind/L), el género *Oscillatoria*, está relacionada con Sedimentos y conductividad altos, Tolerancia a pesticidas, estratificación térmica y Química Eutrofia (Duque y Donato 1992; Donato et al., 1987).

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 139**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga la Luisa presenta una diversidad alta, siendo mayor en el punto P1 con 20 morfoespecies; la equitatividad presentó valores altos  $J'$  0,69 (P1) y 0,41 (P2) , donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes, por lo que el índice de dominancia presentó valores relativamente bajos  $\lambda$  0,17 -0,49 indicando que no hay prevalencia de ciertas especies sobre otras, el punto P2 presento una diversidad más baja  $H'$ = 1,19 Bits/individuos. El índice de Margalef indico una diversidad que tiende



a ser baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.

**Tabla 139. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	20	721	0,6932	2,077	0,173	0,827	2,887
P2	18	342	0,4144	1,198	0,4992	0,5008	2,914

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

#### 5.1.10.2.2 ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica de la ciénaga la Luisa estuvo compuesta por 44 morfoespecies repartidas en 23 familias, ocho (8) órdenes, seis (6) Clases y cuatro (4) Phylum, como se observa en la **Tabla 140**. El análisis de la contribución de los Phylum permitió evidenciar que los rotíferos aportaron la mayor riqueza con 30 morfoespecies, lo que representó el 68,2 % de la riqueza total; precedidos por Amoebozoa con 8 morfoespecies (18,2%), los Arthropoda con 5 morfoespecies (11,4%) y en menor proporción los Ciliophora con tan solo una morfoespecie (2,3%), como se observa en la **Figura 86**. La distribución espacial de la riqueza presentó el mismo comportamiento que la generalidad, con predominio de rotíferos, tanto en el Punto 1 (25 morfoespecies, 71,4 %) como en el Punto 2 (27 morfoespecies, 75,0 %). Para el P1 le precedieron los artrópodos con 5 morfoespecies (14,3 %), las amebas con 4 morfoespecies (11,4 %) y los ciliados con una morfoespecie (2,9 %); mientras que en el P2 lo hicieron en orden descendente, las amebas con 6 morfoespecies (18,8 %), los artrópodos con 4 morfoespecies (12,5 %) y los ciliados con una morfoespecie (3,1 %). La importancia ecológica de los rotíferos consiste en que transfieren de materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados, poseen un corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, así como a que son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 268 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Pardo, 2003), por lo que los cambios en la estructura y composición los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua.

**Tabla 140. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo		
					P1	P2	
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>	15,00	2,16	
				<i>Arcella gibbosa</i>	0	1,13	
				<i>Arcella hemisphaerica</i>	18,60	0	
			Centropyxidae	<i>Centropyxis spp</i>	0	1,13	
				Diffugiidae	<i>Diffugia acutissima</i>	0	1,13
			<i>Diffugia paulii</i>		10,20	0	
			<i>Diffugia spp</i>		22,00	3,80	
Lesquereusiidae	<i>Netzelia tuberspinifera</i>	0	0,95				
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina spp</i>	89,65	9,86	
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Ergasilus spp</i>	2,95	0,95	
			Cyclopoida ND	Cyclopoida ND Morfoespecie 1	5,90	2,64	
	Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio	87,50	12,63		
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1	7,50		
Ciliophora	Ciliatea	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella spp</i>	25,00	1,13	
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Ptygura spp</i>	13,60		
				<i>Testudinella spp</i>	10,00	2,85	
			Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>	10,00	29,33	
				<i>Filinia opoliensis</i>	0	1,13	
				<i>Filinia terminalis</i>	0	6,05	
				<i>Trochosphaera sp 3</i>	2,50	0	
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna sieboldi</i>	3,40	17,95
					<i>Asplanchna spp</i>	10,20	25,50
			<i>Asplanchnopus spp</i>		3,40	0	
			<i>Anuraeopsis spp</i>		17,00	0,95	
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	55,15	33,26	
				<i>Brachionus calyciflorus</i>	13,60	1,51	
				<i>Brachionus caudatus</i>	37,45	175,15	
				<i>Brachionus dimidiatus</i>	5,00	0,95	
				<i>Brachionus plicatilis</i>	3,40	0	
				<i>Brachionus sp 1</i>	2,50	0,95	
				<i>Keratella tropica</i>	0	1,04	
				<i>Plationus patulus</i>	3,40	0	
				Epiphanidae	<i>Epiphanes spp</i>	5,45	0,95
				Euchlanidae	<i>Beauchampiella spp</i>	3,40	0,95

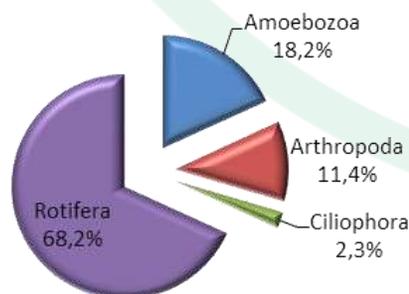


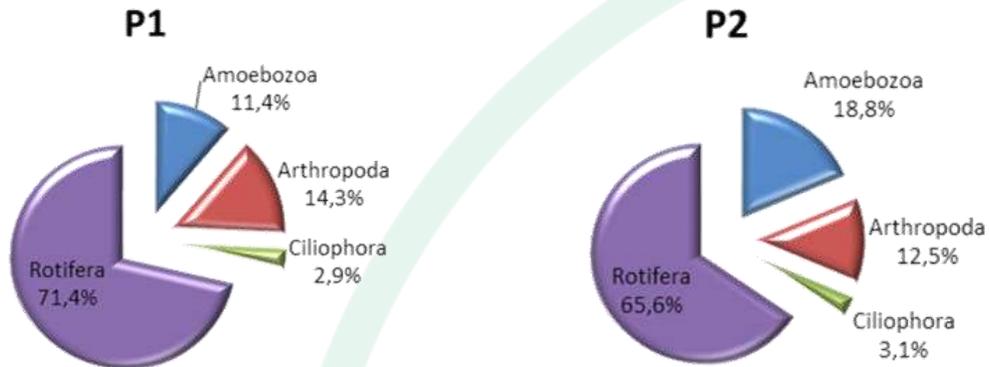
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
				<i>Euchlanis dilatata</i>	2,50	0
			Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	5,00	3,68
				<i>Lecane luna</i>	9,30	0
				<i>Lecane spp</i>	0	3,59
				<i>Colurella uncinata</i>	2,50	0
			Lepadellidae	<i>Lepadella romboides</i>	3,40	00
				<i>Mytilina spp</i>	0	2,25
			Mytilinidae	<i>Monommata sp</i>	2,50	2,25
			Notommatidae	<i>Proales sp</i>	10,00	0,95
			Proalidae	<i>Polyarthra spp</i>	8,85	2,08
			Synchaetidae			

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

Igualmente, el Phylum Rotifera presentó la mayor abundancia total, con 972,1 Ind/L, lo que correspondió al 62,8 % de la abundancia total, precedida por Arthropoda con 430,7 Ind/L (27,8 %), Amoebozoa con 118,9 Ind/L (7,7%) y Ciliophora con 26,1 Ind/L (1,7 %), como se observa en la **Figura 87** . Igualmente, la abundancia en el Punto 1 para el Phylum Rotifera fue la mayor con 243,5 Ind/L (46,1 %), seguido por Arthropoda con 193,5 Ind/L (36,7 %), Amoebozoa con 65,8 Ind/L (12,5 %) y Ciliophora con 25,0 Ind/L (4,7 %). Por su parte, en el Punto 2, la abundancia de los rotíferos fue de 313,3 Ind/L, representando un 89,3 % de la abundancia total, precedido por los artrópodos con 26,1 Ind/L (7,4 %), y las amebas con 10,3 Ind/L (2,9 %). Se evidenció mayor la abundancia total en el Punto 1 (527,8 Ind/L) que en el Punto 2 (350,8 Ind/L).

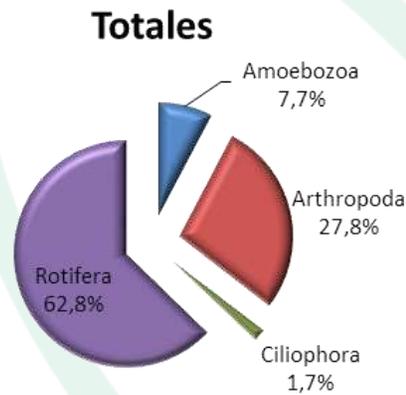
### Totales

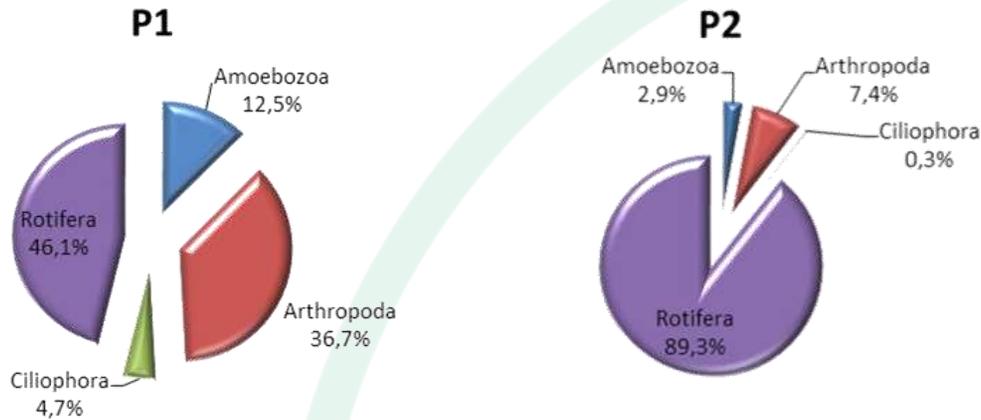




**Figura 86. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020.**

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





**Figura 87. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020.**

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

El comportamiento anterior es indicador de aguas eutrofizadas en todos los puntos monitoreados en la ciénaga La Luisa, pues los rotíferos son bioindicadores de eutrofia y estratificación, lo cual es ratificado por el segundo grupo más abundante, los artrópodos, con el componente de copépodos (Pinilla, 2000).

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga La Luisa presenta una diversidad medio-alta en el Punto 1, al evaluada con el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H' (\log_e)=2,933$ ), mientras que el Punto 2 presenta una diversidad media ( $H' (\log_e)=2,018$ ), como se observa en la Tabla 141. Por su parte, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró que una estructura más uniforme en la población del Punto 1 con valores de índice que indicaron una equidad medio-alta (0,825) y medianamente uniforme o con equidad media, en el Punto 2 (0,582); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar dominancia baja en el P1 ( $\lambda= 0,082$ ) y dominancia medio-baja en el P2 ( $\lambda= 0,274$ ). Por su parte el índice de diversidad de Simpson ratificó lo evidenciado inicialmente, diversidad alta en el Punto 1 ( $1-\lambda=0,918$ ) y medio-alta en el Punto 2 ( $1-\lambda=0,726$ ).



**Tabla 141. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga la Luisa en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H'(loge)	H' (log10)	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )
P1	35	527,8	0,825	2,933	1,274	0,082	0,918
P2	32	350,8	0,582	2,018	0,876	0,274	0,726

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

### 5.1.10.2.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga la Luisa registró en total 1849 individuos, distribuidos en 13 morfoespecies, ocho (8) familias, siete (7) órdenes, tres (3) clases y tres (3) divisiones (Tabla 142). La división más diversificada fue la Bacillariophyta (diatomeas) con el 54% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (algas verdeazules) con el 31% y Euglenozoa con el 15% de riqueza en el sistema. La división más abundante está relacionada con pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla y eutrofia en los cuerpos de agua (Pinilla, 2000). En cuanto a Las Cyanobacterias como componentes del fitoplancton, son reconocidas por ser indicadoras de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos y amonio, y altas temperaturas (Smith & Smith, 2001; Paerl & Huisman, 2009). La presencia de euglenófitos como se muestra crece en aguas ricas en nutrientes y materia orgánica aportando oxígeno evitando condiciones anóxicas, permitiendo el crecimiento de bacterias anaeróbicas que depuran el agua. Otro Grupo importante son las diatomeas que indican procesos de eutrofización (Arcos & Gomez, 2006; Pinilla, 2010).

**Tabla 142. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga la Luisa.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>
				<i>Oscillatoria sp2</i>
				<i>Oscillatoria sp3</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp1</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>
				<i>Pinnularia sp2</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp2</i>
				<i>Nitzschia sp2</i>



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>
			Cymbellaceae	<i>Cymbella sp1</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp2</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>13</b>

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

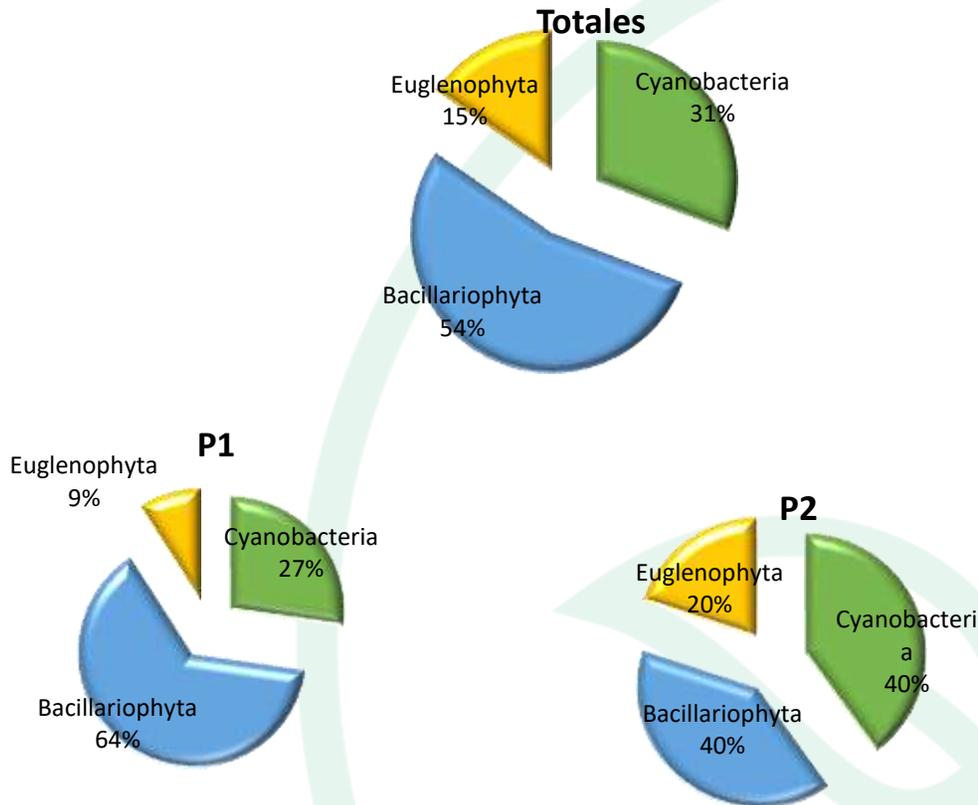
**Tabla 143. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga la Luisa.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
<i>Oscillatoria sp1</i>	0,0	30,0
<i>Oscillatoria sp2</i>	1937,7	1255,4
<i>Oscillatoria sp3</i>	50,0	0,0
<i>Spirulina sp1</i>	8,2	0,0
<i>Pinnularia sp1</i>	44,0	0,0
<i>Pinnularia sp2</i>	64,8	0,0
<i>Navicula sp2</i>	16,5	0,0
<i>Nitzschia sp2</i>	328,6	698,9
<i>Eunotia sp1</i>	16,5	0,0
<i>Gomphonema sp1</i>	616,0	0,0
<i>Cymbella sp1</i>	185,7	174,8
<i>Euglena sp2</i>	5,5	0,0
<i>Trachelomonas sp1</i>	0,0	9,0
<b>TOTAL</b>	<b>3273,6</b>	<b>2168,2</b>

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

En P1 se registró la mayor con 11 morfoespecies, de ellas las diatomeas aportaron el 64% seguida de las Cyanobacterias con el 27% y Euglenozoa con el 9% de la riqueza de las especies; en el punto P2 el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas en dos Phylum en igual proporción siendo Bacillariophyta y Cyanobacterias quienes representaron el 80% de la riqueza, seguida de las Euglenozoa con el 20% (**Figura 88**).



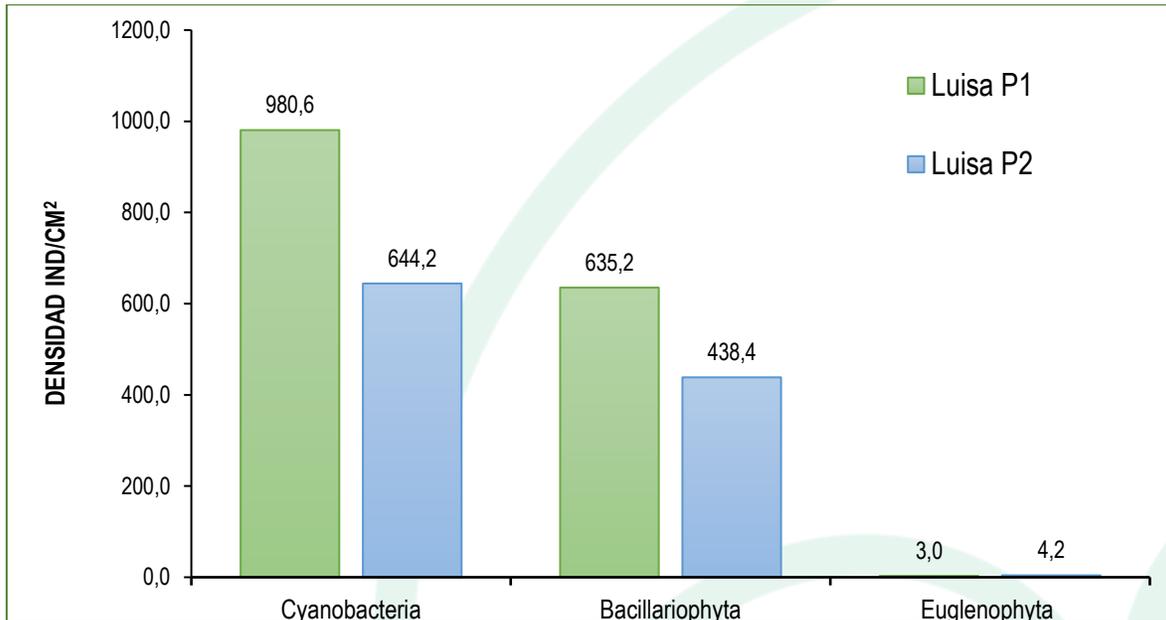


**Figura 88. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020.**

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

En cuanto a la densidad el mayor registró se presento en P1 con 3273,6 Ind/cm<sup>2</sup>, en P2 la densidad fue menor con 2168,2 Ind/cm<sup>2</sup> el grupo de las Cyanobacterias aportaron las, en P1 1995.9 Ind/cm<sup>2</sup>, en punto P2 la densidad fue de 644,2 ind/cm<sup>2</sup>; seguido del Phylum Bacillariophyta con 1272,1 En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Oscillatoria sp2* (1937.7Ind/cm<sup>2</sup>) y *Gomphonema sp1* (616 Ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue *Oscillatoria sp2* (1255.4 ind/cm<sup>2</sup>) y *Nitzschia sp1* (698.9 Ind/cm<sup>2</sup>), están relacionada con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008) (Figura 89).





**Figura 89. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga la Luisa.**

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

Al aplicar diferentes índices de ecológicos se aprecia que la diversidad de la comunidad perifítica presente en la ciénaga la Luisa tiende a ser baja (**Tabla 144**), con valores de  $H' < 3,0$ , donde las pocas especies registradas en cada punto presentan números de individuos similares, reflejando altas uniformidades de las densidades de las morfoespecies punto P1 ( $J' = 0,54$ ) y en el punto P2 ( $J' = 0,59$ ) por lo que el índice de dominancia de Simpson presentó valores bajos indicando que no hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra; por su parte el índice de Margalef indicó una baja diversidad para un punto más que el otro donde hubo menor diversidad en p2, dado que los valores obtenidos estuvieron por debajo de dos, pues según Margalef (1995) valores inferiores a 2,0 son relacionados con zonas de baja diversidad.

**Tabla 144. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga la Luisa, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad ( $J'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	$J'$	$H'$	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )	d
--------------------	------	---	------	------	--------------------------	---------------------------------------	---



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 276 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

P1	11	2373,6	0,5468	1,311	0,3953	0,6047	1,432
P2	5	2168,2	0,5964	0,9599	0,4477	0,5523	0,6017

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

#### 5.1.10.2.4 MACROFITAS

La composición de macrófitas acuáticas en la ciénaga la Luisa fue monoespecífica, siendo representada por *Eichhornia crassipes* con una cobertura del 100% en cada punto de muestreo (Tabla 145).

**Tabla 145. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga la Luisa en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	% de cobertura		Biotipo
					P1	P2	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	100	100	He

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

Los resultados encontrados son iguales a los encontrados en las ciénagas de Mesolandia y el Convento. Pero agravado por el gran porcentaje de cobertura de las macrófitas, que supera al 30% del tamaño de toda la ciénaga.

#### 5.1.10.2.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga la Luisa, estuvo conformada por seis (6) morfoespecies, distribuidas en dos (2) divisiones, dos (2) clases, cinco (5) órdenes y seis (6) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 146**.

**Tabla 146. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga la Luisa**

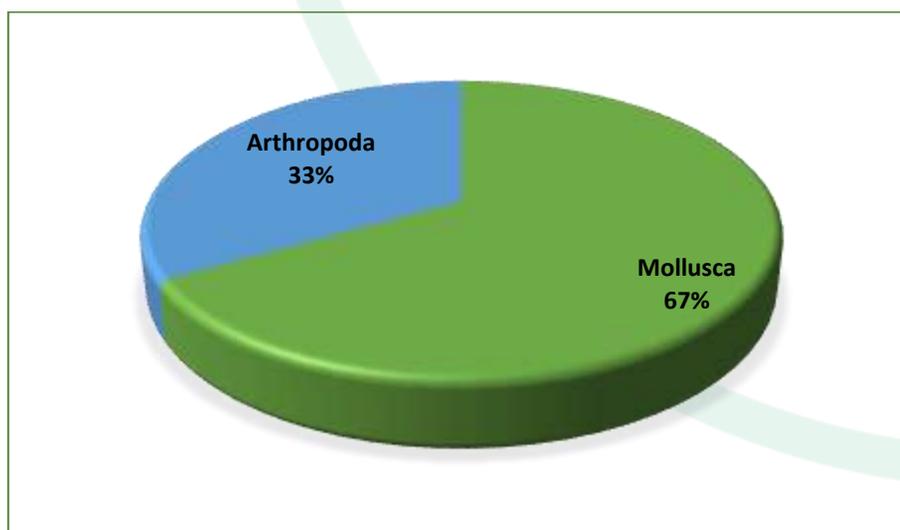
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Mollusca	Gastropoda	Architaeniglossa	Ampullariidae	<i>Pomacea</i> sp	0,00	40,74



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
		Basommatophora	Planorbidae	<i>Planorbidae sp</i>	0,00	1,85
			Physidae	<i>Physidae sp</i>	9,26	5,56
		Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Hydrobiidae sp1</i>	0,00	7,41
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Curculionidae sp</i>	0,00	7,41
		Diptera	Chironomidae	<i>Chironomidae sp</i>	42,59	0,00
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>51,85</b>	<b>62,96</b>

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

La división Mollusca obtuvo la mayor proporción de la riqueza total, ya que le correspondió el 67% del valor registrado; mientras que Arthropoda reportó el 33% restante (**Figura 90**). Como en las otras ciénagas los moluscos dominaron en riqueza, lo que se relaciona principalmente con sus hábitos detritívoros, ya que la dieta de la mayoría de las especies de esta división se encuentra fundamentada en materia orgánica. Por lo general, estos organismos caracterizan en bentos de ambientes con niveles tróficos altos (eutróficos), son indicadores de aguas contaminadas y duras, ya que requieren del carbonato de calcio para la construcción de sus conchas (Roldán y Ramírez, 2008). En contraste, Arthropoda, si bien cuenta con especies cuya tolerancia ambiental es amplia, el número de taxones con dicha capacidad es menor y comúnmente se asocia con dípteros de la familia Chironomidae como los reportados en la composición taxonómica del ensamblaje bentónico de la ciénaga.

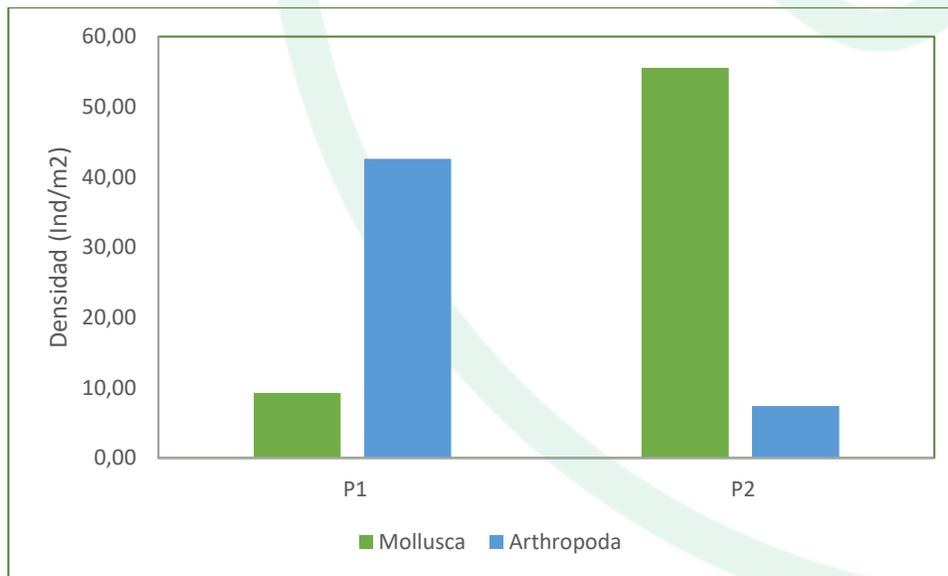


**Figura 90. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga la Luisa.**

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



A nivel espacial, se observaron variaciones en la composición de macroinvertebrados ya que el punto P1 se asoció con una mayor densidad de taxones de la división Arthropoda (42,59 Ind/m<sup>2</sup>), Mollusca estuvo mejor representado en P2 donde registró 55,56 Ind/m<sup>2</sup> (**Figura 91**). Esta variación espacial de la comunidad bentónica no resulta sorprendente en ecosistemas como la ciénaga La luisa donde características fisicoquímicas y de nutrientes imponen gradientes ambientales que promueven el establecimiento y desarrollo de algunos grupos biológicos en detrimento de otros. Así en el P1 donde tiene lugar menores condiciones de oxigenación son exitosas larvas de insectos de la familia *Chironomidae*, adaptados a la anoxia ya que cuenta con mecanismos de intercambio fisiológico más especializados, en contraste con los de los gasterópodos de la familia *Ampullaridae*, que si bien toleran cierta carga orgánica, ya que cuentan con la capacidad de “respirar” oxígeno atmosférico al hacer parte de los gasterópodos pulmonados y con branquias, requieren de condiciones considerables, puesto que se encuentran dentro de los mesogasterópodos menos resistentes a contaminantes orgánicos (Darrigan y Lagreca, 2005). Dentro de los moluscos dulceacuícolas que soportan más la contaminación están los Physidae, luego los Lymnaeidae y finalmente los Planorbidae (Contreras 1916)

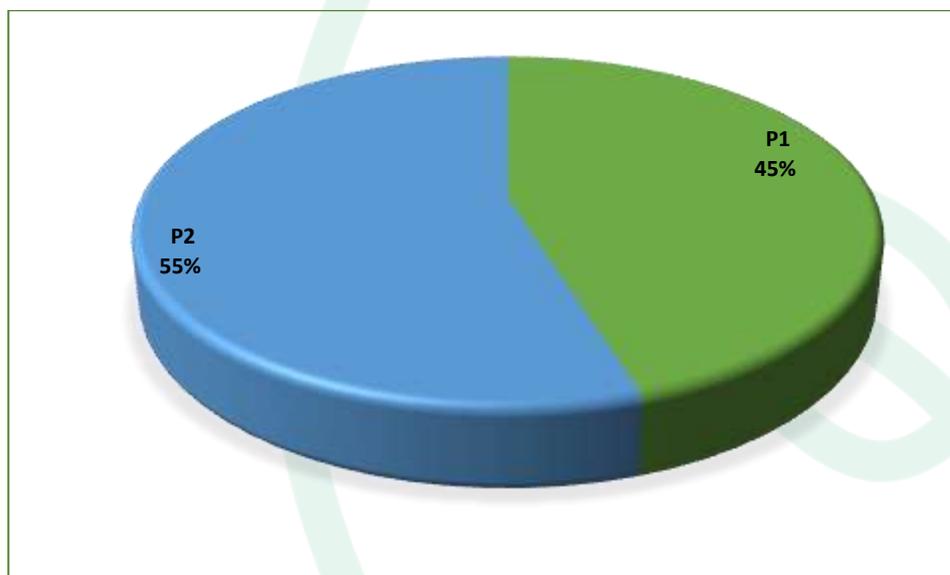


**Figura 91. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga la Luisa por punto de monitoreo.**

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



Las densidades bentónicas presentaron densidades relativamente bajas, el punto P2 registró el porcentaje máximo de los aportes a la densidad total con un valor de 55%; mientras que P1 obtuvo el 45% restante (**Figura 92**). En general estos valores fueron bastante similares entre sí, estando P2 mejor representado por gasterópodos de los géneros *Pomacea* y las familias Hydrobiidae y Physidae. Por su parte el punto P1, estuvo caracterizado por dípteros de la familia Chironomidae, los cuales reportaron más del 50% de la densidad total; en este punto los moluscos estuvieron representados por una sola morfoespecie cuya densidad fue de 9,26 Ind/m<sup>2</sup>.



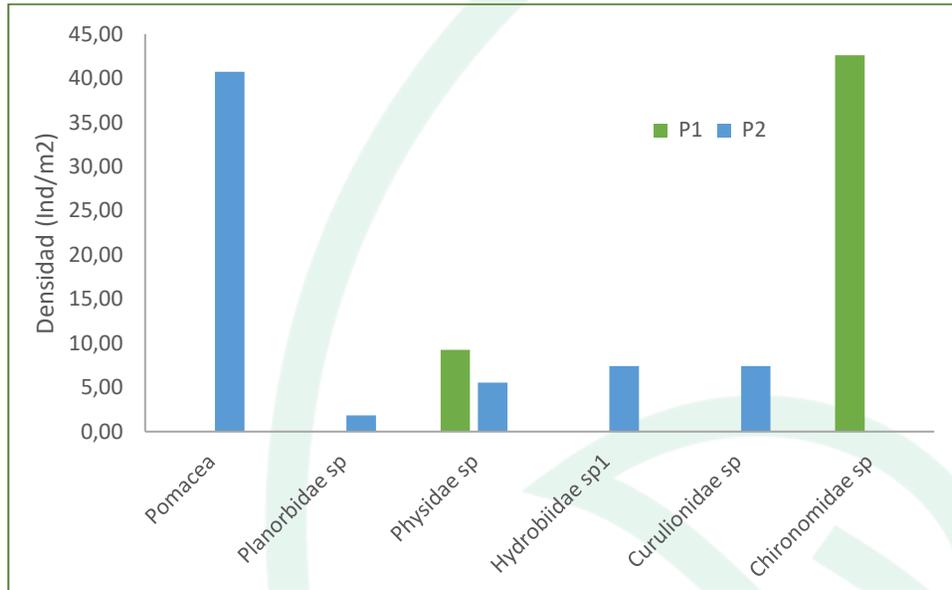
**Figura 92. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga la Luisa.**

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

Las morfoespecies más abundantes fueron *Chironomidae sp* y *Pomacea sp* con registros máximos de 42,59 Ind/m<sup>2</sup> y 40,74 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente: mientras que *Planorbidae sp* fue la menos representativa con 1,85 Ind/m<sup>2</sup> en P2 (**Figura 93**). El género *Pomacea* (Perry 1810), se distribuye principalmente en la región Neotropical, siendo este género frecuente en lagunas y ríos de Sudamérica (Cowie y Thiengo, 2003), se localizan en cuerpos de agua relativamente profundos, con escasa corriente y con abundante vegetación acuática (Rangel, 1984). Se le considera indicador de ambientes alterados, pues al alimentarse de macrófitos, favorece el crecimiento de algas filamentosas en detrimento de los primeros, lo que incrementa la turbidez del agua al favorecer la presencia masiva de fitoplancton y materia orgánica en suspensión, así como el incremento de



nutrientes (fósforo, nitrógeno) y clorofila (Carlsson *et al.*, 2004). En cuanto a la familia Chironomidae, se relaciona con condiciones de anoxia y alta carga orgánica (Roldán y Ramírez, 2008)



**Figura 93. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas.**

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

#### 5.1.10.2.6 ICTIOFAUNA

En la ciénaga la luisa no se logró coleccionar ningún individuo y no existe información suficiente que permita brindar una explicación al respecto.

### 5.1.11 Río Magdalena.

#### 5.1.11.1 Variables Hidrobiológicas.

##### 5.1.11.1.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en el Río Magdalena registró una densidad total de 5230 Ind/L distribuidos en 43 morfoespecies, 20 familias, 17 órdenes, 10 clases y seis (6) divisiones (Tabla 147).

La división más diversificada fue la Euglenozoa con el 30% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (algas verdeazules) y Chlorophyta (Algas verdes) con el 21% para cada uno, las



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 281 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Bacillariophyta con el 18%, las menores riquezas fueron para las Ochrophytas Charophyta cada uno con el 5% de la riqueza total.

**Tabla 147. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en el Río Magdalena.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena sp1</i>
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>
				<i>Oscillatoria sp2</i>
				<i>Oscillatoria sp3</i>
				<i>Oscillatoria sp4</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp1</i>
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>
Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp1</i>		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus ellipticus</i>
				<i>Scenedesmus bernardii.</i>
				<i>Desmodesmus denticulatus</i>
				<i>desmodesmus maximun</i>
				<i>Coelastrum cf indicum</i>
				<i>Pediastrum duplex</i>
		<i>Tetraedron lobolatum</i>		
	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina morum</i>	
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp1</i>	
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Euastrum sp</i>
				<i>Staurastrum sp</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>
				<i>Navicula sp2</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Gyrosigma sp1</i>
				<i>Nitzschia sp2</i>
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Nitzschia graciele</i>
				<i>Aulacoseira sp1</i>
Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp1</i>	
Mediophyceae	Anaulales	Anaulaceae	<i>Terpsinoë sp</i>	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis acus</i>



Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Lepocinclis sp2</i>
				<i>Phacus sp2</i>
				<i>Phacus sp3</i>
			Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>
				<i>Euglena sp2</i>
				<i>Euglena sp3</i>
				<i>Strombomonas sp1</i>
				<i>Strombomonas sp2</i>
				<i>Trachelomonas armata</i>
				<i>Trachelomonas hispida</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Centrtractaceae	<i>Centrtractus sp</i>
			Pleurochloridaceae	<i>Isthmochloron sp1</i>

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

**Tabla 148. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en el Río Magdalena.**

Morfoespecie	P1	P2	P3
	Ind/L	Ind/L	Ind/L
<i>Pseudanabaena sp1</i>	0	0	1187,3
<i>Anabaena sp</i>	1,1	1,8	38,9
<i>Oscillatoria sp1</i>	5,1	0	636,0
<i>Oscillatoria sp2</i>	3,1	1,9	
<i>Oscillatoria sp3</i>	0	0	272,1
<i>Oscillatoria sp4</i>	0,9	0	102,5
<i>Spirulina sp1</i>	0,4	0	7,1
<i>Planktothrix sp</i>	15,1	5,1	2325,1
<i>Raphidiopsis sp1</i>	0	1,9	0
<i>Scenedesmus ellipticus</i>	0	0	17,7
<i>Scenedesmus bernardii.</i>	0	0,3	10,6
<i>Desmodesmus denticulatus</i>	0,8	0	14,1
<i>desmodesmus maximun</i>	0	0	14,1
<i>Coelastrum cf indicum</i>	0	0	28,3
<i>Pediastrum duplex</i>	0,5	0,1	17,7
<i>Tetraedron lobolatum</i>	0	0	10,6



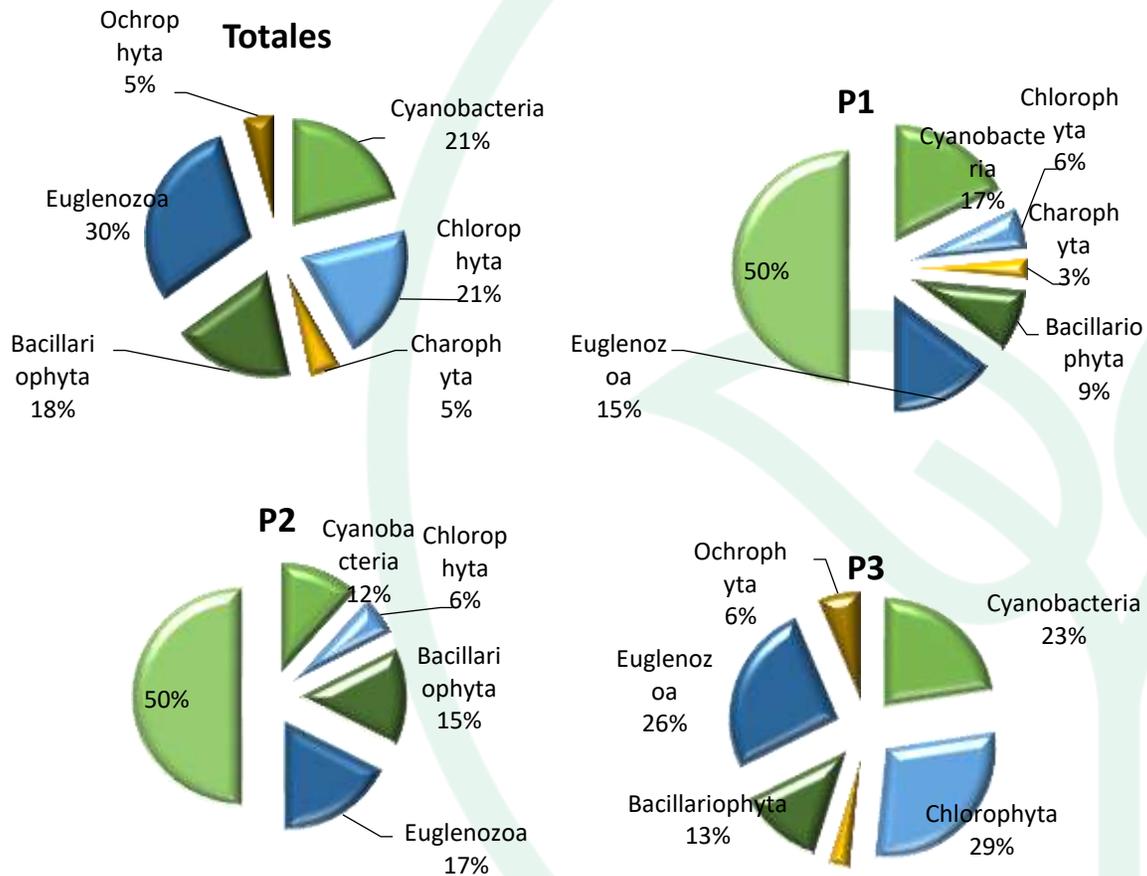
Morfoespecie	P1	P2	P3
	Ind/L	Ind/L	Ind/L
<i>Pandorina morum</i>	0	0	31,8
<i>Actinastrum sp1</i>	0	0	7,1
<i>Euastrum sp</i>	0,4	0	0
<i>Staurastrum sp</i>	0	0	7,1
<i>Navicula sp1</i>	0	1,1	0
<i>Navicula sp2</i>	0	1,3	
<i>Gyrosigma sp1</i>	0		14,1
<i>Nitzschia sp2</i>	0	0,4	53,0
<i>Nitzschia graciele</i>	0	0,3	28,3
<i>Aulacoseira sp1</i>	5,8	2,9	229,7
<i>Fragilaria sp1</i>	0,3	0	0
<i>Terpsinoë sp</i>	0,3	0	0
<i>Lepocinclis acus</i>	0,3	0	14,1
<i>Lepocinclis sp1</i>	0	1,0	0
<i>Lepocinclis sp2</i>	0	0,8	0
<i>Phacus sp2</i>	0	0	14,1
<i>Phacus sp3</i>	0	0	10,6
<i>Euglena sp1</i>	0	1,1	0
<i>Euglena sp2</i>	0,3	0	10,6
<i>Euglena sp3</i>	0	0	0
<i>Strombomonas sp1</i>	0,1	0	0
<i>Strombomonas sp2</i>	0	0	10,6
<i>Trachelomonas armata</i>	0,8	0,1	7,1
<i>Trachelomonas hispida</i>	0,7	0,3	10,6
<i>Trachelomonas sp1</i>	0	0,1	14,1
<i>Centrtractus sp</i>	0	0	21,2
<i>Isthmochloron sp1</i>	0	0	7,1
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>21</b>	<b>5173</b>

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

En el río Magdalena los puntos de muestreo P1 y P2 se reportaron 17 morfoespecies cada uno, en P3 la riqueza es mayor con 31 morfoespecies. En P1 las Cyanobacterias registraron el 35% riqueza total de las morfoespecies; por el contrario, para el punto P2 las Euglenozoa registraron el 35% seguido de Bacillariophyta con el 29% en cuanto al punto P3, el mayor número de morfoespecies



fueron agrupadas en el Phylum de las Chlorophyta que representaron el 29% de la riqueza, seguida de las Euglenozoa con 26% y Cyanobacterias con el 23% de la diversidad presente (**Figura 94**).

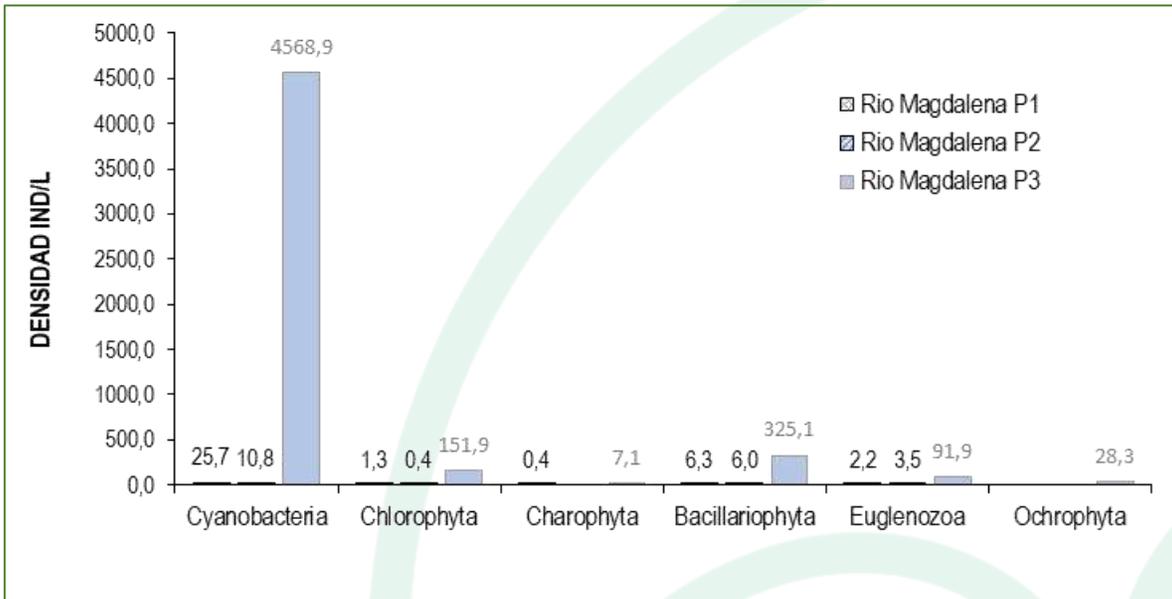


**Figura 94. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en el Río Magdalena, en diciembre de 2020.**

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

A nivel espacial, la densidad de especies registró proporciones diferentes entre los puntos, el grupo Cyanobacteria fue un de las más diversa y tuvo la mayor densidad, donde el punto P3 tuvo una mayor densidad con 4568,9 Ind/L; el punto P1 y P2 en las demás divisiones su densidad fue baja en general el punto con mayor densidad fue el punto P3 (5173 Ind/L) (**Figura 95**).





**Figura 95. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo del Río Magdalena.**

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

La densidad promedio del fitoplancton en los puntos de muestreo del río fue de 1743 ind/l, oscilando entre 21 ind/l (P2) y 5173 ind/l (P3). En todos los tres puntos de monitoreo las morfoespecies con mayor densidad fueron *Planktothrix* sp y *Pseudoanabaena* sp1 a excepción de *Pseudoanabaena* sp1 que no presentó estas especies en los puntos P1 y P2. Situación que puede estar relacionada con las condiciones de estiaje y mayor concentración orgánica en esta época que favorece este tipo de especies (Roldán y Ramírez, 2008). En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplanctónica descrita a través de los índices ecológicos en la Tabla 149, evidencio que la distribución de las abundancias de las poblaciones que conforman el ensamblaje fitoplanctónico es homogénea, es decir no existe dominancia de una especie sobre otra, esto considerando que para este índice que toma valores de 0 a 1, donde datos cercanos a 0 indican que no hay dominancia y valores cercanos a 1 están relacionados con dominancia de alguna especie respecto a las demás en relación con la abundancia la dominancia osciló entre  $\lambda$  0,12 y 0,17. Respecto al índice de Equidad<sub>J</sub> que está directamente relacionado con la Dominancia, ya que son inversamente proporcionales, por lo que las densidades de las especies no son uniformes. Respecto a la relación entre riqueza y abundancia se estimó a través del índice de Shannon<sub>H</sub>, la diversidad es alta ya que el valor del



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 286 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

índice tuvo un rango entre 1,77-2,38 bits/ind, teniendo en cuenta que para este índice valores por debajo de 2 se consideran como diversidad baja. Por su parte el índice de Margalef también evidenció una diversidad relativamente alta, lo anterior considerando que este índice toma valores que van de 0-5, donde según Margalef (1995) 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.

**Tabla 149. Índices ecológicos para el fitoplancton en el Río Magdalena, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	17	29	0.68	1.927	0.23	0.767	4.752
P2	17	14	0.8401	2.38	0.12	0.8784	6.063
P3	31	5163	0.5175	1.777	0.27	0.7247	3.509

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

#### 5.1.11.1.2 ZOOPLANCTON

En el Río Magdalena, la comunidad zooplanctónica se estructuró a partir de 12 morfoespecies, pertenecientes a cuatro (4) familias, tres (3) Órdenes, tres (3) Clases y dos (2) Phylum, como se observa en la **Tabla 150**. El Phylum Rotifera contribuyó con un mayor número de taxa ocho (8) morfoespecies, 66,7 % de la riqueza total), seguido por los aportes de Amoebozoa (4 morfoespecies, 33,3 %) como se ve en la **Figura 96**.

**Tabla 150. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en el Río Magdalena, en enero de 2021**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella gibbosa</i>
				<i>Arcella vulgaris</i>
				<i>Arcella sp</i>
	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Euglypha ciliata</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>
				<i>Brachionus caudatus</i>
				<i>Brachionus falcatus</i>



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 287 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

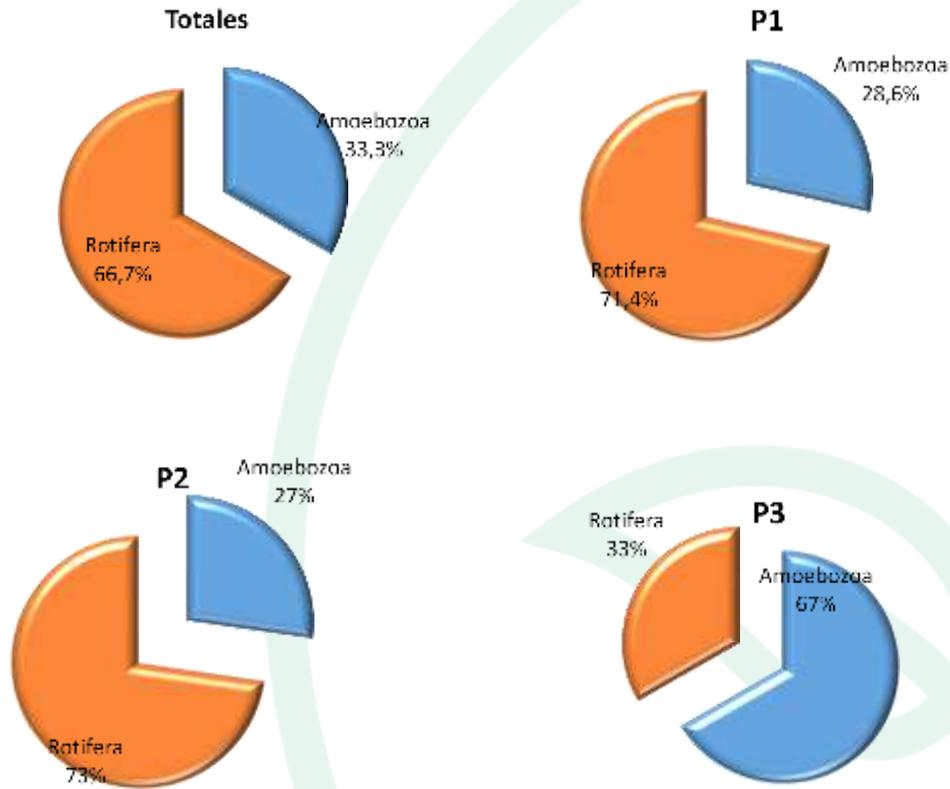
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Brachionus havanaensis</i>
				<i>Keratella americana</i>
				<i>Keratella tropica</i>
			Lecanidae	<i>Lecane spp</i>
			Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., (2021)*

La distribución de la riqueza de especies en los puntos de muestreo P1 y P2 mostró abundancia de los rotíferos con el 66,7% y el 71,4% con tres y cinco especies respectivamente, en P3 la mayor riqueza fueron aportados por los Amoebozoa con 67% y dos morfoespecies.

En este tipo de ecosistemas corrientes habitan individuos de hábitos bentónicos que ingresan a la columna de agua por resuspensión y/o incorporación desde hábitats litorales. Adicionalmente, se debe resaltar que los cladóceros no estuvieron presentes en el monitoreo, lo cual según Hardy (1992), puede explicarse por las altas concentraciones de sólidos en suspensión, que frecuentemente se hallan en ambientes lóticos.





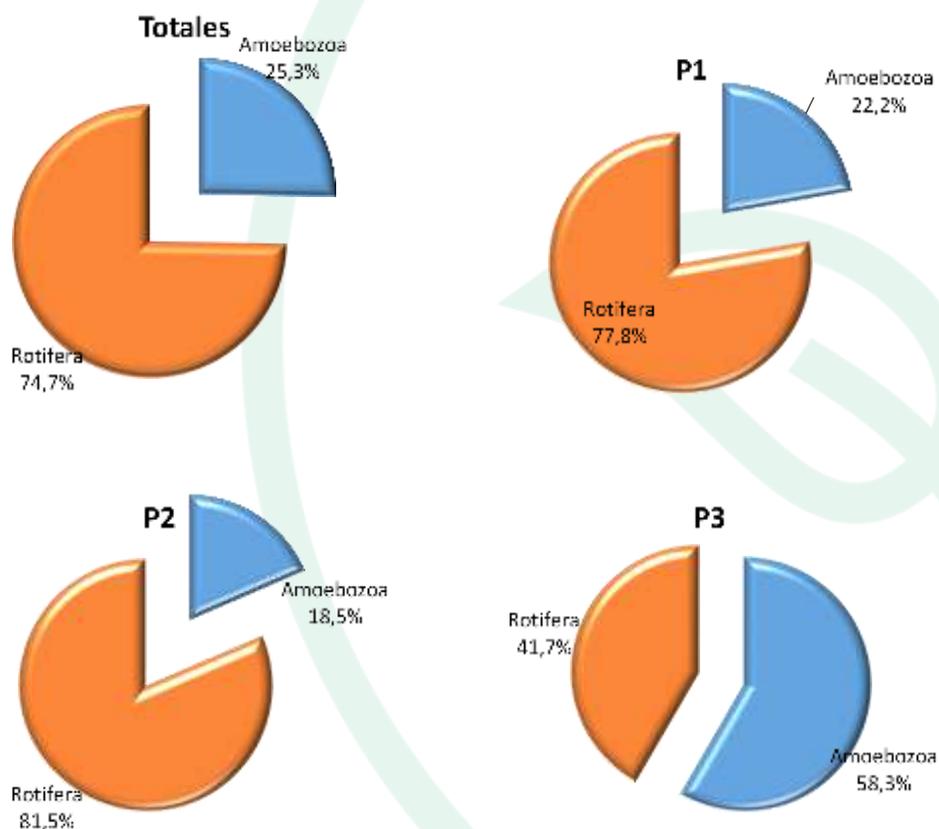
**Figura 96. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en el río Magdalena Luruaco, en enero de 2021.**

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

Al realizar el análisis de la abundancia se evidenció que el Phylum Rotifera presentó la mayor abundancia con 212,8 Ind/L, lo que representó el 74,7 % de la abundancia total, seguida por los Amoebozoa con 72 Ind/L (25,3 %), como se observa en la **Figura 97**. Por su parte, la distribución espacial de la abundancia presentó en los puntos evaluados, el mismo comportamiento que la generalidad, el Phylum Rotifera fue el más abundante con el (77,8 %) en P1, para el punto intermedio (P2) del Río el aporte de los rotíferos fue de (81,5 %), seguido por los Amoebozoa con el (18,5 %) en el punto 3 (P3) los Amoebozoa aportaron el mayor porcentaje de abundancia con el (58,3%) mientras que los rotíferos realizaron un menor aporte (41,7%).



En los puntos de muestreos (P1 Y P2) las morfoespecies del genero *Brachionus* realizaron los mayores aportes a la densidad con las especies *Brachionus angularis*, *Brachionus caudatus* y *Brachionus falcatus*. De manera general la familia Brachionidae puede considerarse como altamente tolerante a ciertas concentraciones de contaminantes, así como a diversos factores ecológicos (Sládecek, 1983).



**Figura 97. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en el Río Magdalena, en enero de 2021.**

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

De lo anterior, se observa que los puntos de muestreo P1 y P2 ofrecen condiciones ecológicas similares, que permiten la presencia de la mayoría de las especies halladas y la dominancia de los mismos taxones (rotíferos), pues de acuerdo con los datos de las variables físicas y químicas



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 290 de 437
	<b>OT 4523-3</b>	H-428 Versión Inf. 00

analizadas poseen valores muy similares, lo que crea un entorno propicio para la mayoría de las poblaciones de zooplancton (Villabona-González et al., 2007). En cuanto a P3 se presenta una disminución en la riqueza al igual que la densidad esto está relacionada con los vertimientos de aguas residuales presentes en esta zona que es de carácter industrial.

Los resultados de la aplicación de los índices ecológicos en los puntos de muestreo del Río Magdalena mostraron que el mayor valor de diversidad (Shannon & Weaver) se encontró en P2 ( $H_2 = 2,22$ ) y disminuyó hacia el resto de puntos de muestreo especialmente en P3 ( $H_2 = 1,07$ ) donde se conjugo la baja riqueza de especies con el predominio de *Brachionus angularis* (rotífero) (41,6% de la abundancia). La Equidad de Pielou ( $J'$ ) fue alta y semejantes entre los puntos de muestreo, varió de 0,98 a 0,89 revelando que todas las especies están representadas de igual manera, por tanto, no hay dominancia marcada de algunas de ellas. (Tabla 151). Como es de esperarse el índice de Dominancia de Simpson fue inversamente proporcional con valores bajos (P1 y P2) a ligeramente moderado (P3).

Durante este monitoreo los atributos ecológicos revelan una mejor integridad de ensamblaje zooplanctónico principalmente en P1 y P2 lo que indica que las características físicas y químicas han favorecido la homogeneidad en la distribución de las morfoespecies en este sector del río.

**Tabla 151. Índices ecológicos para el zooplancton en el Río Magdalena en diciembre de 2020. Equidad ( $J'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	$J'$	$H'$ (loge)	$H'$ (log10)	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )
P1	7	85	0,89	1,74	0,75	0,20	0,80
P2	11	159,3	0,92	2,22	0,96	0,12	0,88
P3	3	40,4	0,98	1,07	0,46	0,34	0,66

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



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 291 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

### 5.1.11.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en el Río Magdalena registró en total 1424 individuos, distribuidos en 12 morfoespecies, ocho (8) familias, siete (7) órdenes, tres (3) clases y tres (3) divisiones (**Tabla 152**). La división más diversificada fue la Bacillariophyta (diatomeas) con el 67% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (algas verdeazules) con el 25% y Chlorophyta (Algas verdes) con el 18% de la riqueza en el sistema.

**Tabla 152. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en el Río Magdalena.**

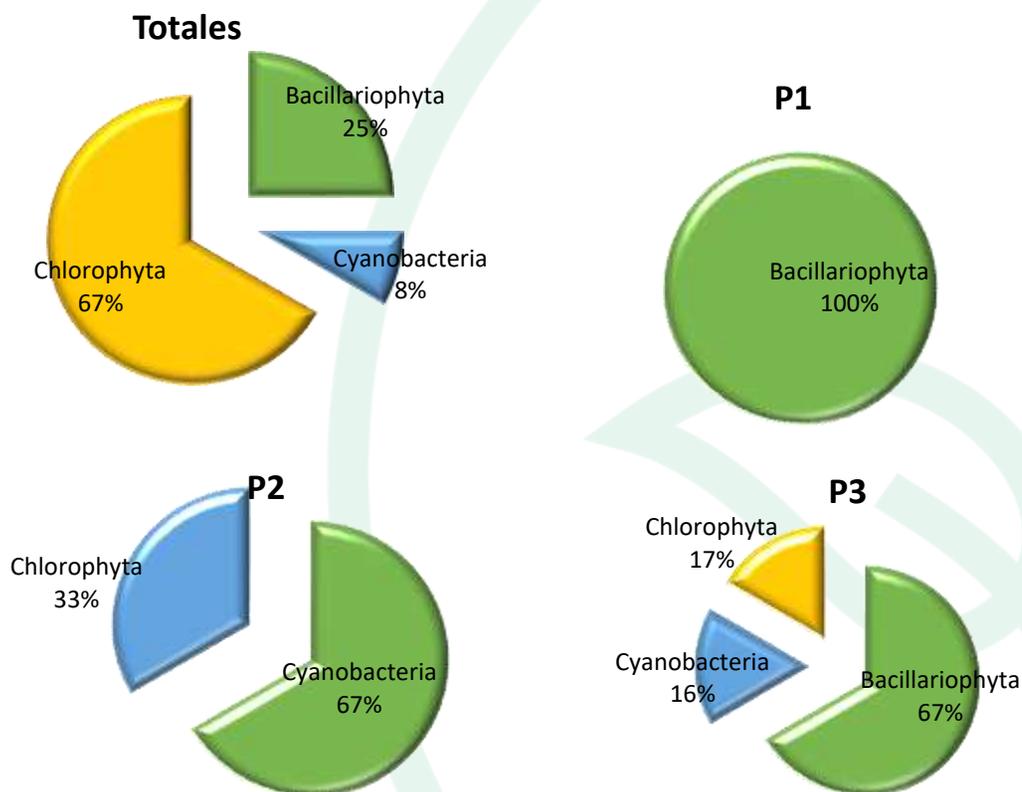
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2	P3
					Ind/c m <sup>2</sup>	Ind/c m <sup>2</sup>	Ind/c m <sup>2</sup>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudoanabaena</i>	0	339,3	0
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp</i>	0	0	12,3
				<i>Oscillatoria sp1</i>	0	85,3	0
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp2</i>	0	20	0,61
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>	557	188,7	33,2
				<i>Navicula sp2</i>	0	0	8,1
				<i>Gyrosigma sp2</i>	0	0	11,3
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp1</i>	306	0	0
				<i>Nitzschia sp2</i>	28	0	0
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>	153	21,8	0
			Cymbellaceae	<i>Cymbella sp1</i>	0	69	0
Fragiliales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp1</i>	0	143,3	4,4		
TOTAL					1043	867	70

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

En los puntos de muestreo el perifiton registró la mayor riqueza en P2 con siete taxa, seguida de P3 con seis taxa y la menor riqueza se presentó en P1 con cuatro taxa, la distribución de la riqueza fue diferente en cada uno de los puntos de muestreo, en P1 las diatomeas contribuyeron con el 100% de la riqueza total; en el punto P2 las Cyanobacterias registraron el 67% seguido de Chlorophyta con el 33% en cuanto al punto P3, el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas en el Phylum de



las Bacillariophyta que representaron el 67% de la riqueza, seguida de las Cyanobacterias y Chlorophyta ambas con el 17% de la diversidad presente (**Figura 98**).



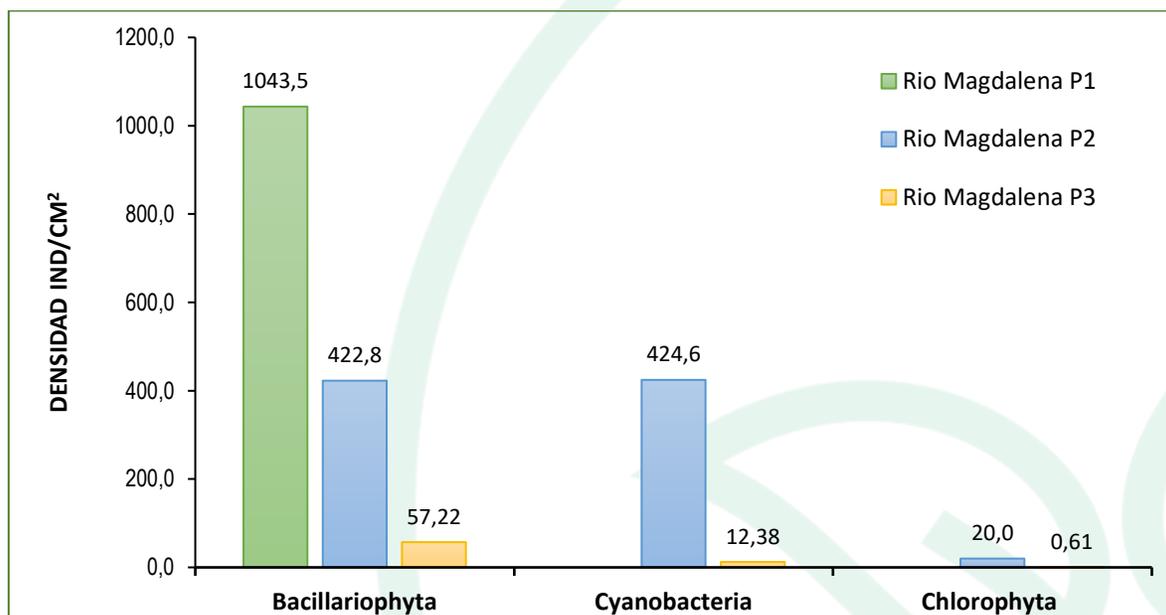
**Figura 98. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en el Río Magdalena, en diciembre de 2020.**

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

La densidad promedio del perifiton en los puntos de muestreo fue de 660 Ind/cm<sup>2</sup>, la densidad osciló entre 70 Ind/cm<sup>2</sup> P3 y 1043 Ind/cm<sup>2</sup> (P1), las Bacillariophytas realizaron las mayores densidades en P1 y P3, en P2 la mayor densidad la aportó las Cyanobacterias. En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula* sp1 (557 ind/cm<sup>2</sup>) y *Nitzschia* sp1 (306,08 Ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue también *Navicula* sp1 (1112 ind/cm<sup>2</sup>) y *Pseudoanabaena* sp1 (188,7 Ind/cm<sup>2</sup>) y por último el punto P3 con *Navicula* sp1 (33,28



ind/cm<sup>2</sup>), Estas relacionada con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008). (Figura 99).



**Figura 99. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo del Río Magdalena.**

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

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 153**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en el Río Magdalena presenta una diversidad baja, siendo mayor en el punto dos con siete morfoespecies; la equitatividad presentó valores altos para todos los puntos ( $J'0,77 - 0,82$ ), donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes por ende el índice de dominancia presentó valores relativamente bajos ( $\lambda 0,24 - 0,39$ ) indicando una baja dominancia de morfoespecies, es decir no hay prevalencia de ciertas especies sobre otras, el índice de Margalef indico una diversidad que tiende a ser baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.



**Tabla 153. Índices ecológicos para el perifiton en el Río Magdalena, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	4	1043	0,7742	1,07	0,3927	0,6073	0,469
P2	7	867	0,8249	1,605	0,2448	0,7552	0,9725
P3	6	70	0,7927	1,42	0,2994	0,7006	0,8552

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

#### 5.1.11.1.4 MACROFITAS

En este punto del Río Magdalena no se registraron morfoespecies durante el muestreo. Lo cual resulta normal considerando los postulados de Pinilla (2000), que afirman que estos organismos son comunes, en sistemas lenticos, aguas someras, con altos niveles de materia orgánica.

#### 5.1.11.1.5 MACROINVERTEBRADOS

En este punto del Río Magdalena no se registraron morfoespecies durante el muestreo.

#### 5.1.11.1.6 ICTIOFAUNA

En este punto del Río Magdalena no se registraron morfoespecies durante el muestreo.



## 5.2 CUENCA LITORAL.

### 5.2.1 Ciénaga los Manatíes.

#### 5.2.1.1 Variables Hidrobiológicas.

##### 5.2.1.1.1 FITOPLANCTON

El fitoplancton en la ciénaga los Manatíes estuvo compuesto por 19 morfoespecies distribuidos en 11 familias, nueve (9) ordenes, seis (6) clases agrupados en tres (3) phyla presentes en la Tabla 124. Los géneros mejor representados en este cuerpo de agua fueron Chaetoceros y Pleurosigma (Bacillariophyta) con tres morfoespecies cada uno. El 52,3 % de las especies son de hábito fitoplanctónico (T) es decir están asociados a raíces u otros sustratos disponibles en el cuerpo de agua, mientras que el 47,3% son planctónicas (**Figura 100**).

**Tabla 154. Clasificación taxonómica y densidad del fitoplancton registrado en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020.**

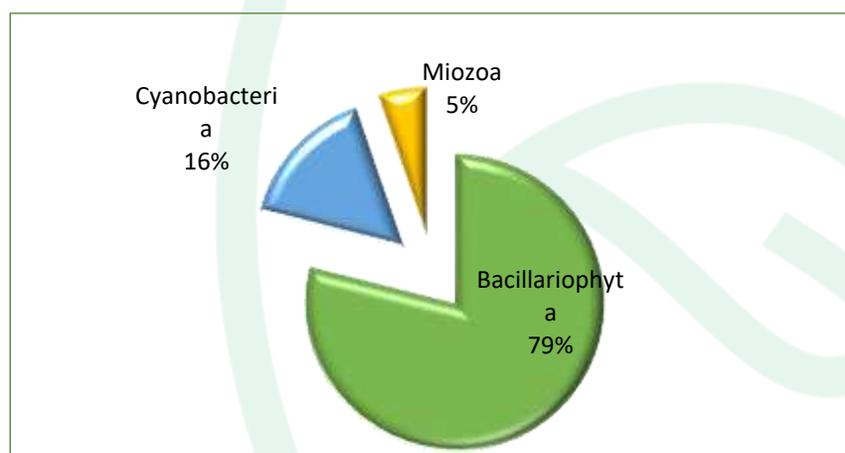
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Ind/L
Bacillariophyta	Mediophyceae	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros sp1</i>	501,6
				<i>Chaetoceros sp2</i>	205,4
	<i>Chaetoceros sp3</i>			68,6	
	Bacillariophyceae	Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Etmoneis alata</i>	270,4
				<i>Etmoneis sp1</i>	69,7
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp3</i>	1557,3
				<i>Navicula sp4</i>	240,9
			Pleurosigmataceae	<i>Pleurosigma sp. 1</i>	102,9
		<i>Pleurosigma sp. 2</i>		31	
		<i>Pleurosigma sp. 3</i>		8	
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp1</i>	1033,4
				<i>Nitzschia sp2</i>	402,8
				<i>Cylindrotheca sp</i>	194,5
Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Ciclotella sp</i>	231,3	
Coccinodiscophyceae	Coccinodiscales	Coccinodiscaceae	<i>Coccinodiscus sp2</i>	85,1	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena sp</i>	2804,1
			Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbyaceae sp</i>	1315,4
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp4</i>	212,5



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Ind/L
Miozoa	Dinophyceae	Peridiniales	Protopteridiniaceae	<i>Protopteridium sp</i>	77,4

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

Con base a la composición fitoplanctónica en la ciénaga el 79% de las especies estuvieron representados por las Bacillariophyta (diatomeas), Al igual que en otros sistemas estuarinos, predominó la presencia de diatomeas (Santoyo, 1994), las Cyanobacterias le siguieron con el 16% y por últimos los dinoflagelados (Miozoa) con el 5% **Figura 100**.

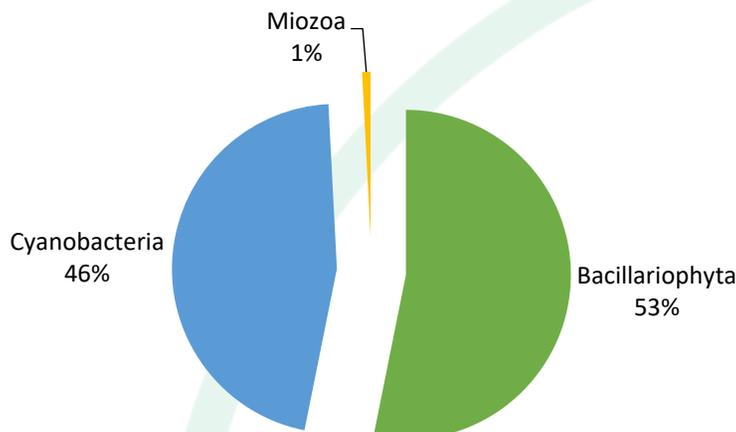


**Figura 100. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, del fitoplancton en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020.**

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

La densidad de la ciénaga fue de 9412,5 ind/L siendo las Bacillariophytas las más abundantes con el 53%, las morfoespecies *Navicula sp3* (1557 ind/L) y *Nitzschia sp1* (1033 ind/L) fueron las de mayor densidad, las Cyanobacterias aportaron el 46% de la densidad y las morfoespecies *Pseudoanabaena sp* 2804 ind/L y *Leptolyngbya sp* (1315 ind/L) presentes en la referencia. Fueron las más abundantes y el Phylum Miozoa aportó la densidad más baja a 1% representado por la morfoespecie *Protopteridium sp* (77,4 ind/L). De acuerdo con Mrgalef 1983, la densidad fitoplanctónica sugiere un sistema oligotrófico (**Figura 101**).





**Figura 101. Porcentaje de abundancia, del fitoplancton en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020.**

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

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad fitoplanctónica de la ciénaga de Manatíes presenta una diversidad media, evaluada con el índice de Shannon ( $P1=H'(\log_e)=2,23$ ), mientras que con el índice de diversidad de Simpson la diversidad se identificó como alta (0,84), como se observa en la **Tabla 155** Igualmente, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró la estructura uniforme en la población con una equidad medio-alta (0,76) desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar un valor bajo (0,16).

**Tabla 155. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga los Manatíes en diciembre de 2020. Equidad ( $J'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	$J'$	$H'(\log_e)$	$H'(\log_{10})$	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )
P1	19	9412,6	0,76	2,23	0,97	0,16	0,84

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

#### 5.2.1.1.2 ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica de la ciénaga los Manatíes se estructuró a partir de 19 morfoespecies, pertenecientes a 10 familias, ocho (8) órdenes, seis (6) clases y cuatro (4) Phylum, tal como se observa en la **Tabla 156**. El análisis de la contribución de los Phylum en el único punto evaluado, permitió evidenciar que los rotíferos aportaron la mayor riqueza, 9 morfoespecies (47,4 % de la



riqueza total), seguidos por los representantes del Phylum Arthropoda con 6 morfoespecies (31,6 %), por los Foraminifera con 3 morfoespecies (15,8 %) y por un solo representante del Phylum Amoebozoa (5,3 %), como se evidencia en la Figura 102. La importancia ecológica de los rotíferos consiste en el corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, así como la transfieren de materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto planctónicos como vertebrados y debido a que son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), los cambios en la estructura y composición de su comunidad los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua.

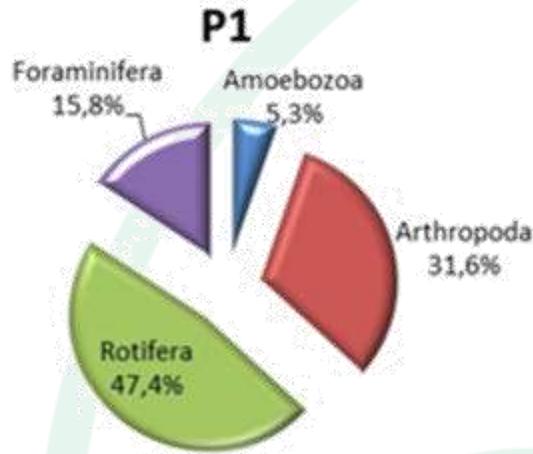
**Tabla 156. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp</i>	9,48
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Ergasilus spp</i>	174,00
			Cyclopoida ND	Cyclopoida ND Morfoespecie 1	459,75
		Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio	589,23
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1	29,11
				Ostracoda Morfoespecie 2	62,63
				Ostracoda Morfoespecie 4	101,59
Foraminifera	Foraminifera ND	Foraminifera ND	Foraminifera ND	Foraminifera ND Morfoespecie 1	9,48
	Granuloreticulosea	Foraminiferida	Foraminiferida ND	Foraminifera ND Morfoespecie 2	9,48
				Foraminifera ND Morfoespecie 3	25,06
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>	9,48
				<i>Trochosphaera spp</i>	75,82
		Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	922,09
				<i>Brachionus calyciflorus</i>	75,82
				<i>Brachionus caudatus</i>	166,60
				<i>Brachionus havanaensis</i>	9,48
				<i>Keratella americana</i>	18,95
				<i>Keratella tropica</i>	9,48
		Gastropodidae	<i>Gastropus sp 3</i>	10,16	

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

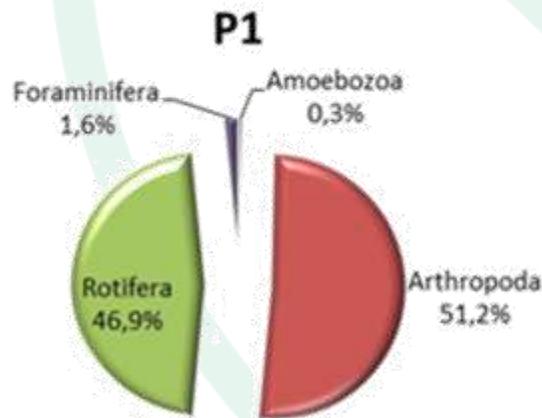
Al evaluar la abundancia en el punto de muestreo, se evidenció que el Phylum Arthropoda contribuyó con la mayor proporción, 51,2 % (1416,3 Ind/L), seguido por el Phylum Rotifera con el 46,9 % (1297,9 Ind/L), así como pequeños aportes de Foraminifera (1,6 %, 44,0 Ind/L) y de Amoebozoa (0,3 %, 9,5 Ind/L), como se evidencia en la **Figura 103**.





**Figura 102. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020.**

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



**Figura 103. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020.**

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

El comportamiento anterior es indicador de aguas eutrofizadas en el punto monitoreado en la ciénaga, pues los rotíferos son bioindicadores de eutrofia y estratificación, lo cual es ratificado por el segundo grupo más abundante, los artrópodos, con el componente de copépodos (Pinilla, 2000).



Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga los Manatíes presenta una diversidad medio-alta; evaluada tanto con el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$  (loge)=2,003), mientras que con el índice de Simpson se indicó una diversidad alta ( $1-\lambda=0,805$ ). Por su parte, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró que una estructura medianamente uniforme, equidad media, en la población, con una dominancia baja, como se observa en la **Tabla 157**.

**Tabla 157. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga los Manatíes en diciembre de 2020. Equidad ( $J'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	$J'$	$H'$ (loge)	$H'$ (log10)	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson ( $1-\lambda$ )
P1	19	2767,7	0,680	2,003	0,870	0,195	0,805

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

### 5.2.1.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga los Manatíes registró en total 4798 individuos, distribuidos en siete (7) morfoespecies, seis (6) familias, seis (6) órdenes, tres (3) clases y dos (2) divisiones (**Tabla 158**). La división más diversificada fue la Bacillariophyta (diatomeas) con el 86% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (algas verdeazules) con el 14% de la riqueza en el sistema.

Existe una alta relación entre las concentraciones de nutrientes (fosfatos y carga orgánica) y la composición de las comunidades de microalgas como las diatomeas, con el estado trófico del cuerpo de agua (Rodríguez & Lobo, 2000); relaciones que expone a las comunidades algales, como grupos potenciales para evaluar impactos temporales en el medio, puesto que presentan ciclos de vida cortos y están influenciados por variables, que no tienen efecto sobre organismos heterotróficos (Reynolds, 1984).

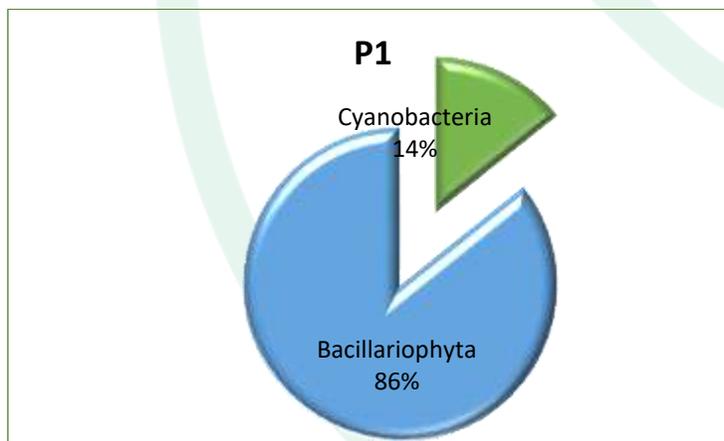


**Tabla 158. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga los Manatíes.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1
					Ind/cm2
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>	287,4
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp1</i>	5891,6
				<i>Nitzschia sp1</i>	2746,7
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp1</i>	11,8
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp2</i>	11,0
	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp1</i>	117,9	
	Fragilariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp1</i>	21,6
<b>TOTAL</b>					<b>9088,0</b>

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

En esta ciénaga solo se tuvo un punto en la cual la riqueza de phyllum fue pobre; las Bacillariophyta con tuvieron la mayor riqueza seguida de Cyanobacterias con el 14% (Figura 104).



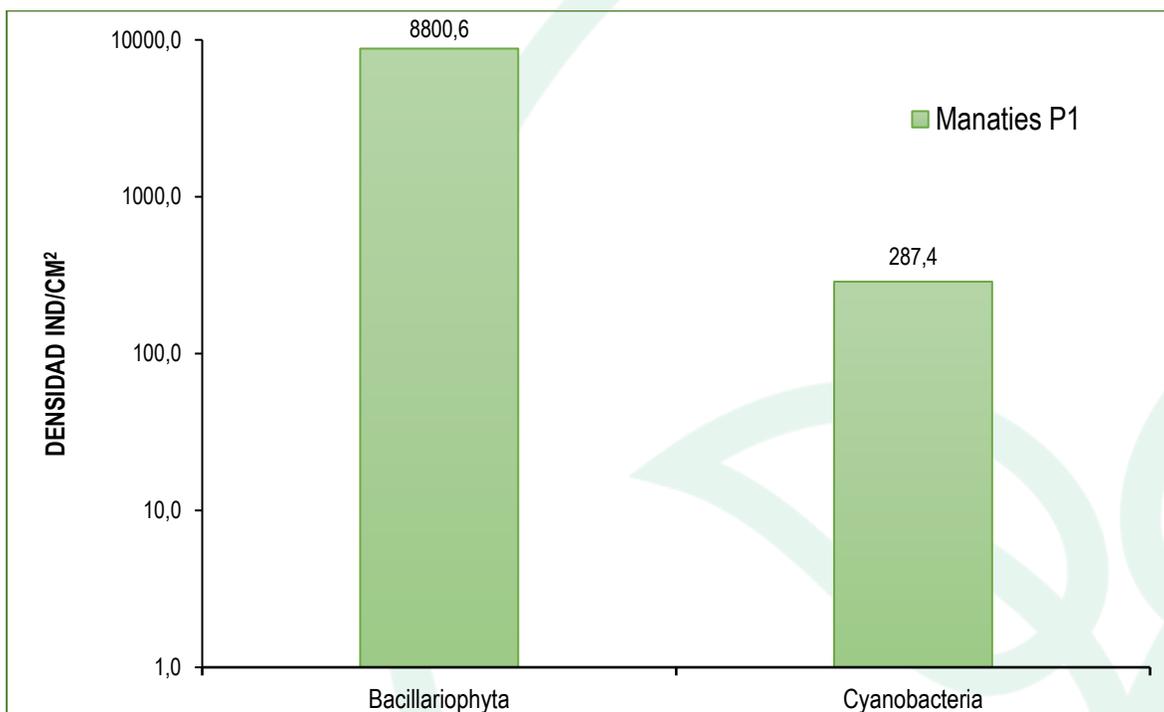
**Figura 104. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga los Manatíes en diciembre de 2020.**

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

La densidad del perifiton en la cienaga fue de 9088 Ind/cm2, las Bacillariophyta aportó la mayor densidad con 8800.6 Ind/cm2 seguido del grupo de Cyanobacterias con una densidad total de 287.4 (Figura 105). En el punto las morfoespecies más abundantes fueron *Navicula sp1* (5891.6 Ind/cm2)



y *Nitzschia* sp1 (262746.7 Ind/cm<sup>2</sup>). Estos géneros están relacionados con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008).



**Figura 105. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga los Manatíes.**

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

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 159**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga los Manatíes presenta una diversidad baja donde el único punto de monitoreo tuvo una riqueza de siete morfoespecies; la equitatividad presentó valores relativamente bajos ( $J'0,43$ ), donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser muy dispares en contraste con las demás reportadas, por lo que el índice de dominancia presentó valores que tienden a ser altos ( $\lambda$  0,51) es decir existe prevalencia de ciertas especies sobre otras, el índice de Margalef indicó una diversidad baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.



**Tabla 159. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga los Manatíes, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	7	9088	0,4309	0,8385	0,5129	0,4871	0,7079

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

#### 5.2.1.1.4 MACROFITAS

En este cuerpo de agua costero no se registraron macrofitas acuáticas

#### 5.2.1.1.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Los Manatíes estuvo representada por tres (3) morfoespecies vinculadas a dos (2) divisiones, e igual cantidad de clases, órdenes y tres (3) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra en la **Tabla 160**.

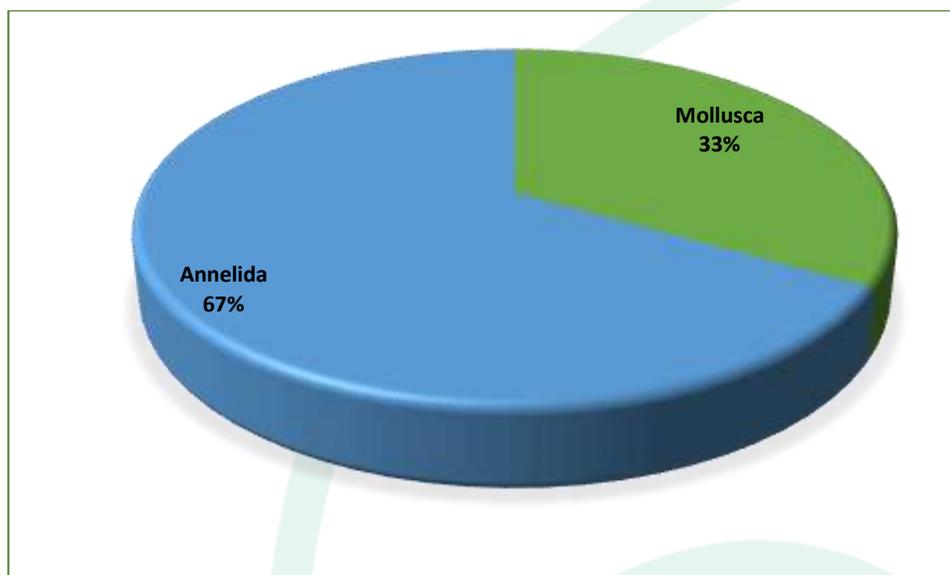
**Tabla 160. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga los Manatíes**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1
Mollusca	Gastropoda	Cycloneritimorpha	Neritidae	<i>Neritina sp</i>	7,41
Annelida	Polychaeta	Capitellida	<i>Arenicolidae</i>	<i>Arenicolidae morfo 1</i>	262,96
		-	Spionida	Spionida morfo 1	20,37
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>290,74</b>

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

La división Annelida fue la más representativa en términos de riqueza, ya que obtuvo el 67% del total de morfoespecies registradas mientras que a Mollusca le correspondió el 33% restante (**Figura 106**). La baja prevalencia de moluscos en esta ciénaga se debe a su condición de ambiente costero ya que esta recibe agua del mar que incrementa sus niveles de salinidad, permitiendo el establecimiento de especies eurihalinas como en el caso de los gastrópodos del género *Nerita*. Los poliquetos de *Arenicolidae* y *Spionida* se asocian a fondos marinos, aunque pueden prosperar en aguas salobres.



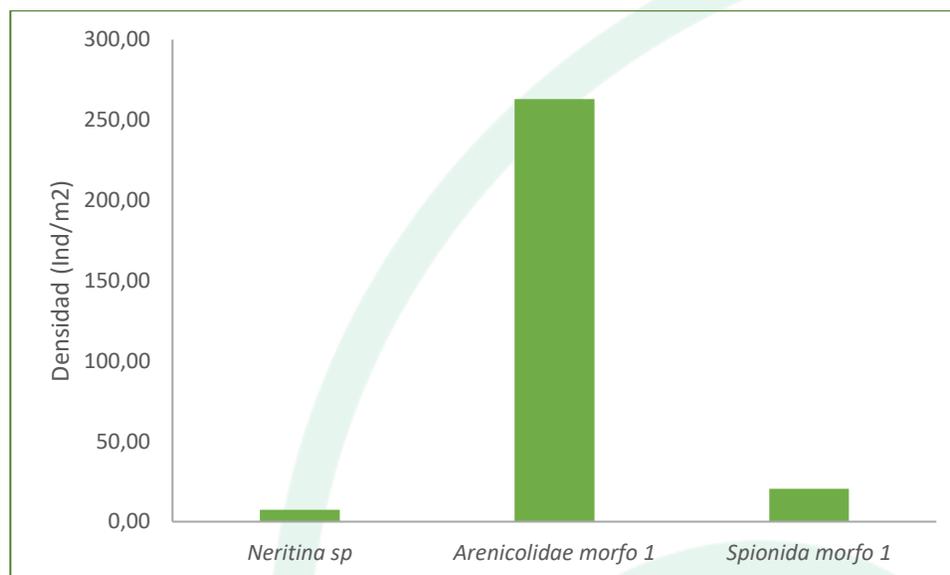


**Figura 106. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de los Manatíes.**

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

La morfoespecie más abundante fue *Arenicolidae* sp con 269,6 Ind/m<sup>2</sup>; el resto del ensamblaje presentó densidades bajas e inferiores a 20,37 Ind/m<sup>2</sup> (**Figura 107**). Los poliquetos de la familia *Arenicolidae* que se alimentan de depósitos directos, son utilizados como cebo vivo para la pesca artesanal y deportiva (Pettibone, 1963). Están presentes en sedimentos costeros de todo el mundo y pueden dominar la abundancia de la macrofauna de fondos arenosos y fangosos en zonas intermareales y submareales someras. Su presencia en estos ambientes se debe a su adaptación a fluctuaciones de temperatura, salinidad, oxígeno y tiempos de exposición a la desecación (Santos *et al.*, 2016). El éxito de esta familia de poliquetos está dado por las adaptaciones fisiológicas que poseen. Por un lado, la presencia de múltiples ramificaciones branquiales en la pared del cuerpo hace altamente eficiente su proceso de respiración (Crane y Merz, 2012). Por otra parte, poseen hemoglobina extracelular disuelta en sangre como principal pigmento respiratorio, y esta tiene una elevada afinidad por el oxígeno permitiendo su fijación y transporte aún en condiciones de hipoxia (Hiebert, 2014). Además, pueden incrementar la concentración de esta proteína en sangre en respuesta a deficiencias de oxígeno en el ambiente (Alyakrinskaya, 2003).





**Figura 107. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga los Manatíes.**

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

#### 5.2.1.1.6 ICTIOFAUNA

La ictiofauna de la ciénaga los Manatíes estuvo representada por dos especies pertenecientes a una familia y un orden, que en total presentaron una abundancia de tres individuos (**Tabla 161**).

**Tabla 161. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Los Manatíes en diciembre de 2020 a enero de 2021**

Orden	Familia	Especie	Número de individuos	
			Día 1 Nº de individuos	Día 2 Nº de individuos
			P1	P1
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil cephalus (Linnaeus, 1758)</i>	0	2
		<i>Mugil liza (Valenciennes, 1836)</i>	0	1

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

Es inadecuado sacar conclusiones ecológicas o ambientales a partir de estos resultados ya que pueden ser el producto de un efecto de la selectividad del arte de pesca empleado y/o del esfuerzo de muestreo realizado.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 306 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

La ciénaga de Manatíes es una laguna costera influenciada por las aguas del mar Caribe, lo que concuerda con las especies registradas, dado que estas pertenecen a la familia Mugilidae, la cuál es principalmente de aguas marinas y salobres (Nelson *et al.*, 2016). *Mugil cephalus* es eurihalina, mientras que *Mugil liza* es estuarina-marina.

*Mugil liza* es reconocida como una especie migratoria oceanódroma a nivel nacional (Naranjo y Amaya-Espinel, 2009) y se encuentra categorizada como Vulnerable VU A2ad (Chasqui et al., 2017) y VU en la Resolución 1912 de 2017 del MADS (MADS, 2017).

## 5.2.2 Embalse del Guájaro.

### 5.2.2.1 Variables Hidrobiológicas.

#### 5.2.2.1.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en el Embalse del Guájaro registró una densidad total de 74618 Ind/L, distribuidos en 35 morfoespecies, 22 familias, 16 órdenes, nueve (9) clases y cuatro (4) divisiones (**Tabla 162**). La división más diversificada fue la Chlorophyta con el 43%, seguida de las Euglenozoa con el 20%, las Cyanobacterias aportaron el 17%, las Bacilariophytas aportaron el 11%, los menores aportes fueron para las Charophytas Y Miozoa con el 6 y 3% respectivamente.

Las Cyanobacterias se destacan por su amplia distribución y presentar altas tasas de crecimiento y su capacidad para sobrevivir en ambientes en los que compuestos como el carbono y el nitrógeno son limitantes (Comba, 2009). Por su parte para la división Chlorophyta se ha reportado que es cosmopolita, representativa de aguas dulces, además está relacionada eutrofia, alto contenido de Ca, y una relación Nitrógeno/Fosforo alta, y se han establecido como indicadores de alta diversidad y cuerpos de agua con buenas condiciones, (concentración adecuada de nutrientes, pH neutro), también se ha establecido que estas algas prefieren las aguas mesosaprobias (Pinilla, 2000; Heinz Streble & Dieter Krauter, 1987).



**Tabla 162. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en el Embalse del Guájaró.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp1</i>	
				<i>Aphanocapsa sp</i>	
		Coelosphaeriaceae	<i>Coelosphaerium sp</i>		
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>	
	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Selenastrum sp1</i>	
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	
				<i>Scenedesmus cf indicus</i>	
				<i>Desmodesmus sp1</i>	
				<i>Tetrastrum sp</i>	
				<i>Coelastrum cf indicum</i>	
			<i>Coelastrum astreoides</i>		
	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>			
		<i>Tetraedron lobolatum</i>			
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp1</i>	
			Chlorellaceae	<i>Micractinium sp</i>	
		<i>Actinastrum sp1</i>			
Trebouxiales		Botryococcaceae	<i>Botryococcus sp</i>		
Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella sp</i>			
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp3</i>	
				<i>Closterium sp4</i>	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>	
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>	
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp1</i>	
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis sp1</i>	
					<i>Lepocinclis sp2</i>
					<i>Phacus sp1</i>
			Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>	
				<i>Euglena sp2</i>	
				<i>Strombomonas sp1</i>	
	<i>Trachelomonas hispida</i>				



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 308 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Miozoa	Dinophyceae	Peridiniales	Peridinaceae	<i>Peridinium sp1</i>

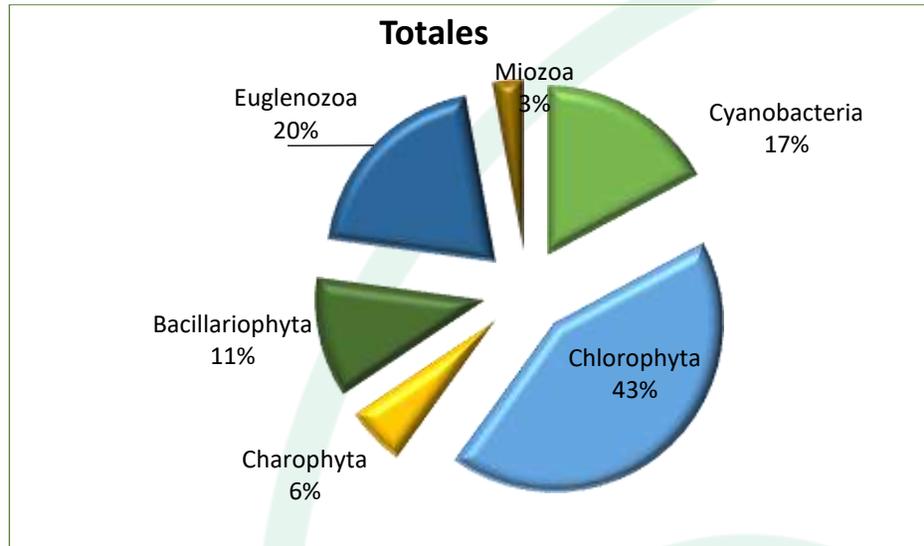
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., (2021)*

La riqueza en el embalse osciló entre tres morfoespecies (P3) y 17 morfoespecies (P2), la distribución de los principales grupos fitoplanctónicos en la riqueza fue diferente para cada uno de los puntos de muestreo con una acentuada participación de las Cyanobacterias en la riqueza total para cada punto de muestreo.

En P1 las Cyanobacterias registraron la mayor riqueza total de las morfoespecies con un 36%, seguida por el phylum Chlorophyta con el 29%. Por el contrario, el punto P2 las Chlorophyta presentó una mayor riqueza con 29% continuo de Cyanobacterias que registraron un porcentaje de riqueza de 23%, en cuanto al punto P3 las diatomeas representaron un 100% de la riqueza. Para el punto P4 el phylum Cyanobacterias con 50%, seguido de las Euglenozoa con un 33% en este punto se tiene a diferencia de los demás tres divisiones.

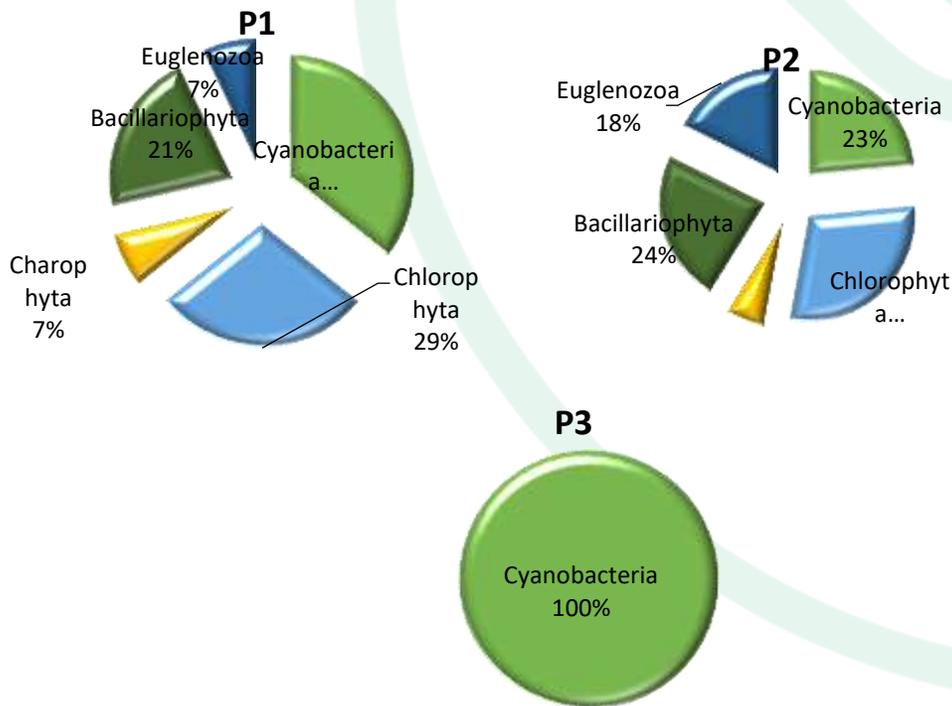
Para el punto P5 los phylum Cyanobacterias y Euglenozoa; los puntos P6 Y P9 las Cyanobacterias registraron la mayor riqueza total, seguida por el phylum Chlorophyta, P9 fue el único que presento especies del grupo miozoa y por último el punto P7 y P8 donde las algas verdes fueron las predominantes (**Figura 110**).





**Figura 108. Riqueza total por división del fitoplancton en El Embalse del Guájaró en diciembre de 2020.**

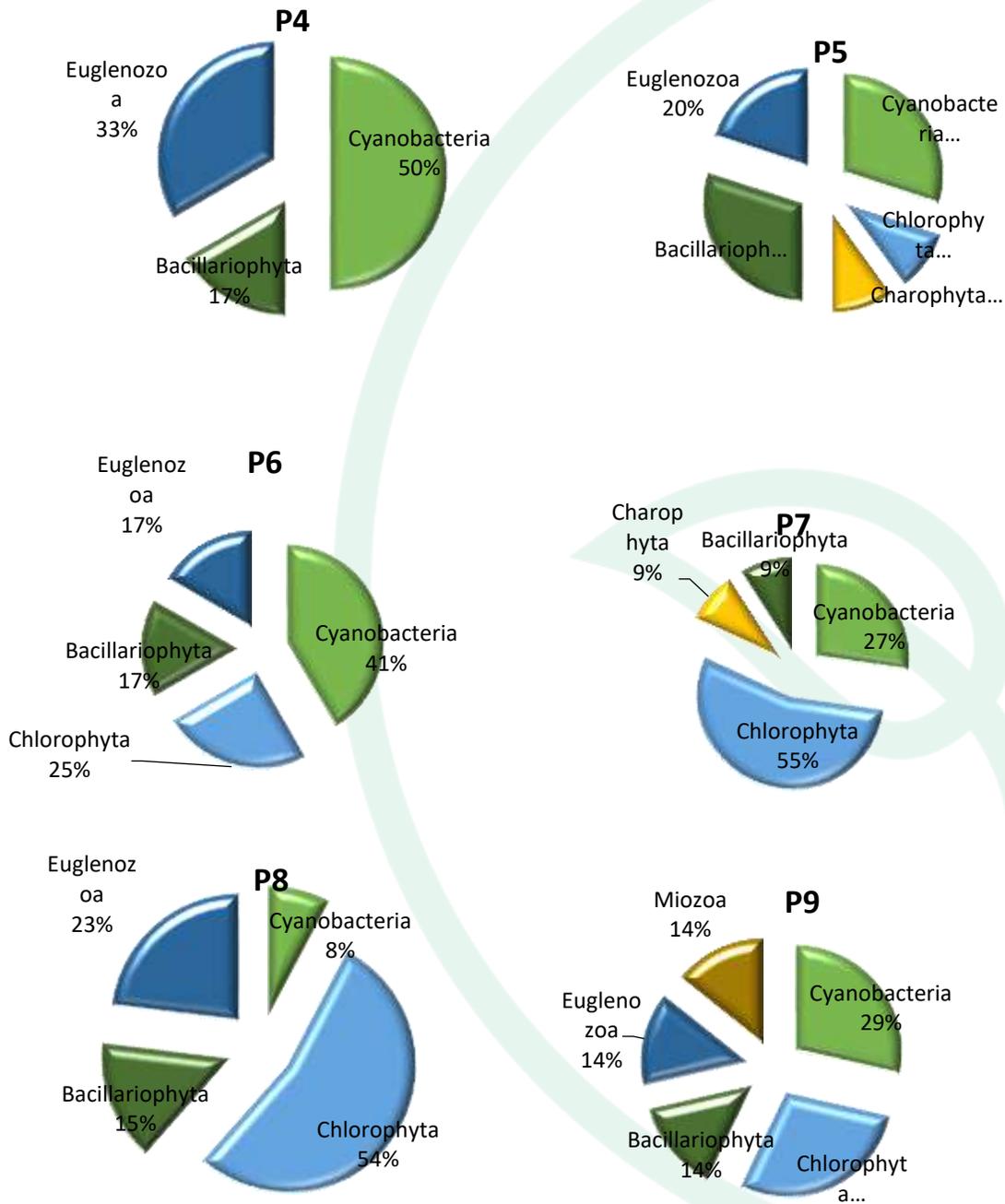
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.*



**Figura 109. Distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en los puntos p1, p2 y p3 en el Embalse del Guájaró en diciembre de 2020.**

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





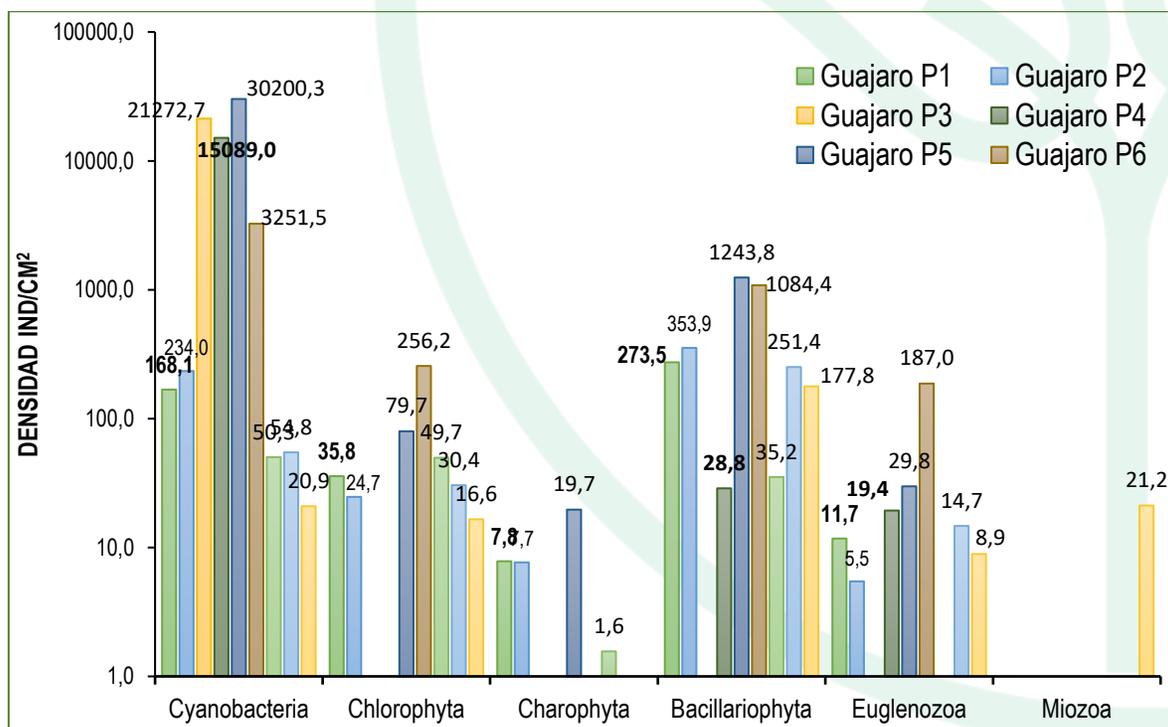
**Figura 110. Distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en los puntos P4 al P9 en El Embalse del Guájaro en diciembre de 2020.**

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



La densidad promedio fitoplanctónica del embalse fue de 8291 ind/l, oscilando entre 137 ind/L (P7) y 31573 ind/L (P5).

A nivel espacial, la densidad de especies registró proporciones diferentes entre los puntos, el grupo de las Bacillariophytas aportaron las mayores densidades en P1, P2, P8 y P9, la morfoespecie con mayor densidad fue *Cyclotella sp.* Las especies del género *Cyclotella* son muy comunes en los ambientes dulceacuícolas de todo el planeta, aunque algunas se presentan también en aguas salobres, e incluso en ambientes marinos costeros (Hustedt 1930) sin embargo de manera general la densidad fue baja en estos puntos de monitoreo. Para el resto de puntos de monitoreo las Cyanobacterias presentaron la mayor densidad; donde el punto P5 para este grupo tuvo la mayor densidad con 30200,3 Ind/L (**Figura 111**). La morfoespecie más representativa fue la Cyanobacteria, *Aphanocapsa sp.* Las especies se encuentran distribuidas en todo el mundo, se caracterizan porque crecen subaerofíticamente en rocas y paredes húmedas o entre musgos en páramos y turberas.



**Figura 111. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de El Embalse del Guájaro.**

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



A continuación, en la **Tabla 163** se presenta en detalle la densidad de las especies del fitoplancton en el embalse.

**Tabla 163. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en el Embalse del Guájaro.**

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
<i>Merismopedia sp1</i>	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Aphanocapsa sp</i>	30,1	65,3	21045,2	14869,7	29668,9	1457,7	39,5	0,0	14,8
<i>Coelosphaerium sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	414,1	0,0	0,0	0,0
<i>Chroococcus sp</i>	20,1	45,0	0,0	0,0	0,0	108,3	0,8	0,0	6,1
<i>Planktothrix sp</i>	101,0	108,3	197,4	195,5	401,9	1010,6	10,0	54,8	0,0
<i>Anabaena sp</i>	15,6	15,4	30,0	23,8	129,5	260,9	0,0	0,0	0,0
<i>Selenastrum sp1</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>Scenedesmus cf indicus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
<i>Desmodesmus sp1</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0
<i>Tetrastrum sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	18,7	0,0
<i>Coelastrum cf indicum</i>	21,8	7,1	0,0	0,0	79,7	138,1	0,0	0,0	0,0
<i>Coelastrum asteroideum</i>	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
<i>Pediastrum duplex</i>	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Tetraedron lobolatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0
<i>Golenkinia sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,5	0,0	0,0
<i>Oocystis sp1</i>	6,2	5,5	0,0	0,0	0,0	108,3	2,0	6,1	11,7
<i>Micractinium sp</i>	6,7	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0
<i>Actinastrum sp1</i>	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Botryococcus sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0
<i>Chlorella sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	0,0	0,0	0,0
<i>Closterium sp3</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	19,7	0,0	1,6	0,0	0,0
<i>Closterium sp4</i>	7,8	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula sp1</i>	22,9	14,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia sp1</i>	0,0	1,1	0,0	0,0	14,6	0,0	0,0	3,4	0,0
<i>Aulacoseira sp1</i>	20,6	47,7	0,0	0,0	99,2	241,5	0,0	0,0	0,0
<i>Cyclotella sp</i>	230,0	290,2	0,0	28,8	1130,0	842,9	35,2	248,0	177,8



<b>Morfoespecie</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>
<i>Euglena sp1</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0
<i>Euglena sp2</i>	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	54,1	0,0	0,0	0,0
<i>Lepocinclis sp1</i>	11,7	1,1	0,0	0,0	20,1	132,9	0,0	12,4	8,9
<i>Lepocinclis sp2</i>	0,0	3,3	0,0	0,0	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phacus sp1</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0
<i>Strombomonas sp1</i>	0,0	0,0	0,0	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0,0	0,0	0,0	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Peridinium sp1</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,2
<b>Total</b>	<b>496,9</b>	<b>625,7</b>	<b>21272,7</b>	<b>15117,8</b>	<b>31573,4</b>	<b>4779,2</b>	<b>136,7</b>	<b>351,3</b>	<b>224,2</b>

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



En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 164**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en el Embalse del Guájaro presenta una diversidad moderada, siendo baja la riqueza en los puntos P1, P2, P6, P7, P8 y P9; la equitatividad presentó valores altos  $J' 0,427 - 0,78$  a excepción de los puntos P3, P4, y P5 que tuvo un comportamiento contrario, donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser heterogéneas por ende el índice de dominancia presentó valores bajos  $J' 0,5 - 0,13$  indicando que hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra, el índice de Margalef indico una diversidad alta, para los puntos P1  $d = 2.09$ , P2  $d = 2.48$  y P7  $d = 2.04$ , dado que sus valores fueron cercanos a 2, según Margalef (1995) valores superiores a 2,0 son relacionados con zonas de una diversidad normal y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

**Tabla 164. Índices ecológicos para el fitoplancton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	14	491	0.6795	1.793	0.269	0.731	2.098
P2	17	620	0.6223	1.763	0.2686	0.7314	2.488
P3	3	21272	0.05763	0.06332	0.9788	0.02118	0.2007
P4	6	15133	0.0587	0.1052	0.9651	0.03486	0.5195
P5	10	31568	0.1321	0.3043	0.8845	0.1155	0.8687
P6	12	4773	0.7869	1.955	0.1847	0.8153	1.299
P7	11	132	0.7175	1.72	0.2199	0.7801	2.048
P8	12	347	0.4221	1.049	0.5273	0.4727	1.881
P9	7	241	0.5395	1.05	0.5407	0.4593	1.094

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

### 5.2.2.1.2 ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica del Embalse del Guájaro se estructuró a partir de 72 morfoespecies, pertenecientes a 34 familias, 18 órdenes, 14 clases de ocho (8) Phylum, tal como se observa en la **Tabla 165**. Al analizar estos resultados se evidenció que el Phylum Rotifera contribuyó con la mayor proporción de morfoespecies (52,8 %, 38 morfoespecies), seguido por los aportes de Arthropoda (25,0 %, 18 morfoespecies), Ciliophora (6,9 %, 5 morfoespecies), Amoebozoa (6,9 %, 5



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 315 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

morfoespecies) y en pocas proporciones de Foraminifera (2,8 %, 2 morfoespecies) y Annelida, Chordata y Protozoa (1,4 %, 1 morfoespecie cada uno), como se observa en la **Figura 112**.

La distribución espacial de la riqueza por Phylum permitió evidenciar el predominio de Rotifera en los puntos P1 (50,0%, 10 morfoespecies), P3 (44%, 10 morfoespecies), P4 (59,3%, 16 morfoespecies), P5 (42,4 %, 14 morfoespecies), P6 (48,4%, 15 morfoespecies) y P9 (57,1%, 16 morfoespecies) y del Phylum Arthropoda en los puntos P2 (42,9 %, 12 morfoespecies), P7 (60,0 %, 6 morfoespecies) y P8 (52,9 %, 9 morfoespecies), como se evidencia en la **Figura 112**.

La importancia ecológica de los rotíferos radica en varios puntos, el primero, corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, transfieren materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), por lo que los cambios en la estructura y composición los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua. Por su parte la importancia de los artrópodos, especialmente los copépodos, consiste en ser un eslabón importante en la trama alimenticia acuática, transformando la proteína vegetal en animal, al ser fuente de alimento importante para peces planctívoros, como para los estadios larvales de la mayoría de peces, igualmente sus excretas sirven de fuente de alimento a organismos bentónicos facilitando el intercambio de materia tanto en la columna de agua, como con el sedimento, así mismo, algunas especies han sido usadas como bioindicadores de calidad del agua en sistemas saprobios (Smith y Fernando, 1980; Morales y Vargas, 1995 y Martínez-Barragán, *et al.*, 2009)

**Tabla 165. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Amoebozoa	Amoebozoa-ND	Amoebozoa-ND	Amoebozoa-ND	Amoebozoa-ND Morfoespecie
	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoidea</i>
			Centropyxidae	<i>Centropyxis sp 2</i>
			Diffugiidae	<i>Diffugia spp</i>
			Nebelidae	<i>Nebela equicalceus</i>
Annelida	Polychaeta	Polychaeta ND	Polychaeta ND	Polychaeta ND Morfoespecie Larva



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina sp1</i>	
				<i>Bosmina sp2</i>	
				<i>Bosmina sp3</i>	
			Diplostraca NA	<i>Ceriodaphnia sp 2</i>	
				<i>Ceriodaphnia spp</i>	
				<i>Daphnia spp</i>	
	Diplostraca-ND	Moinidae	Diplostraca-ND	Diplostraca-ND Morfoespecie 1	
				<i>Moina spp</i>	
				Calanoida ND Morfoespecie 1	
	Maxillopoda	Calanoida	Calanoida ND	Calanoida ND Morfoespecie 2	
				Cyclopidae	<i>Ergasilus spp</i>
					Cyclopoida ND
		Cyclopoida	Cyclopoida ND Morfoespecie 2		
			Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio
					Ostracoda ND
Ostracoda Morfoespecie 2					
Ostracoda Morfoespecie 3					
Ostracoda Morfoespecie 4					
Chordata	Chordata ND	Chordata ND	Chordata ND	Chordata ND Morfoespecie huevo de pez 3	
Ciliophora	Ciliatea	Hypotrichida	Euplotidae	<i>Euplotes spp</i>	
		Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella sp 2</i>	
				<i>Vorticella sp 3</i>	
				<i>Vorticella sp 6</i>	
Oligotrichea	Choreotrichida	Ascampbelliellidae	<i>Ascampbelliella spp</i>		
Foraminifera	Foraminifera ND	Foraminifera ND	Foraminifera ND	Foraminifera ND Morfoespecie 1	
	Granuloreticulosea	Foraminiferida	Foraminiferida ND	Foraminifera ND Morfoespecie 3	
Protozoa	Heliozoa	Heliozoa-ND	Heliozoa-ND	Heliozoa ND Morfoespecie	
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Ptygura sp 2</i>	
				<i>Ptygura sp 5</i>	
				<i>Ptygura sp 6</i>	
				<i>Sinantherina spp</i>	
			Hexarthridae	<i>Hexarthra spp</i>	
				Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>
			<i>Filinia opoliensis</i>		
			<i>Filinia terminalis</i>		
			<i>Trochosphaera sp 2</i>		
			<i>Trochosphaera sp 3</i>		
			Ploima	Brachionidae	Brachionidae
<i>Anuraeopsis spp</i>					
<i>Brachionus angularis</i>					



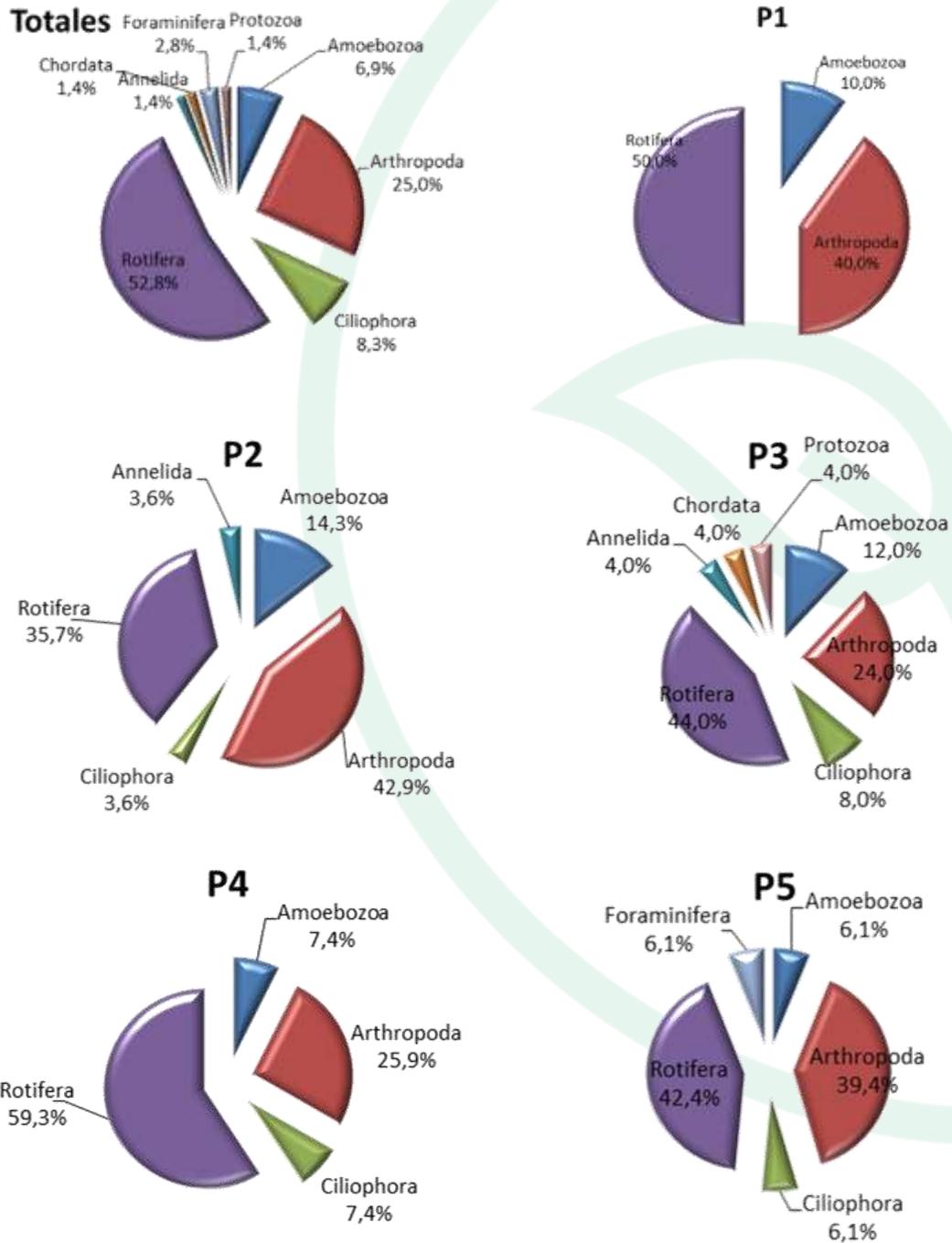
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Brachionus calyciflorus</i>
				<i>Brachionus caudatus</i>
				<i>Brachionus dolobratu</i> <i>dolobratu</i>
				<i>Brachionus havanaensis</i>
				<i>Keratella americana</i>
				<i>Keratella sp</i>
				<i>Keratella spp</i>
				<i>Keratella tropica</i>
				<i>Plationus patulus</i>
				<i>Platyas sp</i>
			Dicranophoridae	<i>Enentrum spp</i>
			Epiphanidae	<i>Epiphanes spp</i>
				<i>Ascomorpha spp</i>
			Gastropodidae	<i>Gastropus sp 10</i>
				<i>Gastropus sp 2</i>
				<i>Gastropus sp 6</i>
				<i>Gastropus sp 7</i>
			Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>
				<i>Lecane luna</i>
				<i>Lecane spp</i>
			Lepadellidae	<i>Colurella sp 2</i>
			Proalidae	<i>Proales sp</i>
				<i>Proalinopsis spp</i>
			Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>
	Rotifera-ND	Rotifera-ND	Rotifera-ND	Rotifera-ND Morfoespecie 1

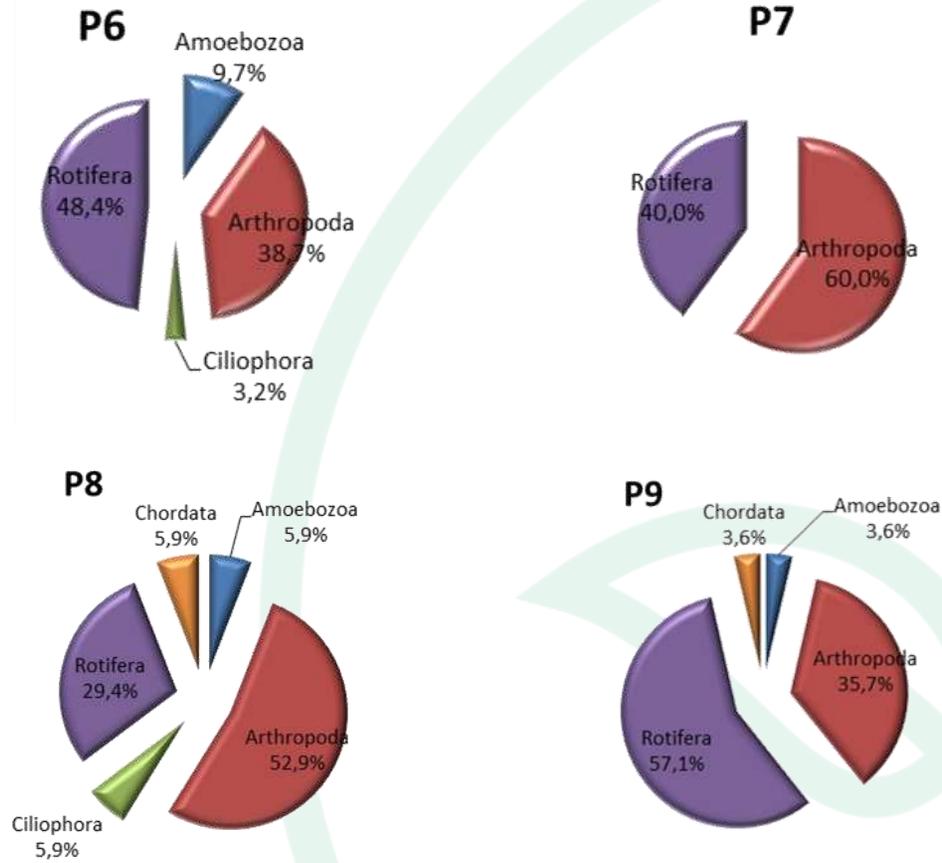
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Por su parte, el análisis de la abundancia permitió determinar el predominio de integrantes del Phylum Arthropoda con un aporte del 56,4 %, seguido de Rotifera con en 37,7 % y Amoebozoa con el 4,2 %, mientras que los aportes de los Phylum restantes no superaron en 1%. Al observar la distribución espacial de la abundancia, se evidenció que el Phylum Rotifera realizó los mayores aportes en los puntos P4 (46,2 %, 72,1 Ind/L) y P9 (52,7 %, 1265,9 Ind/L), así como en el P3 (35,2 %, 51,9 Ind/L), donde el aporte de Arthropoda fue similar (34,6 %, 51,1 Ind/L), mientras que en los puntos restantes el Phylum con mayores aportes fue Arthropoda, como se observa en la **Figura 113**. De igual manera se evidenció que las abundancias de los rotíferos y artrópodos integran más del 90 % en los puntos P5, P7, P8 y P9; mientras que, en los puntos restantes, a pesar de contribuir con las



mayores proporciones, estas se encontraron entre el 69 y 88 %. Vale la pena resaltar la contribución de Amoebozoa en los puntos P2 (9,9 %, 34,5 Ind/L) y P6 (16,3 %, 60,8 Ind/L).

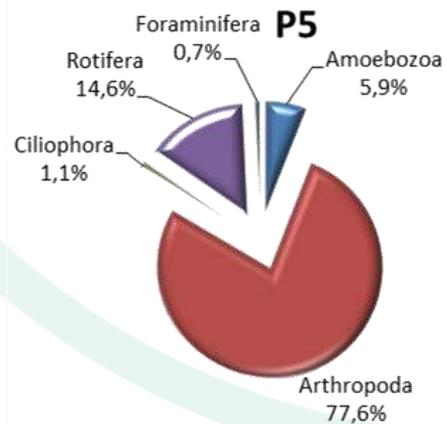
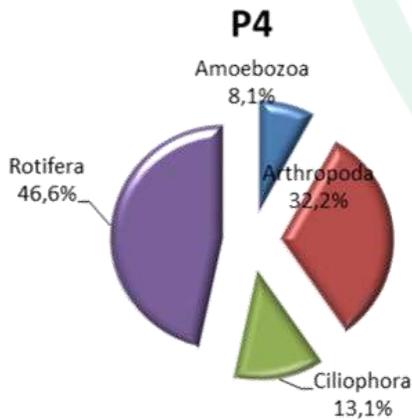
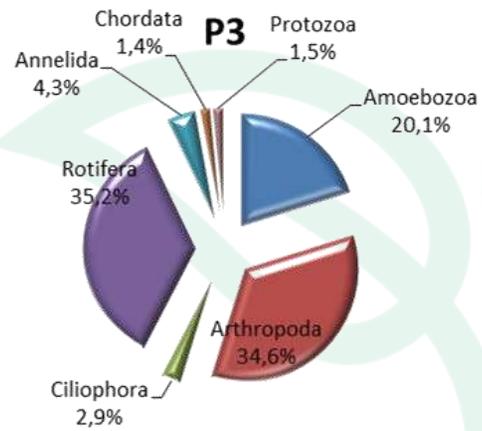
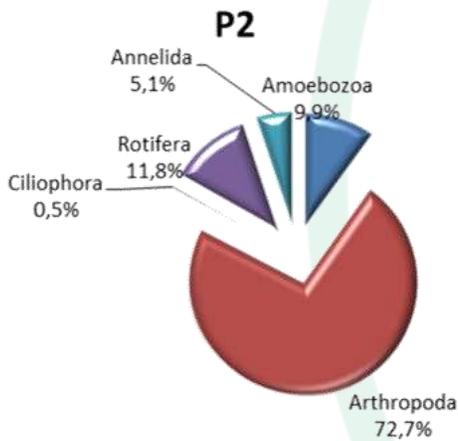
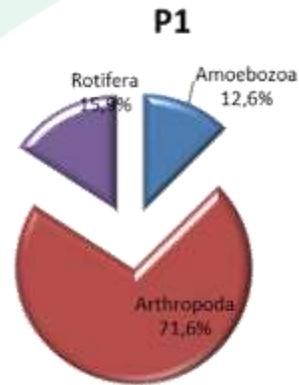
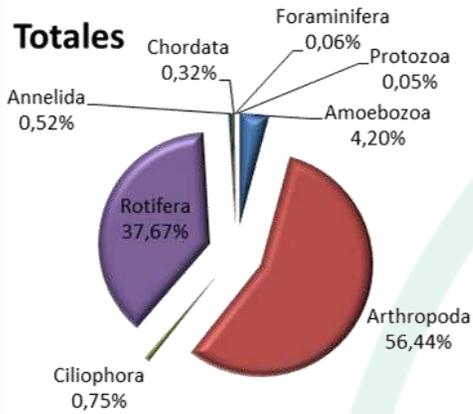


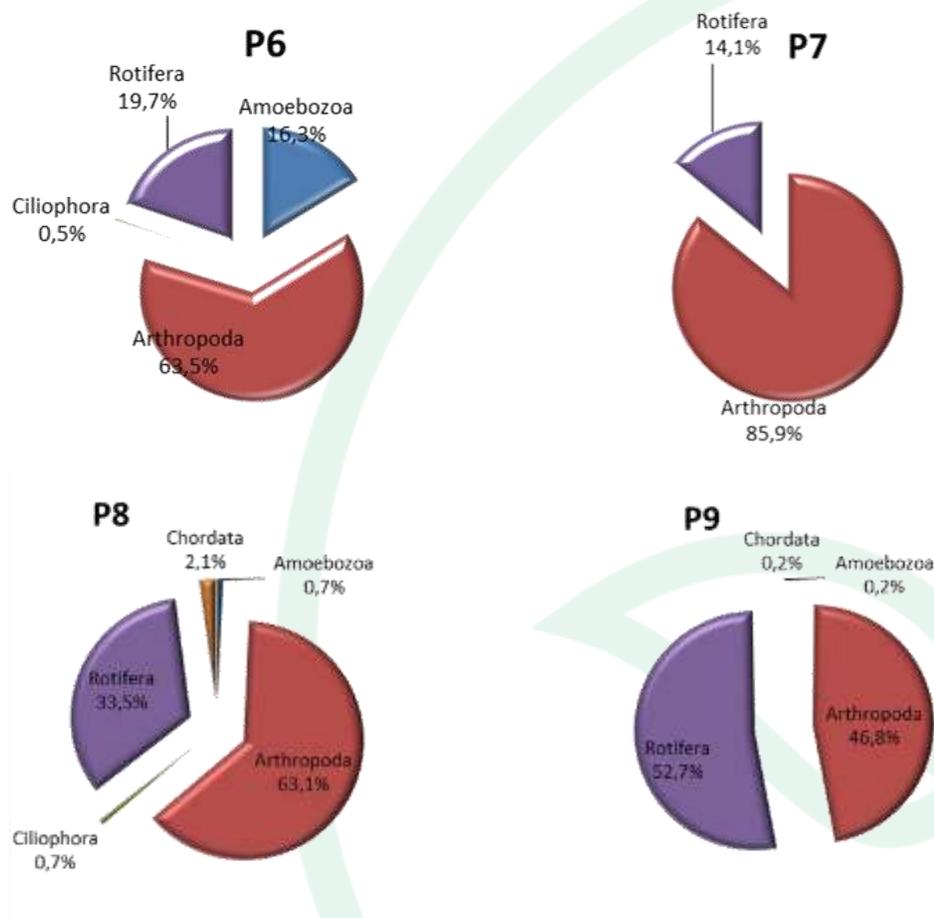


**Figura 112. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020.**

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







**Figura 113. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020.**

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

En la **Tabla 166** se presentan las densidades del zooplancton en los puntos de muestreo

**Tabla 166. Densidad del zooplancton registrado en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020.**

Morfoespecie	Puntos de muestreo								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Amoebozoa-ND Morfoespecie	0	15,98	16,80	5,18	13,75	14,00	0	0	0
<i>Arcella discoides</i>	2,15	3,70	0	0	0	0	0	2,35	4,50
<i>Centropyxis sp 2</i>	0	0	0	0	0	1,75	0	0	0
<i>Diffugia spp</i>	25,80	12,95	10,75	7,40	8,70	45,00	0	0	0
<i>Nebela equicalceus</i>	0	1,85	2,15	0	0	0	0	0	0
Polychaeta ND Morfoespecie Larva	0	17,75	6,30	0	0	0	0	0	0
<i>Bosmina sp1</i>	1,49	0	0	0	1,45	5,40	0	0	2,25



Morfoespecie	Puntos de muestreo								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
<i>Bosmina sp2</i>	0	0	0	0	4,13	0	0	0	0
<i>Bosmina sp3</i>	0	0	0		1,38	00	0	0	0
<i>Ceriodaphnia sp 2</i>	0	0	0	0	0	1,75	0	0	0
<i>Ceriodaphnia spp</i>	0,83	7,10	0	0	0	0	0	0	5,60
<i>Daphnia spp</i>	27,95	25,90	2,15	1,85	11,49	25,20	8,45	21,05	171,25
Diplostraca-ND Morfoespecie 1	12,38	24,85	0	0	19,25	17,50	32,40	48,30	179,20
<i>Moina spp</i>	18,18	14,58	8,53	10,66	50,51	25,73	84,30	51,08	265,63
Calanoida ND Morfoespecie 1	0	3,70	0	0	1,45	1,80	0	2,35	36,00
Calanoida ND Morfoespecie 2	4,30	8,25	4,30	3,70	13,05	19,80	8,50	2,35	31,50
<i>Ergasilus spp</i>	0	5,55	0	0	1,45	1,75	0	0	0
Cyclopoida ND Morfoespecie 1	35,04	88,96	4,20	2,65	23,53	11,63	17,20	43,70	54,10
Cyclopoida ND Morfoespecie 2	0	1,78	0	0	0	0	0	0	0
Morfoespecie Larva Nauplio	59,00	66,10	29,73	27,43	160,43	120,93	85,90	37,23	376,18
Ostracoda Morfoespecie 1	0	2,74	2,15	1,85	4,85	3,60	0	2,33	2,25
Ostracoda Morfoespecie 2	0	3,63	0	0	0	0		2,30	0
Ostracoda Morfoespecie 3	0	0	0	1,73	0	0	0	0	0
Ostracoda Morfoespecie 4	0	0	0	0	1,41	1,80	0	0	0
Chordata ND Morfoespecie huevo de pez 3	0	0	2,10	0	0	0	0	6,90	5,60
<i>Euplotes spp</i>	0	0		0	0	1,75	0	0	0
<i>Vorticella sp 2</i>	0	0	2,10		2,90	0	0	0	0
<i>Vorticella sp 3</i>	0	0	2,15	14,73	0	0	0	2,30	0
<i>Vorticella sp 6</i>	0	1,78		0	0	0	0	0	0
<i>Vorticella spp</i>	0	0	0	5,55	0	0	0	0	0
<i>Ascampbelliella spp</i>	0	0	0	0	1,38	0	0	0	0
Foraminifera ND Morfoespecie 1	0	0	0	0	1,38	0	0	0	0
Foraminifera ND Morfoespecie 3	0	0	0	0	1,38	0	0	0	0
Heliozoa ND Morfoespecie	0	0	2,15	0	0	0	0	0	0
<i>Ptygura sp 2</i>	2,15		0	0	3,59	1,80	5,70	0	2,25
<i>Ptygura sp 5</i>		3,55	0	0	4,13	7,00	1,80	2,30	0
<i>Ptygura sp 6</i>	0	0	0	1,73	0	3,50	0	0	0
<i>Sinantherina spp</i>	0	0	0	0	0	1,80	0	0	0
<i>Hexarthra spp</i>	0	0	0	0	0	1,80	0	0	0
<i>Filinia longiseta</i>	2,15	0	0	1,85	2,90	0	0	0	0
<i>Filinia opoliensis</i>	0	1,78		1,85	2,14	3,60	0	0	0
<i>Filinia terminalis</i>	2,31	1,85	4,20	1,85	5,50	4,43	0	0	0
<i>Trochosphaera sp 2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,80
<i>Trochosphaera sp 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,25
<i>Trochosphaera spp</i>	0	0	2,15	0	0	0	0	4,70	0
<i>Anuraeopsis spp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,25
<i>Brachionus angularis</i>	0,83	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachionus calyciflorus</i>	5,13	5,44	2,15	1,73	8,33	14,23	0	0	0
<i>Brachionus caudatus</i>	0	0	4,20	0	0	0	0	0	0
<i>Brachionus dolabratus dolabratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachionus havanaensis</i>	0	0	0	0	0	1,80	0	0	0
<i>Keratella americana</i>	4,46	3,63	2,13	5,49	5,50	9,75	0	0	2,25
<i>Keratella sp</i>	0	0	0	3,45	0	0	0	0	0
<i>Keratella spp</i>	2,48	0	6,30	0	1,41	0	0	0	0



Morfoespecie	Puntos de muestreo								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
<i>Keratella tropica</i>	0	6,44	6,30	10,66	4,35	4,40	0	0	5,60
<i>Platonus patulus</i>	2,15	1,85	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platyias sp</i>	0	0	0	0	1,45	0	0	0	0
<i>Encentrum spp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,80
<i>Epiphanes spp</i>	0	0	15,93	9,80	1,38	3,58	0	0	0
<i>Ascomorpha spp</i>	00	3,63	4,20	1,73	5,50	4,43	0	0	10,95
<i>Gastropus sp 10</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	11,20
<i>Gastropus sp 2</i>	0	0	0	0	0	0	00	4,70	0
<i>Gastropus sp 6</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4,50
<i>Gastropus sp 7</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6,75
<i>Lecane bulla</i>	0	0	0	1,85	0	1,80	0	0	0
<i>Lecane luna</i>	0	0	0	1,73	0	0	0	0	0
<i>Lecane spp</i>	0	0	2,15	1,73	1,45	0	0	2,35	0
<i>Colurella sp 2</i>	0	0	0	1,73	0	0	0	0	0
<i>Proales sp</i>	0	1,78	0	1,73	0	0	0	0	2,25
<i>Proalinopsis spp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,25
<i>Polyarthra spp</i>	12,80	11,10	2,15	23,18	7,86	9,78	0	0	11,25
Rotifera-ND Morfoespecie 1	0,83	0	0	0	0	0	0	0	0

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

El comportamiento anterior es indicador de aguas eutrofizadas en todos los puntos monitoreados en del Embalse del Guájaro.

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica del Embalse del Guájaro presenta una diversidad media en la mayoría de los puntos monitoreados del Embalse del Guájaro, excepto en los puntos P2, P3, P4 y P6, cuyos valores son indicadores de diversidad medio-alta, este comportamiento es similar al indicado por el índice de diversidad de Simpson, el cual caracterizó con diversidad alta la mayoría de los puntos monitoreados, excepto los Puntos P9 ( $1-\lambda = 0,706$ ), P7 ( $1-\lambda = 0,781$ ) y P5 ( $1-\lambda = 0,793$ ), lugares con diversidad medio-alta.

Al observar la estructura de la comunidad desde el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), permitió evidenciar tres niveles, el primero con equidad media, conformado por el P9 (0,513), el segundo con equidades -altas, correspondiendo a los puntos P3 y P4 (0,875 y 0,855, respectivamente) y el tercer grupo de equidades medio-altas, con valores entre 0,61 y 0,79, donde se ubicaron los puntos restantes. Desde el punto de vista de la dominancia, la estructura de la comunidad conformó dos grupos, el de dominancias bajas, integrado por los puntos P1, P2, P3, P4, P6 y P8; y el grupo de



dominancias medio-bajas, al cual pertenecieron los puntos P5, P7 y P9, como se observa en la **Tabla 167**.

**Tabla 167. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga del Guájaro en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia (λ) y diversidad de Simpson (1-λ)**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H'(loge)	H' (log10)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson (1-λ)
P1	20	222,4	0,767	2,298	0,998	0,136	0,864
P2	28	348,2	0,778	2,592	1,126	0,121	0,879
P3	25	147,4	0,875	2,817	1,223	0,080	0,920
P4	27	154,8	0,855	2,817	1,224	0,080	0,920
P5	33	379,4	0,668	2,336	1,015	0,207	0,793
P6	31	373,1	0,753	2,585	1,123	0,138	0,862
P7	10	275,6	0,760	1,751	0,760	0,219	0,781
P8	17	334,0	0,737	2,088	0,907	0,162	0,838
P9	28	2399,9	0,513	1,710	0,743	0,294	0,706

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

### 5.2.2.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en el Embalse del Guájaro registró en total 8043 individuos, distribuidos en 32 morfoespecies, 16 familias, 14 órdenes, ocho (8) clases y cinco (5) divisiones (**Tabla 168**). Las Bacillariophytas aportaron el mayor número de taxa con el 62%, las Chlorophytas y Cyanobacterias aportaron cada uno el 16 de la composición total y las Euglenozoa y Charophytas aportaron cada uno el 3% de la riqueza total.

**Tabla 168. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en el Embalse del Guájaro.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>
				<i>Oscillatoria sp2</i>
				<i>Oscillatoria sp3</i>
				<i>Lyngbya sp</i>
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp1</i>
			Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp1</i>
		Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae



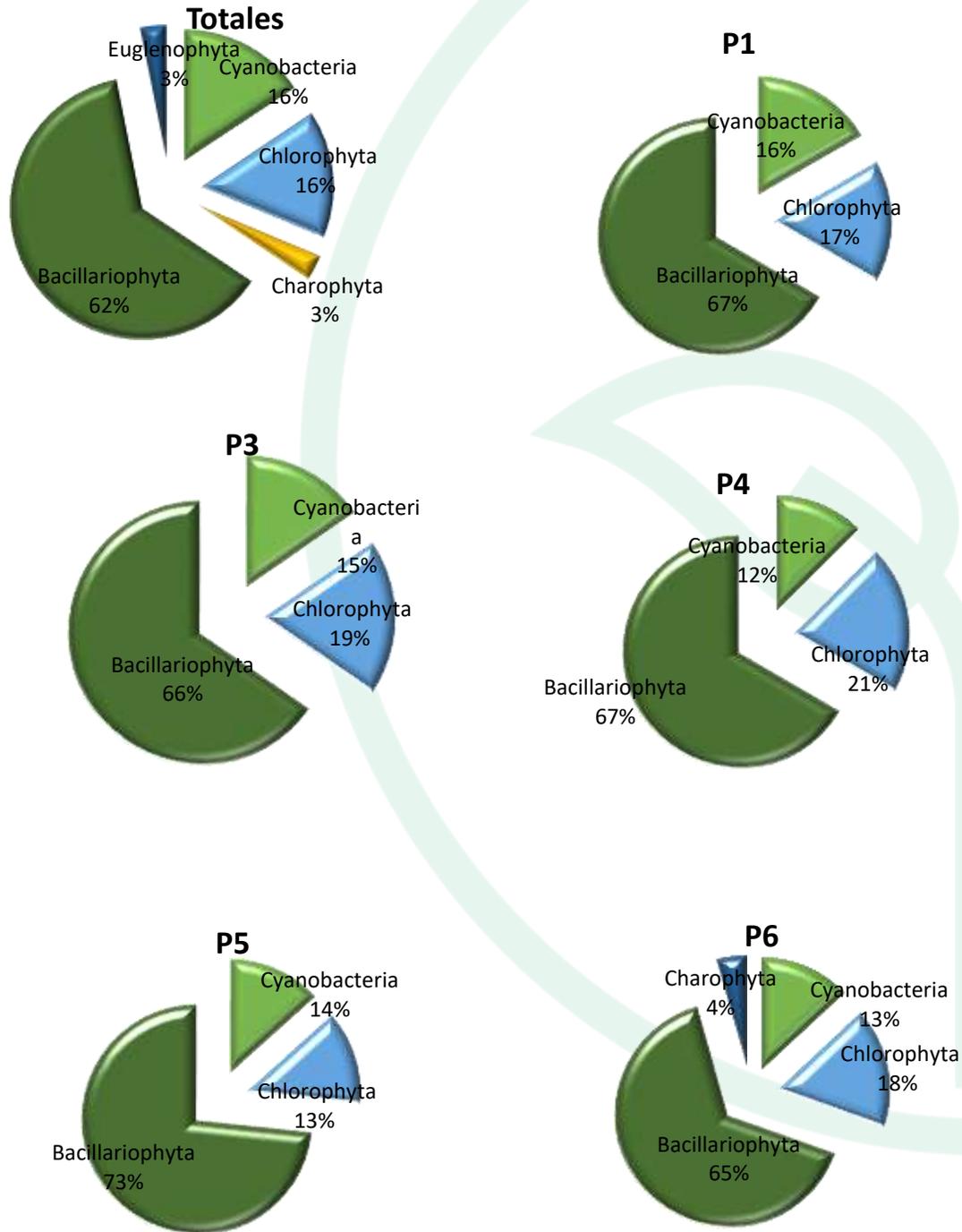
Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
<i>Charophyta</i>	<i>Conjugatophyceae</i>	<i>Zygnematales</i>	<i>Zygnemataceae</i>	<i>Spirogyra ternata</i>
<i>Bacillariophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Navicula sp1</i>
				<i>Navicula sp2</i>
				<i>Nitzschia sp1</i>
				<i>Nitzschia sp2</i>
				<i>Nitzschia sp3</i>
		<i>Naviculales</i>	<i>Pinnulariaceae</i>	<i>Pinnularia sp1</i>
				<i>Pinnularia sp2</i>
		<i>Eunotiales</i>	<i>Eunotiaceae</i>	<i>Eunotia sp1</i>
				<i>Eunotia sp2</i>
				<i>Eunotia sp3</i>
		<i>Cocconeidales</i>	<i>Cocconeidaceae</i>	<i>Cocconeis sp</i>
		<i>Cymbellales</i>	<i>Gomphonemataceae</i>	<i>Gomphonema sp1</i>
				<i>Gomphonema sp2</i>
				<i>Gomphonema sp3</i>
				<i>Cymbellaceae</i>
<i>Cymbella sp2</i>				
<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Synedra sp1</i>	
			<i>Synedra sp2</i>	
			<i>Flagilaria sp</i>	
<i>Coccinodiscophyceae</i>	<i>Aulacoseirales</i>	<i>Aulacoseiraceae</i>	<i>Aulacoseira sp1</i>	
<i>Euglenozoa</i>	<i>Euglenophyceae</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Phacaceae</i>	<i>Phacus sp2</i>

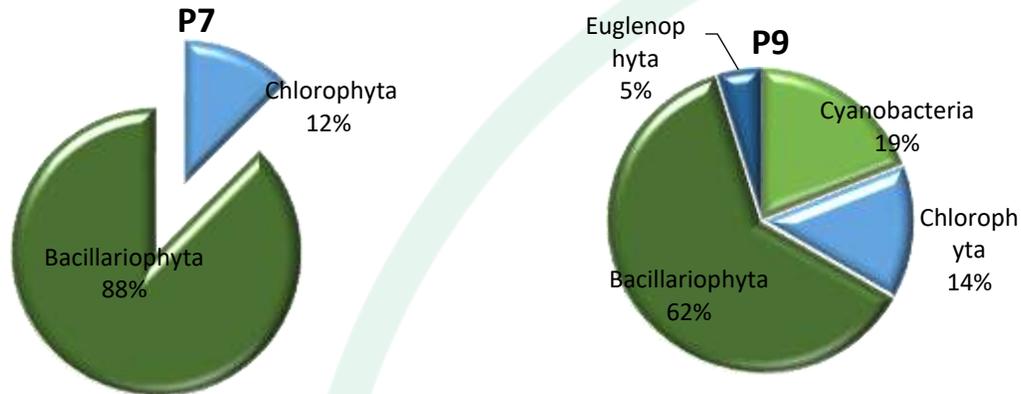
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

En los puntos de muestreo del embalse la riqueza de especies oscó entre ocho taxa (P7) y 27 taxa (P3), en general la composición del fitoplancton estuvo dominado por las Bacillariophytas. Para los puntos P1 a P4 las diatomeas aportaron la mayor riqueza total de las morfoespecies, seguida por el phylum Chlorophyta y por ultimo las Cyanobacteria, por el contrario, para el punto P5 tanto Cyanobacteria y Chlorophyta registraron el mismo porcentaje de riqueza un 14%, sin embargo al igual que los demás punto Bacillariophyta fue la más representativa con el 73%, en cuanto al punto P6 las diatomeas registraron la mayor riqueza total con un 65%, seguida por el phylum Chlorophyta con 18%, posteriormente las Cyanobacterias con un 13% en este punto se tiene a diferencia de los demás la presencia de las Euglenozoa representadas con el 4% de la riqueza. Para el punto P7 las



diatomeas registraron la mayor riqueza total con un 88%, seguida por el phylum Chlorophyta con el 12% y por último el punto P9 tuvo un comportamiento similar al punto P6 (**Figura 125**).



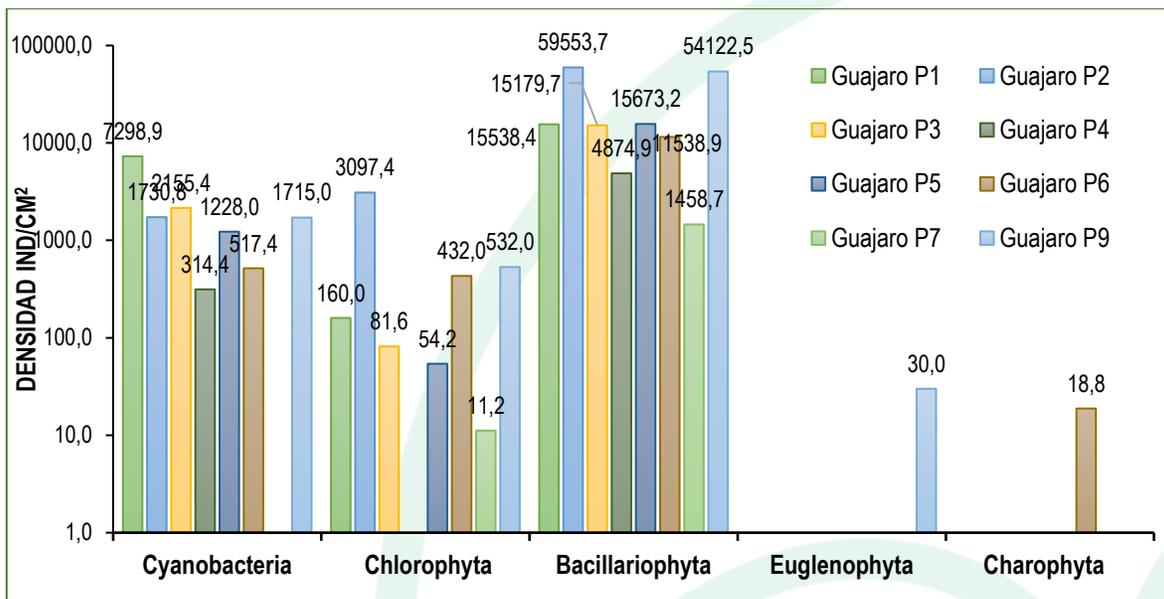


**Figura 114. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del perifiton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020.**

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

A nivel espacial, la densidad de especies registró proporciones diferentes entre los puntos, el grupo Bacillariophyta fue el más diverso y tuvo la mayor densidad, donde el punto P2 para este grupo tuvo una mayor densidad con 59553.7 Ind/cm<sup>2</sup>, por el contrario, el punto P2, P3, P4, P5, P6, P7 y P9 tuvo una menor riqueza y una densidad menor para este grupo. En general el punto con mayor densidad fue el punto P2 (128763.8 Ind/cm<sup>2</sup>) (**Figura 115**).





**Figura 115. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de El Embalse del Guájaro.**

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

La abundancia más alta se registró en el Embalse del Guájaro punto P3 (1932 ind). En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fue *Aulacoseira* sp1 (6382.6 Ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P2 y P3 la morfoespecie más representativa fue también *Aulacoseira* sp1. El género *Aulacoseira* es planctónica, el cual por sedimentación desaparece de la columna de agua y se deposita en el sedimento. En el punto P4 la morfoespecie más abundante fue *Nitzschia* sp1 (2002.1 Ind/cm<sup>2</sup>) y *Synedra* sp; en el punto P5 la diatomea *Navicula* sp1 para el punto P6 y P7 la morfoespecie más representativa fue *Navicula* sp1 y en el punto P9 la más abundante fue *Nitzschia* sp1 13317 Ind/cm<sup>2</sup> (Tabla 169). Según Sarmiento & Ruiz, 2018 el genero *Navicula* puede estar asociado a las altas concentraciones de nitratos y fosfatos en las estaciones.

**Tabla 169. Densidad para el perifiton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020.**

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9
<i>Oscillatoria</i> sp1	0,0	481,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	594,4
<i>Oscillatoria</i> sp2	4992,9	0,0	1165,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Oscillatoria</i> sp3	2306,0	1154,6	990,3	288,5	1046,0	486,3	0,0	1046,4
<i>Lyngbya</i> sp	0,0	55,6	0,0	0,0	182,0	28,2	0,0	45,3
<i>Spirulina</i> sp1	0,0	39,4	0,0	25,9	0,0	2,9	0,0	29,1



Morfoespecie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9
<i>Scenedesmus sp1</i>	134,8	983,8	39,3	0,0	0,0	12,5	0,0	50,0
<i>Scenedesmus sp2</i>	0,0	211,0	42,4	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1
<i>Pediastrum duplex</i>	25,2	253,1	0,0	0,0	0,0	20,5	0,0	0,0
<i>Oedogonium sp1</i>	0,0	362,6	0,0	0,0	0,0	96,7	0,0	0,0
<i>Ulothrix sp2</i>	0,0	1287,0	0,0	0,0	54,2	302,2	11,2	473,0
<i>Spirogyra ternata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8	0,0	0,0
<i>Navicula sp1</i>	1666,2	10026,4	1867,6	574,4	4633,7	2583,4	761,4	10921,8
<i>Navicula sp2</i>	0,0	476,1	0,0	0,0	354,9	894,0	10,7	6153,1
<i>Pinnularia sp1</i>	0,0	0,0	10,6	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0
<i>Pinnularia sp2</i>	0,0	31,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1327,3
<i>Nitzschia sp1</i>	3408,5	6685,6	2311,6	2002,1	2428,4	2150,4	199,0	13317,0
<i>Nitzschia sp2</i>	0,0	27,8	0,0	307,4	0,0	62,0	0,0	4302,9
<i>Nitzschia sp3</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	72,2	0	0	0
<i>Eunotia sp1</i>	1135,9	2494,5	445,3	155,0	1571,8	538,8	4,9	1131,1
<i>Eunotia sp2</i>	0,0	8026,5	648,7	639,8	544,3	748,5	0,0	431,0
<i>Eunotia sp3</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,2	0,0	0,0
<i>Gomphonema sp1</i>	908,8	6462,4	1252,4	0,0	337,8	1158,3	16,2	3132,8
<i>Gomphonema sp2</i>	336,6	3933,5	0,0	0,0	962,3	390,3	0,0	1585,9
<i>Gomphonema sp3</i>	0,0	920,0	0,0	1196,3	0,0	32,3	0,0	0,0
<i>Cymbella sp1</i>	0,0	1219,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6916,1
<i>Cymbella sp2</i>	0,0	2732,9	793,4	0,0	1480,8	1443,6	319,0	4417,3
<i>Flagilaria sp</i>	84,1	1484,6	700,5	0,0	0,0	341,1	0,0	0,0
<i>Synedra sp1</i>	1615,7	3177,4	6240,7	0,0	2460,8	636,5	147,5	45,3
<i>Synedra sp2</i>	0,0	1500,4	0,0	0,0	608,2	0	0	0
<i>Cocconeis sp</i>	0,0	47,3	88,5	0,0	217,8	0,0	0,0	441,0
<i>Aulacoseira sp1</i>	6382,6	10307,3	820,5	0,0	0,0	522,4	0,0	0,0
<i>Phacusa sp2</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0
<b>Total</b>	<b>22997,4</b>	<b>64381,9</b>	<b>17416,8</b>	<b>5189,3</b>	<b>16955,3</b>	<b>12507,1</b>	<b>1469,9</b>	<b>56399,5</b>

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

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 170**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en el Embalse del Guájaro presenta una diversidad moderada, siendo mayor en el punto P2 y P3 con 25 morfoespecies y 26 morfos respectivamente; la equitatividad presentó valores altos, donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes por lo que el índice de dominancia presentó valores bajos indicando que no hay prevalencia de ciertas morfoespecies sobre otra, el índice de Margalef indicó una diversidad alta, para los puntos p2  $d = 2.822$ , p3  $d = 2.80$ , P4  $d = 2.67$ , p6  $d = 2.65$  y P9  $d = 2,30$  dado que sus valores fueron cercanos a 2, según Margalef (1995) valores superiores a 2,0 son



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 330 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

relacionados con zonas de una diversidad normal y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

**Tabla 170. Índices ecológicos para el perifiton en el Embalse del Guájaro, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	12	<b>22997,4</b>	0,7944	1,974	0,1706	0,8294	1,39
P2	25	<b>64381,9</b>	0,8093	2,605	0,1014	0,8986	2.822
P3	26	<b>17416,8</b>	0,7921	2,581	0,09842	0,9016	2.803
P4	24	<b>5189,3</b>	0,8092	2,572	0,09514	0,9049	2.674
P5	15	<b>16955,3</b>	0,7742	2,097	0,1789	0,8211	1.735
P6	23	<b>12507,1</b>	0,7682	2,409	0,1173	0,8827	2.651
P7	8	<b>1469,9</b>	0,6329	1,316	0,3434	0,6566	1.024
P9	21	<b>56399,5</b>	0,7377	2,246	0,1376	0,8624	2.302

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

#### 5.2.2.1.4 MACROFITAS

Se registraron cinco especies de macrófitas acuáticas en el Embalse del Guájaro, pertenecientes a cinco familia y cinco órdenes (**Tabla 171**), de las cuales *Eichhornia crassipes* fue la que obtuvo la mayor cobertura en la mayoría de puntos de muestreo (**Tabla 172**).

**Tabla 171. Especies de macrófitas acuáticas registradas en el Embalse del Guájaro en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Biotipo
Tracheophyt a	Magnoliopsi da	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i>	He
		Lamiales	Lentibulariaceae	<i>Utricularia sp.</i>	Me
		Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	AC
		Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	AC
		Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp1</i>	He

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



El valor de cobertura total de las macrófitas acuáticas es bajo. No obstante, las tres especies plenamente identificadas de las cinco registradas en el Embalse del Guájaro son exóticas (**Tabla 172**), y la descripción de sus características y alto potencial invasor fue descrita en el análisis de los resultados de las ciénagas de Sabanagrande, San Juan de Tocagua y Santo Tomas. En ese sentido, se hace prudente la vigilancia de los cambios en la obertura de estas especies.

**Tabla 172. Porcentaje cobertura de las macrófitas acuáticas registradas en el Embalse del Guájaro en diciembre de 2020 - enero de 2021**

Punto de muestreo	Día	% Cobertura de la especie					
		<i>Utricularia sp</i>	<i>Eichornia crassipes</i>	<i>Cyperus sp2</i>	<i>Utricularia sp</i>	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Ipomea sp 1</i>
P1	1	100	0	0	0	0	0
	2	100	0	0	0	0	0
	Promedio del % cobertura	100	0	0	0	0	0
P2	1	0	100	0	0	0	0
	2	0	100	0	0	0	0
	Promedio del % cobertura	0	100	0	0	0	0
P3	1	0	55,2		44,8	0	0
	2	43,6	54,8	0	0	1,6	0
	Promedio del % cobertura	43,6	55	0	44,8	1,6	0
P4	1	0	100	0	0	0	0
	2	0	100	0	0	0	0
	Promedio del % cobertura	0	100	0	0	0	0
P5	1	0	0	100	0	0	0
	2	0	0	100	0	0	0
	Promedio del % cobertura	0	0	100	0	0	0
P6	1	0	68	0	32	0	0
	2	0	68	0	32	0	0



Punto de muestreo	Día	% Cobertura de la especie					
		<i>Utricularia sp</i>	<i>Eichornia crassipes</i>	<i>Cyperus sp2</i>	<i>Utricularia sp</i>	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Ipomea sp 1</i>
	Promedio del % cobertura	0	68	0	32	0	0
P9	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	8	0	0	2,4	89,6
	Promedio del % cobertura	0	8	0	0	2,4	89,6

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

### 5.2.2.1.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el embalse, estuvo conformada por seis (6) morfoespecies, distribuidas en dos (2) divisiones, tres (3) clases, cinco (5) órdenes e igual cantidad de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 173**.

**Tabla 173. Clasificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos observadas en el embalse del Guájaro.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Polymesoda sp</i>
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanooides tuberculatus</i>
		Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Pomacea sp</i>
		Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Marisa cornuarietis</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Hydrobiidae sp1</i>
				<i>Chironomidae sp</i>

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

**Tabla 174. Densidad (Ind/m2) de macroinvertebrados bentónicos observadas en el Embalse del Guájaro.**

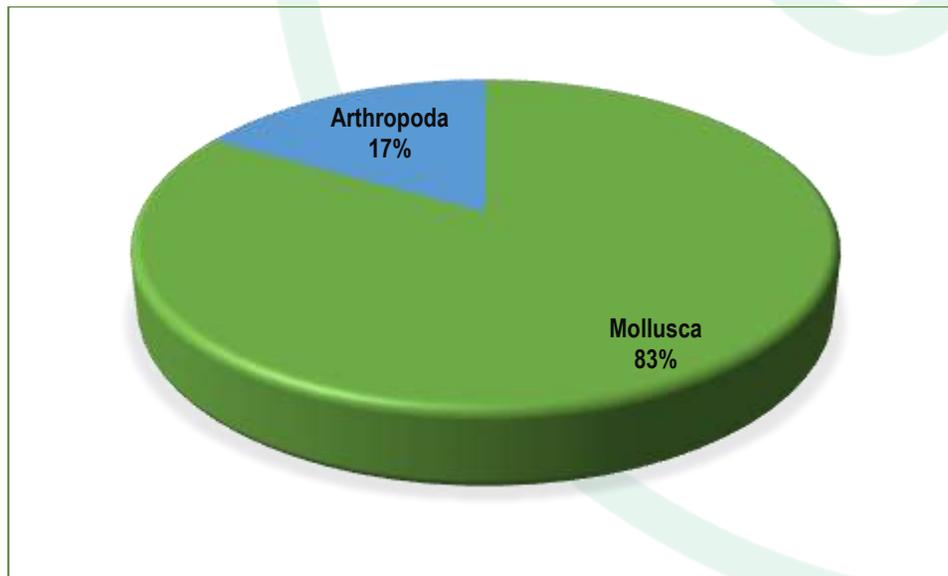
Morfoespecie	Punto de monitoreo								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
<i>Polymesoda sp</i>	7,41	7,41	16,67	0,00	16,67	14,81	9,26	0,00	0,00
<i>Melanooides tuberculatus</i>	348,15	75,93	140,74	107,41	62,96	59,26	326,85	117,59	427,78
<i>Pomacea sp</i>	1,85	12,96	0,00	9,26	0,00	12,96	0,00	0,93	9,26
<i>Marisa cornuarietis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,26	26,85	4,63	4,63
<i>Hydrobiidae sp1</i>	40,74	0,00	25,93	0,00	3,70	0,00	0,00	0,00	129,63
<i>Chironomidae sp</i>	0,00	7,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Morfoespecie	Punto de monitoreo								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Total (Ind/m <sup>2</sup> )	398,15	103,70	183,33	116,67	83,33	96,30	362,96	123,15	571,30

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

En cuanto a las contribuciones de las divisiones a la riqueza total, la división Mollusca obtuvo el porcentaje más alto, ya que contó con el 83% de las morfoespecies; mientras que Arthropoda con una morfoespecie obtuvo el 17% de la proporción restante (**Figura 116**). En general, esta dominancia de Mollusca es de esperarse en sistemas lenticos donde tiende a acumularse mayor contenido orgánico en contraste con sistemas loticos donde el recambio e interacción de las masas de agua es mayor. Esto es dado que los moluscos exhiben amplios rangos de tolerancia, principalmente a bajas condiciones de oxígeno y altas concentraciones de sales básicas, esto es porque utilizan el carbonato de calcio para la construcción de sus conchas (Roldán y Ramírez, 2008). Además de esto, el detritus del cual existe gran abundancia en el bentos de los sistemas lenticos representa el principal recurso trófico de este grupo de macroinvertebrados.

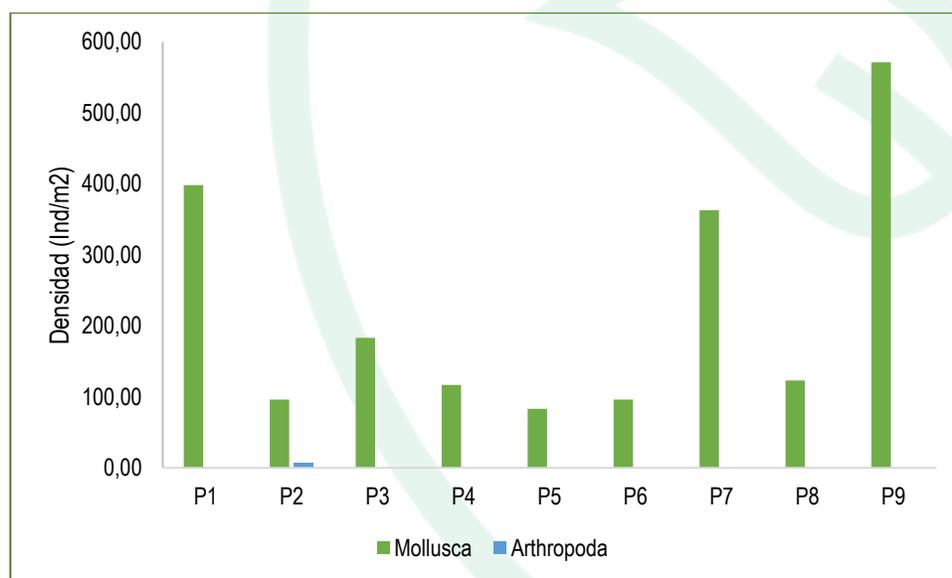


**Figura 116. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en el Embalse del Guájaro.**

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



A nivel espacial, Mollusca continuó con su patrón de dominancia en todos los puntos monitoreados, estando mejor representada en los puntos P1 y P9 con densidades máximas de 571,30 Ind/m<sup>2</sup> y 398,15 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente; por su parte la división Arthropoda obtuvo densidades reducidas y solo estuvo relacionada con el punto P2 donde registró 7,40 Ind/m<sup>2</sup> (**Figura 117**). Los moluscos son organismos con gran capacidad para desarrollarse en diferentes ambientes debido al número de familias que componen el grupo y a la diversidad de hábitos tróficos que exhiben (Paraense, 2003), los gastrópodos clase a la que pertenecen, poseen características de gran tolerancia a la contaminación mientras que el número de especies de Arthropoda que toleran tal enriquecimiento orgánico es menor y a menudo se encuentran representadas por dípteros de las familias Chironomonidae y Culicidae.



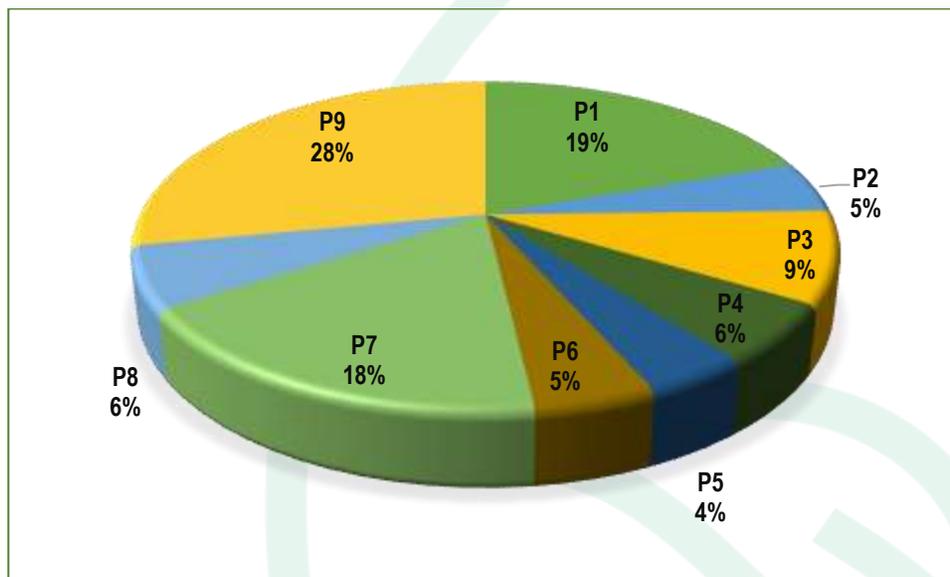
**Figura 117. Contribución a la densidad total de las divisiones bentónicas registradas en el Embalse del Guájaro.**

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

Las densidades bentónicas observadas fueron relativamente altas, el valor más alto fue registrado en el punto de monitoreo P9, el cual obtuvo el 26% de la densidad total, seguido de P1 (19%), P7 (18%), P3 (9%), P4, P8 (6%) P2, P6 (5%) y P5 (4%) (**Figura 118**). Estas diferencias observadas entre las densidades totales de los puntos de monitoreo se encuentran explicadas por los aportes



diferenciales de la morfoespecie *Melanoïdes tuberculatus*, que, si bien estuvo presente en todos los puntos del embalse sus contribuciones en los puntos P9, P1 y P7 fueron significativamente más altas.



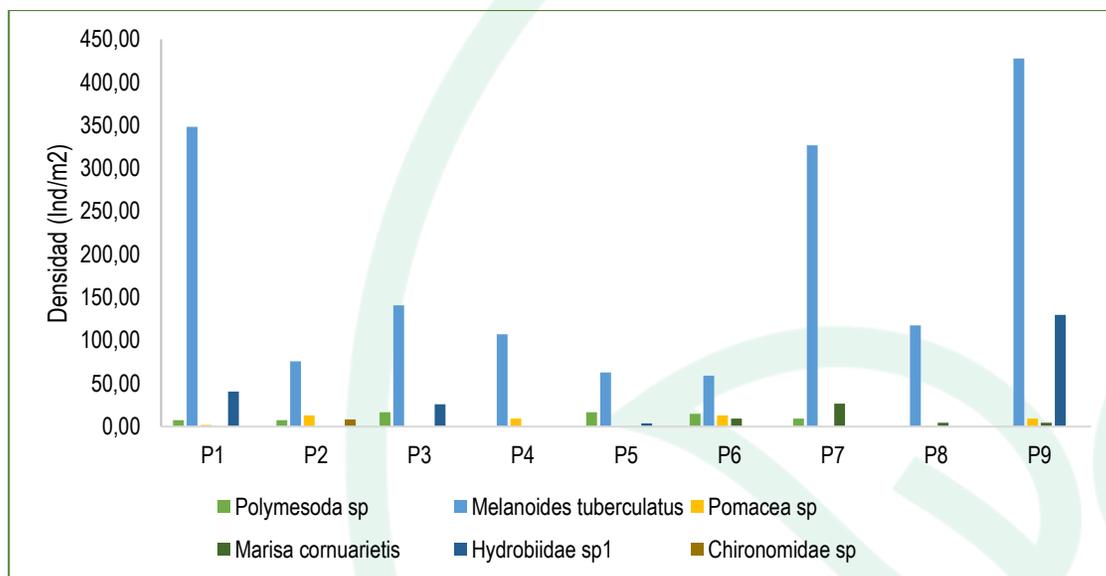
**Figura 118. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en el Embalse del Guájaro.**

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

Las morfoespecies más abundantes fueron *M.tuberculatus* e *Hydrobiidae* sp1 con densidades máximas de 427,78 Ind/m<sup>2</sup> y 129,63 Ind/m<sup>2</sup> en P9; mientras que la menos representativa fue *Chironomidae* sp (**Figura 119**). En Colombia, *M.tuberculatus* tiene amplia distribución y se ha demostrado su capacidad para ser hospedero intermedario de tremátodos digéneos (Velázquez *et al.*, 2006). Habita en ríos, quebradas, arroyos, caños, canales y otros sistemas lénticos naturales y artificiales, incluidos los embalses. También en aguas contaminadas con desechos de origen orgánico y eutrofizadas, resiste altos niveles de contaminación por lo que es un buen bioindicador de anoxia y algo de salinidad (Lasso, 2011). Esta especie es altamente móvil, consume desechos generados por los humanos y se adapta a diferentes entornos (CABI, 2018). Se reproduce rápidamente, con consecuencias catastróficas para las especies nativas y los cuerpos de agua invadidos.



En cuanto a la familia Hydrobiidae, comprende especies de talla media a pequeña, operculados y principalmente de agua dulce o salobre (Thompson, 2004), por lo general se asocian con aguas ricas en carbonato de calcio y materia orgánica (Roldán y Ramírez, 2008).



**Figura 119. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas en el Embalse El Guájar.**

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

#### 5.2.2.1.6 ICTIOFAUNA

El ensamblaje de peces del embalse del Guájar estuvo representado por cinco especies pertenecientes a cinco familias y tres órdenes, que en total presentaron una abundancia de treinta y nueve individuos, que fue dominados por *Caquetaia kraussii*, con una abundancia de 25 individuos (Tabla 175).



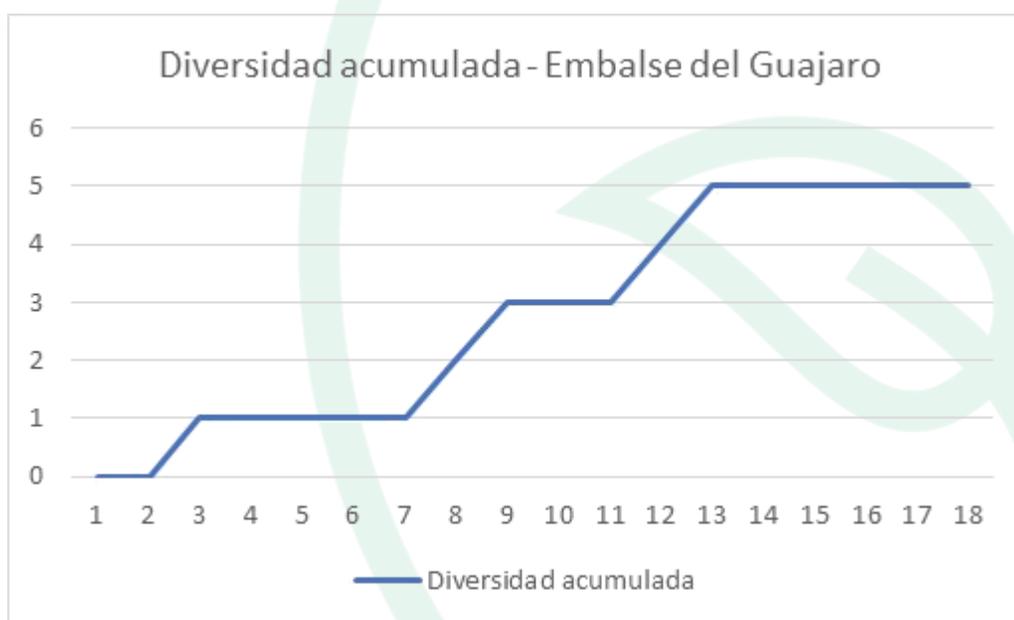
**Tabla 175. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en el Embalse del Guájaro en diciembre de 2020 - enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos									Día 2 N° de individuos								
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Characiformes	Triporthidae	<i>Triporthus magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSiluriformes	Ariidae	<i>Notarius bonillai</i> (Miles, 1945)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	Pimelodidae	<i>Pimelodus yuma</i> (Villa-Navarro & Acero P., 2017)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	1	0	1	0	1	0	2	1	11	0	0	0	0	0	0	0	3	7
	Sciaenidae	<i>Plagioscion magdalenae</i> (Steindachner 1878)	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2

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



En este cuerpo de agua, debido a su gran tamaño, se hizo un esfuerzo mayor (9 puntos de muestreo con una replica), esperando lograr una adecuada representación de su diversidad. En la **Figura 120** se puede observar la curva de diversidad acumulada, la cual parece llegar a la asíntota, sugiriendo que el valor de riqueza de especies es significativo. No obstante, la diversidad esperada a partir de la diversidad peces conocida de la región, sugiere que esa significancia del muestreo sólo se debe tomar como válida para el arte de pesca empleado, y no para la diversidad total del embalse; por lo cual se evita hacer análisis de la estructura ecológica del ensamblaje de peces.



**Figura 120. Curva de diversidad acumulada de peces en el embalse del Guájaro**

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

La dominancia marcada de *C. kraussii*, que se refleja en su mucho mayor abundancia relativa y frecuencia, puede tomarse como un indicio de la posible existencia de una diversidad mayor de especies de peces en el embalse, ya que esta especie es principalmente piscívora (Atencio-García *et al.*, 2005).

Todas las especies registradas son nativas. *Triportheus magdalenae*, *Notarius bonillai*, *Pimelodus yuma* y *Caquetaia kraussii* son especies estenohalinas, mientras que *Plagioscion magdalenae* es



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 339 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

dulceacuícola-estuarina. La biología de esta especie en la cuenca del Magdalena y el Caribe es desconocida, pero estudios de la biología de la población amazónica de esta especie revelan la importancia de los ambientes estuarinos durante todo el ciclo reproductivo de esta especie (Barbosa *et al.* 2010), por lo que es de esperar que el Embalse del Guájaro presente alguna conexión con ambientes estuarinos de la región o que este posea variaciones en la salinidad espacial o temporalmente que le permitan a la especie su desarrollo reproductivo.

Al igual como se comentó la presencia de *Notarius bonillai* en la ciénaga de Luruaco, la presencia de esta especie en el embalse del Guájaro es de resaltar, debido a que es una especie rara de la que se cuentan muy pocos registros de la parte alta y media de la cuenca del Magdalena, de allí que Maldonado-Ocampo *et al.* (2008) la listaran sólo para esas partes de la cuenca, y es por tal razón que se encuentra categorizada como una especie En Peligro EN (B1, 2cd) por (Mojica *et al.*, 2012) y por la IUCN (Acero, 1996), e incluida en la Resolución 1912 de 2017 del MADS (MADS, 2017), en donde fue tratada como *Ariopsis sp.* Es por tal razón que su registro en la cuenca baja del Magdalena y de la Cuenca Caribe es de gran importancia.

*Plagioscion magdalenae* es reconocida a nivel nacional como una especie migrante local (Naranjo y Amaya-Espinel, 2009) y se encuentra catalogada como Casi Amenazada (NT) los libros rojos de peces de Colombia (Chasqui *et al.*, 2017).

Con excepción de *Notarius bonillai*, todas las especies registradas en el embalse del Guájaro son de gran importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).



## 5.2.3 Ciénaga del Totumo.

### 5.2.3.1 Variables Hidrobiológicas.

#### 5.2.3.1.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga del Totumo registró una densidad total de 115490 Ind/L, distribuidos en 15 morfoespecies, 14 familias, nueve (9) órdenes, siete (7) clases y cinco (5) divisiones (**Tabla 176**). La división más diversificada fueron Cyanobacteria con el 45% de las morfoespecies seguida por las Chlorophyta (Algas verdes) con el 23%, luego de Euglenozoa y Bacillariophyta ambas con el 14% de riqueza en el sistema. Muchos de los organismos identificados en el estudio se han descrito como indicadores de las condiciones eutróficas o saprobias, tales como las Euglenozoa y las Cyanobacterias (Reynolds, 2006). Para la división Chlorophyta se ha reportado que es cosmopolita, representativa de aguas dulces, además está relacionada eutrofia, alto contenido de Ca, y una relación Nitrógeno/Fosforo alta, y se han establecido como indicadoras de alta diversidad y cuerpos de agua con buenas condiciones, (concentración adecuada de nutrientes, pH neutro), también se ha establecido que estas algas prefieren las aguas mesosaprobias (Pinilla, 2000; Heinz Streble & Dieter Krauter, 1987)

**Tabla 176. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga del Totumo.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp4</i>
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>
			Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp2</i>
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Selenastrum sp1</i>
			Scenedesmaceae	<i>Tetrastrum triangulare</i>
			Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>
				<i>Tetraedron lobolatum</i>
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum sp1</i>	
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp1</i>
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp1</i>



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 341 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp2</i>
			Phacaceae	<i>Lepocinclis sp1</i>
<b>TOTAL</b>				

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

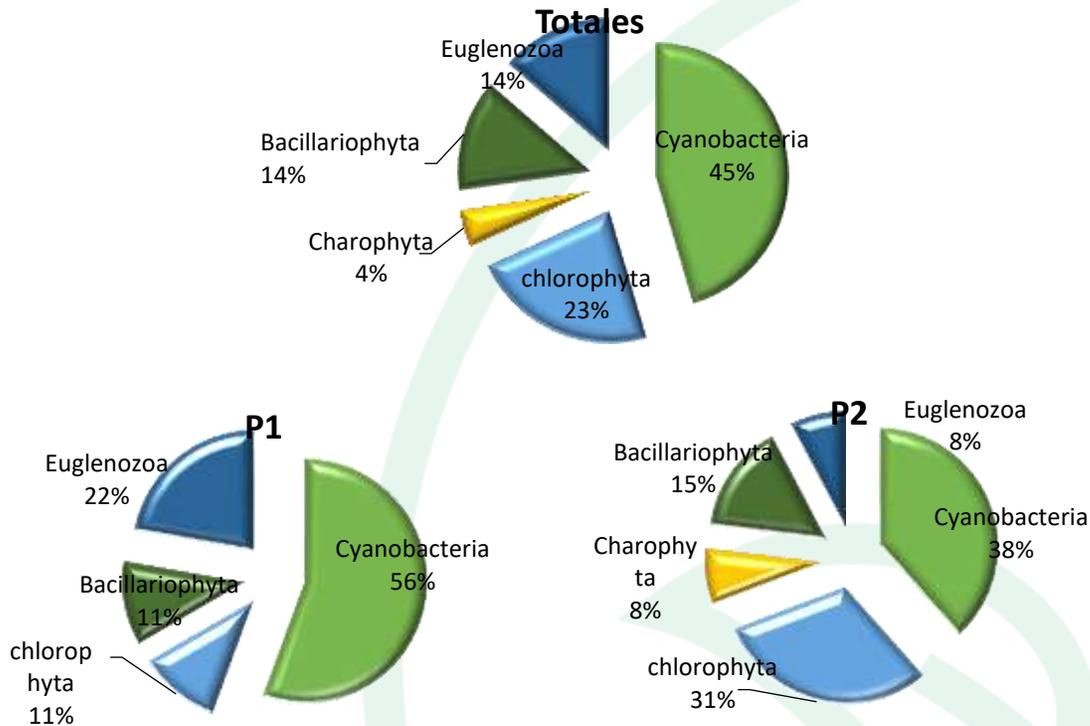
**Tabla 177. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga del Totumo.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Aphanocapsa sp</i>	337,5	176,7
<i>Oscillatoria sp4</i>	27553,6	23252,5
<i>Planktothrix sp</i>	14732,3	16344,1
<i>Raphidiopsis sp2</i>	22117,0	3030,9
<i>Anabaena sp</i>	874,3	1239,2
<i>Selenastrum sp1</i>	0	58,7
<i>Tetrastrum triangulare</i>	0	39,3
<i>Pediastrum duplex</i>	0	58,7
<i>Tetraedron lobolatum</i>	0	19,9
<i>Actinastrum sp1</i>	139,3	0
<i>Closterium sp1</i>	0	38,8
<i>Aulacoseira sp1</i>	4017,0	570,8
<i>Cyclotella sp</i>	0	137,4
<i>Euglena sp2</i>	139,0	0
<i>Lepocinclis sp1</i>	238,5	374,2
<b>Total</b>	<b>70149</b>	<b>45341</b>

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

En los puntos de muestreo la mayor riqueza de especies se registró en P2 con 13 taxa, para P1 se presento una leve disminución en la riqueza con nueve taxa, las Cyanobacterias tuvieron la mayor diversidad representada con un 56%, seguido de Euglenozoa con 22%, en cuanto el punto P2 este tuvo mayor riqueza de phyllum, las Cyanobacterias con un 38% y Chlorophyta tuvo un 31% de la diversidad (**Figura 121**).



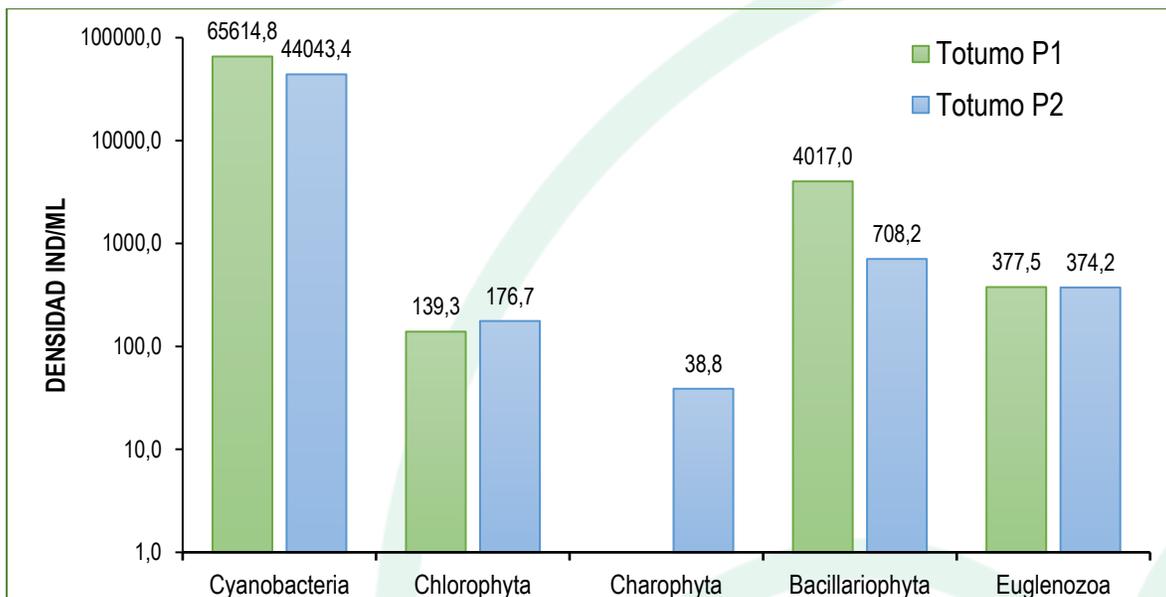


**Figura 121. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020.**

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

En cuanto a la densidad el punto 2 aportó la mayor densidad con (70146 Ind/L) y P1 45341 ind/L, las Cyanobacterias aportaron las mayores densidades en cada uno de los puntos de muestreo. (Figura 122). La densidad más alta se registró en P1. En el punto P1 las morfoespecies con mayor densidad fueron *Oscillatoria* sp4 (27553,6 Ind/L). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue también *Oscillatoria* sp4 (23252,5 Ind/L) El género *Oscillatoria*, en su mayoría son organismos que pueden reproducirse en gran cantidad formando Bloom, está relacionada con Sedimentos y conductividad altos, Tolerancia a pesticidas, estratificación térmica y Química Eutrofia (Duque y Donato 1992; Donato et al., 1987). Muy comunes en los tapetes microbianos en ambientes tanto marinos como dulceacuícolas, y sobre todo en presencia de altas cargas orgánicas.





**Figura 122. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga del Totumo.**

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

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 178**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga del Totumo presenta una diversidad baja donde estos puntos de monitoreo tuvieron una riqueza de especies similar sin embargo el punto P1 fue menos diverso; la equitatividad presentó valores altos  $J' 0,61 - 0,45$ , para los dos puntos, donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser Homogéneas, por lo que el índice de dominancia presentó valores bajos ( $\lambda 0,30 - 0,39$ ), no existe prevalencia de ciertas especies sobre otras, el índice de Margalef indicó una diversidad baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.



**Tabla 178. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga del Totumo, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	9	70146	0,613	1,347	0,3013	0,6987	0,717
P2	13	45334	0,4507	1,156	0,3984	0,6016	1,119

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

### 5.2.3.1.2 ZOOPLANCTON

La composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga del Totumo se basó en 48 morfoespecies, pertenecientes a 22 familias, ocho (8) órdenes, cinco (5) Clases y tres (3) Phylum, como se observa en la **Tabla 179**. Los primeros análisis permitieron evidenciar que el Phylum Rotifera contribuyó con la mayor proporción de morfoespecies (72,9 %, 35 morfoespecies), seguido por los aportes de Arthropoda y Amoebozoa (20,8 % y 6,3 %, 10 y 9 morfoespecies respectivamente), como se observa en la **Tabla 179**. La distribución espacial de la riqueza presentó el mismo comportamiento que la generalidad, con predominio de Rotifera tanto en el Punto 1 (68,4 %, 26 morfoespecies), como en el Punto 2 (72,5 %, 29 morfoespecies), seguido por los Arthropoda con un aporte del 26,3 % (10 morfoespecies) y 22,5 % (9 Morfoespecies) en el P1 y en el P2, respectivamente; mientras que Amoebozoa presenta las menores riquezas, con un aporte del 5,3 % (2 morfoespecies) en el P1 y 5,0 % (2 morfoespecies) en el P2, como se evidencia en la **Figura 123**. La importancia ecológica de los rotíferos radica en varios puntos, el primero, corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, transfieren materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), por lo que los cambios en la estructura y composición los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua. Igualmente, la importancia ecológica de los rotíferos consiste primero en el corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, también en que actúan activamente en la transferencia de materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y debido a que son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente



(Nogrady et al. 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), los cambios en la estructura y composición de su comunidad, los convierte en buenos indicadores de la calidad del agua.

**Tabla 179. Clasificación taxonómica del zooplancton registrado en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
			Centropyxidae	<i>Centropyxis spp</i>
			Diffugiidae	<i>Diffugia spp</i>
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Diplostraca NA	<i>Daphnia spp</i>
			Moinidae	<i>Moina spp</i>
	Maxillopoda	Calanoida	Calanoida ND	Calanoida ND Morfoespecie 1
				Calanoida ND Morfoespecie 2
		Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Ergasilus spp</i>
			Cyclopoida ND	Cyclopoida ND Morfoespecie 1 Cyclopoida ND Morfoespecie 2
	Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio	
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1
				Ostracoda Morfoespecie 4
	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Flosculariidae
Hexarthridae				<i>Hexarthra spp</i>
Testudinellidae				<i>Pompholyx complanata</i>
				<i>Pompholyx sp 2</i>
				<i>Pompholyx spp</i>
				<i>Testudinella amphora</i>
Trochosphaeridae				<i>Filinia longiseta</i>
				<i>Filinia opoliensis</i>
				<i>Filinia spp</i>
				<i>Filinia terminalis</i>
			<i>Horaella spp</i>	
			<i>Trochosphaera sp 3</i>	
Ploima			Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>
				<i>Brachionus dimidiatus</i>
				<i>Brachionus falcatus</i>
				<i>Brachionus forficula forficula</i>
				<i>Brachionus havanaensis</i>
				<i>Brachionus plicatilis</i>
				<i>Brachionus sp 3</i>
				<i>Keratella americana</i>
	<i>Keratella sp 2</i>			
	<i>Keratella spp</i>			
<i>Keratella tropica</i>				



Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Plationus patulus</i>
				<i>Platytas quadricornis</i>
			Epiphanidae	<i>Epiphanes spp</i>
			Gastropodidae	<i>Gastropus hyptopus</i>
				<i>Gastropus sp 6</i>
				<i>Gastropus sp 7</i>
			Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>
			Lepadellidae	<i>Lepadella punctata</i>
			Proalidae	<i>Proalinopsis spp</i>
			Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>
			Trichocercidae	<i>Trichocerca sp 2</i>

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

Tabla 180. Densidad del zooplancton registrado en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020.

Morfoespecie	Puntos de muestreo	
	P1	P2
<i>Arcella discoides</i>	0	4,20
<i>Centropyxis spp</i>	4,20	0
<i>Diffugia spp</i>	18,50	12,23
<i>Daphnia spp</i>	78,90	104,83
<i>Moina spp</i>	57,90	179,40
Calanoida ND Morfoespecie 1	4,00	4,20
Calanoida ND Morfoespecie 2	4,00	4,20
<i>Ergasilus spp</i>	4,20	11,85
Cyclopoida ND Morfoespecie 1	21,00	36,30
Cyclopoida ND Morfoespecie 2	64,00	11,85
Morfoespecie Larva Nauplio	367,00	313,05
Ostracoda Morfoespecie 1	6,10	8,28
Ostracoda Morfoespecie 4	4,00	0
<i>Ptygura sp 2</i>	00	4,20
<i>Ptygura sp 3</i>	0	7,90
<i>Hexarthra spp</i>	0	7,90
<i>Pompholyx complanata</i>	108,00	228,10
<i>Pompholyx sp 2</i>	16,00	27,05
<i>Pompholyx spp</i>	164,00	304,05
<i>Testudinella amphora</i>	4,10	8,40
<i>Filinia longiseta</i>	39,30	67,55
<i>Filinia opoliensis</i>	116,40	111,50
<i>Filinia spp</i>	4,00	
<i>Filinia terminalis</i>	30,50	156,83
<i>Horaella spp</i>	8,40	
<i>Trochosphaera sp 3</i>	4,20	0
<i>Brachionus calyciflorus</i>	155,80	440,35



Morfoespecie	Puntos de muestreo	
	P1	P2
<i>Brachionus dimidiatus</i>	8,40	7,90
<i>Brachionus falcatus</i>	4,20	10,25
<i>Brachionus forficula forficula</i>	0	4,20
<i>Brachionus havanaensis</i>	22,40	22,85
<i>Brachionus plicatilis</i>	16,70	23,70
<i>Brachionus sp 3</i>	149,00	90,85
<i>Keratella americana</i>	151,60	250,05
<i>Keratella sp 2</i>	0	3,95
<i>Keratella spp</i>	4,00	8,40
<i>Keratella tropica</i>	113,60	241,78
<i>Plationus patulus</i>	33,10	60,75
<i>Platyias quadricornis</i>	4,00	0
<i>Epiphanes spp</i>	163,20	236,73
<i>Gastropus hyptopus</i>	0	3,95
<i>Gastropus sp 6</i>	0	3,95
<i>Gastropus sp 7</i>	4,20	0
<i>Lecane bulla</i>	4,00	0
<i>Lepadella punctata</i>	0	3,95
<i>Proalinopsis spp</i>	0	15,80
<i>Polyarthra spp</i>	10,10	10,13
<i>Trichocerca sp 2</i>	4,00	12,23

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

Al analizar la abundancia, se evidenció el mismo comportamiento descrito en la riqueza, mayor el aporte Rotifera con 3718,4 Ind/L, lo que correspondió al 73,7 % de la abundancia total, seguida por Arthropoda con 1285,1 Ind/L (25,5%) y Amoebozoa 39,1 Ind/L (0,8 %) como se observa en la **Figura 124**. Igualmente, la distribución espacial de la abundancia presentó un comportamiento similar al observado en la generalidad, el Phylum Rotifera presento las mayores abundancias con 1343,2 Ind/L (67,9 %) en el Punto 1 y 2375,2 Ind/L (77,5 %) en el Punto 2; seguido de Arthropoda con 611,1 Ind/L (30,9 %) en el Punto 1 y 674,0 Ind/L (22 %) en el Punto 2 y menores abundancias de Amoebozoa con 22,7 Ind/L (1,1 %) en el Punto 1 y 16,4 Ind/L (0,5 %) en el Punto 2.



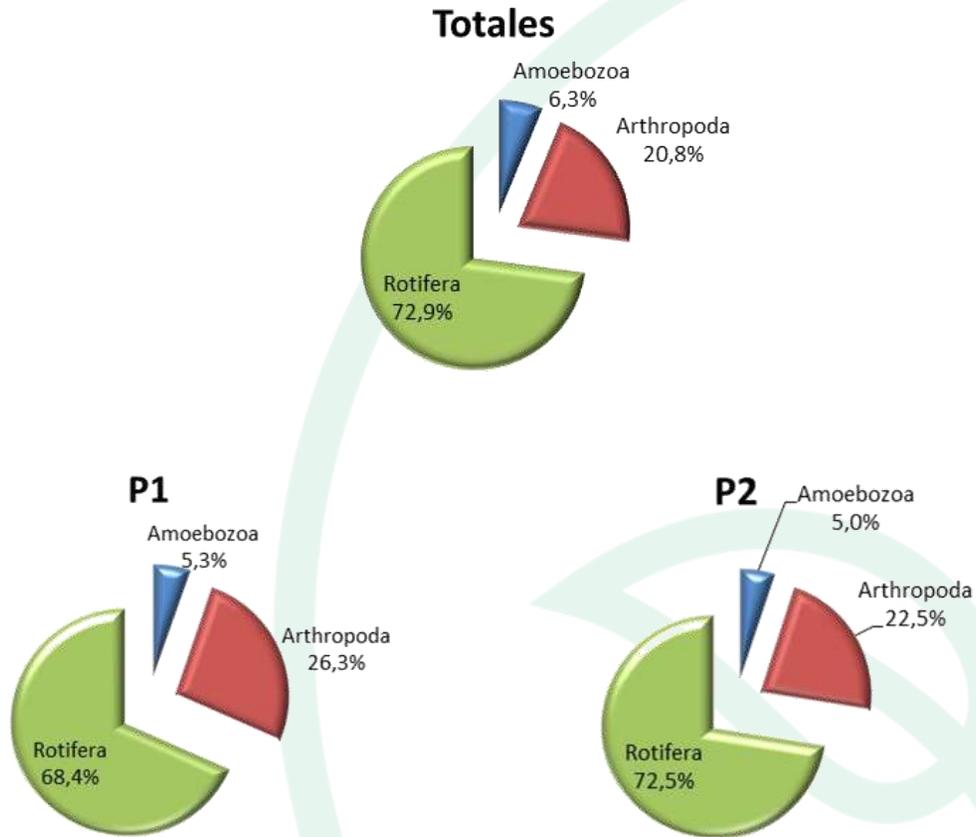
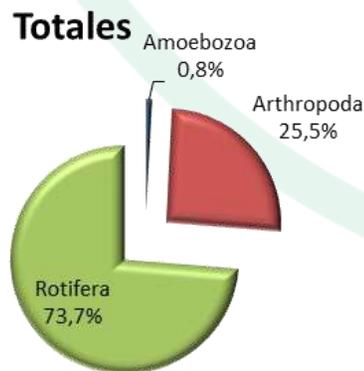
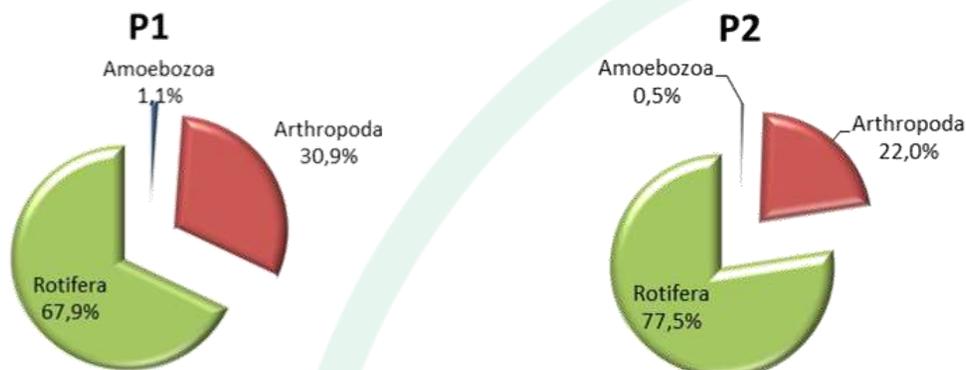


Figura 123. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga del Totumo, en diciembre de 2020.

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





**Figura 124. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga del Totumo, en diciembre de 2020.**

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

El comportamiento anterior es indicador de aguas eutrofizadas en todos los puntos monitoreados en la ciénaga del Totumo, pues los rotíferos son bioindicadores de eutrofia y estratificación, lo cual es ratificado por el segundo grupo más abundante, los artrópodos, con el componente de copépodos (Pinilla, 2000).

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga Totumo presenta una diversidad medio-alta en los dos sitios de muestreo; evaluada con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, siendo mayor en el Punto 1 ( $H'(\log_e)=2,852$ ), Igualmente se observó con el índice de diversidad de Simpson, los dos puntos presentaron una diversidad alta, siendo mayor el P2 ( $1-\lambda=0,924$ ), como se observa en la **Tabla 181**. Igualmente, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró una estructura con tendencia a la uniformidad en la población en los dos puntos monitoreados una equidad medio-alta, siendo mayor en el Punto 1 (0,784); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar que los dos puntos presentan valores bajos, o una dominancia baja, siendo menor en el Punto 2 (0,076).



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 350 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

**Tabla 181. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H'(loge)	H' (log10)	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )
P1	38	1977,0	0,784	2,852	1,239	0,080	0,920
P2	40	3065,6	0,773	2,851	1,238	0,076	0,924

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

### 5.2.3.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga del Totumo registró en total 2442 individuos, distribuidos en 13 morfoespecies, ocho (8) familias, siete (7) órdenes, cuatro (4) clases y cuatro (4) divisiones (Tabla 182). La división más diversificada fue la Bacillariophyta (diatomeas) con el 56% de las morfoespecies seguida por las Chlorophyta (Algas verdes) con el 19%, luego de Cyanobacterias (algas verdeazules) con el 13% por último con Euglenozoa y Charophyta ambas con el 6% de riqueza en el sistema. Es común observar en ambientes acuáticos neotropicales, principalmente en los de este tipo (lotico) el patrón de dominancia Bacillariophyta>Chlorophyta>Charophyta>Cyanobacteria>Euglenozoa, que suele ser modificado cuando las condiciones tróficas se encuentran alteradas.

**Tabla 182. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga del Totumo.**

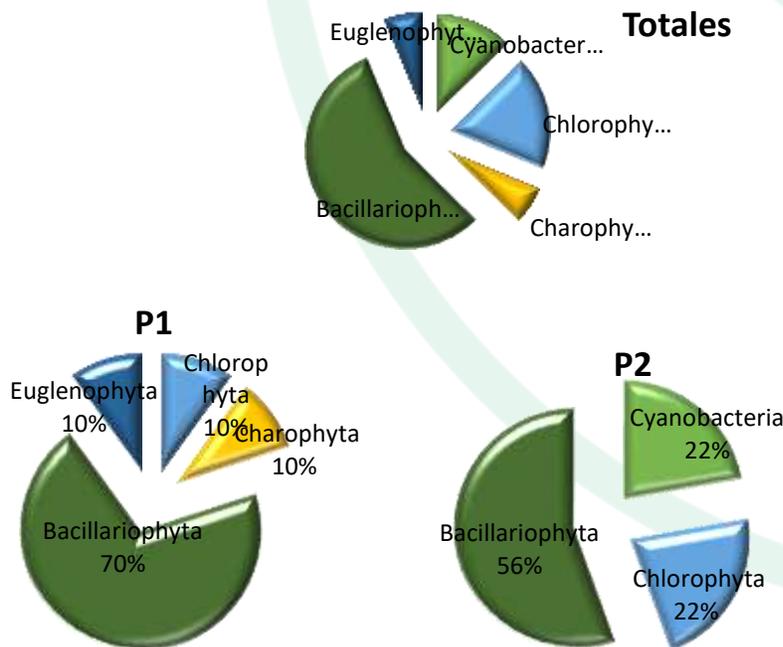
Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
					Ind/cm2	Ind/cm2
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>	0,0	500,9
				<i>Lyngbya sp</i>	0,0	34,8
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp2</i>	0,0	11,6
	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp1</i>	0,0	176,3
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp2</i>	27,7	0,0
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp1</i>	30,4	0,0
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp1</i>	1838,3	1460,8
				<i>Nitzschia sp1</i>	2341,8	2495,5
				<i>Nitzschia sp2</i>	138,6	0,0
				<i>Navicula sp2</i>	242,8	31,9
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>	0,0	36,1
Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>	1191,7	89,1		



Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
					Ind/cm2	Ind/cm2
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>	529,8	0,0
			Cymbellaceae	<i>Cymbella sp1</i>	605,6	0,0
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp1</i>	44,4	0,0
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>	18,2	0,0
<b>TOTAL</b>					<b>7009,3</b>	<b>4837,2</b>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

En la ciénaga el punto P1 registró la mayor riqueza de especies con 10, en el punto P2 se registró nueve taxa, las Bacillariophyta aportaron el mayor numero de taxas con un 70% y 56% respectivamente, en el punto P1 los phyllum Chlorophyta, Euglenozoa y Charophyta tuvieron un 10% de la diversidad. Por el contrario, para el punto P2 las Cyanobacterias y Chlorophyta ambas tuvieron un 22% de esta riqueza de especies (**Figura 125**).

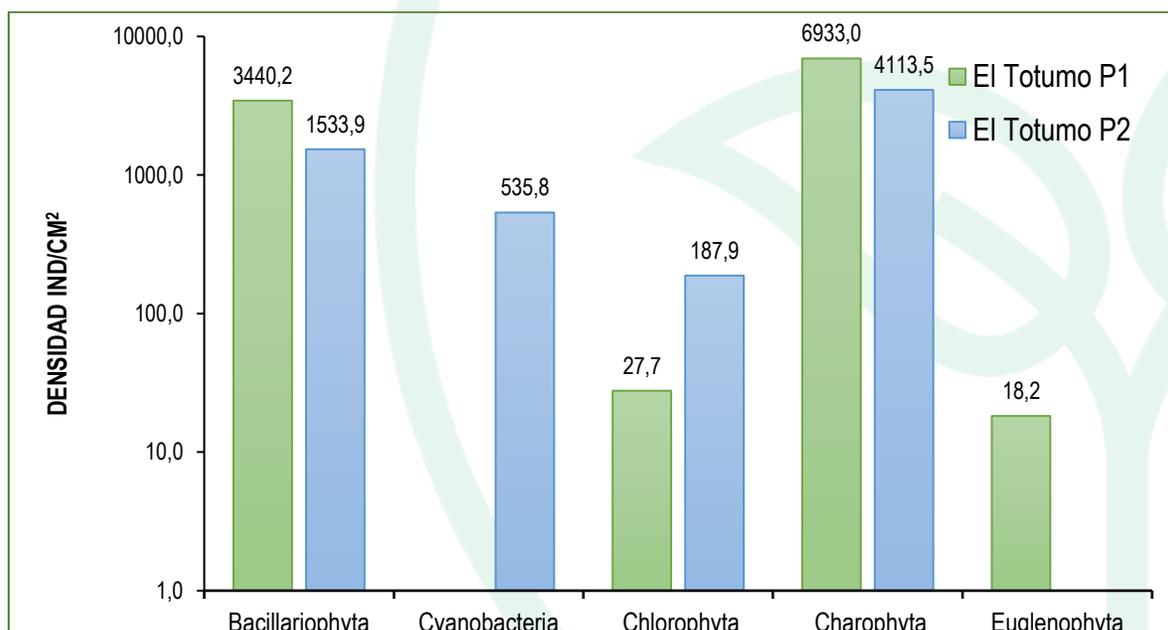


**Figura 125. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica del perifiton en la ciénaga del Totumo.**

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



La mayor densidad se registró en el punto P1 con 7009.3 Ind/cm<sup>2</sup> de estas 6933 Ind/cm<sup>2</sup>, pertenecen a las Bacillariophytas, en el punto P2 tuvo una menor densidad 4837.2 Ind/cm<sup>2</sup> las Bacillariophytas aportaron 4113.5 ind/cm<sup>2</sup>; seguida del Phylum Cyanobacteria con 535.8 Ind/cm<sup>2</sup>. En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Nitzschia* sp1 (2341.8 ind/cm<sup>2</sup>) y *Navicula* sp1 (1838.3 ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fueron también *Navicula* sp1 (1460.8 ind/cm<sup>2</sup>) y *Nitzschia* sp1 (2495.5 Ind/cm<sup>2</sup>), estas relacionada con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008). Según Sarmiento & Ruiz, 2018 el genero *Navicula* puede estar asociado a las altas concentraciones de nitratos y fosfatos en las estaciones. (Figura 126).



**Figura 126. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga del Totumo.**

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

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 183**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga del Totumo presenta una diversidad baja donde estos puntos de monitoreo tuvieron una riqueza de especies similar P1 con 10 morfos y P2 con nueve morfoespecies; la equitatividad presentó valores altos para P1 ( $j'0,73$ ), donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes por lo que el índice de



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 353 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

dominancia presentó valores bajos P1 ( $\lambda$  0,22) no existe prevalencia de ciertas especies sobre otras, el índice de Margalef indico una diversidad baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.

**Tabla 183. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga del Totumo, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	10	7009.3	0,7328	1,687	0,226	0,774	1,269
P2	9	4837.2	0,5712	1,255	0,3692	0,6308	1,084

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

#### 5.2.3.1.4 MACROFITAS

Se registraron tres especies de macrófitas acuáticas en la ciénaga del Totumo, pertenecientes a tres familias y tres órdenes (Tabla 184).

**Tabla 184. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Biotipo
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i>	He
		Poales	Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	He
		Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	AC

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

Las tres especies registradas en la ciénaga del Totumo exóticas, cuya descripción y alto potencial invasor fue descrito en el análisis de los resultados de las ciénagas de Sabanagrande, San Juan de Tocagua y Santo Tomas. En cuanto al porcentaje de cobertura *E Crassipes* fue la mayor cobertura en P1, en P2 *Ipomea sp2* fue la de mayor cobertura (Tabla 185).



**Tabla 185. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020 - enero de 2021.**

Especie	P1			P2		
	día 1	día 2	Promedio del % cobertura	día 1	día 2	Promedio del % cobertura
<i>Ipomea sp 1</i>	100	100	100	0	0	0
<i>Ipomea sp 2</i>	0	0	0	48,8	48,8	48,8
<i>Typha sp</i>	0	0	0	43,2	45,2	44,2
<i>Pistia stratiotes</i>	0	0	0	8	6	7

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

### 5.2.3.1.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad de macroinvertebrados en la ciénaga del Totumo estuvo representada por cuatro (4) morfoespecies vinculadas a dos (2) divisiones, tres (3) clases, cuatro (4) órdenes e igual cantidad de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 186**.

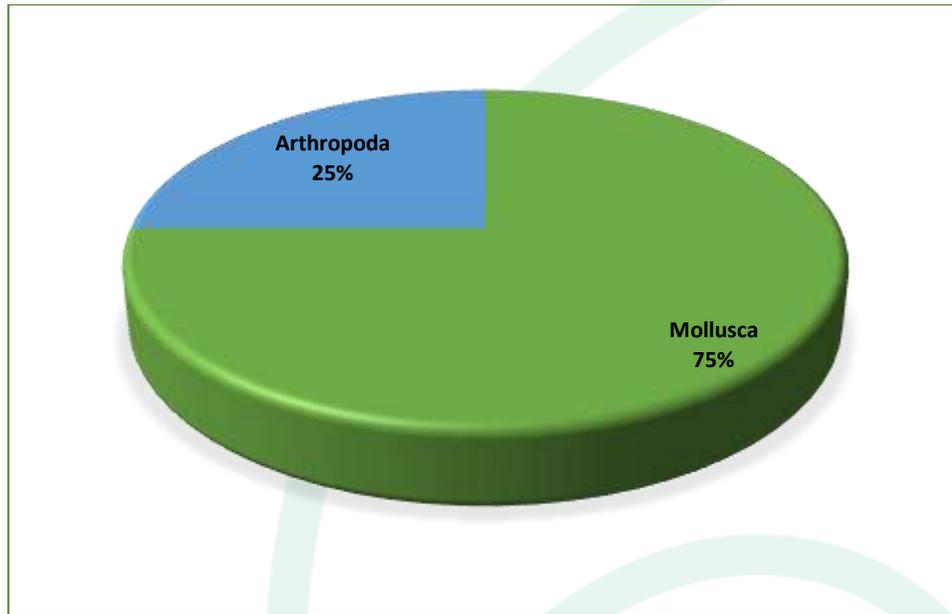
**Tabla 186. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en ciénaga del Totumo.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Cyrenidae	<i>Polymesoda sp</i>	5,56	5,56
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>	712,96	592,59
		Littorinimorpha	Hidrobiidae	<i>Hydrobiidae sp1</i>	1164,81	1168,52
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomidae sp</i>	11,11	12,96
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>1894,44</b>	<b>1779,63</b>

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

La mayor contribución en riqueza fue reportada por la división Mollusca, ya que registró el 75% del total de morfoespecies; mientras que el 25% restante le correspondió a Arthropoda (**Figura 127**). La dominancia de Mollusca se encuentra dada por el grado de sensibilidad ambiental de sus taxones que tiende a ser bastante amplio, particularmente, esta división estuvo representada por gasterópodos característicos de fondos de sistemas lenticos como la ciénaga del Totumo, donde son predominantes altas concentraciones de materia orgánica, la cual es utilizada por este grupo como fuente de alimento. Por su parte, Arthropoda contiene un número de taxones más reducidos que toleran tales condiciones del fondo, dentro los cuales resaltan las fases larvales de algunas familias de dípteros.



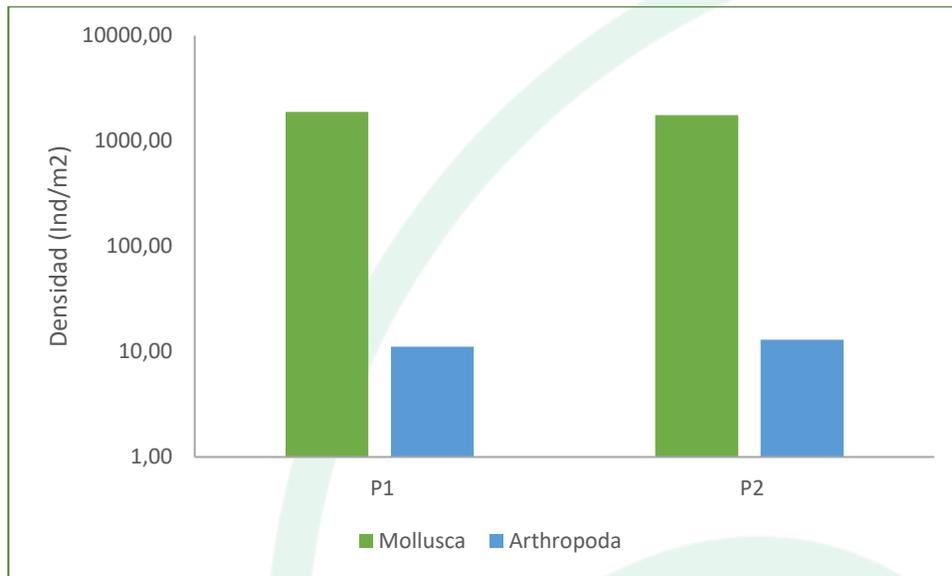


**Figura 127. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga El Totumo.**

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

Especialmente, la división Mollusca continuó con su patrón de dominancia en ambos puntos de monitoreo, estando mejor representada en el punto P1 donde registró 1833,33 Ind/m<sup>2</sup>; en cuanto a Arthropoda reportó densidades bajas, con un valor máximo de 12,96 Ind/m<sup>2</sup> en P2 (**Figura 128**). Las variaciones a nivel de composición en las comunidades bentónicas resultan muy comunes dentro de ambientes lenticos debido a la complejidad con la que cuentan estos sistemas que implica heterogeneidad de hábitats para los grupos de macroinvertebrados. Así dichos grupos pueden establecerse en diferentes microhábitats que van desde sustratos biológicos como las propias conchas de algunos moluscos, raíces y hojas de macrófitas hasta enterrarse en el sedimento blando o entre rocas presentes en el mismo. De esta manera una mayor disponibilidad de nichos ecológicos facilitados por gran variedad de sustratos y recursos tróficos se encuentran permitiendo valores de diversidad más altos en P2.



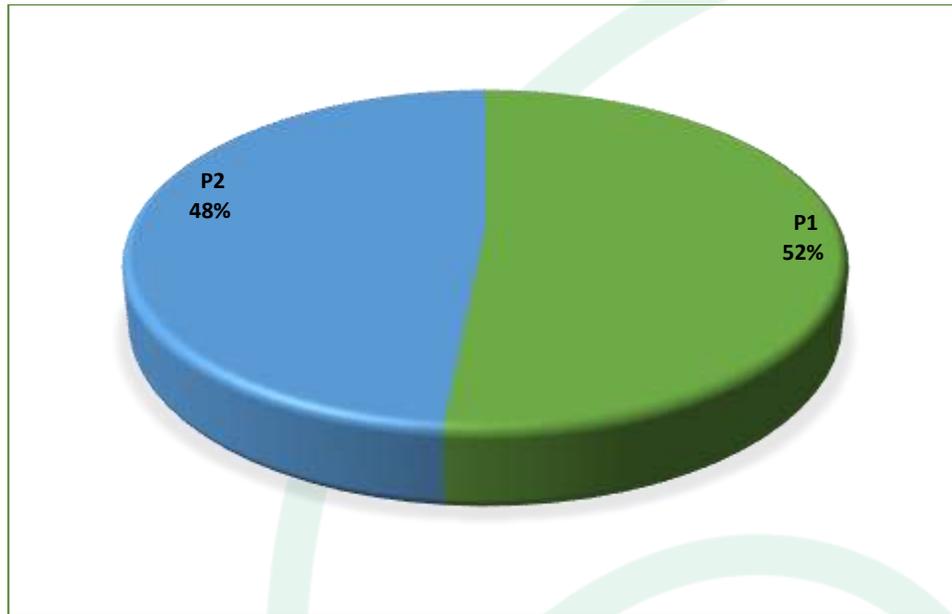


**Figura 128. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga El Totumo por punto de monitoreo.**

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

En general, las densidades totales estuvieron cercanas en ambos puntos de monitoreo, ya que las contribuciones de las morfoespecies observadas fueron muy similares. El punto P1 registró el valor más alto, consistente con el 52% del valor total; mientras que P1 obtuvo el 48% restante. Estas ligeras variaciones en la densidad a nivel espacial estuvieron dadas por la morfoespecie *M.tuberculatus*, la cual obtuvo aportes más altos en P1 (**Figura 129**).



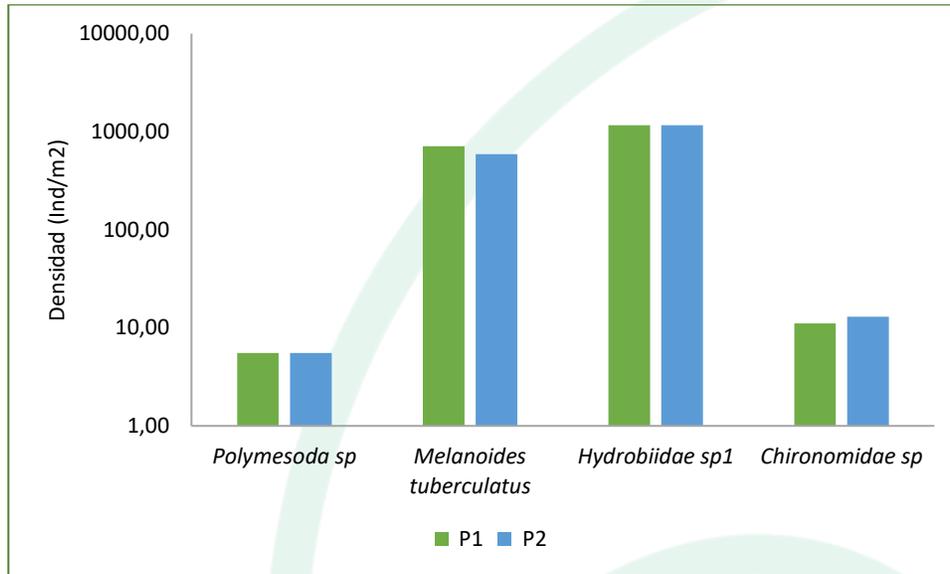


**Figura 129. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga del Totumo.**

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

Las morfoespecies más abundantes fueron *M.tuberculatus* y *Hydrobiidae* sp1 con densidades máximas de 712,96 Ind/m<sup>2</sup> y 1168,52 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente; mientras que la menos representativa fue *Polymesoda* sp con 5,56 Ind/m<sup>2</sup> (Figura 130). *M.tuberculatus* habita en ríos, quebradas, arroyos, caños, canales y otros sistemas lénticos naturales y artificiales, incluidos los embalses. Ocurre en aguas contaminadas con desechos de origen orgánico y eutrofizadas, se reproduce rápidamente, con consecuencias catastróficas para las especies nativas y los cuerpos de agua invadidos, es altamente móvil, consume desechos generados por los humanos y se adapta a diferentes entornos (CABI, 2018). En cuanto a la familia Hydrobiidae, se encuentran asociada a fondos blandos, muchas de sus especies habitan sedimentos anóxicos presentando un incremento poblacional ante la presencia de cargas puntuales de materia orgánica, Bemvenuti *et al.* (2003), las consideran generalistas, con alta tolerancia a impactos antrópicos y alta resiliencia en ecosistemas impactados.





**Figura 130. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas.**

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

#### 5.2.3.1.6 ICTIOFAUNA

La ictiofauna de la ciénaga del Totumo estuvo representada por dos especies pertenecientes a una familia y un orden, que en total presentaron una abundancia de treinta y nueve individuos que fue dominada por *Andinoacara latifrons* con una abundancia de 36 individuos (**Tabla 187**).

**Tabla 187. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga del Totumo en diciembre de 2020**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i> (Steindachner, 1878)	30	5	1	0
		<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	1	1	0	1

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

Los bajos valores del número de especies hacen inapropiado cualquier esfuerzo por hacer un análisis de la estructura ecológica de este ensamblaje, ya que pueden deberse a debilidades metodológicas asociadas al esfuerzo de muestreo y/o a la selectividad de los artes de pesca empleados. Sin



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 359 de 437
	<b>OT 4523-3</b>	H-428 Versión Inf. 00

embargo, es de resaltar la aparente gran dominancia de *Andinoacara latifrons* sobre la de *Caquetaia kraussii* que, como ya se ha mencionado antes, es una especie principalmente piscívora (Atencio-García *et al.*, 2005), fuertemente territorial, agresiva y voraz (Ortega-Lara, 2002); mientras que *Andinoacara latifrons* se alimenta de insectos y crustáceos (Galvis *et al.*, 1997). *Caquetaia kraussii* es de gran importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).

## 5.3 CUENCA CANAL DEL DIQUE.

### 5.3.1 Ciénaga de Luruaco.

#### 5.3.1.1 Variables Hidrobiológicas.

##### 5.3.1.1.1 FITOPLANCTON

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco registró una densidad total de 50902 Ind/L, distribuidos en 22 morfoespecies, 13 familias, nueve (9) órdenes, seis (6) clases y cinco (5) divisiones (**Tabla 188**). La división más diversificada fueron la Euglenozoa con el 45% de las morfoespecies seguida por las Chlorophyta y Cyanobacteria ambas con el 23% y con menor riqueza el grupo de Bacillariophyta, y Ochophytas cada una con el 14%.

**Tabla 188. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga de Luruaco.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
					Ind/L	Ind/L
Cyanophyta	Cyanophyceae	Synechococcales	Coelosphaeriaceae	<i>Coelosphaerium sp</i>	0	11,1
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp4</i>	4905,2	995,3
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp</i>	2636,7	219,7
				<i>Arthrospira sp</i>	3613,3	0
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp2</i>	23692,2	4672,5
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Tetrastrum sp</i>	43,7	0
			Hydrodictyceae	<i>Tetraedron sp1</i>	0	22,5

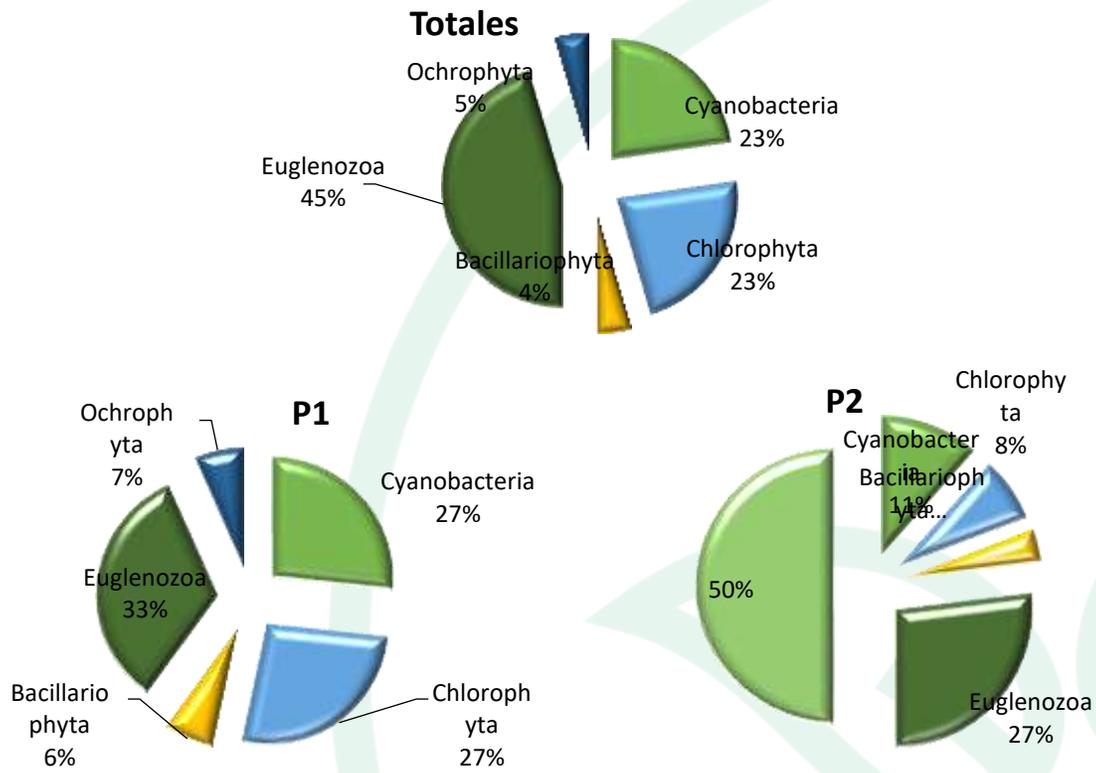


Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
					Ind/L	Ind/L
			Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp</i>	64,6	0
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Volvox sp</i>	409,7	387,9
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp1</i>	820,8
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>	6922,2	697,2
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis sp1</i>	0	11,1
				<i>Lepocinclis sp2</i>	237,6	22,4
				<i>Lepocinclis sp3</i>	173,0	0
				<i>Phacus sp2</i>	86,0	0
				<i>Phacus sp3</i>	0	22,4
			Euglenaceae	<i>Euglena sp2</i>	43,7	0,0
				<i>Strombomonas sp1</i>	0	11,1
				<i>Trachelomonas armata</i>	0	28,2
				<i>Trachelomonas hispida</i>	107,9	0
				<i>Trachelomonas sp1</i>	00	22,5
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Pleurochloridaceae	<i>Isthmochloron sp1</i>	21,4	0
<b>TOTAL</b>					<b>43778</b>	<b>7124</b>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

En los puntos de muestreo la mayor riqueza se registró en P1 con 15 morfoespecies las Euglenozoa registraron el 33% riqueza total de las morfoespecies seguida de las Cyanobacterias y Chlorophyta con el 27% para cada uno en el punto P2 se registraron 13 taxa, al igual que el punto P1 las Euglenozoa fue las más diversas con un 50%, seguido de Cyanobacterias con el 22% (**Figura 131**).



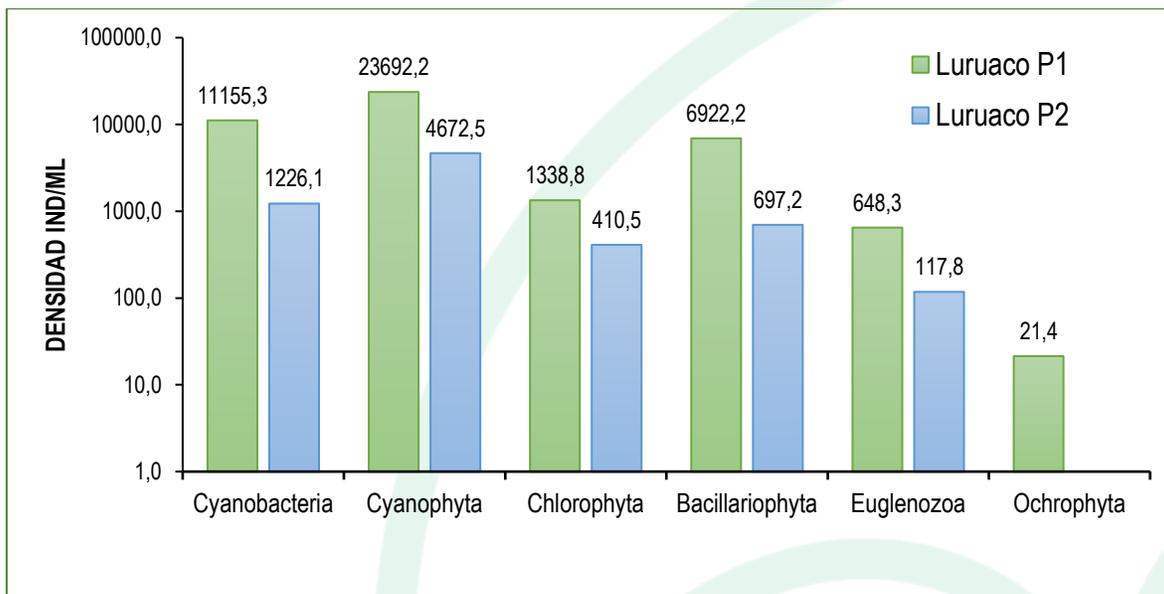


**Figura 131. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020.**

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

A nivel espacial, la densidad de especies registró proporciones diferentes entre los puntos, el grupo Euglenozoa fue el más diverso y tuvo la mayor densidad, donde el punto P1 tiene una mayor riqueza y densidad con 34847,5 Ind/L, en cuanto al punto P2 tuvo una menor riqueza y densidad para este grupo con 5898,6 Ind/L. En general el punto con mayor densidad fue el punto P2 (43778 Ind/L) (Figura 132).





**Figura 132. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga de Luruaco.**

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

La densidad promedio del fitoplancton en la ciénaga fue de 25451 ind/l, oscilando entre 7124 ind/l (P2) y 43778 ind/L (P1), las Cyanobacterias realizaron la mayor densidad de organismos donde aportaron mas del 79,6% de la densidad total para cada punto de muestreo. las morfoespecies con mayor densidad fueron *Raphidiopsis* sp2 (P1= 23692,2 Ind/L) (P2= 4672,5 Ind/L) de este género se ha reportado especies planctónicas potencialmente tóxicas cuya producción de toxinas ha sido confirmada. Seguido de *Navicula* sp1 para el punto P1 esta diatomea es común en sistemas meso a eutróficos y es tolerante a contenidos de sedimentos y conductividades altas. (Bellinger & Sigeo, 2010). Para el punto P2 sigue la cianobacteria *Oscillatoria* sp4 está relacionada con Sedimentos y conductividad altos, Tolerancia a pesticidas, estratificación térmica y Química Eutrofia (Duque y Donato 1992; Donato et al., 1987).

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 189**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga de Luruaco presenta una diversidad baja donde ambos puntos de monitoreo tienen la misma riqueza de especies valores de Shannon entre 1,467- 1,17 bits/individuos; la equitatividad presentó valores medios  $J'0,45 - 0,54$



para los puntos de muestreo, donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes por ende el índice de dominancia presentó valores relativamente bajos  $\lambda$  0,34 – 0,46, indicando una baja dominancia de morfoespecies, es decir no hay prevalencia de ciertas especies sobre otras, el índice de Margalef indico una diversidad baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.

**Tabla 189. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	15	43778	0.5417	1.467	0.3414	0.6586	1.31
P2	13	7124	0.456	1.17	0.4633	0.5367	1.353

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

#### 5.3.1.1.2 ZOOPLANCTON

Para la ciénaga de Luruaco, la comunidad zooplanctónica se estructuró a partir de 47 morfoespecies, pertenecientes a 21 familias, siete (7) órdenes, cinco (5) Clases y tres (3) Phylum, como se observa en la **Tabla 190**. El Phylum Rotifera contribuyó con un mayor número de taxa (39 morfoespecies, 83 % de la riqueza total), seguido por los aportes de Arthropoda (6 morfoespecies, 12,8 %) y Ciliophora (2 morfoespecies, 4,3 %), como se observa en la **Figura 133**.

La distribución espacial de la riqueza presentó el mismo comportamiento que la generalidad, con predominio de rotíferos con 31 y 26 morfoespecies (P1 y P2 respectivamente), seguido por los artrópodos (6 y 5 morfoespecies) y los ciliados (2 y 1 morfoespecies respectivamente), como se evidencia en la **Figura 133**. La importancia ecológica de los rotíferos radica en varios puntos, el primero, corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, transfieren materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y también en que son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi



de Roa y Pardo, 2003), por lo que los cambios en la estructura y composición de su comunidad los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua.

**Tabla 190. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina spp</i>	233,45	15,64
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Ergasilus spp</i>	29,00	6,14
			Cyclopoida ND	Cyclopoida ND Morfoespecie 1	181,83	51,10
		Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio	1893,63	903,88
	Ostracoda	Ostracoda ND	Ostracoda ND	Ostracoda Morfoespecie 1	29,73	18,71
				Ostracoda Morfoespecie 5	9,90	0
Ciliophora	Ciliatea	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella sp 6</i>	9,90	00
				<i>Vorticella spp</i>	31,25	159,48
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Ptygura sp 7</i>	9,90	0
				<i>Hexarthra spp</i>	19,80	0
			Testudinellidae	<i>Testudinella amphora</i>	9,90	6,14
				<i>Testudinella spp</i>	4,25	6,14
			Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>	109,75	152,48
				<i>Filinia opoliensis</i>	19,80	0
				<i>Filinia spp</i>	4,25	55,30
				<i>Filinia terminalis</i>	103,98	18,43
				<i>Trochosphaera aequatorialis</i>	4,25	0
				<i>Trochosphaera sp 2</i>	13,72	39,20
				<i>Trochosphaera sp 3</i>	0	9,80
				<i>Trochosphaera spp</i>	8,50	30,72
		<i>Trochosphaera spp</i>	0	78,40		
		Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna sp 2</i>	4,25	0
				<i>Harringia spp</i>	9,90	0
			Brachionidae	<i>Anuraeopsis fissa</i>	9,90	0
				<i>Anuraeopsis sp 2</i>	0	12,29
				<i>Anuraeopsis spp</i>	20,53	49,16
				<i>Brachionus angularis</i>	12,03	34,35
				<i>Brachionus calyciflorus</i>	345,23	180,93
				<i>Brachionus havanaensis</i>	774,18	346,82
				<i>Brachionus sp 2</i>	0	6,70
				<i>Keratella americana</i>	2474,10	1707,35
			<i>Keratella tropica</i>	171,23	271,69	
			Dicranophoridae	<i>Encentrum spp</i>	0	49,16
			Epiphanidae	<i>Epiphanes clavatula</i>	8,50	6,14
				<i>Epiphanes spp</i>	504,48	197,14
			Euchlanidae	<i>Euchlanis dilatata</i>	12,75	30,72
			Gastropodidae	<i>Gastropus spp</i>	0	6,70
			Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	9,90	6,14
<i>Lecane spp</i>	12,03			12,29		
Lepadellidae	<i>Colurella sp 2</i>	9,90	0			
	<i>Colurella spp</i>	9,90	0			



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 365 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
			Proalidae	<i>Proales sp</i>	0	15,64
			Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>	0	12,57
				<i>Pseudoploesoma sp</i>	19,80	0
				<i>Synchaeta spp</i>	6,60	0
			Trichocercidae	<i>Trichocerca spp</i>	9,90	0
				<i>Trichocerca spp</i>	10,42	0

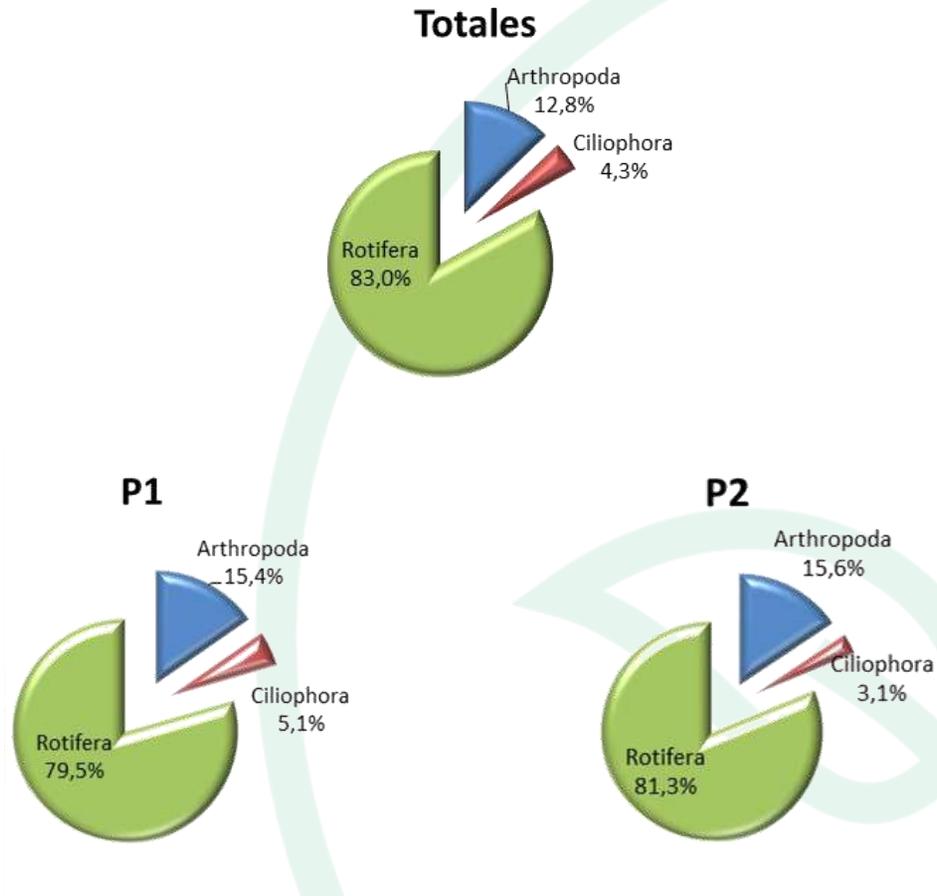
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Al realizar el análisis de la abundancia se evidenció que el Phylum Rotifera presentó la mayor abundancia con 8086 Ind/L, lo que representó el 69,4 % de la abundancia total, seguido por los Arthropoda con 3373 Ind/L (28,9 %) y por último Ciliophora con 200,6 Ind/L (1,7 %), como se observa en la **Figura 134**.

Por su parte, la distribución espacial de la abundancia presentó en los puntos evaluados, el mismo comportamiento que la generalidad, el Phylum Rotifera fue el más abundante con 4743,6 Ind/L (66,2 %) en el P1 y 3342,4 Ind/L (74,3 %) en el P2, seguido por los Artropodos con 2377,5 Ind/L (33,2 %) en el P1 y 995,5 Ind/L (22,1 %) en el P2 y por último los ciliados con 41,41 Ind/L (0,6 %) en el P1 y 159,5 Ind/L (3,5 %) en el P2.

El comportamiento anterior es indicador de aguas eutrofizadas en el Punto 1, ya que los rotíferos son bioindicadores de eutrofia y estratificación, mientras que los artrópodos solo indican tendencia a la eutrofia (Pinilla, 2000).

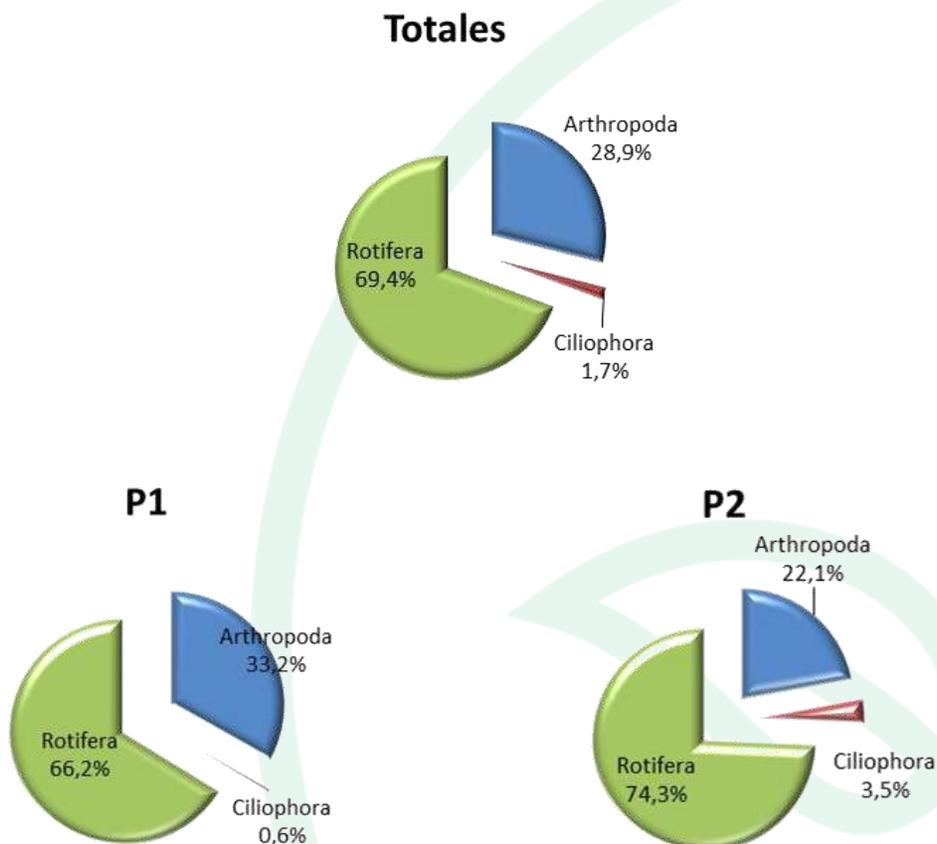




**Figura 133. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020.**

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





**Figura 134. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020.**

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

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga de Luruaco presenta una diversidad media en los dos sitios de muestreo, siendo mayor en el Punto 2 ( $H'(\log_e) = 2,189$ ), evidenciándose que al calcular el índice de diversidad Simpson, las diversidades obtenidas correspondieron a la categoría de medio-alta en los dos sitios monitoreados, siendo mayor en el Punto 2 (0,799), como se observa en la **Tabla 191**. Igualmente, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró que la estructura de la comunidad presenta equidad media en el punto 1 y equidad medio alta en el Punto 2 (0,632); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar una dominancia medio-baja, siendo menor en el Punto 2 (0,201).



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 368 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

**Tabla 191. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de Luruaco en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H'(loge)	H' (log10)	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )
P1	39	7162,3	0,555	2,032	0,882	0,211	0,789
P2	32	4497,4	0,632	2,189	0,951	0,201	0,799

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

### 5.3.1.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga de Luruaco registró en total 7415 individuos, distribuidos en 14 morfoespecies, nueve (9) familias, nueve (9) órdenes, cinco (5) clases y tres (3) divisiones (Tabla 192). La división más diversificada fue la Bacillariophyta (diatomeas) con el 73% de las morfoespecies seguida por las Cyanobacterias (algas verdeazules) con el 20% y Chlorophyta (Algas verdes) con el 7% de la riqueza en el sistema.

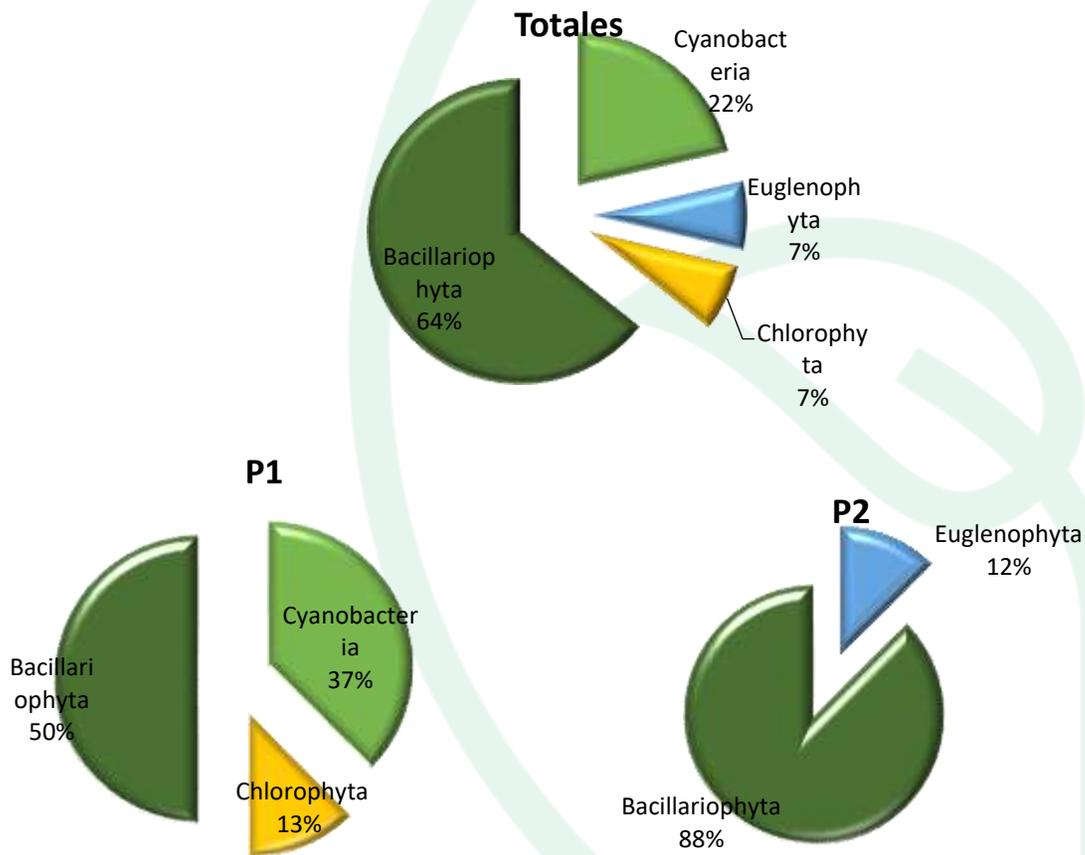
**Tabla 192. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga de Luruaco.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
					Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp1</i>	1027,7	0,0
				<i>Lyngbya sp</i>	161,0	0,0
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp1</i>	35,6	0,0
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp1</i>	32,7	0,0
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp3</i>	0,0	9885,9
				<i>Navicula sp1</i>	0,0	1785,6
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp2</i>	0,0	39,8
				<i>Nitzschia sp1</i>	19405,1	25386,8
				<i>Nitzschia sp2</i>	0,0	407,1
		<i>Nitzschia sigmaidea</i>	0,0	55,7		
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp1</i>	69,7	533,7
Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>	815,1	0,0		
Fragilariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp1</i>	603,8	0,0	
			<i>Euglena sp1</i>	0,0	62,6	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>	0,0	62,6
<b>TOTAL</b>					<b>22150,6</b>	<b>38157,2</b>

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



En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza y sus divisiones fueron diferentes. En el punto P1 las diatomeas registraron el 50% riqueza total de las morfoespecies seguida de Cyanobacterias con el 37% y por ultimo las Chlorophyta con 13%; por el contrario, para el punto P2 solo estuvo representada por dos phylum al igual que el punto P1 las Bacillariophyta fue las más diversas con un 88% seguido de Euglenozoa con el 12% (**Figura 135**).

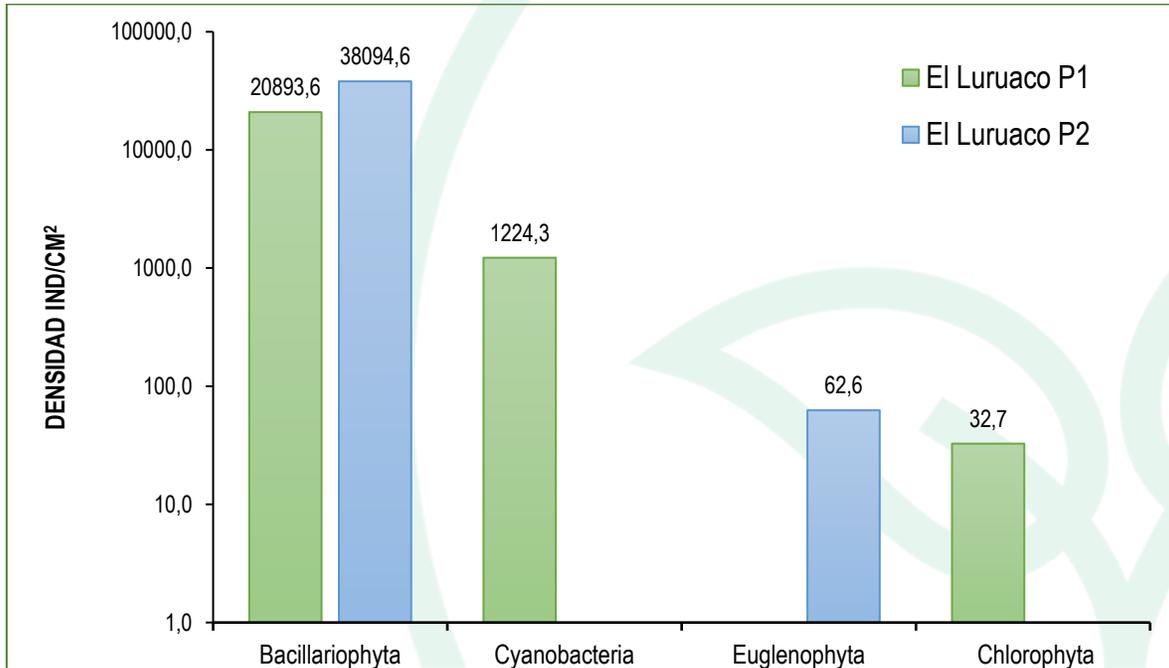


**Figura 135. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga El Luruaco, en diciembre de 2020.**

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



En la ciénaga el punto P2 registrò la mayor densidad 38157.2 Ind/cm<sup>2</sup> el grupo Bacillariophyta tuvo la mayor densidad, en P2 tiene la mayor densidad con 38094.6 Ind/cm<sup>2</sup>, psrs P1 fue de 20893.6 ind/cm<sup>2</sup>. (Figura 136).



**Figura 136. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga El Luruaco.**

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

La abundancia más alta se registró en el Luruaco punto P2 (4958 ind). En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron Nitzschia sp1 (9714 ind/cm<sup>2</sup>). En el punto P2 la morfoespecie más representativa fue también Navicula sp1 (4917,4 ind/cm<sup>2</sup>) y Nitzschia sp1 (12634,4 Ind/cm<sup>2</sup>), estas relacionada con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008). Según Sarmiento & Ruiz, 2018 el genero Navicula puede estar asociado a las altas concentraciones de nitratos y fosfatos en las estaciones.



En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 193**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga de Luruaco presenta una diversidad baja donde ambos puntos de monitoreo tienen la misma riqueza de especies valores de Shannon entre 0,54- 0,89 bits/individuos; la equitatividad presentó valores bajos para los puntos, donde las densidades de las morfoespecies tienden a no ser uniformes por ende el índice de dominancia presentó valores relativamente altos indicando una alta dominancia de morfoespecies, es decir hay prevalencia de ciertas especies sobre otras, el índice de Margalef indicó una diversidad baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.

**Tabla 193. Índices ecológicos para el perifiton en la Ciénaga de Luruaco, en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	8	<b>22150,6</b>	0,2636	0,5481	0,7737	0,2263	0,89
P2	8	<b>38157,2</b>	0,4327	0,8998	0,5123	0,4877	0,8227

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

#### 5.3.1.1.4 MACROFITAS

Se registraron dos especies de macrófitas acuáticas en la ciénaga Luruaco, pertenecientes a dos familia y dos órdenes, ambas especies con la misma cobertura, pero localizadas en puntos de muestro diferentes (**Tabla 194**).



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 372 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

**Tabla 194. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga El Convento en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophyta (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	% de cobertura		Biotipo
					P1	P2	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	100	0	Ac
		Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp1</i>	0	100	He

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

Las dos especies registradas *Ludwigia helminthorrhiza* y *Cyperus sp1* son nativas y son típicos componentes de las ciénagas. Teniendo en cuenta lo anterior y que la cobertura total de macrófitas acuáticas es de las más bajas de las ciénagas analizadas en este documento, se puede decir que existen condiciones saludables respecto de este componente de la biodiversidad.

#### 5.3.1.1.5 MACROINVERTEBRADOS

Los macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco estuvieron representados por tres (3) morfoespecies distribuidas en dos (2) divisiones, dos (2) clases, tres (3) órdenes e igual cantidad de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 195**

**Tabla 195. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Luruaco**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>	90,74	100,93
		Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Marisa cornuarietis</i>	10,19	13,89
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubificidae sp</i>	4,63	5,56
<b>Total (Ind/m<sup>2</sup>)</b>					<b>105,5</b>	<b>120,3</b>

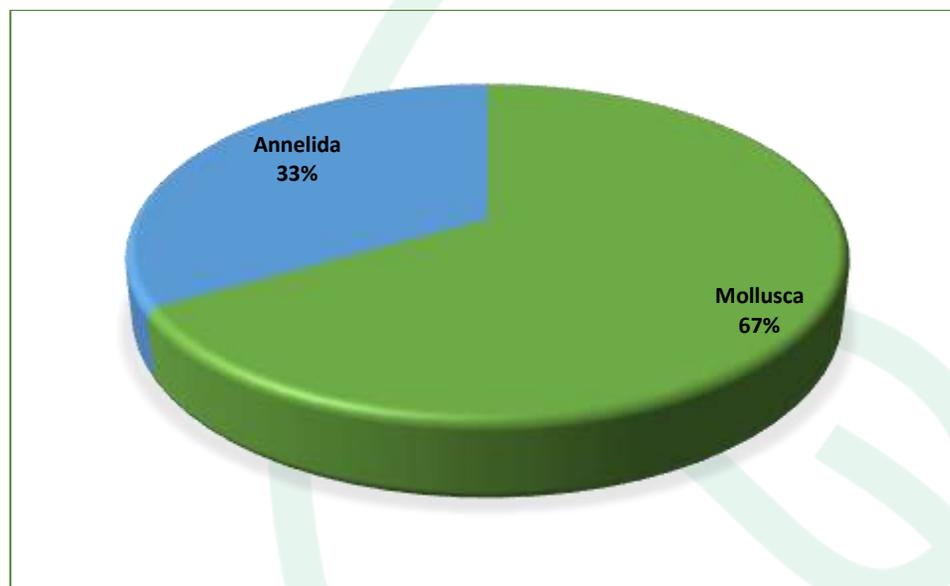
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La división más importante en términos de riqueza fue Mollusca, ya que contó con el 67% de las morfoespecies registradas mientras que Annelida obtuvo el 33% restante (**Figura 137**). La dominancia de taxones de Mollusca tiende a ser común en el fondo de sistemas lenticos, puesto que en el quedan atrapados nutrientes y detritus que hacen parte del espectro trófico de ciertos grupos de moluscos, por lo cual se ven mayormente favorecidos. Adicional a ello, sus mecanismos de agregación y menor capacidad de movimiento en contraste con otros grupos del bentos facilitan



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
	OT 4523-3	Versión: 01
		Página 373 de 437 H-428 Versión Inf. 00

una mayor probabilidad de encuentro. Según Wanganeo *et al.* (2011), la dominancia de especies de Mollusca es atribuible a aguas alcalinas y fondos ricos en materia orgánica ya que éstas pueden sobrevivir en condiciones de oxígeno muy bajas (Sharma, 1986).

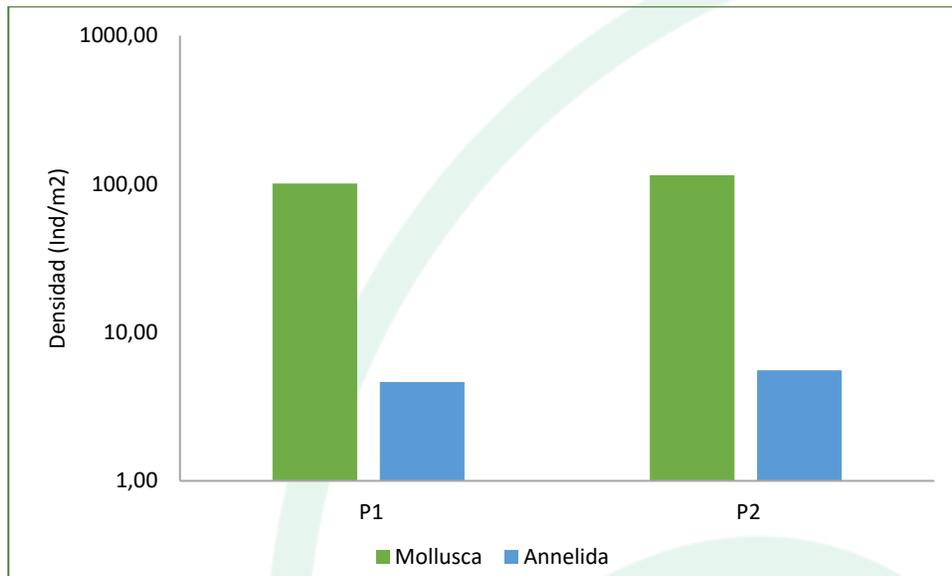


**Figura 137. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Luruaco.**

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

A nivel espacial, la división Mollusca fue dominante en ambos puntos de monitoreo, sin embargo, sus densidades fueron ligeramente superiores en P2 donde registro 114,81 Ind/m<sup>2</sup>; en cuanto a los anélidos obtuvieron densidades reducidas, el valor máximo fue observado en P2 (**Figura 138**). Estas variaciones espaciales en la densidad de las dos divisiones taxonómicas observadas se relacionan con características ecológicas de cada una de las mismas, así como con condiciones fisicoquímicas diferenciales en los dos puntos muestreados. Es así como la gran capacidad de agregación que tienen los moluscos de la especie *M.tuberculatus* facilita una mayor oportunidad de encuentro. Si bien los anélidos de la familia Tubificidae también tienen la capacidad de agregarse estos cuentan con mecanismos de competencia intraespecífica que permite su disgregación en determinada área del sustrato, además de que su movilidad es mayor si se le compara con la de los moluscos.



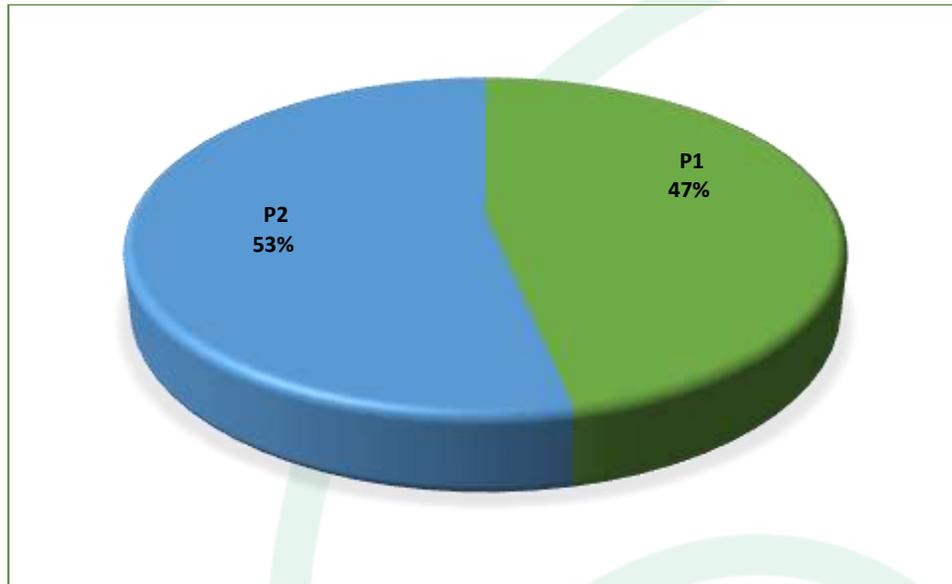


**Figura 138. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Luruaco por punto de monitoreo.**

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

La densidad de la comunidad bentónica para los dos puntos de monitoreo fue relativamente baja; el punto P2 registró los aportes más altos correspondientes al 53% del valor total; mientras que P1 reportó el 47% restante (**Figura 139**). Estas ligeras variaciones en la densidad de los puntos de monitoreo se relacionan con el mayor aporte de cada una de las morfoespecies observadas en P2.



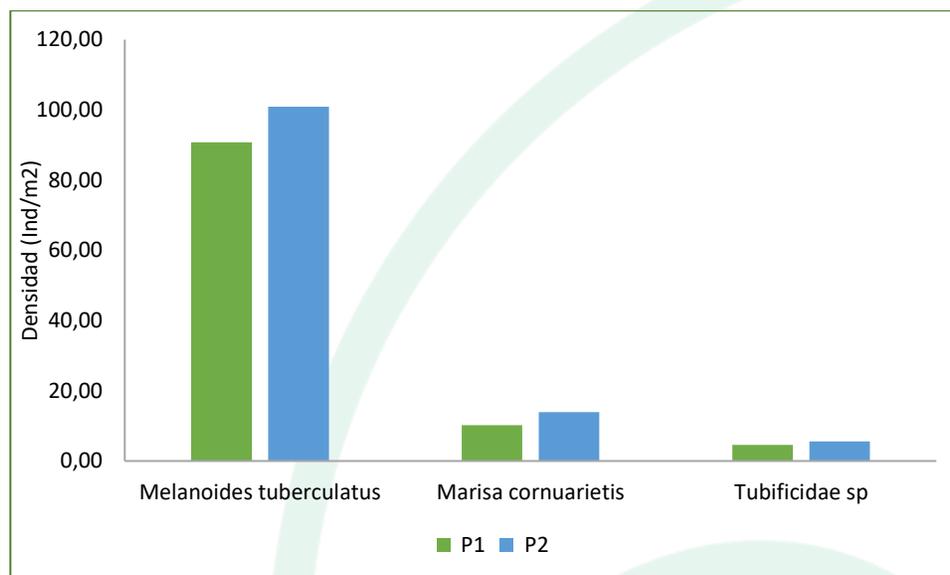


**Figura 139. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Luruaco.**

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

La morfoespecie más abundante fue *M. tuberculatus* con densidades máximas de 90,74 Ind/m<sup>2</sup> y 100,93 Ind/m<sup>2</sup> en P1 y P2 respectivamente (Figura 140). Este gastrópodo muestra una gran adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas, pero su establecimiento exitoso se asocia frecuentemente con ambientes eutróficos según lo señalan Martins-Silva y Barros (2001) y se le ha registrado incluso en cuerpos de agua contaminados por grandes cantidades de excrementos humanos y animales, así como en aguas residuales domésticas (Ndifon y Ukoli, 1989).





**Figura 140. Contribución a la densidad total de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registradas.**

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

### 5.3.1.1.6 ICTIOFAUNA

El ensamblaje de peces de la ciénaga de Luruaco estuvo representado por cuatro especies pertenecientes a tres familias y tres órdenes, que en total presentaron una abundancia de once individuos, que fue dominada por *Mugil cephalus*, con una abundancia de cinco individuos (Tabla 196).

**Tabla 196. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Luruaco diciembre de 2020 - enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
Siluriformes	Ariidae	<i>Notarius bonillai</i> (Miles, 1945)	0	1	0	0
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	1	1	3	0
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	0	0	1	3
		<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	0	0

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



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 377 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

El reducido número de especies y de individuos registrados en la ciénaga de Luruaco puede estar asociado a las limitaciones asociadas al esfuerzo muestral, así como a la selectividad del arte de pesca empleado. Por tal razón no se hacen análisis ecológicos de la estructura del ensamblaje.

*Notarius bonillai* y *Caquetaia kraussii* son especies estenohalinas, mientras que *Mugil cephalus* es eurihalina y *Oreochromis niloticus* es dulceacuícola estuarina. Esta composición de especies puede estar reflejando los efectos que pueden tener las conexiones de este cuerpo de agua con ambientes marino-costeros.

*Oreochromis niloticus* es una especie foránea que ha logrado ser muy exitosas en la cuenca del Magdalena y del Caribe (Gutiérrez, 2006; Gutiérrez-Bonilla y Álvarez-León, 2011), llegando a desplazar a otras especies nativas (Caraballo, 2009).

Es de resaltar la presencia de *Notarius bonillai*. Esta es la única especie dulceacuícola de la familia Ariidae, aunque existen indicios que pueden incursionar en bajas salinidades (Acero y Betancourt-R, 2006). Es una especie rara de la que se cuentan muy pocos registros de la parte alta y media de la cuenca del Magdalena, de allí que Maldonado-Ocampo *et al.* (2008) la listaran sólo para esas partes de la cuenca, y es por tal razón que se encuentra categorizada como una especie En Peligro EN (B1, 2cd) por (Mojica *et al.*, 2012) y por la IUCN (Acero, 1996), e incluida en la Resolución 1912 de 2017 del MADS (MADS, 2017), en donde fue tratada como *Ariopsis sp.* En tal sentido su registro de esta especie para la cuenca baja del Magdalena y de la Cuenca Caribe es de gran importancia.

Todas las especies registradas en la ciénaga, con excepción de *Notarius bonillai*, son de gran importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).



### 5.3.2 Ciénaga de Tocagua.

#### 5.3.2.1 Variables Hidrobiológicas.

##### 5.3.2.1.1 FITOPLANCTON.

La comunidad de fitoplancton en la Ciénaga Tocagua registró unas densidades totales 76583 Ind/L, distribuidas en 21 morfoespecies, 11 familias, ocho (8) órdenes, cinco (5) clases y tres (3) divisiones (**Tabla 197**). La división más diversificada fue las Cyanobacterias (algas verdeazules) con el 52% de las morfoespecies seguido por Euglenozoa con el 29% y con menor diversidad Bacillariophyta (diatomeas) 19%. Las Cyanobacterias se destacan por su amplia distribución y presentar altas tasas de crecimiento y su capacidad para sobrevivir en ambientes en los que compuestos como el carbono y el nitrógeno son limitantes (Comba, 2009). La alta variedad de clorófitas es una condición típica de muchos sistemas tropicales dulceacuícolas, aunque en términos de densidad y biomasa tienden a ser relevadas por otros grupos (Ramírez 2000).

**Tabla 197. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga de Tocagua.**

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp1</i>
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Raphidiopsis sp1</i>
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus armatus bicaudatus</i>
				<i>Scenedesmus ecornis ecornis</i>
				<i>Scenedesmus quadricauda</i>
				<i>Scenedesmus sp1</i>
				<i>Desmodesmus sp1</i>
				<i>Tetrastrum triangulare</i>
				<i>Tetrastrum sp</i>
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina morum</i>
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella sp</i>	



Phyllum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp2</i>
				<i>Navicula sp3</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp1</i>
				<i>Nitzschia graciele</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis sp1</i>
				<i>Phacus sp1</i>
				<i>Phacus sp2</i>
			Euglenaceae	<i>Trachelomonas hispida</i>
				<i>Trachelomonas sp1</i>
				<i>Euglena sp2</i>

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

**Tabla 198. Densidad de las morfoespecies de fitoplancton registradas en la Ciénaga de Tocagua.**

Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Merismopedia sp1</i>	225,15	0
<i>Raphidiopsis sp1</i>	4738,93	0
<i>Desmodesmus armatus bicaudatus</i>	82,43	0
<i>Scenedesmus ecornis ecornis</i>	163,91	38,93
<i>Scenedesmus cuadricauda</i>	0	98,04
<i>Scenedesmus sp1</i>	61,70	0
<i>Desmodesmus sp1</i>	40,51	0
<i>Tetrastrum triangulare</i>	0	38,93
<i>Tetrastrum sp</i>	0	58,87
<i>Pandorina morum</i>	0	196,09
<i>Chlorella sp</i>	1066,86	2781,97
<i>Navicula sp2</i>	4182,65	21476,97
<i>Navicula sp3</i>	349,50	0
<i>Nitzschia sp1</i>	26954,92	13566,24
<i>Nitzschia graciele</i>	102,68	0
<i>Lepocinclis sp1</i>	0	78,58
<i>Phacus sp1</i>	0	19,70
<i>Phacus sp2</i>	20,25	78,34
<i>Trachelomonas hispida</i>	102,21	0



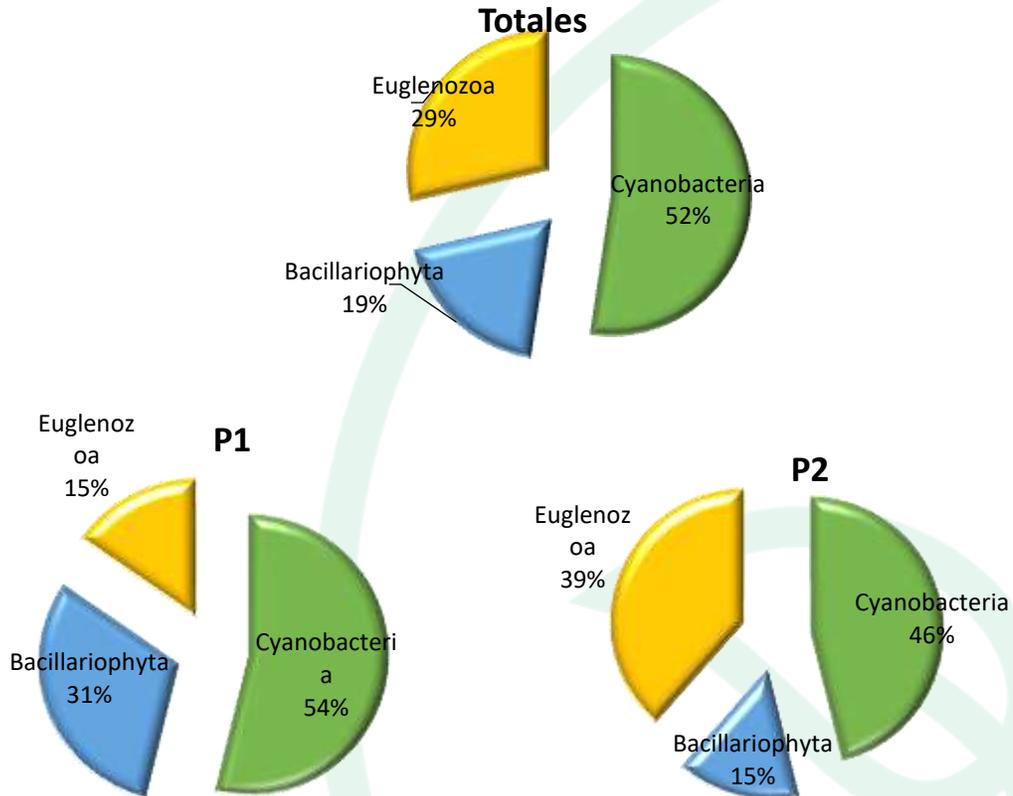
Morfoespecie	P1	P2
	Ind/L	Ind/L
<i>Trachelomonas sp1</i>	0	38,93
<i>Euglena sp2</i>	0	19,70
<b>Total</b>	<b>38092</b>	<b>38491</b>

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

En cuanto a la riqueza específica del fitoplancton en la ciénaga se registraron 13 morfoespecies para cada uno de los puntos de muestreo. En el punto P1 las Cyanobacterias tuvieron la mayor diversidad representada con un 54%, seguida de las Bacillariophyta con un 31% de la riqueza total. Por el contrario, para el punto P2 registro un mayor número de phylum las Cyanobacterias registraron el 46% riqueza total de las morfoespecies seguida de Euglenozoa con el 31% (**Figura 145**).

En cuanto a la densidad del fitoplancton esta osciló entre el 38092 ind/l (P1) y 3849 ind/l (P2), las Bacillariophytas aportaron entre el 82% y el 91% de la densidad total. En el punto P2 las Bacillariophytas aportaron 35043,2 Ind/L, por el contrario, el punto P1 tuvo una menor riqueza y su densidad para este grupo fue de 31589,7 Ind/L; continuo del Phylum Cyanobacteria con 6379,5 Ind/L en el punto P1 y 3212,8 Ind/L en el punto P2. (**Figura 142**).

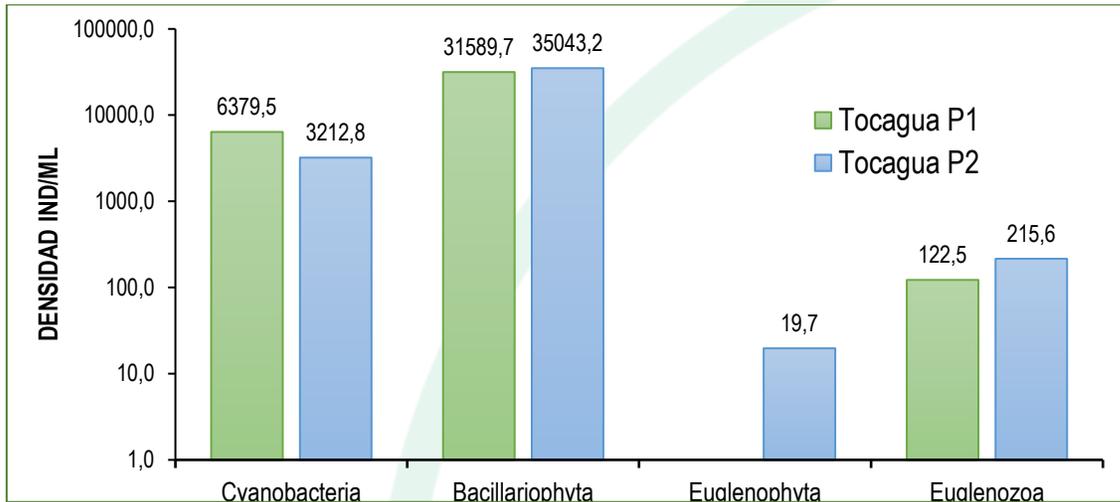




**Figura 141. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del fitoplancton en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020.**

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





**Figura 142. Contribución de las divisiones de fitoplancton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga de Tocagua.**

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

Para ambos puntos las morfoespecies con mayor densidad fueron *Navicula* sp2 (P1= 4182,65 Ind/L) (P2= 21476,97 Ind/L) y *Nitzschia* sp1 (P1= 26954,92 Ind/L) (P2= 13566,24 Ind/L). *Nitzschia* es una diatomea común en sistemas meso a eutróficos (Bellinger & Sigee, 2010) y al igual que *Navicula* es tolerante a contenidos de sedimentos y conductividades altas.

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplancton descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 199**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga de Tocagua presenta una diversidad baja donde ambos puntos de monitoreo tienen la misma riqueza de especies; la equitatividad presentó valores bajos para los dos puntos  $J' 038 - 0,39$ , donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser heterogéneas por lo que el índice de dominancia presentó valores altos  $\lambda 0,44-0,52$ , no existe prevalencia de ciertas especies sobre otras, teniendo en cuenta que para este índice valores cercanos a 0 indican dominancia y cercanos a 1 indican abundancias homogéneas. Respecto a la relación entre riqueza y abundancia se estimó a través del índice de Shannon\_H, la diversidad es baja ya que los valores del índice estuvieron entre los 0,9 - 1,01 bits/individuos, el índice de Margalef indicó una diversidad baja dado que sus valores fueron



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 383 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.

**Tabla 199. Índices ecológicos para el fitoplancton en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020. Densidad (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	13	38084	0,3939	1,01	0,5292	0,4708	1,138
P2	13	38483	0,3856	0,989	0,4408	0,5592	1,137

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

### 5.3.2.1.2 ZOOPLANCTON

Para la ciénaga de Tocagua, la comunidad zooplanctónica se estructuró a partir de 43 morfoespecies, pertenecientes a 15 familias, de cinco (5) órdenes, cuatro (4) Clases y cuatro (4) Phylum, como se observa en la **Tabla 200**. El Phylum Rotifera contribuyó con un mayor número de taxa (36 morfoespecies, 83,7 % de la riqueza total), seguido por los aportes de Amoebozoa y Ciliophora (3 morfoespecies, 7,0 % cada uno) y Arthropoda (1 morfoespecies, 2,3 %), como se observa en la **Figura 143**.

La distribución espacial de la riqueza presentó el mismo comportamiento que la generalidad, con predominio de rotíferos con 28 y 24 morfoespecies (P1 y P2 respectivamente), seguido por los Amoebozoa, con 2 morfoespecies en cada punto (5,9 y 7,4 % respectivamente), por los Arthropoda con 1 morfoespecie por punto de muestreo (2,9 y 3,7 % respectivamente) y por último los ciliados, presentes solo en el P1, con 3 morfoespecies (8,8 %). Como se ha indicado reiteradamente, la importancia ecológica de estos organismos radica en varios puntos, el primero, corto tiempo de generación y tasa alta de renovación poblacional, transfieren materia desde las bacterias hasta los consumidores, tanto plantónicos como vertebrados y también en que son muy susceptibles a los cambios físico y químicos en el ambiente (Nogrady *et al.* 1993 En: Zoppi de Roa y Pardo, 2003), por lo que los cambios en la estructura y composición de su comunidad los convierten en buenos indicadores de la calidad del agua.



**Tabla 200. Clasificación taxonómica y densidad del zooplancton registrado en la ciénaga Tocagua, en diciembre de 2020.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo		
					P1	P2	
Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia acutissima</i>	3,75	0	
				<i>Diffugia spp</i>	7,50	7,90	
			Nebelidae	<i>Nebela lageniformis</i>	0	7,68	
Arthropoda	Maxillopoda	Maxillopoda ND	Maxillopoda ND	Morfoespecie Larva Nauplio	96,25	19,00	
Ciliophora	Ciliata	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella sp 2</i>	15,40	0	
				<i>Vorticella sp 3</i>	15,40	0	
				<i>Vorticella spp</i>	3,85	0	
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Ptygura sp 2</i>	3,75	0	
			Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>	5,73	5,85	
				<i>Filinia terminalis</i>	0	0	
				<i>Horaella spp</i>	11,55	3,95	
				<i>Trochosphaera sp 2</i>	3,85	0	
				<i>Trochosphaera spp</i>	0	3,80	
			Ploima	Brachionidae	<i>Anuraeopsis fissa</i>	0	11,40
					<i>Anuraeopsis navicula navicula</i>	3,75	3,80
					<i>Anuraeopsis spp</i>	15,15	19,30
					<i>Brachionus angularis</i>	47,43	42,85
		<i>Brachionus calyciflorus</i>			0	19,00	
		<i>Brachionus caudatus</i>			20,83	13,38	
		<i>Brachionus dimidiatus</i>			11,55	3,88	
		<i>Brachionus falcatus</i>			0	3,80	
		<i>Brachionus havanaensis</i>			188,50	109,13	
		<i>Brachionus mirux f. angustus</i>			63,75	0	
		<i>Brachionus plicatilis</i>			11,40	0	
		<i>Brachionus sp 3</i>			0	11,40	
		<i>Keratella americana</i>			66,38	61,03	
		<i>Keratella spp</i>			69,30	0	
		<i>Keratella tropica</i>			58,18	53,20	
		Epiphanidae			<i>Epiphanes spp</i>	9,48	19,00
		Gastropodidae			<i>Gastropus hytopus</i>	3,75	0
			<i>Gastropus sp 2</i>	0	0		
		Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	3,75	3,95		
			<i>Lecane spp</i>	15,25	3,88		
		Lepadellidae	<i>Colurella uncinata</i>	3,85	0		
<i>Lepadella punctata</i>	3,85		0				
<i>Lepadella romboides</i>	3,75		7,90				
Notommatidae	<i>Monommata sp</i>	3,85	13,38				
Proalidae	<i>Proales sp</i>	3,75	19,00				
	<i>Proalinopsis spp</i>	0	3,95				



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	FO-PO-PSM-74-01
		09/11/2020
		Versión: 01
		Página 385 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de muestreo	
					P1	P2
			Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>	19,05	15,35
			Trichocercidae	<i>Trichocerca cilindrica</i>	26,55	11,40
				<i>Trichocerca sp 2</i>	3,75	0
				<i>Trichocerca spp</i>	7,55	0

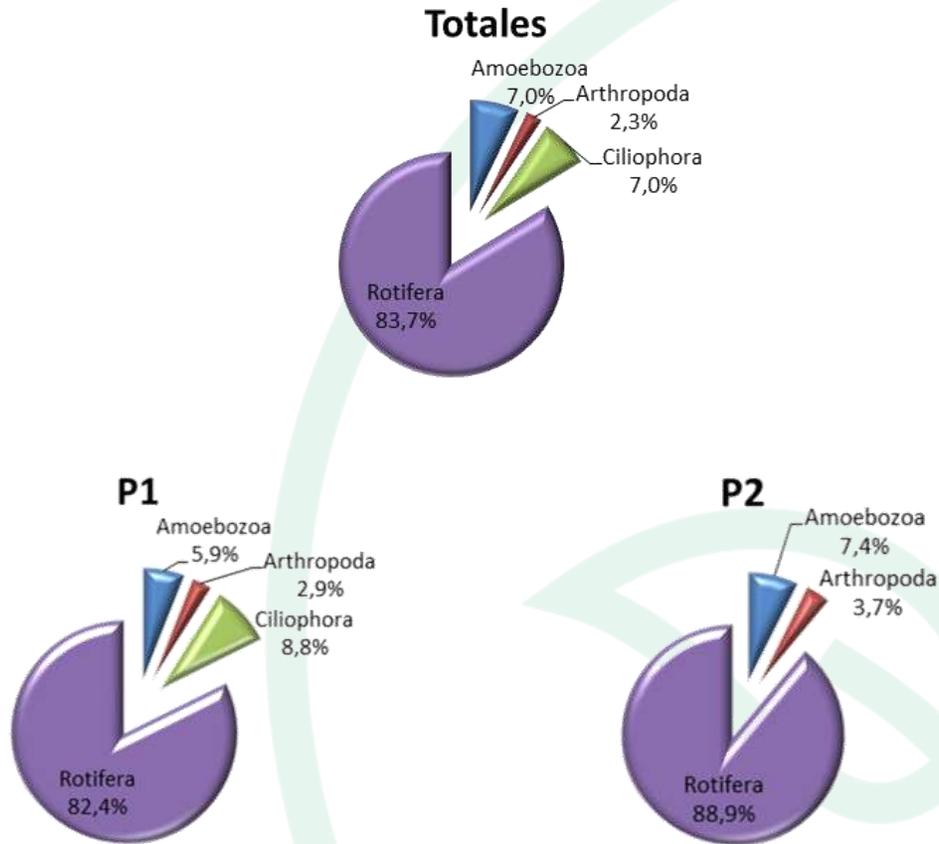
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Al realizar el análisis de la abundancia se evidenció que el Phylum Rotifera presentó la mayor abundancia con 1152,8 Ind/L, lo que representó el 86,7 % de la abundancia total, seguido por los Arthropoda con 115,3 Ind/L (8,7 %), Ciliophora con 34,7 Ind/L (2,6 %) y Amoebozoa con 26,8 Ind/L (2 %), como se observa en la **Figura 144**.

Al observar la distribución espacial de la abundancia se evidenció un comportamiento similar al de la generalidad, con mayor proporción de Rotifera tanto en el Punto 1 (82,9 %, 689,3 Ind/L) como en el Punto 2 (93,1 %, 463,6 Ind/L)), seguido por Arthropoda con aportes del 11,6 y 3,8 %, correspondientes a 96,3 y 19,0 Ind/L, en los P1 y P2 respectivamente, observándose bajas proporciones de Ciliophora (P1 = 4,2 %) y Amoebozoa (P1= 1,4 % y P2 = 3,1 %), como se observa en la **Figura 144**

El comportamiento anterior es indicador de la presencia de aguas eutrofizadas en todos los puntos monitoreados, ya que los rotíferos son bioindicadores de eutrofia y estratificación (Pinilla, 2000).

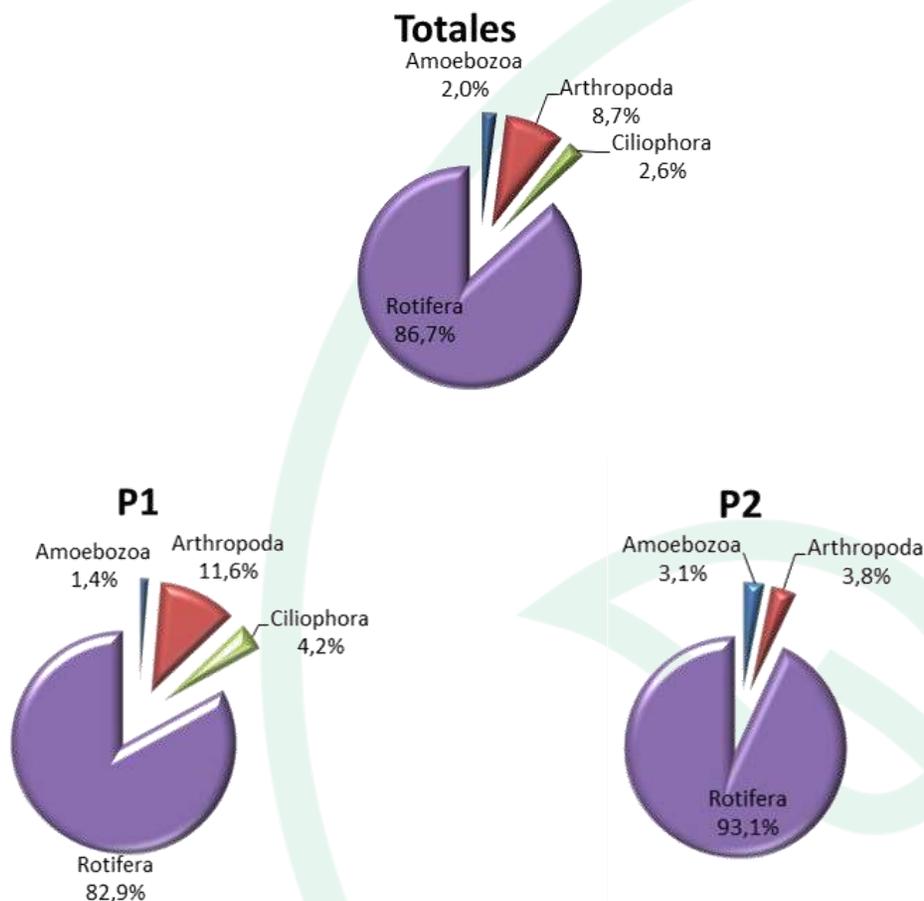




**Figura 143. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Tocagua, en diciembre de 2020.**

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





**Figura 144. Abundancia Total y distribución de la abundancia específica, por Phylum del zooplancton en la ciénaga Tocagua, en diciembre de 2020.**

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

Al calcular los índices ecológicos, se determinó que la estructura de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga de Tocagua presenta una diversidad medio-alta en los dos sitios de muestreo, siendo mayor en el Punto 1 ( $H' (\log_e) = 2,792$ ), igualmente el índice de diversidad de Simpson, demostró diversidad alta en los dos puntos de monitoreo, siendo mayor en el Punto 2 (0,907) como se observa en la **Tabla 201**. Por su parte, el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), demostró que la estructura desde la distribución de las abundancias tiende a la uniformidad o equidad alta, siendo mayor en el P2 (0,842); mientras que la estructura, desde el punto de vista de la dominancia, permitió evidenciar que los dos puntos presentan dominancia baja, siendo menor en el Punto 2 (0,093).



**Tabla 201. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga Tocagua en diciembre de 2020. Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )**

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H'(loge)	H' (log10)	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )
P1	34	831,4	0,792	2,792	1,212	0,096	0,904
P2	27	498,2	0,842	2,775	1,205	0,093	0,907

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

### 5.3.2.1.3 PERIFITON

La comunidad de perifiton en la Ciénaga Tocagua registró en total 3401 individuos, distribuidos en 16 morfoespecies, 10 familias, nueve (9) órdenes, cuatro (4) clases y tres (3) divisiones (Tabla 202). La división más diversificada fue las Cyanobacterias (algas verdeazules) con el 39% de las morfoespecies seguida por las Bacillariophyta (diatomeas) con el 33% y Chlorophyta (Algas verdes) con el 28% de la riqueza en el sistema. Las Cyanobacterias se destacan por su amplia distribución y presentar altas tasas de crecimiento y su capacidad para sobrevivir en ambientes en los que compuestos como el carbono y el nitrógeno son limitantes (Comba, 2009)

**Tabla 202. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de perifiton registradas en la Ciénaga Tocagua.**

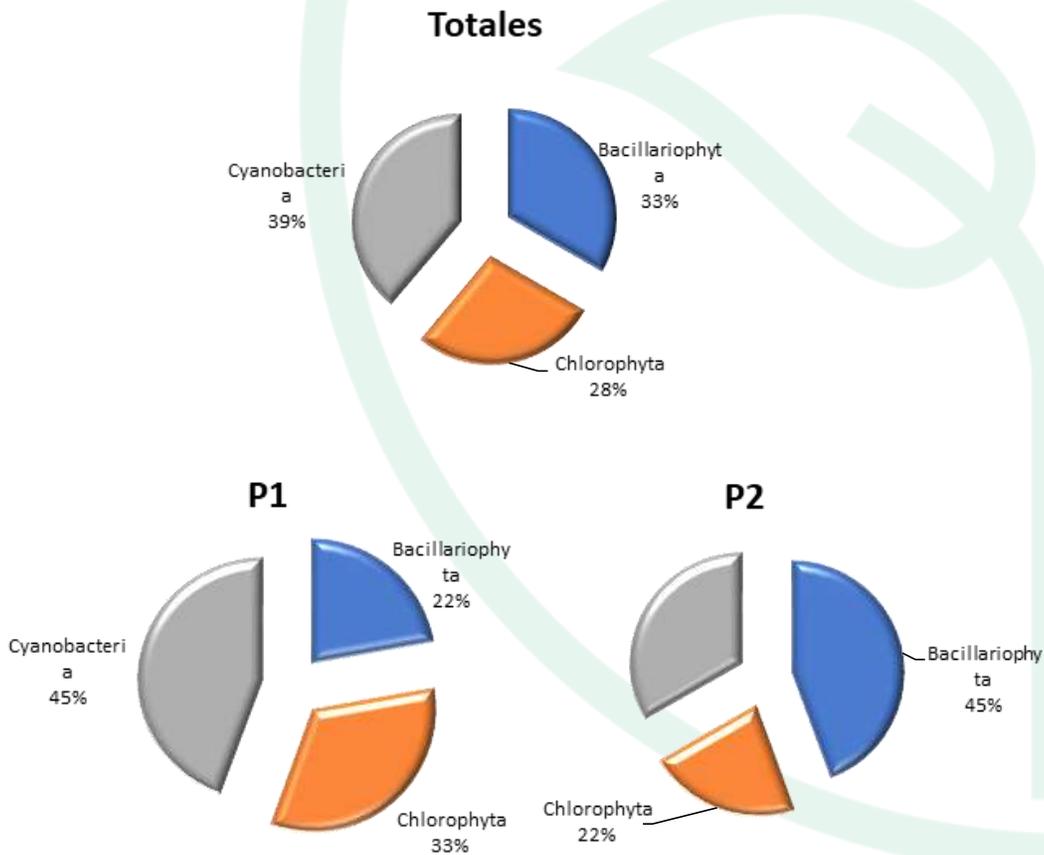
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
					Ind/cm <sup>2</sup>	Ind/cm <sup>2</sup>
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria limosa</i>	0,0	615,2
				<i>Oscillatoria sp1</i>	702,7	70,3
				<i>Oscillatoria sp3</i>	40,5	0,0
				<i>Lyngbya sp</i>	113,5	0,0
				<i>Phormidium sp</i>	1391,3	0,0
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp1</i>	0,0	21,4
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp2</i>	34,9	0,0
				<i>Desmodesmus sp1</i>	26,1	0,0
	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp1</i>	1049,7	381,3	
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp2</i>	0,0	229,7
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Navicula sp1</i>	0,0	7015,5
				<i>Nitzschia sp1</i>	7528,9	0,0
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>	0,0	226,9
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>	527,2	0,0
			Cymbellaceae	<i>Cymbella sp1</i>	0,0	3085,1



	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp1</i>	0,0	4736,3
<b>TOTAL</b>				<b>11414,7</b>	<b>16381,6</b>

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

En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza y sus divisiones fueron diferentes. En el punto P1 las Cyanobacterias tuvieron la mayor diversidad representadas con un 45%, seguida de las Chlorophyta con un 33% y por ultimo las Bacillariophyta con un 22% de la riqueza total. Por el contrario, para el punto P2 las diatomeas registraron el 45% riqueza total de las morfoespecies seguida de Cyanobacterias con el 33% y por ultimo las Chlorophyta con 22% (**Figura 145**).

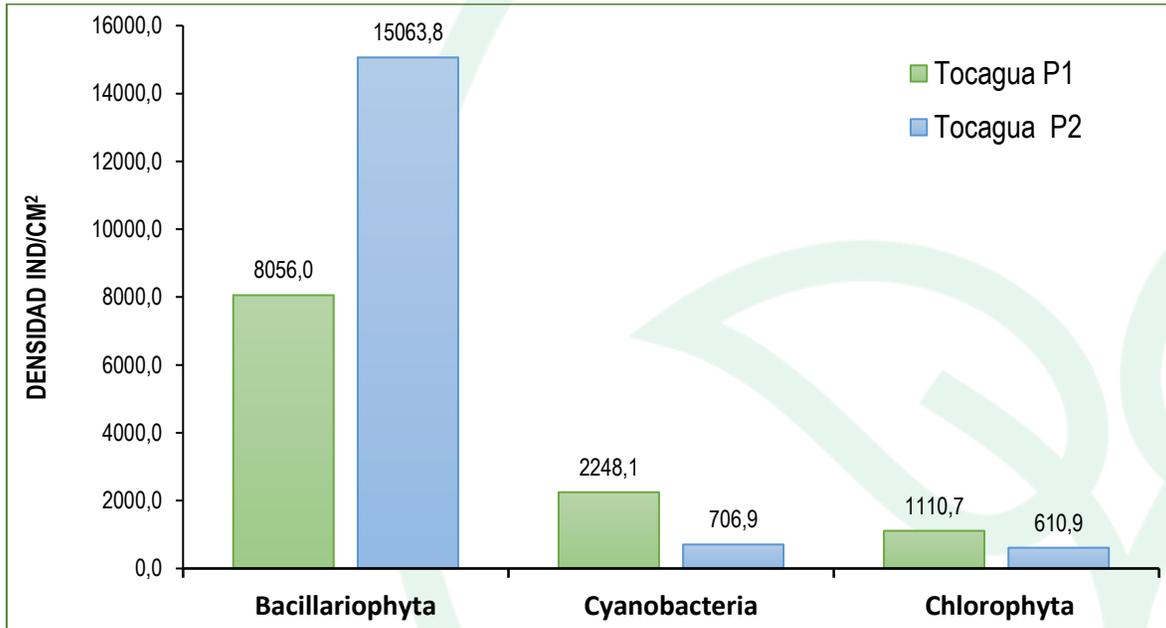


**Figura 145. Riqueza Total y distribución de la riqueza específica, por división del perifiton en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020.**

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



La mayor densidad del perifiton se presentó en P2 con 16381,6 Ind/cm<sup>2</sup> en P1 fue menor con 11414.7 Ind/cm<sup>2</sup>. El grupo Bacillariophyta fue el de mayor densidad, donde el punto P2 tuvo una mayor densidad de 15063,8 Ind/cm<sup>2</sup>, por el contrario, el punto P1 tuvo una menor riqueza y su densidad para este grupo fue de 8056 ind/cm<sup>2</sup>; continuo del Phylum Cyanobacteria con 2248.1 Ind/cm<sup>2</sup> en el punto P1 y 706.9 Ind/cm<sup>2</sup> en el punto P2. (**Figura 146**).



**Figura 146. Contribución de las divisiones de perifiton a la densidad en los puntos de muestreo de la ciénaga Tocagua.**

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

En el punto P1 las morfoespecies más abundantes fueron *Nitzschia sp1* (9714 ind/cm<sup>2</sup>) y *Phormidium sp.* Esta última productora de cianotoxinas, siendo una de las Cyanobacterias más abundantes y predominantes (Rivera & Gomez, 2010); Los sistemas leníticos presentan un fitoperifiton poco diverso, dominado por la Cyanobacteria *Phormidium sp* asociada a un aumento en las concentraciones nutrientes especialmente de nitrato. En el punto P2 la morfoespecie más representativa fueron *Navicula sp1* (7015.5 ind/cm<sup>2</sup>) y *Synedra sp1* (4736.3 Ind/cm<sup>2</sup>), estas relacionadas con condiciones meso y eutróficas (Roldán y Ramírez, 2008). Según Sarmiento & Ruiz,



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 391 de 437
OT 4523-3		H-428 Versión Inf. 00

2018 el genero Navicula puede estar asociado a las altas concentraciones de nitratos y fosfatos en las estaciones.

En cuanto a la estructura de la comunidad perifítica descrita a través de los índices ecológicos en la **Tabla 203**, los valores sugieren que el ensamblaje registrado en la ciénaga de Tocagua presenta una diversidad baja donde ambos puntos de monitoreo tienen la misma riqueza de especies; la equitatividad presentó valores altos para los dos puntos, donde las densidades de las morfoespecies tienden a ser uniformes por lo que el índice de dominancia presentó valores bajos no existe prevalencia de ciertas especies sobre otras, el índice de Margalef indicó una diversidad baja dado que sus valores fueron inferiores a 2, según Margalef (1995) 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.

**Tabla 203. Índices ecológicos para el perifiton en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020. Abundancia (N), Equidad (J'), diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia ( $\lambda$ ) y diversidad de Simpson (1- $\lambda$ ), Índice de Margalef (d).**

Puntos de muestreo	Taxa	N	J'	H'	Dominancia ( $\lambda$ )	Diversidad de Simpson (1- $\lambda$ )	d
P1	9	11414,7	0,5287	1,162	0,465	0,535	1,11
P2	9	16381,6	0,6374	1,4	0,3042	0,6958	1,049

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



#### 5.3.2.1.4 MACROFITAS

Se registraron cuatro especies de macrófitas acuáticas en la ciénaga de Tocagua, pertenecientes a cuatro familias y tres órdenes (**Tabla 204**).

**Tabla 204. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020 - enero de 2021. Biotipos: Acropleustophita (AC), Helophyta (He) y Mesopleustophyta (Me).**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Biotipo
Tracheophyta	Magnoliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus articulatus</i>	He
			Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	He
		Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	AC
		Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	He

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

Con valores cercanos de cobertura, dos especies, *Cyperus articulatus* y *Typha domingensis*, dominaron en la ciénaga de Tocagua, cada una en puntos distintos. *C. articulatus*, que fue la única presente en el punto 1 de muestreo, es una especie nativa típica de las ciénagas de la región (Contrés-Castillo y Rangel-Ch, 2015), mientras que *Typha domingensis* es una especie exótica enraizada emergente que tiene la capacidad de establecerse y formar poblaciones a partir de unos pocos individuos (Cardenas-López *et al.*, 2017); y a pesar que suele resultar una molestia para los sistemas agrícolas porque suele taponar canales (Posada y López, 2011), es importante como refugio y alimento para una amplia variedad de animales, además recoge el limo, estabilizando las orillas de los ríos y evitando las inundaciones (Cardenas-López *et al.*, 2017), además es muy eficaz en la filtración del agua y la mitigación de aguas contaminadas, sin embargo, también puede reducir la diversidad y el hábitat de las aves (Bufford y González, 2002).

En la **Tabla 205** se presenta los porcentajes de cobertura de las macrofitas en los puntos de muestreo, aquí se observa que en el punto P1 la especie *Cyperus articulatus* fue la dominante con el 100% de la cobertura, en el punto P2 *Typha* sp fue la de mayor dominancia con el 96,8% de la cobertura (**Tabla 205**).



Entre las otras dos especies mucho menos dominantes se encuentra *Pistia stratiotes* (1,4% de cobertura), cuyo carácter exótico y de alto potencial invasor.

**Tabla 205. Porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas acuáticas registradas en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020 - enero de 2021**

Especie	P1			P2		
	día 1	día 2	Promedio del % cobertura	día 1	día 2	Promedio del % cobertura
<i>Cyperus articulatus</i>	100	100	100	0	0	0
<i>Typha sp</i>	0	0	0	96,8	97	96,8
<i>Pistia stratiotes</i>	0	0	0	1,6	1,2	1,4
<i>Mimosa pudica</i>	0	0	0	1,6	2	1,8

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

#### 5.3.2.1.5 MACROINVERTEBRADOS

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua estuvo constituida por cuatro (4) morfoespecies, vinculadas a dos (2) divisiones, tres (3) clases, cuatro (4) órdenes e igual número de familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra enlistada en la **Tabla 206**.

**Tabla 206. Clasificación taxonómica y densidad de macroinvertebrados bentónicos observadas en la ciénaga de Tocagua.**

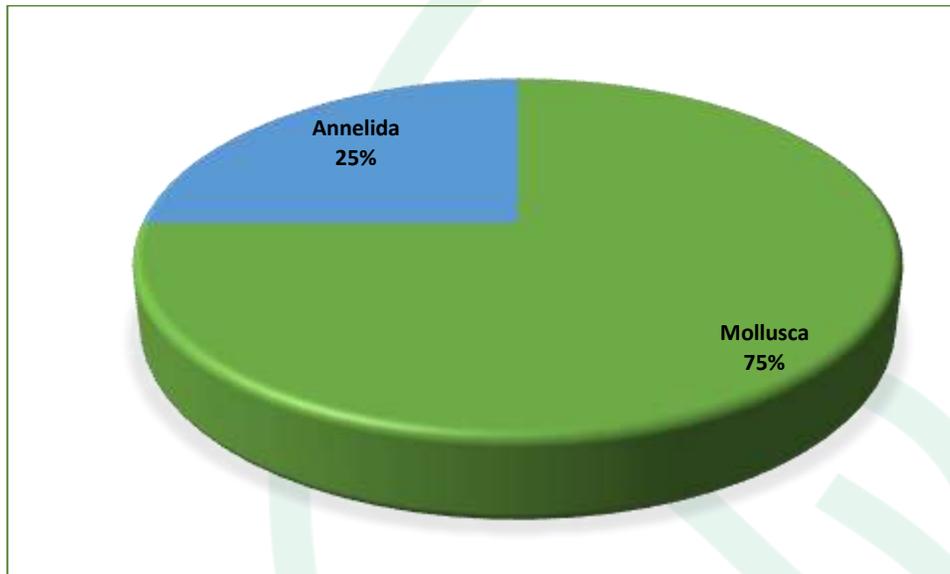
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Mollusca	Bivalvia	Nuculida	Nucolidae	<i>Nuculidae sp</i>	114,81	183,33
	Gastropoda	Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Hydrobiidae sp1</i>	9,26	5,56
		Basommatophora	Planorbidae	<i>Planorbidae sp</i>	366,67	350,00
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Tubificidae</i>	<i>Tubificidae sp</i>	5,56	3,70
Total (Ind/m <sup>2</sup> )					496,30	542,59

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

La división Mollusca obtuvo la mayor representatividad específica, correspondiéndole el 75% de las morfoespecies registradas; mientras que Annelida obtuvo el 25% restante (**Figura 147**). Sharma y Rawat (2009) indican que los miembros de Mollusca alcanzan su mayor éxito en aguas duras con enriquecimiento orgánico, condiciones que son predominantes en la ciénaga debido a que es foco de vertimientos que aportan aguas servidas de los barrios y municipios cercanos. La división Annelida, si bien está relacionada con carga orgánica y niveles bajos de oxígeno (Roldán y Ramírez,



2008) registró aportes bajos lo que puede atender en gran medida a la capacidad de agregación que tienen los moluscos y su baja tasa de movilidad que facilita una mayor oportunidad de encuentro.

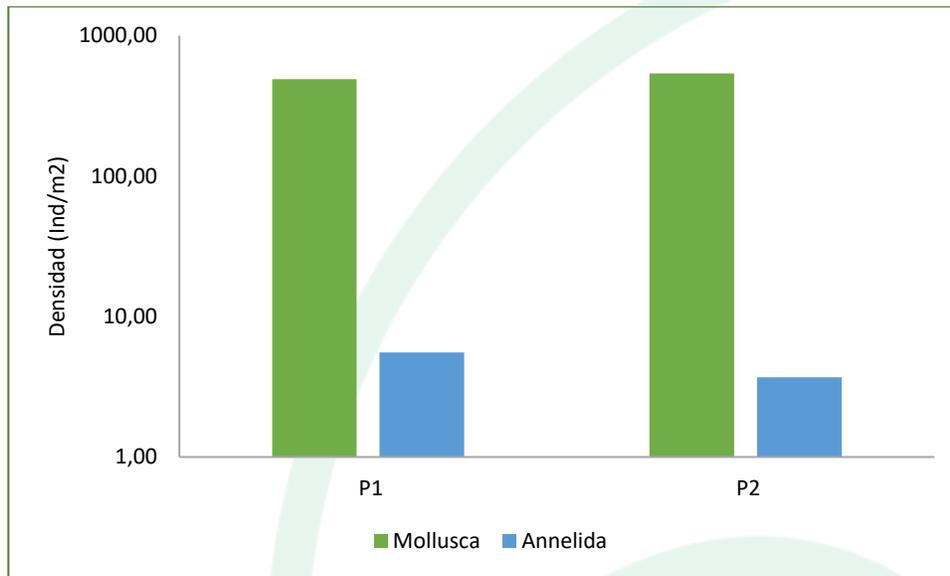


**Figura 147. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Tocagua.**

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

La división Mollusca mantuvo su dominancia en los dos puntos muestreados, aunque sus aportes fueron ligeramente mayores en P2, donde registro 538,89 Ind/m<sup>2</sup>; la división Annelida presentó densidades bajas e inferiores a 5,56 Ind/m<sup>2</sup>, los valores más altos se observaron en P1 (**Figura 148**).



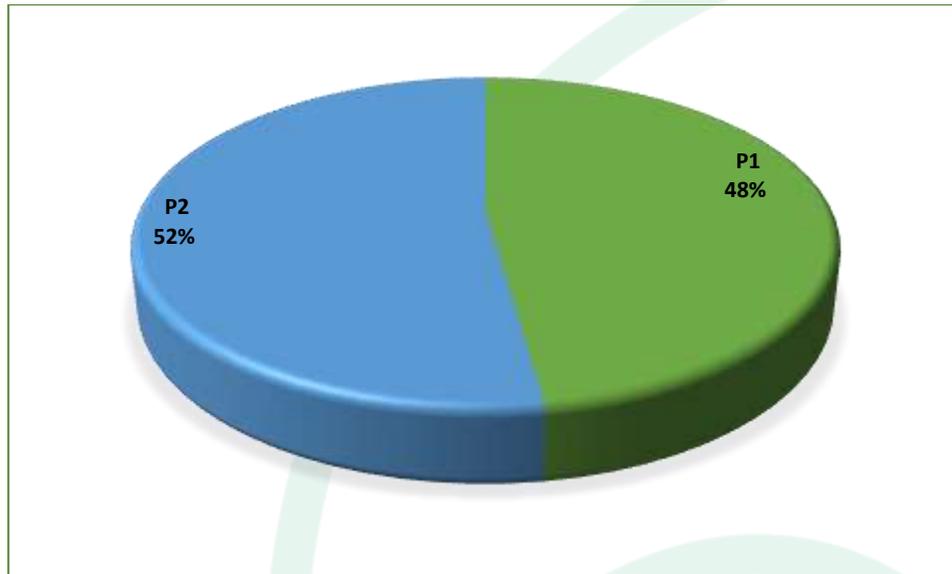


**Figura 148. Representatividad específica de las divisiones bentónicas en la ciénaga de Tocagua por punto de monitoreo.**

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

La densidad total presentó valores moderados, y su distribución a nivel espacial no presentó mayor variación ya que las contribuciones de los dos puntos de monitoreo fueron bastante cercanas, siendo ligeramente más alta, la registrada en P2 (52%) (**Figura 149**). Estos diferenciales en densidad entre los puntos muestreados se encuentran explicados por los aportes de la morfoespecie *Nuculidae* sp, los cuales fueron ligeramente más altos en P2.



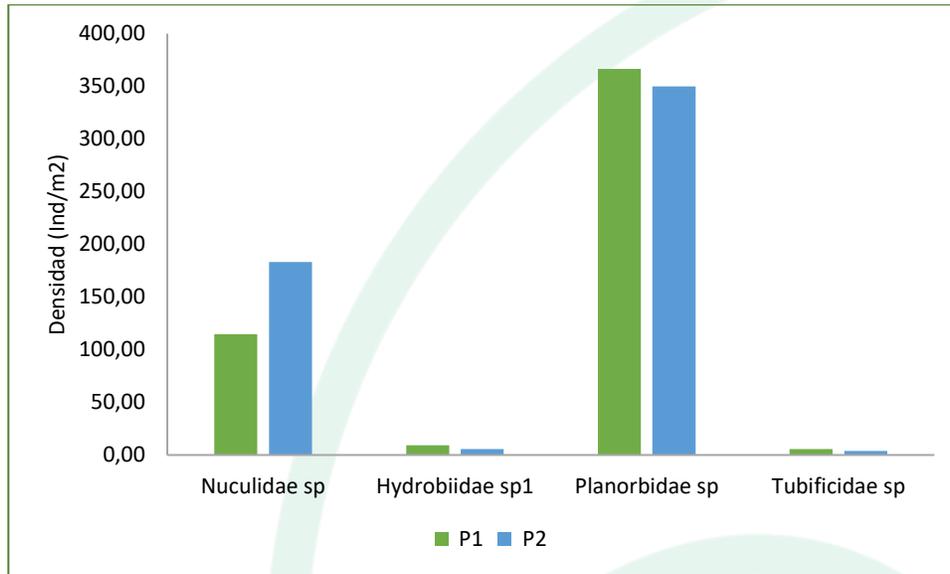


**Figura 149. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Tocagua.**

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

La morfoespecie más abundante fue *Planorbidae* sp (**Figura 150**) con densidades máximas de 366,67 Ind/m<sup>2</sup> y 350,00 Ind/m<sup>2</sup> en P1 y P2 respectivamente. Los gastrópodos de esta familia, son el grupo más diverso de caracoles pulmonados dulceacuícolas, con presencia en todos los continentes e islas del planeta. Generalmente se encuentran asociados a macrófitas acuáticas, entre las raíces, tallos y ramas o entre la hojarasca y rocas de cuerpos de agua poco profundos, que pueden soportar condiciones desfavorables como aguas contaminadas (Baker, 1945). Esta familia reviste particular importancia sanitaria, por cuanto diversas especies son huéspedes intermediarios de gusanos que causan la esquistosomiasis, enfermedad crónica que afecta a humanos y bovinos. En Colombia se registran de manera preliminar 13 especies, agrupadas en seis géneros (Lasso *et al.*, 2019)





**Figura 150. Contribución porcentual de la densidad total por punto de monitoreo de la comunidad bentónica registrada en la ciénaga de Tocagua.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

#### 5.3.2.1.6 ICTIOFAUNA

La ictiofauna en la ciénaga de Tocagua sólo estuvo representada por la especie *Oreochromis niloticus*, con una abundancia de dieciocho individuos (Tabla 207).

**Tabla 207. Clasificación taxonómica de los peces, Número de individuos registrados en la ciénaga de Tocagua en diciembre de 2020 - enero de 2021.**

Orden	Familia	Especie	Día 1 N° de individuos		Día 2 N° de individuos	
			P1	P2	P1	P2
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	1	3	8	6

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

Es inadecuado sacar conclusiones ecológicas o ambientales a partir de estos resultados ya que pueden ser el producto de un efecto de la selectividad del arte de pesca empleado y/o del esfuerzo de muestreo realizado. No obstante, puede resultar alarmante que la única especie registrada en la ciénaga de Tocagua sea *Oreochromis niloticus*, debido a que es una especie foránea que ha logrado ser muy exitosa en la cuenca del Magdalena y del Caribe, en donde ha tenido un impacto negativo



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 398 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

sobre las demás especies (Gutiérrez, 2006; Gutiérrez-Bonilla y Álvarez-León, 2011), llegando a desplazar a otras especies nativas (Caraballo, 2009). *Oreochromis niloticus* es de gran importancia pesquera comercial (Barreto, 2017).



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 399 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

## 6. CONCLUSIONES

Tras la toma de muestras y el análisis de las comunidades hidrobiológicas, se puede concluir lo siguiente:

### 6.1 Cuenca del Río Magdalena

#### 6.1.1 Ciénaga de Mesolandía

La comunidad del fitoplancton obtuvo una diversidad baja representada por 22 morfoespecies registradas para este sistema, siendo la división más diversificada Euglenozoa, pero con mayor densidad de especies el grupo de Cyanobacterias, la mayor riqueza específica fue para el punto P2.

En cuanto al zooplancton presentó 43 morfoespecies, propias de ecosistemas lenticos eutrofizados, con un predominio de riqueza y abundancia de especies pertenecientes al Phylum Rotifera en todos los puntos de muestreo; así mismo, se evidenció que la estructura de la comunidad en los puntos evaluados indica la presencia una comunidad cuya diversidad es medio-alta, con abundancias uniformes y poco dominantes; siendo reflejo de la homogeneidad de las masas de agua.

En el caso del perifiton en la ciénaga de Mesolandía tuvo una diversidad baja representada por seis morfoespecies registradas para este sistema, siendo la división más diversificada las diatomeas y Cyanobacterias, la mayor riqueza específica fue para el punto P2.

Los macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga estuvo representada por nueve (9) morfoespecies, el phyla Mollusca agrupó el 78% de las morfoespecies. A nivel espacial, se observó el mismo patrón de dominancia de la división Mollusca en cada uno de los puntos de muestreos. En el punto P1 se registró una mayor densidad (4424Ind/m<sup>2</sup> aportada principalmente por los moluscos donde alcanzó una densidad promedio de 4387,04 Ind/m<sup>2</sup>. Las morfoespecies más abundantes



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 400 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

fueron *Melanoides tuberculatus* y *Hydrobiidae sp*, especies asociadas a aguas con bajo oxígeno y presencia de materia orgánica.

Las macrófita presenta un dominio producido por la *Eichhornia crassipes*, esta especie exótica tiene una mayor reputación como especie invasora capaz de originar drásticos cambios ecológicos negativos. Panorama que, sumado a los antecedentes de contaminación y otros factores de origen antrópico, resulta preocupante y finalizando con la ictiofauna es dulceacícola y su diversidad fue baja y dominada por tres especies de la familia Cichlidae, de las cuales dos son especies exóticas a las que se les ha reconocido un fuerte impacto sobre las poblaciones de las especies nativas de la cuenca del Magdalena y la cuenca Caribe. La especie nativa de esta familia, *Caquetaia kraussii*, fue la especie más abundante. La composición de las especies reportadas sugiere que esta ciénaga puede ser una despensa importante de recursos pesqueros.

### 6.1.2 Ciénaga de Malambo

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica de fue relativamente baja teniendo 20 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Euglenozoa, Chlorophyta y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza. El punto P2 obtuvo el mayor número de especies en este sistema. El grupo de las Cyanobacterias tuvo la mayor densidad; el enriquecimiento de nutrientes provenientes de actividades antrópicas cerca del cuerpo de agua favorece a las Cyanobacterias, pudiendo haber floraciones de diferentes especies en cualquier época del año.

La diversidad y densidades de la comunidad perifítica de la ciénaga Malambo fue relativamente baja teniendo 14 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza. El punto P2 obtuvo el mayor número de especies en este sistema. Se registraron morfoespecies relacionados con sedimentos y conductividad altos como *Oscillatoria sp*.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 401 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

presenta una comunidad zooplanctónica propia de ecosistemas lenticos eutrofizados, compuesta por 47 morfoespecies, las cuales mayores riquezas y abundancias de especies pertenecientes al Phylum Rotifera en todos los puntos de muestreo; además se evidenció que, la estructura en la comunidad una diversidad medio-alta, en los puntos de muestreo; mientras que las abundancias en los dos puntos demostraron comunidades uniformes con equidad alta en el Punto 1 y medio alta en el Punto 2, así como de dominancias bajas; lo que puede ser reflejo de la tendencia a la heterogeneidad espacial de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga, con posibles presiones en las inmediaciones del Punto 2.

La composición de los macroinvertebrados en la ciénaga estuvo compuesta por (7) morfoespecies, el phyla Mollusca agrupó el 72% del total de morfoespecies, en menor proporción. La densidad fue de 925,9 y 1194,4Ind/m<sup>2</sup> para P1 y P2 respectivamente y Mollusca fue la de mayor abundancia en los puntos de muestreo. Las morfoespecies más abundantes fueron *Nuculidae sp*, *Hydrabiidae sp1* y *Chironomidae sp* (Artrópoda), la presencia de estos grupos indica aguas alcalinas con presencia de materia orgánica.

Las macrófitas acuáticas están compuestas por dos especies exóticas fuertemente invasivas y perjudiciales; una de ellas mucho más dominante que la otra (*Eichhornia crassipes*), lo que concuerda con la posibilidad de que las ciénagas de Mesolandia, El Convento y de Malambo compartan una dinámica ecológica respecto de sus macrófitas y sus condiciones ambientales en general. Lo que amerita su vigilancia.

La ictiofauna registrada tiene una diversidad muy baja. Las dos especies que la constituyen son nativas y típicas dulceacuícolas.

La presencia de *Brycon labiatus* en la ciénaga de Malambo constituye un dato muy interesante para el conocimiento de la biodiversidad de la región, debido a que se trata de una especie que no ha estado presente en los registros de la biodiversidad por mucho tiempo. No obstante, ese registro debe ser estudiado con más detalle, porque puede deberse a una identificación errónea provocada



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 402 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

por el efecto que los posibles bajos valores de oxígeno pueden causar al aspecto de las especies del género Brycon. Y de ser así se hablaría más bien de un ecosistema en crisis.

### 6.1.3 Ciénaga de Sabanagrande

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica de la ciénaga Sabanagrande fue alta teniendo 31 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Euglenozoa, Chlorophyta y Cyanobacteria los grupos con mayor riqueza sin embargo las diatomeas tuvieron la mayor densidad. El punto P1 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.

La diversidad y densidad de la comunidad Perifítica de la ciénaga Sabanagrande fue moderada teniendo 19 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza. El punto P2 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.

La Ciénaga Sabanagrande presenta una comunidad zooplanctónica conformada por 57 morfoespecies propias de ecosistemas lenticos eutrofizados, con predominio de riqueza y abundancia de especies pertenecientes al Phylum Rotifera en todos los puntos de muestreo, se destaca que en el Punto 2, los Amoebozoa contribuyeron con una proporción considerable (36,1 %); igualmente se evidenció que, la estructura de la comunidad en los puntos evaluados indicó una comunidad con diversidad medio-alta, abundancias distribuidas de manera uniforme o de equidad alta y dominancias bajas; lo que puede ser reflejo de la homogeneidad de las aguas y por ende, de la homogeneidad de la comunidad zooplanctónica, en la ciénaga.

Los macroinvertebrados bentónicos estuvieron representados por siete (7) morfoespecies, agrupados a dos (2) phylum. La división Mollusca aportó la mayor riqueza con el 71% de especies. La densidad osciló entre 361,1 Ind/m<sup>2</sup> (P1) y 222,2 Ind/m<sup>2</sup> (P2) con mayor presencia de la morfoespecie *Chironomidae* sp (Artrópodo) en cada uno de los puntos de muestreo, también se destacaron *Curculionidae* sp y *Planorbidae* sp, la abundante presencia de Chironomidos están asociados a aguas con bajos niveles de oxígeno y presencia de materia orgánica.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 403 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

Las macrófitas acuáticas de la ciénaga de Sabanagrande están compuestas por dos especies exóticas de gran potencial invasor y de generación de impactos ecológicos negativos: *Eichhornia crassipes* y *Ipomoea aquatica*.

Aunque el porcentaje de cobertura total de macrófitas en la ciénaga aún no es tan alto, es importante que se mantenga la atención en la dinámica de estas dos especies en la ciénaga.

La ictiofauna registrada en la ciénaga de Sabanagrande fue poco diversa y abundante. Las especies registradas son nativas, dulceacuícolas y son parte de las especies más representativas de los ambientes cenagosos de la cuencas media y baja del río Magdalena, siendo también unas de las especies más importantes para la pesca en la región.

La presencia de *Prochilodus magdalenae*, una especie migratoria y vulnerable, pone de manifiesto la importancia ecológica de este cuerpo de agua.

#### **6.1.4 Ciénaga de Santo tomas**

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica de la ciénaga Santo tomas fue baja teniendo 19 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Euglenozoa, Cyanobacterias y Chlorophyta los grupos con mayor riqueza. Ambos puntos tuvieron riqueza de especies similares en este sistema.

La diversidad y densidad de la comunidad Perifítica de la ciénaga Santo tomas fue moderada teniendo 22 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y algas verdes los grupos con mayor riqueza. El punto P1 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.

La Ciénaga Santo Tomás presenta una comunidad zooplanctónica propia de ecosistemas lenticos eutrofizados, conformada por 45 morfoespecies, las cuales presentaron predominio de riqueza y



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
	OT 4523-3	Versión: 01
		Página 404 de 437 H-428 Versión Inf. 00

abundancia de especies pertenecientes al Phylum Rotifera en todos los puntos de muestreo; igualmente se evidenció que, la estructura de la comunidad en los puntos evaluados indicó una comunidad con diversidades medio-alta, abundancias que indican una comunidad medianamente uniforme o equidad medio alta y dominancias bajas; lo que puede ser reflejo de la homogeneidad de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga.

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Santo Tomás, estuvo conformada por nueve (9) morfoespecies, de ellas el 56% son moluscos, por su parte Arthropoda y Annelida registraron el 48% restante en proporciones iguales.

La densidad en cada estación fue de 74 Ind/m<sup>2</sup> en P1 la morfoespecie más abundantes fue *M.tuberculatus* (Mollusca) con una densidad de 40,74 Ind/m<sup>2</sup> para P2 la morfoespecie *Naididae* sp (Annelida) fue la más abundante con 42,59 Ind/m<sup>2</sup>, en general la presencia de las morfoespecies en la ciénaga se asocian a aguas poco oxigenadas y eutróficas.

El número de especies de macrófitas acuáticas de la ciénaga de Santo Tomas fue el más alto de los registrados para los otros cuerpos de analizados en este documento. No obstante, más de la mitad de esas especies son especies exóticas muy invasivas y perjudiciales, estando entre ellas las dos especies más dominantes; *I. aquatica* y *E. crassipes*.

En consideración de lo anterior y de que la cobertura total de macrófitas es de casi el 30% del tamaño total de la ciénaga, se debe fijar la atención en los cambios de la cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga.

La diversidad y abundancia de peces registradas en la ciénaga de Santo Tomas es muy baja. Aunque se espera que por la composición de especies observada, exista una diversidad mayor. Las especies registradas son dulceacuícolas, nativas y de importancia pesquera.

La presencia de *Prochilodus magdalenae*, una especie migratoria y vulnerable, le otorga importancia ecológica de este cuerpo de agua.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 405 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

### 6.1.5 Ciénaga El Convento

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica de la ciénaga el convento fue baja teniendo 12 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Euglenozoa y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza. Ambos puntos tuvieron riqueza de especies similares en este sistema.

La diversidad y densidades de la comunidad Perifítica de la ciénaga el convento fue baja teniendo siete morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza. El punto P1 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.

La Ciénaga El Convento presenta una comunidad zooplanctónica integrada por 40 morfoespecies, con organismos propios de ecosistemas lenticos eutrofizados, con predominio de riqueza y abundancia de especies pertenecientes al Phylum Rotifera en todos los puntos de muestreo; igualmente se evidenció que, la estructura de la comunidad en los puntos evaluados indicó una comunidad con diversidad alta, abundancias que indica la uniformidad de la comunidad o equidad alta, mientras que la dominancia fue baja; lo que puede ser reflejo de la homogeneidad de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga.

La comunidad bentónica en la ciénaga El convento estuvo constituida por seis (6) morfoespecies, vinculadas a tres (3) phylum, Mollusca, Annelida y Arthropoda. La división Mollusca agrupó la riqueza con el 72% de las especies seguida por Annelida. Los puntos de muestreo registraron cada uno seis especie. La densidad osciló entre 427,7 Ind/m<sup>2</sup> (P1) y 519,4 Ind/m<sup>2</sup> (P4), con dominancia de los moluscos en los puntos de muestreo de la ciénaga, en especial por el mayor aporte de organismo de la morfoespecie Hydrobiidae sp1 294,4 Ind/m<sup>2</sup> en P1 y 302,7 Ind/m<sup>2</sup> en P2.

Espacialmente, la composición por punto de monitoreo no registró variaciones significativas, ya que Mollusca continuó con su patrón de dominancia, siendo más representativo en P2 con 405,56 Ind/m<sup>2</sup>; Arthropoda registró contribuciones similares en los dos puntos de monitoreo, mientras que Annelida fue más abundante en P2 con 55,56 Ind/m<sup>2</sup>, seguidas por las morfoespecies *Planorbidae* sp y el *Chironomidae*. En general las especies están asociadas aguas alcalinas bajas de oxígeno y presencia de materia orgánica.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 406 de 437
	<b>OT 4523-3</b>	H-428 Versión Inf. 00

En la ciénaga el Convento se presenta la misma situación que en la ciénaga de Mesolandia, en donde las macrófitas acuáticas son monoespecíficas, siendo del dominio de la especie exótica y fuertemente invasora: *Eichhornia crassipes*.

Se sugiere que la fuerte vinculación de esta ciénaga con la de Mesolandia y de Malambo, en lo que se conoce como Complejo Cenagoso de Malambo puede estar haciendo que las macrófitas acuáticas de las tres ciénagas compartan la misma dinámica ecológica.

La diversidad de la ciénaga El Convento fue baja y dominada por tres especies de la familia Cichlidae, de las cuales dos son especies exóticas a las que se les ha reconocido un fuerte impacto sobre las poblaciones de las especies nativas de la cuenca del Magdalena y la cuenca Caribe. La especie nativa de esta familia, *Caquetaia kraussii*, fue la especie más abundante. La presencia de *Prochilodus magdalenae*, una especie migratoria y vulnerable, pone de manifiesto la importancia ecológica de este cuerpo de agua. La composición de las especies reportadas sugiere que esta ciénaga puede ser una despensa importante de recursos pesqueros.

### 6.1.6 Ciénaga El Uvero

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica de la ciénaga Uvero fue baja teniendo 13 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Euglenozoa y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza, sin embargo, el grupo de las Cyanobacterias tuvo la mayor densidad, el predominio de las Cyanobacterias en muchos de los ecosistemas acuáticos es una respuesta del ambiente a la eutroficación cultural. El punto P2 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.

La diversidad y densidades de la comunidad Perifítica de la ciénaga Uvero fue moderada teniendo 22 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza. El punto P2 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 407 de 437
	<b>OT 4523-3</b>	H-428 Versión Inf. 00

La Ciénaga Uvero presenta una comunidad zooplanctónica propia de ecosistemas lenticos eutrofizados, de las 29 morfoespecies observadas se evidenció el predominio de riqueza de especies con predominio de riqueza y abundancia de especies pertenecientes al Phylum Rotifera seguida por Arthropoda; en todos los puntos de muestreo, igualmente se evidenció que, la estructura de la comunidad en los puntos evaluados presentó diversidad medio-ata, según el índice de Shannon-Wiener y altas según el índice de Simpson; la estructura indicó equidad medio-alta en el Punto 1 y alta en el Punto 2, mientras que la dominancia fue baja en los dos puntos monitoreados; esto puede ser reflejo de la homogeneidad espacial de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga con una comunidad más estable en el Punto 1.

La comunidad de macroinvertebrados en la ciénaga el Uvero estuvo constituida por cuatro (4) morfoespecies agrupados en dos (2) Phylum; Mollusca y Arthropoda. Cada uno de los puntos de muestreo registró cuatro morfoespecies donde el 75% pertenecen a los Mollusca. La densidad osciló entre 25 Ind/m<sup>2</sup> (P1) y 27,7 Ind/m<sup>2</sup> (P2) con mayor aporte a la densidad de *Polymosoda sp* en los puntos de muestreo de la ciénaga, en general la mayoría de morfoespecies están asociadas a aguas alcalinas con presencia de materia orgánica.

En la ciénaga El Uvero las macrófitas acuáticas son mono-específicas, siendo del dominio de la especie exótica y fuertemente invasora: *Eichhornia crassipes*.

Aunque con un valor bajo en comparación con lo esperado para estos ecosistemas, la riqueza de especies de peces de la ciénaga El Uvero es la más alta de las registrada en este estudio para otros cuerpos de agua. Siendo de resaltar también que es el cuerpo de agua que presenta menos desarrollo urbano en sus inmediaciones.

Entre sus especies se encuentran cuatro especies con hábitos migratorios y una de ellas está categorizada como especie en estado vulnerable de conservación, por lo que esta ciénaga juega un rol ecológico importante. Además, todas las especies registradas son de importancia comercial, lo que le otorga importancia socioeconómica a la ciénaga.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 408 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

### 6.1.7 Ciénaga La Luisa

La diversidad y densidad de la comunidad Perifítica de la ciénaga La luisa fue baja teniendo 13 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza estas indican procesos de eutrofización. El punto P1 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.

La Ciénaga La Luisa presenta una comunidad zooplanctónica integrada por 44 morfoespecies, propia de ecosistemas lenticos eutrofizados, con predominio de riqueza y abundancia de especies pertenecientes al Phylum Rotifera en todos los puntos de muestreo; igualmente se evidenció que, en los puntos evaluados, la estructura de la comunidad demostró mayor diversidad en el Punto 2 (diversidad alta) que en el punto 1 (diversidad medio-alta), así mismo se observaron marcadas diferencias espaciales en la estructura de la población, con equidades medias en el Punto 2 y altas en el Punto 1; igualmente la dominancia baja en el P1 ( $\lambda = 0,082$ ) y dominancia medio-baja en el P2 ( $\lambda = 0,274$ ).; lo que puede ser reflejo de la heterogeneidad de las aguas en la ciénaga, con posibles alteraciones en las inmediaciones del Punto 2.

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica de la ciénaga La luisa fue baja teniendo 28 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Bacillariophyta, Euglenozoa y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza estas indican procesos de eutrofización. La mayor densidad la presento el grupo de las diatomeas los cuales son tolerantes a condiciones de mineralización, contaminación orgánica y sólidos suspendidos; Ambos puntos tuvieron riqueza de especies similares en este sistema.

Los macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga la Luisa, estuvo conformada por seis (6) morfoespecies, distribuidas en dos (2) Phylum-, Mollusca y Arthropoda. El Phyla Mollusca agrupó la mayor riqueza con el 67% y los Arthropoda el 33%. El punto de muestreo P1 registro la menor riqueza con tres morfoespecies, en cuanto a la densidad esta fue baja con 51,8 Ind/m<sup>2</sup> la morfoespecie *Chironomidae* sp fue las más abundante con 42,5 Ind/m<sup>2</sup> el punto P2 fue la de mayor riqueza con cinco morfoespecies y mayor densidad 62,9 Ind/m<sup>2</sup>, con mayor densidad del molusco



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 409 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

*Pomacea sp* con 40,7 Ind/m<sup>2</sup> la presencia de estas dos morfoespecies son indicadores de ambientes alterados (*Pomacea sp*) y se asocian a ambientes con condiciones de anoxia y alta carga orgánica (*Chironomidae sp*).

La cienega se caracterizó por tener una dominancia total de la especie exótica invasora *Eichhornia crassipes*, la ciénaga La Luisa se encuentra en situación de cuidado que debe monitorearse.

En la ciénaga la Luisa no se lograron registros de peces. Las razones deben ser estudiadas con más detalle en estudios posteriores diseñados para tal fin, pero es detener en cuenta la presión originada por las actividades antrópicas en sus inmediaciones.

### 6.1.8 Ciénaga el Manatí

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica de la ciénaga El Manatí fue baja para los puntos de monitoreo teniendo 18 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Euglenozoa y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza esta última indica procesos de eutrofización. El punto P2 tuvo la mayor riqueza sin embargo el punto P1 tuvo la mayor densidad de especies en este sistema. Esta mayor densidad de Cyanobacterias en aguas eutroficadas puede deberse a uno o varios factores, dentro de los cuales cabe mencionar la capacidad que tienen, las Cyanobacterias en general, para desarrollarse en ambientes con bajas concentraciones de dióxido de carbono; condiciones que se dan en aguas que poseen altas densidades de algas producto del enriquecimiento de nutrientes.

La diversidad y densidad de la comunidad Perifítica de la ciénaga Manati fue baja para los puntos de monitoreo teniendo 14 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y algas verdes los grupos con mayor riqueza. El punto P2 obtuvo el mayor riqueza y densidad de especies en este sistema.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 410 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

La Ciénaga Manatí presenta una comunidad zooplanctónica propia de ecosistemas lenticos eutrofizados, con 31 morfoespecies que mostraron el predominio de riqueza de especies pertenecientes al Phylum Rotifera, seguido de Arthropoda en todos los puntos de muestreo, mientras que las mayores abundancias correspondieron a los organismos pertenecientes al Phylum Arthropoda seguido por los Amoebozoa en todos los puntos evaluados; igualmente se evidenció que, la estructura de la comunidad de los puntos de muestreo, evaluada con el índice de diversidad de Shannon-Wiener indicó diversidades medio-altas, mientras que con el índice de Simpson las diversidades fueron altas; por otra parte, la estructura de las abundancias demostraron tendencia a la uniformidad, con una equidad medio-alta, así como dominancias bajas en los dos sitios de muestreo; lo que puede ser reflejo de homogeneidad de la comunidad en la ciénaga.

Los macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Manatí, estuvo conformada por dos (2) morfoespecies, distribuidas en una (1) Phylum (Mollusca). En los dos puntos de muestreo se registraron las mismas morfoespecies; *Hydrobiidae* sp1 y *Marisa cornuarietis*. La densidad en los puntos osciló entre 22,2 Ind/m<sup>2</sup> (P2) con mayor abundancia de la especie *Hydrobiidae* sp1 y 16,6 Ind/m<sup>2</sup> (P1) y la morfoespecie *Marisa cornuarietis* con la mayor densidad.

La ciénaga Manatí se registra la dominancia de dos especies exóticas *E. crassipes* y *Pistia stratiotes* con alto potencial invasivo y de impacto negativo ecológico.

Al igual que lo observado en las ciénagas La Larga y Paraiso, la ictiofauna de la ciénaga Manatí es monoespecífica. Un nivel tan crítico de la diversidad podría asociarse a un estado de degradación preocupante de la ciénaga asociado quizá a la presión originada por las actividades antrópicas en sus inmediaciones; no obstante, la presencia de la especie registrada puede sugerir la existencia de una mayor riqueza íctica, ya que esta especie se alimenta principalmente de otros peces.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 411 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

### 6.1.9 Ciénaga El paraíso

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica de la ciénaga el paraíso fue moderada teniendo 18 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Euglenozoa y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza. El punto P1 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.

La diversidad y densidad de la comunidad Perifítica de la ciénaga el paraíso fue baja teniendo 13 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza. El punto P2 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.

La Ciénaga Paraíso presenta una comunidad zooplanctónica propia de ecosistemas lentos eutrofizados y ambientes con bajos niveles de oxígeno; de las 24 morfoespecies observadas se evidenció el predominio de riqueza de especies pertenecientes al Phylum Rotifera y mayores abundancias de Arthropoda y Amoebozoa en los puntos monitoreados; igualmente se evidenció que, la estructura de la comunidad demuestra diversidades una diversidad medio-alta en los dos puntos, evaluada con el índice de Shannon-Wiener y medio-alta en el Punto 1 y alta en el Punto 2 al ser evaluada con el índice de Simpson; por su parte, la equidad fue medio-alta en los dos sitios evaluados, mientras que la dominancia fue baja en el Punto 2 y medio-baja en el Punto 1; lo que puede ser reflejo de la tendencia a la heterogeneidad espacial de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga, con posibles presiones en las inmediaciones del Punto 1.

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga el Paraíso estuvo representada por la especie *M. cornuarietis* (*Mollusca*) el cual estuvo presente en los puntos de muestreo, la densidad osciló entre 7,41 Ind/m<sup>2</sup> (P1) y 3,7 Ind/m<sup>2</sup> (p2) la presencia de esta especie se relaciona con alta concentración de materia orgánica en el sistema.

Las macrófitas de la ciénaga Paraíso, aunque incluyen a la amenazante *Eichhornia crassipes*, que ocupa la mayor cobertura en la ciénaga, seguida de *Mimosa pudica* como segunda especie con mayor cobertura, además presentan una mayor variedad de especies nativas que dominan con su cobertura.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 412 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

Al igual que lo observado en la ciénaga La Larga, la ictiofauna de la ciénaga Paraiso es monoespecífica. Un nivel tan crítico de la diversidad podría asociarse a un estado de degradación preocupante de la ciénaga asociado quizá a la presión originada por las actividades antrópicas en sus inmediaciones; no obstante, la presencia de la especie registrada puede sugerir la existencia de una mayor riqueza íctica, ya que esta especie se alimenta principalmente de otros peces.

### 6.1.10 Rio magdalena

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica del rio magdalena fue alta teniendo 43 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Euglenozoa, Cyanobacterias y Chlorophyta los grupos con mayor riqueza estas indican procesos de eutrofización, la mayor densidad fue para el grupo de Cyanobacterias. El punto P3 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.

La diversidad y densidad de la comunidad Perifítica del rio magdalena fue baja teniendo 12 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza estas indican procesos de eutrofización. El punto P2 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.

El zooplancton en los puntos de muestreo del río presentó 12 morfoespecies, con un predominio de riqueza y abundancia de especies pertenecientes al Phylum Rotifera en los puntos de muestreo. La mayor riqueza y abundancia se presentó en la zona media (P2) atribuida principalmente por los aportes del conjunto lagunar, la menor riqueza y abundancia se registró en la parte baja (P3) esto como consecuencia de la alta turbiedad de las aguas que se presentan en esta zona del río; así mismo, se evidenció que la estructura de la comunidad en los puntos evaluados indica la presencia una comunidad cuya diversidad es medio-baja, con abundancias uniformes y poco dominantes; siendo reflejo de la homogeneidad de las masas de agua.

En los puntos de muestreo no se obtuvieron muestras de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo, es muy posible que la profundidad y velocidad de la corriente no permitieron



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 413 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

la obtención de las muestras. En cuanto a las macrofitas estas estuvieron ausentes un factor determinante fue la velocidad de la corriente que no permite el establecimiento de las macrofitas en las orillas del río.

No se registraron macrofitas acuáticas en los puntos de monitoero en el río esto como consecuencia de las fuertes corrientes y profundidad existente que no permite el establecimiento de este tipo de vegetación.

En cuanto a la Ictiofauna la metodología utilizada no fue la adecuada, ya que este sistema requiere de mas paciencia y otros medios de captura de la fauna ictica.

## 6.2 Cuenca Litoral

### 6.2.1 Ciénaga de Manatíes

La comunidad fitoplanctónica de ciénaga Manaties está representada por tres grupos principales: Bacillariophyta, Cianobacteria y Dinophyta, siendo las Bacillariophyta las dominantes con más del 79% de la riqueza, la densidad fitoplanctónica fue de 9412,5 ind/ con mayor abundancia de las Bacillariophyta y las morfoespecies de mayor densidad fueron *Pseudanabaena sp*, *Leptolyngbyaceae sp* (Cyanobacterias) y las morfoespecies del genero *Navicula* y *Nitzschia*.

La diversidad y densidad de la comunidad Perifítica de la ciénaga Manaties fue baja para el punto de monitoreo teniendo siete morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza estas indican procesos de eutrofización.

La Ciénaga Los Manatíes se presenta una comunidad zooplanctónica propia de ecosistemas lenticos eutrofizados, integrada por 19 morfoespecies, las cuales presentaron predominio de riqueza y abundancia de especies pertenecientes al Phylum Rotifera y Arthropoda; igualmente se evidenció



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 414 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

que, la estructura de la comunidad presenta una diversidad media, con abundancias medianamente uniformes y dominancias bajas; lo que puede ser reflejo de un ecosistema que responde a los cambios sucesionales.

Los macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga Los Manatíes están representada por tres (3) morfoespecies vinculadas a dos (2) Phylum; Mollusca y Annelida. La división Annelida agrupo el 67% de las morfoespecies. La densidad fue de 290,7 Ind/m<sup>2</sup> y la morfoespecie más abundante fue *Arenicolidae* sp con 262,9 Ind/m<sup>2</sup>. La diversidad y abundancia de la ictiofauna de la ciénaga de Manatíes fueron muy bajas. Sus dos únicas especies son nativas y pertenecen a una única familia que es principalmente marino-estuarina. Una de esas especies es *Mugil liza*, la cual es una especie migrante que se encuentra en estado de vulnerabilidad, lo que le da mayor importancia a esta ciénaga.

### 6.2.2 Ciénaga del Totumo

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica de la ciénaga Totumo fue baja para los puntos de monitoreo teniendo 15 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Cyanobacterias y algas verdes los grupos con mayor riqueza. El punto P2 tuvo la mayor riqueza sin embargo el punto P1 tuvo la mayor densidad de especies en este sistema.

La diversidad y densidad de la comunidad Perifítica de la ciénaga Totumo fue baja para los puntos de monitoreo teniendo 13 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y algas verdes los grupos con mayor riqueza. El punto P1 obtuvo la mayor riqueza y densidad de especies en este sistema.

La Ciénaga Totumo presenta una comunidad zooplanctónica propia de ecosistemas lenticos eutrofizados, dicha comunidad se encuentra integrada por 48 morfoespecies, en las cuales se observó el predominio de riqueza y abundancia de las especies pertenecientes al Phylum Rotifera en todos los puntos de muestreo; igualmente se evidenció que, la estructura de la comunidad en



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 415 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

los puntos evaluados indicó una comunidad con diversidad alta, con equidad medio-alta y dominancia baja; lo que puede ser reflejo de la homogeneidad de las aguas en la ciénaga.

La comunidad de macroinvertebrados en la ciénaga del Totumo se caracterizó por presentar un bajo número de morfoespecies con cuatro (4) agrupado en dos (2) Phylum; Mollusca y Arthropoda. Los Molluscos aportaron el 75% de las morfoespecies, en cuanto a la riqueza por punto de muestreo este registró cuatro morfoespecies para cada una respectivamente. La densidad fue de 1894,4 Ind/m<sup>2</sup> (P1) y 1779,6 Ind/m<sup>2</sup> con mayor aporte de la especie Hydrobiidae para cada uno de puntos de muestreo, seguida por la morfoespecie *M.tuberculatus*.

La cobertura total de macrófitas acuáticas en la ciénaga del Totumo estuvo dominada por la morfoespecie *Ipomea sp1* seguida de *Thypha sp*. No obstante, todas sus especies son exóticas con un alto potencial invasor. Por tal razón debe mantener atención a sus cambios.

La diversidad y abundancia de la ictiofauna de la ciénaga del Totumo fueron muy bajas. Sus dos únicas especies son nativas y dulceacuícolas.

En esta ciénaga resaltó la marcada dominancia de *Andinoiacara latifrons* sobre *Caquetaia kraussii*, especies que en las demás ciénagas mostro un patrón dominante.

## 6.3 Cuenca Canal del Dique.

### 6.3.1 Embalse del Guájaro

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica del embalse del Guajaro fue moderada para ciertos puntos de monitoreo teniendo 35 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Cyanobacterias Y Chlorophyta los grupos con mayor riqueza las primeras indican procesos de eutrofización. El punto P2 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 416 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

La diversidad y densidad de la comunidad Perifítica del embalse del Guájaro fue relativamente alta para ciertos puntos de monitoreo teniendo 32 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza estas indican procesos de eutrofización. El punto P2 y P3 obtuvo el mayor número de especies en este sistema.

El Embalse del Guájaro presenta una comunidad zooplanctónica propia de ecosistemas lenticos eutrofizados, con predominio de riqueza de especies pertenecientes a los Phylum Rotifera y Arthropoda; igualmente los Phylum con abundancia predominante correspondieron a Arthropoda (Puntos 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 8) y Rotifera (Puntos 4 y 9). Esto permitió evidenciar diferencias en la estructura de la comunidad presentado áreas con diversidad media (puntos 1, 5, 7, 8 y 9), mientras que los puntos restantes presentaron mayor diversidad (diversidad media-alta); igualmente la sectorización fue mayor el evaluar la estructura con el índice de equidad, evidenciándose tres grupos, Punto 9 con equidades medias, Puntos 3 y 4 con equidades altas y los puntos restantes con equidades medio-altas; así mismo la sectorización fue diferente con el índice de dominancia, observándose dos grupos, uno con dominancias medio-bajas al que pertenecieron los puntos P5, P7 y P9 y otro con dominancias bajas, al cual pertenecieron los puntos restantes; estos cambios espaciales pueden ser el reflejo de alteraciones puntuales sobre estos sectores, que pueden estar influyendo en la comunidad zooplanctónica.

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el embalse, estuvo conformada por seis (6) morfoespecies, distribuidas en dos (2) Phylum: Mollusca y Arthropoda, la mayor riqueza de especies se encuentra en el phyla Mollusca con el 83% de la riqueza total, siendo dominante en cada uno de los puntos de muestreo. Los puntos de muestreo con mayor número de morfoespecies fueron: P1, P2, P6 y P9 con cuatro morfoespecies cada uno, mientras que P4 presentó la menor riqueza con dos morfoespecies.

La densidad osciló entre 83,3 Ind/m<sup>2</sup> (P5) y 571,30 Ind/m<sup>2</sup> (P9). Las morfoespecies más abundantes fueron *M.tuberculatus* e *Hydrobiidae* sp1 con densidades máximas de 427,78 Ind/m<sup>2</sup> y 129,63 Ind/m<sup>2</sup> en P9; mientras que la menos representativa fue *Chironomidae* sp



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 417 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

La cobertura de total de las macrófitas es bajo y por tanto no preocupante. No obstante, la presencia y dominancia de especies exóticas en especie *E. Crassipes* que pueden generar problemas ecológicos hace necesaria la vigilancia de los cambios de sus coberturas.

La diversidad y la abundancia de la ictiofauna del Embalse del Guajaro fueron bajas. Las especies registradas son principalmente dulceacuícolas, aunque incluye especies con cierta afinidad por los ambientes estuartinos, lo que sugiere la conexión ecológica del embalse con otros ecosistemas costeros o la existencia de condiciones propias que ofrezcan condiciones para esas especies.

Al igual que en la ciénaga de Luruaco, es de resaltar en esta ciénaga la presencia de *Notarius bonillai* especie amenazada que no cuenta con registros en la región hasta el momento, lo cual constituye un hito en el conocimiento de la biodiversidad de la región, dándole mayor importancia a esta ciénaga por el rol que puede estar cumpliendo en el sostenimiento de la especie. Esto se refuerza con la presencia de *Plagioscion magdalenae*, especie migratoria que se encuentra casi amenazada.

### 6.3.2 Ciénaga el Luruaco

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica de la ciénaga el Luruaco fue baja para los puntos de monitoreo teniendo 22 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Euglenozoa, Chlorophyta y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza, este último indica procesos de eutrofización. El punto P1 obtuvo la mayor abundancia y densidad de especies en este sistema.

La diversidad y densidad de la comunidad Perifítica de la ciénaga el Luruaco fue baja para los puntos de monitoreo teniendo 14 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza estas indican procesos de eutrofización. Ambos puntos tuvieron la misma riqueza de especies sin embargo El punto P2 obtuvo el mayor abundancia y densidad de especies en este sistema.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 418 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

La Ciénaga Luruaco presenta una comunidad zooplanctónica integrada por 47 morfoespecies, con organismos propios de ecosistemas lenticos eutrofizados, con predominio de riqueza y abundancia de especies pertenecientes al Phylum Rotifera en todos los puntos de muestreo; igualmente se evidenció que, la estructura de la comunidad en los puntos evaluados indicó una comunidad con diversidad media a medio-alta en los puntos 1 y 2 respectivamente, con equidades media y medio-alta y dominancias bajas; estas diferencias entre los puntos de muestreo pueden ser reflejo de la heterogeneidad espacial de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga.

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Luruaco estuvieron representados por tres (3) morfoespecies distribuidas en dos (2) phylum: Mollusca y Annelida. Mollusca agrupó el 67% de las morfoespecies. Cada uno de los puntos de muestreo registró tres morfoespecies; *Melanoides tuberculatus*, *Marisa cornuarietis* y *Tubificidae sp.*

La densidad osciló entre 105,5 Ind/m<sup>2</sup> (P1) y 120,3 Ind/m<sup>2</sup> (P2), los Mollusca fue dominante en la abundancia en ambos puntos de monitoreo.

Las especies registradas en la ciénaga especialmente *Melanoides tuberculatus* son asociadas a aguas eutrofizadas y aportes de aguas domésticas.

El panorama de la ciénaga de Luruaco con respecto a sus macrófitas acuáticas es positivo, debido a que sus especies *Ludwigia helminthorrhiza* y *Cyperus sp1* son nativas y su cobertura total no es alta.

La riqueza de especies y la abundancia de la ictiofauna de la ciénaga de Luruaco son bajas. Sus especies son principalmente dulceacuícolas, aunque algunas especies tiene afinidades con ambientes estuarinos.

Entre su registro de especies resaltó la presencia de *Notarius bonillai*, especie amenazada que no cuenta con registros en la región hasta el momento, lo cual constituye un hito en el conocimiento de la biodiversidad de la región, dándole mayor importancia a esta ciénaga por el rol que puede estar cumpliendo en el sostenimiento de la especie.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 419 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

Con excepción de *Notarius bonillai*, todas las especies registradas son de importancia comercial, lo que resalta el papel que juega esta ciénaga en la oferta pesquera local.

### 6.3.3 Ciénaga Tocagua

La diversidad de la comunidad Fitoplanctónica de la ciénaga Tocagua fue baja para los puntos de monitoreo teniendo 21 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las Cyanobacterias y Euglenozoa los grupos con mayor riqueza estas indican procesos de eutrofización. Ambos puntos tuvieron la misma riqueza de especies La mayor densidad la presento el grupo de las diatomeas los cuales son tolerantes a condiciones de mineralización, contaminación orgánica y sólidos suspendidos.

La diversidad y densidad de la comunidad Perifítica de la ciénaga Tocagua fue baja para los puntos de monitoreo teniendo 16 morfoespecies registradas en total para este sistema, siendo las diatomeas y Cyanobacterias los grupos con mayor riqueza estas indican procesos de eutrofización. Ambos puntos tuvieron la misma riqueza de especies sin embargo El punto P1 obtuvo el mayor abundancia y densidad de especies en este sistema.

La Ciénaga Tocagua presenta una comunidad zooplanctónica integrada por 43 morfoespecies, con organismos propios de ecosistemas lenticos eutrofizados, con predominio de riqueza y abundancia de especies pertenecientes al Phylum Rotifera en todos los puntos de muestreo; igualmente se evidenció que, la estructura de la comunidad en los puntos evaluados indicó una comunidad con diversidad medio-alta, equidad alta y dominancias bajas; lo que puede ser reflejo de la homogeneidad de la comunidad zooplanctónica en la ciénaga.

Los macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Tocagua estuvieron constituida por cuatro (4) morfoespecies, agrupados a dos (2) phylum (Mollusca y Annelida. El Phyla Mollusca obtuvo la mayor representatividad específica, correspondiéndole el 75% de las morfoespecies registradas. Cada uno de los puntos de muestreo estuvo representado por cuatro morfoespecies *Nuculidae sp*, *Hydrobiidae sp1*, *Planorbidae sp* y *Tubificidae sp*.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
	OT 4523-3	Versión: 01
		Página 420 de 437 H-428 Versión Inf. 00

En los puntos de muestreo se registraron altas densidades de macroinvertebrados oscilando entre 496,3 Ind/m<sup>2</sup> (P1) y 542,5 Ind/m<sup>2</sup> (P2), las morfoespecies más abundantes fueron *Nuculidae* sp y *Planorbidae* sp.

Las especies de macrófitas acuáticas en la ciénaga de San Juan de Tocagua comparten su dominancia entre especies nativas y exóticas. Su cobertura total es baja con mayor representación de *Cyperus articulatus* y *Typha* sp.

La ictiofauna de la ciénaga de San Juan de Tocagua es monoespecífica, siendo su única especie *O. niloticus*; especie invasora que tiene un impacto negativo sobre las especies nativas. Esta crítica situación debe ser investigada con mayor profundidad en estudios posteriores.

SERAMBIENTE S.A.S.  
Barranquilla, Colombia  
01 de junio del 2021

Este documento es emitido por SERAMBIENTE S.A.S, bajo sus condiciones generales de servicio. La responsabilidad de la compañía queda limitada a las cláusulas señaladas en las citadas condiciones generales que resultan de aplicación a la prestación de sus servicios. Se advierte al poseedor del presente documento que este no podrá ser alterado ni modificado, ni en su contenido ni en su apariencia y es válido exclusivamente para la(s) muestra(s) analizada(s). La reproducción parcial o total del informe debe hacerse con autorización expresa de SERAMBIENTE S.A.S. Cualquier modificación del mismo la compañía se reserva las acciones legales que estime pertinente para la defensa de sus legítimos intereses. Cualquier tipo de observación requerida por el cliente y relacionada con los resultados emitidos, sólo será aceptada dentro de los 15 días siguientes al envío parcial de este informe. Si no se recibe observación en el tiempo establecido, se dará por aceptado el informe y se procederá a su impresión. El cliente se hace responsable por la confidencialidad de los resultados cuando estos sean enviados

**“Este documento no puede ser reproducido sin previa autorización de SERAMBIENTE S.A.S”**



## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Abbayes H. DES. Et al. (1989). Botánica Vegetales inferiores. Editorial Reverté S.A. Barcelona. 712 p
- Acero P., A. y Betancur, R. (2006). Real identity of the northern Colombian endemic sea catfish *Galeichthys bonillai* Miles, 1945 (Siluriformes: Ariidae). *Cybium*, 30 (3): 215-219.
- Acero, A. (1996). *Notarius bonillai*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e.T190224A8784261.  
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T190224A8784261.en>. Downloaded on 25 March 2021.
- Acosta, et al, 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (cera) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. ISSN 0213-8409, vol. 28, nº. 1, 2009.
- Aguiaro, T. y Caramaschi, É. P. (1998). Gremios tróficos en conjuntos de peces en tres lagunas costeras del estado de Río de Janeiro (Brasil). *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen*, 26 (5), 2166-2169.
- Allan, J.D. & Castillo, M.M. (2007). *Stream Ecology. Structure and Function of Running Waters*. 2a ed. Springer. Dordrecht, Holanda. 436 p.
- Alves, R. G., & Lucca, J. V. (2000). *Oligochaeta (Annelida: Clitellata) como indicador de poluição orgânica em dois córregos pertencentes à Bacia do Ribeirão do Ouro Araraquara (São Paulo-Brasil)*. *Brazilian Journal of Ecology*, 4(1-2), 112-117.
- Alyakrinskaya, I. O. (2003). Some ecological features of the lugworm *Arenicola marina* L. (Annelida, Polychaeta) and its morphological and biochemical adaptations to burrowing. *Biology Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 30(4): 411-418.
- APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el *Standard Methods Edición 22 (2012)*



- Arango-Rojas, A., Jiménez-Segura, L.F. y Palacio-Baena, J.A. (2008). Variación espacio-temporal de las asociación de peces en la Laguna de Cachimbero, un humedal en la cuenca media del Río Magdalena, Colombia. *Actual Biol* 30 (89): 161-169.
- Archangelsky, M. (2002). Estadios inmaduros de *Berosus* Neotropical (Coleoptera, Hydrophilidae): *B. toxacanthus* Oliva, 1989, *B. coptogonus* Jensen-Haarup, 1910, *B. cornicinus* Knisch, 1922 y *B. auriceps* Boheman, 1859. *Tijdschrift voor Entomologie*, 145 (1), 19-28.
- Arrieta V., Liliana y De La Rosa Muñoz, Joel. (2003). Estructura de la comunidad íctica de la ciénaga Mallorquín, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* No. 32. Santa Marta, Colombia. Pág 231-242
- Atencio-García, V.J., Kerguelén-Durango, E., Cura, E., Rosado, R., Vallejo, A. y Valderrama, M. (2005). Régimen alimentario de siete especies ícticas en el embalse de la Hidroeléctrica Urrá (Córdoba, Colombia). *MVZ-Córdoba*; 10:(2), 614-622.
- Baker, F. C. (1945). The molluscan family Planorbidae. The University of Illinois Press. Urbana
- Barbosa S., N., Martins da Rocha, R. y Fredóu, F.L. (2010). Reproductive biology of *Plagioscion magdalenae* (Teleostei: Sciaenidae) (Steindachner, 1878) in the bay of Marajo, Amazon Estuary, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 8(2): 333-340.
- 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*, Second Edition. EPA 841-B-99-002. US EPA; Office of Water; Washington, D.C.
- Barreira, C. A., y Araújo, M. L. (2005). Reproductive cycle of *anomalocardia brasiliana* (gmelin, 1791), (mollusca, bivalvia, veneridae) at canto da barra beach, fortim, ceará, brazil. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 31(1), 9-20
- Barreto, C.G. (2017). Producción pesquera de la cuenca del Río Magdalena: desembarcos y estimación ecosistémica. The Natural Conservancy Colombia, MacArthur Foundation, AUNAP. 37 p.
- Barrett, S. y I. Forno. (1982). Style morph distribution in new world populations of *Eichhornia crassipes* (mart.) solms-laubach (water hyacinth). *Aquatic Botany*, 13: 299–306.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 423 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

- Bellinger, C.G. & Sigeo, D.C. (2010). Freshwater algae: Identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell. London, UK.
- Bellinger, C.G. Y Sigeo, D.C. (2010). Freshwater algae: Identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell. London, UK.
- Bemvenuti, C. E., Rosa-Filho, J. S., & Elliott, M. (2003). Changes in soft-bottom macrobenthic assemblages after a sulphuric acid spill in the Rio Grande Harbor (RS, Brazil). Brazilian Journal of Biology, 63(2), 183-19
- Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M. (2016). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Primera edición. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales, 1497 pp.
- Bianchinotti, V. (2017). El mejillón azul (*Mytilus edulis*) en Isla de Lobos, Isla Gorriti y Punta Ballena (Maldonado, Uruguay): abundancia, estructura poblacional y estado de la pesquería.
- Bouchard, R.W. Jr. (2004). Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN. 208 pp.
- Braum, E. (1983). The status of *Brycon labiatus* STEINDACHNER 1880 (Pisces, Characoidei) and its synonym, *Othonophanes labiatus* (STEINDACHNER 1880). AMAZONIANA VIII (2): 265-271.
- Brodersen, K. P. (1995). The effect of wind exposure and filamentous algae on the distribution of surf zone macroinvertebrates in Lake Esrom, Denmark. Hydrobiologia, 297(2), 131-148.
- Bufford, J.L. y González, E. (2012). Manejo del humedal Palo Verde y de las comunidades de aves asociadas a sus diferentes hábitats. Revista de Ciencias Ambientales, Vol. 43(1): 5-16.
- CABI. (2018). *Helisoma duryi*. CABI Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/114729>
- Camacho, Horacio y Del Río, Claudia. (2021). Capítulo 12, Gastropoda, los invertebrados fósiles. Versión on Line, disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/326822866.pdf>  
Consultado 2021-03-20



- Cárdenas-López, D., Baptiste, M.P. y Castaño, N. (Eds). (2017). Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. 295pp.
- Carlsson, N. O., Brönmark, C., & Hansson, L. A. (2004). Invading herbivory: the golden apple snail alters ecosystem functioning in Asian wetlands. *Ecology*, 85(6), 1575-1580.
- Centro de investigación y tecnología del agua. (2021). Bioindicación: Gestión y Control de Proceso en EDAR. Unidad 4, la microfauna protozoaria. Versión on Line, disponible en: <https://cidta.usal.es/cursos/bioindicacion/resumenes/unidad4.pdf>. Consultado 2021-03-20
- Chasqui, L., Polanco, A., Acero, A., Mejía-Falla, P.A., Navia, A., Zapata, L.A. y Caldas, J. P. (Editores). (2017). Libro rojo de peces marinos de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Invemar, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Serie de Publicaciones Generales de INVEMAR # 93. Santa Marta, Colombia. 552 p.
- Comba, N. B. (2009). Las Cyanobacterias como indicadores de la calidad del agua en el embalse de Betania (Cuenca Alta del río Magdalena).
- Contreras, F. (1916). Observaciones sobre algunos moluscos del valle y utilidad que prestan. *Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos* 2 (1): 3-6
- Corbi, J. J., Roque, F. D. O., Trivinho-Strixino, S., & Alves, R. G. (2005). Records of oligochaetes in freshwater sponges, on bryozoans, and on colonial hydrozoans from Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 65(1), 187-188.
- Cortés-Castillo, D. y Rangel-Ch, J.O. (2015). Vegetación acuática y de pantano de las ciénagas del departamento de Cesar (Colombia). *Col. Div. Biótica XIII: Vegetación acuática y de pantano*, 301-329 p.
- Cosel, R. (1986). Moluscos de la región de la Ciénaga Grande de Santa Marta (costa del Caribe de Colombia). *Inst. Inv. Mar. Punta Betin*, 15-16.
- Cowie R. & Thiengo, Se. (2003). The apple snails of the Ameritas (Mollusca: Gastropoda: Ampullariidae: Asolene, Felipponea, Marisa, Pomacea, Pomella): a nomenclatural and type catal. *Malacologia* 45: 41-100.



- CRA. (2012). Plan de acción 2012-2015. Desarrollo con sostenibilidad ambiental. Corporación Autónoma Regional del Atlántico. Colombia: Barranquilla.
- Crane, R. L. & R. A. Merz. (2012). Sediment properties and burrowing of *Abarenicola pacifica* and *A. clapedi* vagabunda in False Bay. In: Blinks / BEACON / NSF Research Experience for Undergraduates 2012, 21 pp.
- Da Silva RE, Melo AL, Pereira LH, Frederico LF (1994) Levantamento malacológico da bacia hidrográfica do Lago Soledade, Ouro Branco (Minas Gerais, Brasil). Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo 36 (5): 437–444.
- Dalu, T., Taylor, J., Richoux, N., William, P. (2015). A re-examination of the type of material of *Entomoneis paludosa* (W. Smith) Reimer and its morphology and distribution on African waters. Fottea, Olomouc 15(1): 11-25.
- Darrigran, G., & Lagreca, M. (2005). ProBiota | Serie Técnica y Didáctica | Moluscos litorales del estuario del río de la Plata, Argentina. ProBiota: Serie técnica y didáctica.
- Deluque, J., Reyes, S., Sierra-Labastidas, T., & López, W. (2006). Primeros reportes de familias de macroinvertebrados asociados a macrófitas acuáticas en la ciénaga del Cerro de San Antonio (río Magdalena, Colombia). Intropica, 77-86.
- Díaz, J. M., & Puyana, M. (1994). Moluscos del Caribe colombiano. Un catálogo ilustrado. COLCIENCIAS, Fundación Natura e INVEMAR, Bogotá, Colombia.
- Donato J. (1987). Análisis limnológico y concentración de biocidas en peces de los ríos Ariari, Guayuriba, Humea y Meta. Rev Fac Cien Univ Jav. 1(1)29-52.
- Donato J. (1987). Análisis limnológico y concentración de biocidas en peces de los ríos Ariari, Guayuriba, Humea y Meta. Rev Fac Cien Univ Jav. 1(1)29-52.
- Duque, P. (1993). Algunos aspectos de la biología y ecología de *Polymesoda arcata* (almeja) en la Bahía de Marirrio (Golfo de Urabá) (Doctoral dissertation, Tesis Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia).
- Eigenmann C. H. (1922). The fishes of western South America, Part 1: The fresh-water fishes of northwestern South America, including Colombia, Panama, and the Pacific slopes of Ecuador and Peru, together with an appendix upon the fishes of the Rio Meta in Colombia. Memoirs of the Carnegie Museum 9:1-346, 38 plates



- Eigenmann, C.H. (1922). The fishes of western South America, Part I. The fresh-water fishes of northwestern South America, including Colombia, Panama, and the Pacific slopes of Ecuador and Peru, together with an appendix upon the fishes of the Rio Meta in Colombia. *Memoirs of the Carnegie Museum* 9: 1–346.
- Epler, JH (2001). Manual de identificación de las larvas de Chironomidae (Diptera) de Carolina del Norte y del Sur (p. 526). Crawford, Carolina del Sur: John H. Epler.
- Erseus, C. y Gustavsson, L. (2002). Una propuesta para considerar a la antigua familia Naididae como una subfamilia dentro de Tubificidae (Annelida, Clitellata). *Hydrobiologia* 485 (1-3): 253-256.
- Fernández, Fernando; Andrade, M. Y Amad, Germán (Editores). (2004). *Insectos de Colombia Volumen tres*. Eds Fernando Fernández-C, M. Gonzalo Andrade-C., Germán Amad-G. – Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2004. 604p
- Fowler, H.W. (1942). Lista de peces de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 5(7): 128-138.
- Galvis et al. (1989). *Peces de los Andes de Colombia*.
- Galvis G., J. I. Mojica y M. Camargo. (1997). *Peces del Catatumbo*. Ecopetrol-Oxy-Shell-Asociación Cravo Norte, D’Vinni Edit. Ltda., Bogotá D.C., Colombia. 188 p.
- Galvis G., Mojica J.I., Provenzano F, Lasso C., Taphorn D., Royero R., Castellanos, Gutiérrez A., Gutiérrez M.A., López Y., Mesa L., Sánchez P., Cipamocha C. (2007). *Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental*. Eds. A. I. Sanabria-Ochoa, P. Victoria-Daza, I. C. Beltrán. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, INCODER, Universidad Nacional de Colombia - Departamento de Biología - Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia, 425pp
- García-Valencia, C., & Díaz, J. M. (2000). Moluscos y su taxocenosis en los fondos someros del sector sur de la plataforma continental del Caribe colombiano. *Boletín de investigaciones marinas y costeras*, 29(1), 73-80.
- Gevara, M.F. y Ramírez, L.J. (2015). *Eichhornia crassipes*, su invasividad y potencial fitorremediador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 22(2): 5-11.



- González, N., Mateo, S.S. y Valdivia, Á.M. (2001). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua del trópico húmedo en las microcuencas de los alrededores de Bluefields, RAAS, 53–63.
- Gutiérrez-Bonilla, F. P. y Álvarez-León, R. (2011). Los cíclidos (Pisces: Cichlidae) en Colombia: Introducciones, trasplantes y repoblaciones. Rev. Luna Azul, 32: 154-177.
- Gutiérrez, F.P. (2006). Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C. - Colombia. 156 p.
- Hanson, P., Springer, M., Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. En: Macro- invertebrados de agua dulce de Costa Rica I. Springer, M., Ramírez, A. & Hanson, P. (Eds). Rev. Biol. Trop. 58 (Suppl. 4): 3-37.
- HARDY E.R. (1992). Changes in species composition of Cladocera and food availability in a floodplain lake, Lago Jacaretinga, Central Amazon. Amazoniana, 12(2):155-168.
- Harwood, E. y Sytsma, M. (2003). Risk Assessment for Chinese Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) in Oregon. Portland State University, Portland, 9 pp.
- Hustedt, F. (1930). Die Kieselalgen Deutschland, Österreichs und der Schweiz. L. Rabenhorst's "Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz". 7: 1-920, 542 Abb.
- Hylleberg, J. (1975). Selective feeding by *Abarenicola pacifica* with notes on *Abarenicola vagabunda* and a concept of gardening in lugworms. *Ophelia*. 14(1-2): 113-137.
- Jones, Ji, Moss, B., Eaton, Jw & Young, Jo (2000). ¿Las plantas acuáticas sumergidas influyen en la composición de la comunidad de perifiton en beneficio de los mutualistas de invertebrados? *Biol de agua dulce*. 43 (4): 591-604
- Ladd HLA, Rogowski DL (2012) Egg predation and parasite prevalence in the invasive freshwater snail, *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) in a west Texas spring system. *Aquatic Invasions* 7 (2): 287–290. <https://doi.org/10.3391/ai.2012.7.2.016>.
- LASSO Y MANCHADO-ALLISON (2000), Ictiofauna de la cuenca del río Cuyuní en Venezuela.



- Lasso, C. A. (2011). Caracol malayo, *Thiara tuberculata* (Müller, 1774). Pp. 406. En: Lasso, C. A. y P. Sánchez-Duarte. Los peces del delta del Orinoco. Diversidad, uso y conservación. CHEVRON, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas, Venezuela.
- Lasso, C. A., Morales-Betancourt, M. A., Vela-Ardila, M. L., & Linares, E. L. (2019). XVII. Moluscos dulceacuícolas de Colombia. Obra completa: Linares, EL, CA Lasso, ML Vera-Ardila y MA Morales-Betancourt. 2018. XVII. Moluscos dulceacuícolas de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, DC, Colombia. 326 pp.
- Lenihan, H. S., & Micheli, F. (2001). Soft-sediment communities. *Marine community ecology*, 253-287.
- López Armengol, M. F. (1985). Estudio sistemático y bioecológico del género *Potamolitus* (Hydrobiidae) utilizando técnicas de taxonomía numérica (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- Lu, Jingrang. Li, Deshang & Zhou, Chunsheng. (1994). Studies on plankton of the large and middle-sized reservoirs in shandong province. 3. Relationships between phytoplankton and environmental factors. *J ocean. Univ. Qingdao, Qingdao Haiyang Daxue Xuebao*, Vol 24, N° 4, p. 505-510.
- MADS. (2017). Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2012. Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – República de Colombia. 38 pp.
- Maldonado-Ocampo, J.A., Vari, R.P. y J.S. Usma. (2008). Checklist of the Freshwater Fishes of Colombia. *Biota Colombiana* 9 (2): 143 – 237.
- Malmqvist, B., Adler, P.H., Kuusela, K., Merritt, R.W., Wooton, R.S. (2004). Black flies in the boreal biome, key organisms in both terrestrial and aquatic environments: A review. *Ecoscience* 11: 187-200.
- Mancera-Quevedo, P. (2018). *Eichhornia crassipes* y calidad ambiental en la ciénaga de Sabanagrande.



- Margalef, R. (1983). Limnología. Barcelona: Omega. 1010p.
- Martins-Silva, MJ y Barros, M., (2001). Presencia y distribución de moluscos de agua dulce en la cuenca del arroyo Riacho Fundo, Brasilia, Brasil. Revista de Biología Tropical, vol. 49, pág. 3, pág. 865-870
- McCann, J.A., Arkin, L.N. y J.D. Williams. (1996). Nonindigenous Aquatic and Selected Terrestrial Species of Florida: Status, Pathway and Time of Introduction, Present Distribution, and Significant Ecological and Economic Effects. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). 256 pp.
- Méndez, N. (2003). Poliquetos y contaminación. Departamento De Ecología, Cicese.
- Méndez, N., & Green Ruiz, M. (1998). Superficial sediments and their relation to polychaete families in a subtropical embayment, Mexico. Revista de Biología tropical, 46(2), 229-236.
- Mojica, J., Jimenez-Segura, L. & Alonso, J. C. (2016). Brycon labiatus. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T64687636A64890250. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T64687636A64890250.en>. Downloaded on 25 March 2021.
- Mojica, J.I., Galvis, G., Sánchez-Duarte, P., Castellanos, C. y Villa-Navarro, F.A. (2006). Peces del valle medio del río Magdalena, Colombia. Biota Colombiana 7 (1): 23-38.
- Mojica, J.I., Usma, J.S., Álvarez-León, R. y Lasso, C.A. (Editores). (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.
- Mooney, H.A. (2002). The debate on the role of biodiversity in ecosystem functioning. Pages 12–17 in M. Loreau, S. Naeem, and P. Inchausti, editors. Biodiversity and Ecosystem functioning. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Morales, J.J. y García-Alzate, C.A. (2018). Ecología trófica y rasgos ecomorfológicos del pez *Triportheus magdalenae* (Characiformes: Triportheidae) en el embalse El Guájaro, río Magdalena, Colombia. Rev. Biol. Trop. Vol. 66(3): 1208-1222.
- Morales, V.S. y Salazar, S.M. (2012). Diatomeas perifíticas de lagos con diferente estado trófico en el departamento del Cauca (Colombia). Rev. Luna Azul 35:10-27.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 430 de 437
	OT 4523-3	H-428 Versión Inf. 00

- Moreno, Liliana & Olvera-Ramírez, Roxana. (2006). Uso tradicional y actual de *Spirulina* sp (*Arthrospira* sp.). *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, ISSN 0378-1844, Vol. 31, Nº. 9, 2006, pags. 657-663.
- Moreno, P. (2002). Taxocenosis Anellida-Mollusca-Crustacea asociada a las raíces sumergidas de *Rhizophora mangle* L. San Andrés Isla, Caribe colombiano. Trabajo de pregrado Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Moreno, R., Villota, N., Gutiérrez, E., Marín, J., Zúñiga, J. y Linares, R. (2011). Protocolo para la Revisión y Evaluación de Planes de Manejo Forestal. Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia. Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER. Cúcuta, Colombia. 130 p.
- Mosquera, D. (2008). Bioindicación de la calidad del agua del río Cali, Valle del Cauca, Colombia; usando macroinvertebrados acuáticos. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(20).
- Murillo, Z. M., & Mosquera, M. M. M. (2017). Diversidad de la entomofauna acuática y calidad de agua en quebradas del río San Juan, Chocó-Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1), 149-161.
- Nagorsen D.W. & Peterson, R.L. (1980). *Mammals collectors manual a guide for colecting documenting and preparing mammal specimens for Scientific Research*. Publications in Life Science, Royal Ontario Museum (ROM), Toronto, 75p.
- Naranjo, L.G. y Amaya-Espinel, J.D. (Editores). (2009). Plan Nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - WWF Colombia. 214 p.
- Narvaez, J.C., Acero, A. y Blanco, R. (2005). Variación morfométrica en poblaciones naturalizadas y domesticadas de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) en el norte de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.: XXIX (112): 383-394*.
- Ndifon GT, Ukoli FMA (1989). Ecología de caracoles de agua dulce en el suroeste de Nigeria. I: Distribución y preferencias de hábitat. *Hydrobiologia* 171: 231-253.



	<b>INFORME HIDROBIOLOGÍA</b>	<b>FO-PO-PSM-74-01</b>
		<b>09/11/2020</b>
		Versión: 01
		Página 431 de 437
	<b>OT 4523-3</b>	H-428 Versión Inf. 00

- Olaya-Nieto, C.W., Pacheco-Orozco, L. y Ochoa-Arteaga, J. (2012). Ecología trófica del Liso (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824) en el río Sinú, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba* 17(3):3217-3223.
- Ortega-Lara, A., Aguiño, A. y Sánchez, G. C. (2002). Caracterización de la ictiofauna nativa de los principales ríos de la cuenca alta del río Cauca en el departamento del Cauca. Informe presentado a la Corporación Autónoma Regional del Cauca, CRC. Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible, Funindes. Popayán, Colombia. 139 p.
- Oviedo-Machado, N., & Reinoso-Flórez, G. (2018). Aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae (Diptera) del río Opia (Tolima, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1).
- Paerl HW, Huisman J (2009) Climate change: A catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. *Environmental Microbiology Reports* 1(1):27-37.
- Paraense, W. (2003). Planorbidae, Lymnaeidae and Physidae of Peru (Mollusca: Basommatophora). *Memorias Instituto Oswaldo Cruz*
- Patnaik, S. (1976). Autecology of *Ipomoea aquatica* Forsk. *Journal of the Inland Fisheries Society of India*. 8: 77-82.
- Pérez, K.E., S.A. Clark & L. Charles. (2004). Freshwater gastropod identification workshop “Showing your shells”. Universidad de Alabama. Tuscaloosa, Alabama, EEUU. (También disponible en línea: [www.cofc.edu/~dillonr/FMCSGastropodID.pdf](http://www.cofc.edu/~dillonr/FMCSGastropodID.pdf))
- Petridis, D. (1993). Distribución de macroinvertebrados a lo largo de un gradiente de contaminación orgánica en el lago Lysimachia (Grecia occidental). *Archiv für Hydrobiologie*, 128 (3), 367-384.
- Pinilla G. (2000). Indicadores Biológicos en Ecosistemas Acuáticos Continentales de Colombia. *Compilación Bibliográfica*. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Centro de Investigaciones Científicas. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Pinto HA, Melo AL (2010) *Melanoides tuberculata* as intermediate host of *Philophthalmus gralli* in Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo* 52 (6): 323–327



- Pointier JP, Samadi S, Jarne P, Delay B (1998) Introduction and spread of *Thiara granifera* (Lamarck, 1822) in Martinique, French West Indies. *Biodiversity and Conservation* 7 (10): 1277–1290
- Posada, J. y López, M.T. (2011). Plantas acuáticas del Altiplano Oriente Antioqueño. Grupo de Limnología y Recursos Hídricos Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Católica de Oriente – UCO. Rionegro-Antioquia. 119 pp.
- Posada, B. O y W. Henao. 2008. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano. Serie de Publicaciones Especiales No. 13, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, Santa Marta. 96 p.
  
- Potosina, H. (2007). Organismos acuáticos macrobentónicos como indicadores de la contaminación. *Estudios sobre Malacología y Conquiliología en México*, 121.
- Quintero Chin, A. A. (2018). Poliquetos asociados a raíces de *rhizophora* mangle en la bahía de Chetumal Quintana Roo.
- Quirós, J. A. y J. E. Arias. (2013). Taxocenosis de moluscos y crustáceos en raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la Bahía de Cispatá, Córdoba, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 18 (2): 329-340. • Quirós, J. A., P. R Dueñas y J. Ballesteros. 2010. Macroinvertebrados asociados a las raíces de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, en dos sectores del complejo cenagoso del Bajo Sinú, departamento de Córdoba, Colombia. *Revista Asociación Colombiana de Ciencias* 22: 147-157.
- Quirós, J. A., Arias, J. E., & Rodríguez, E. R. (2017). Gastrópodos asociados a *Eichhornia crassipes* en el complejo cenagoso del bajo Sinú (Córdoba, Colombia).
- Ramírez González, A., & Viña Vizcaíno, G. (1998). *Limnología Colombiana: Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. Editorial Panamericana. Bogotá, Colombia.
- Ramírez, A. y Viña, G., 1998. *Limnología colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de Análisis*, BP Exploration - Univ. Jorge Tadeo Lozano, Santafé de Bogotá.



- Ramirez, j., Bicudo, c., Roldan, G. y Garcia L. (2000). Temporal and vertical variations in phytoplankton community structure and its relation to some morphometric parameters of four Colombian reservoirs. *Caldasia*. 22(1): 108 – 126.
- Reynolds, C. S. (1984). *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Rial, A. (2013). Plantas acuáticas: aspectos sobre su distribución geográfica, condición de maleza y usos. *Biota Colombiana* 14 (2): 79-91.
- Rincón, W. (2015). Plan de Educación Ambiental “COAMCO”. Campaña de Educación Ambiental: Cartilla de Buenas Prácticas Ambientales. Colombotex Ltda. Colombia: Bogotá.
- Rivera González, Massiel & Gómez, Liliana. (2010). Identificación de Cyanobacterias potencialmente productoras de cianotoxinas en la curva de salguero del río Cesar. *Rev. Luna Azul*. 31.
- Robins CH (1971). Ecology of the introduced snail, *Marisa cornuarietis* (Ampullariidae) in Dade County, Florida. *Biologist* 53: 136–152.
- Roldán Perez, Gabriel Y Ramirez Restrepo, Jhon Jairo. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. 2ª Edición. Colección Ciencia y Tecnología. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. Agosto 2008.
- Roldán Pérez, Gabriel. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Medellín, Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Colección Ciencia y Tecnología. 175p.
- Roldan Perez, Gabriel; (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia, Uso del método BWMP/Co; Editorial Universidad Antioquia; Antioquia – Medellín; Colección de Ciencia y Tecnología Junio de 2003
- Roldán, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo para la protección del medio ambiente “Jose Celestino Mutis” FEN Colombia, Fondo Colombiano de investigaciones científicas y proyectos especiales “Francisco Jose de Caldas” Colciencias y Universidad de Antioquia. 217 p.



- Rúa-García G. (2015). Macroinvertebrados acuáticos asociados a raíces de *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms, en la ciénaga de Zapayán, Magdalena-Colombia. *Revista Intropica*: 10: 52 - 59.
- Ruiz-Moreno, Jeanet Liliana; Ospina-Torres, Rodolfo Y Riss, Wolfgang. (2000). Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. II Subfamilia Chironominae. *Caldasia* 22 (1): 15-33.
- Santos, A., L. Granada, T. Baptista, C. Anjos, T. Simões, C. Tecelão, P. Fidalgo e Costa, J. L. Costa & A. Pombo. (2016). Effect of three diets on the growth and fatty acid profile of the common ragworm *Hediste diversicolor* (OF Müller, 1776). *Aquaculture*. 465: 37- 42.
- Santoyo, R., H. (1994). Fitoplancton y Productividad. In: de la LanzaEspino E. G., y Cáceres M. C., (Eds). *Las Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California. 221-245 pp.
- Sarmiento Morales, M. L., & Ruiz Sepúlveda, E. (2018). Microalgas como indicadores biológicos del estado trófico de las ciénagas de Malambo y Santo Tomás, en el departamento del Atlántico. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Schafoten in Wien 16: 194–195.
- Schaftliche Classe 42: 55–104.
- Schmidt-Mumm, U. (1998). Vegetación acuática y palustre de la sabana de Bogotá y plano del río Ubaté: ecología y taxonomía de la flora acuática y semiacuática. Tesis de Magister. Universidad Nacional de Colombia, 181 pp.
- Schmidt-Mumm, U. (1988). Vegetación acuática y palustre de la parte alta de la hoya del río Namay (Albán, Cundinamarca). *Pérez-Arbelaezia*, 2(6-7): 9-41.
- Sharma, R.C. (1986): Effect of physico-chemical factors on benthic fauna of Bhagirathi River, Garhwal Himalayas. *Ind. J. Ecol.* 13: pp 133–137
- Sharma, RC y Rawat, JS (2009). Monitoreo de macroinvertebrados acuáticos como bioindicador para evaluar la salud de los humedales: un estudio de caso en el Himalaya central, India. *Indicadores ecológicos*, 9 (1), 118-128. Doi: 10.1016 / j.ecolind.2008.02.004
- Sládecek, V. (1983). Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia* 100: 169-201.
- Smith R.L. & Smith T.M. (2001). *Ecología*. 4ª edición. Addison Wesley, Madrid.



- Steindachner, F. (1878). Zur Fisch-Fauna der Magdalenen-Stromes. Denkschriften Akademie der Wissenschaften in Wien, 39, 9 – 78.
- Steindachner, F. (1879). Ichthyologische Beiträge (VIII). Anzeiger der Akademie der Wissen-
- Steindachner, F. (1880). Zur Fisch-Fauna des Cauca und der Flüsse bei Guayaquil. Denkschrif-
- Steindachner, F. (1902). Herpetologische und ichthyologische Ergebnisse einer Reise nach Süd-amerika.- Denkschr. Akad. Wiss. Wien72: 89 – 146.
- Streble, Heinz & Krauter, Dieter (1987). Atlas de los microorganismos de agua dulce la vida en una gota de agua. (1.ª Ed.) Barcelona: España: Ediciones Omega, S.A.
- Streble, Heinz & KRAUTER, Dueter. (1987). Atlas de los microorganismos de agua dulce. La vida en una gota de agua. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 337p.
- Svensson, J. M. (1997). Influence of Chironomus plumosus larvae on ammonium flux and denitrification (measured by the acetylene blockage-and the isotope pairing-technique) in eutrophic lake sediment. Hydrobiologia, 346(1), 157-168.
- Takamura, N., Ito, T., Ueno, R., Ohtaka, A., Wakana, I., Nakagawa, M., y Nakajima, H. (2009). Gradientes ambientales que determinan la distribución de macroinvertebrados bentónicos en el lago Takkobu, humedal de Kushiro, norte de Japón. Investigación ecológica, 24 (2), 371-381.
- ten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathematisch-Naturwissen-
- Theede, H. (1973). Comparative studies on the influence of oxygen deficiency and hydrogen sulphide on marine bottom invertebrates. Netherlands Journal of Sea Research, 244
- Thomaz, S.M., Mormul, R.P. y Michelan, T.S. (2015). Propagule pressure, invasibility of freshwater ecosystems by macrophytes and their ecological impacts: a review of tropical freshwater ecosystems. Hydrobiologia, 746: 39–59.
- Thompson, F.G. (2004). Freshwater snails of Florida. A manual for identification. University of Florida, Gainesville, Florida, EEUU (También disponible en línea: [www.flmnh.ufl.edu/malacology/fl-snail/snails1.htm](http://www.flmnh.ufl.edu/malacology/fl-snail/snails1.htm)).
- Trujillo, C., Sosa, Z., & Linero, K. (2009). Estructura de la macroinfauna asociada a los fondos blandos del Caribe norte colombiano. Intropica, 101-112.



- Valderrama, C. (2008). Especies introducidas y especies invasoras. En: Kattan, G., Naranjo, L.G. (Eds.). Regiones Biodiversas, Herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas. Taller de Comunicaciones, WWF Colombia. Pp 105-114.
- Verdejo, E., Palmerín, j., Aibar, J., Cirujeda, A., Taberner, A. y Zaragoza, C. (2006). Plantas invasoras: El lirio de agua, *E. crassipes* (Martius) Solms & Laubanch. (Madrid): Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación, secretaria general técnica, 8 p.
- Villabona-González S.L., Gavilán-Díaz R. y Estrada-Posada A.L. (2007). Cambios nictemerales en la distribución vertical de algunos microcrustáceos en un lago artificial del neotrópico. *Limnética*, 26(1): 75-88.
- Villamagna, A. (2009). Ecological effects of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) on Lake Chapala, Mexico. Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Fisheries and Wildlife Sciences. Blacksburg, Virginia. 194P p.
- Wanganeo, A., Kumar, P., Wanganeo, R. y Sonallah, F. (2011). Variación de la población bentónica en dos cuencas del humedal de Bhoj, Bhopal. *Revista internacional de ciencias ambientales*, 1 (7), 2-004.
- Wilson, J.R., Holst, N. y Rees, M. (2005). Determinants and patterns of population growth in water hyacinth. *Aquatic Botany*, 81: 51-67.
- Witkowski, A., Lange-Bertalot, H., Metzeltin, D. (2000). Diatom flora of marine coast. In: Lange-Bertalot, H. (ed.), *Iconographia Diatomologica*. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 7, A.R.G. Gantner Verlag K.G. 925 pp.



## 8. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 208** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

**Tabla 208. Anexos del informe técnico**

Anexo	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reportes de laboratorio	Reporte laboratorio SERAMBIENTE S.A.S (FO-PO-PSM-26-06)	292
Anexo 2. Resolución de acreditación por el IDEAM	Resolución 1013 del 2019	11

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

(FIN DEL INFORME)

