

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA
DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL
ATLÁNTICO**

CONTRATO 000180 DE 2014

INFORME FINAL

DICIEMBRE DE 2014

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
2. JUSTIFICACIÓN	13
2.1 ALCANCES	13
3. OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVO GENERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4. GENERALIDADES	15
4.1 MARCO CONCEPTUAL	15
4.1.1 Limnológico(a).	15
4.1.2 Limnología.	15
4.1.3 Características físico-químicas del agua.	16
4.1.4 Caracterización microbiológica de los cuerpos de agua.	17
4.1.5 Las bacterias como indicadores de calidad del agua.	18
4.1.6 Calidad biológica del agua.	18
5. METODOLOGÍA	20
5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	20
5.1.1 Ubicación de los Puntos de Monitoreo	20
5.1.2 Aspectos climáticos del área de muestreo	28
5.1 TOMA, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE MUESTRAS	29
5.1.1 Características generales de las muestras	29
5.1.2 Toma y Procesamiento de las muestras	31
5.1.3 Herramientas de Análisis de información	33
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
6.1 CUENCA RÍO MAGDALENA - 2904	34
6.1.1 Ciénaga de Mesolandia (La Bahía)	35
6.1.2 Ciénaga de Malambo	54
6.1.3 Ciénaga El Uvero	69
6.1.4 Ciénaga La Poza	81
6.2 CUENCA CANAL DEL DIQUE - 2903	96
6.2.1 Embalse del Guájaro	96
6.2.2 Ciénaga de Luruaco	132
6.2.3 Ciénaga de Tocagua	147
6.3 CUENCA LITORAL - 1401	159
6.3.1 Ciénaga del Totumo	159
6.3.2 Ciénaga Los Manatíes.	174
6.3.4 Ciénaga de Mallorquín	194
6.3.5 Ciénaga del Rincón.	210
7. CONSIDERACIONES FINALES	229



LABORATORIO LIMA LTDA

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA
LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

8. REFERENCIAS	240
RESPONSABLE	257
ANEXOS	258

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia (La Bahía).	22
Figura 2. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Malambo.	22
Figura 3. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga El Uvero.	23
Figura 4. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga La Poza.	23
Figura 5. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en el Embalse del Guájaro.	24
Figura 6. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Luruaco.	24
Figura 7. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Tocagua.	25
Figura 8. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga del Totumo.	25
Figura 9. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga Los Manatíes.	26
Figura 10. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Balboa.	26
Figura 11. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Mallorquín.	27
Figura 12. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga del Rincón.	27
Figura 13. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Mesolandia.	36
Figura 14. Gráfica de la DQO en la Ciénaga de Mesolandia.	37
Figura 15. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad relativa en los puntos de muestreo de la Ciénaga Mesolandia.	39
Figura 16. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga de Mesolandia en mayo de 2014.	42
Figura 17. Distribución de la riqueza por phyla del perifiton n en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mesolandia.	44
Figura 18. Distribución de la riqueza específica discriminando por phyla del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mesolandia.	44
Figura 19. Distribución de la abundancia (Ind/cm ²) discriminando por los phyla del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mesolandia.	45
Figura 20. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia.	47
Figura 21. Macrófitas en los puntos de la Ciénaga de Mesolandia. A) Grupo al que pertenecen; B) Biotopos.	48
Figura 22. A) Distribución del número de familias y especies de peces según los órdenes encontrados. B) Porcentaje de distribución del número de individuos por orden de peces en la Ciénaga de Mesolandia.	50
Figura 23. Distribución del número de individuos por especie de peces en cada punto sobre la Ciénaga de Mesolandia.	51
Figura 24. A) Distribución de las abundancias y riquezas de peces por punto Ciénaga de Mesolandia. B) Distribución de los porcentajes de abundancia y biomasa para las especies ícticas capturadas en la Ciénaga de Mesolandia.	51
Figura 25. Contribución porcentual a la abundancia por punto de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia.	53
Figura 26. Distribución de la abundancia por géneros de macroinvertebrados en cada una de las estaciones en la Ciénaga de Mesolandia.	53
Figura 27. Abundancia por géneros de Macroinvertebrados en la Ciénaga de Mesolandia.	54
Figura 28. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Malambo.	56
Figura 29. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga Malambo.	58
Figura 30. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga de Malambo en mayo de 2014.	60
Figura 31. Distribución de la riqueza por phyla del perifiton n en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Malambo.	61
Figura 32. Distribución de la riqueza específica discriminando por phyla del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Malambo.	62
Figura 33. Distribución de la abundancia (Ind/cm ²) discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Malambo.	63
Figura 34. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Malambo.	64
Figura 35. A) Porcentaje de distribución del número de individuos por orden de peces en la Ciénaga de Malambo. B) Distribución del número de familias y especies según los órdenes de peces encontrados en la Ciénaga de Malambo.	65
Figura 36. A) Distribución del número de individuos por especie de peces en cada punto sobre la Ciénaga de Malambo. B) Distribución de los porcentajes de abundancia y biomasa para las especies ícticas capturadas en la Ciénaga de Malambo.	66
Figura 37. Abundancia del bentos por puntos de muestreo en la Ciénaga de Malambo.	67
Figura 38. Distribución de la abundancia por géneros de macroinvertebrados en cada una de las estaciones en la Ciénaga de Malambo.	68
Figura 39. Abundancia por géneros de Macroinvertebrados en la Ciénaga de Malambo y su aporte porcentual a la abundancia.	68
Figura 40. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga El Uvero.	70
Figura 41. Gráficas de la DQO en la Ciénaga El Uvero.	71
Figura 42. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad por puntos de muestreo de la Ciénaga El Uvero.	73

Figura 43. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga El Uvero en junio de 2014. _____	75
Figura 44. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton en la Ciénaga El Uvero. _____	76
Figura 45. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga El Uvero. _____	77
Figura 46. Distribución de la abundancia (Ind/cm ²) discriminando por phylum perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga El Uvero. _____	77
Figura 47. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga El Uvero. _____	79
Figura 48. Contribución porcentual a la abundancia por punto de muestreo. _____	80
Figura 49. Distribución de la abundancia por géneros de macroinvertebrados en cada una de las estaciones en la Ciénaga El Uvero. _____	81
Figura 50. Abundancia por géneros de Macroinvertebrados en la Ciénaga El Uvero y su aporte porcentual a la abundancia. _____	81
Figura 51. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga La Poza. _____	83
Figura 52. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad por puntos de muestreo en la Ciénaga La Poza. _____	86
Figura 53. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga La Poza en julio de 2014. _____	88
Figura 54. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton en los puntos de muestreo e de la Ciénaga La Poza. _____	90
Figura 55. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga La Poza. _____	90
Figura 56. Distribución de la abundancia (Ind/cm ²) discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga La Poza. _____	91
Figura 57. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga La Poza. _____	93
Figura 58. A) Distribución del número de familias y especies según los órdenes encontrados en la Ciénaga La Poza. B) Porcentaje de distribución del número de especies por orden en la Ciénaga La Poza. _____	94
Figura 59. A) Distribución de las abundancias y riquezas de los peces por punto en la Ciénaga La Poza. B) Distribución de los porcentajes de biomasa y abundancias relativas de los peces por especie en la Ciénaga La Poza. _____	95
Figura 60. Gráficas de las características físico-químicas en el Embalse del Guájaro. _____	102
Figura 61. Distribución porcentual de la riqueza específica por división fitoplanctónica en el Embalse del Guájaro. _____	106
Figura 62. Distribución porcentual de la densidad por división fitoplanctónica en el Embalse del Guájaro. _____	106
Figura 63. Dendograma de similitud de Bray - Curtis para el ensamblaje fitoplanctónico en el Embalse del Guájaro. _____	107
Figura 64. Riqueza de zooplancton por clase en el Embalse del Guájaro en julio de 2014. _____	109
Figura 65. Clúster de similitud de Bray-Curtis para la abundancia de zooplancton registrado en el Embalse del Guájaro en julio de 2014. _____	112
Figura 66. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton en los puntos de muestreo del Embalse del Guájaro. _____	113
Figura 67. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del fitoplancton en los puntos de muestreo del Embalse del Guájaro _____	114
Figura 68. Distribución de la abundancia (Ind/L) discriminando por phylum del fitoplancton en los puntos de muestreo del Embalse del Guájaro. _____	115
Figura 69. Dendograma de similitud de Bray -Curtis para el ensamblaje perifítico. _____	116
Figura 70. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo monitoreados en el Embalse del Guájaro. _____	119
Figura 71. Grupos y Biotopos de las macrófitas en los puntos de muestreo en el Embalse del Guájaro. _____	120
Figura 72. A) Distribución del número de familias y especies según los órdenes de peces encontrados. B) Porcentaje de distribución del número de individuos por orden de peces. _____	122
Figura 73. Porcentaje de distribución del número de individuos según las familias de peces encontradas en el Embalse del Guájaro. _____	123
Figura 74. Distribución de las abundancias y riquezas de peces por punto en el Embalse del Guájaro. _____	123
Figura 75. Distribución del número de individuos por especie de peces en cada punto sobre el Embalse del Guájaro. _____	124
Figura 76. Distribución de los porcentajes de abundancia y biomasa para las especies ícticas capturadas en el Embalse del Guájaro. _____	125
Figura 77. Dendograma de similitud basado en el índice de Bray-Curtis para la abundancia de peces en el Embalse del Guájaro. _____	126
Figura 78. Contribución porcentual a la abundancia de macroinvertebrados por punto de muestreo. _____	127
Figura 79. Distribución de la abundancia por géneros de macroinvertebrados en cada una de las estaciones del Embalse del Guájaro. _____	128
Figura 80. Abundancia por géneros de Macroinvertebrados en el Embalse del Guájaro y su aporte porcentual a la abundancia. _____	129
Figura 81. Relación gráfica entre el comportamiento de la abundancia de macroinvertebrados y el ICOpH en el Embalse del Guájaro. _____	130
Figura 82. Relación gráfica entre el comportamiento de la abundancia de macroinvertebrados y el ICOSUS en el Embalse del Guájaro. _____	131
Figura 83. Relación gráfica del comportamiento de la abundancia de macroinvertebrados y el ICOMO en el Embalse del Guájaro. _____	131

Figura 84. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Luruaco.	133
Figura 85. Distribución porcentual de la riqueza específica y densidad por división fitoplanctónica en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Luruaco.	136
Figura 86. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga de Luruaco en julio de 2014.	137
Figura 87. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Luruaco.	139
Figura 88. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Luruaco.	140
Figura 89. Distribución de la abundancia (Ind/cm ²) discriminando por phylum perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Luruaco.	141
Figura 90. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Luruaco.	142
Figura 91. Biotopos de las macrófitas en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Luruaco.	143
Figura 92. A) Distribución del número de familias y especies según los órdenes de peces encontrados en la Ciénaga de Luruaco. B) Porcentaje de distribución del número de individuos por orden de peces en la Ciénaga de Luruaco.	144
Figura 93. A) Distribución de las abundancias y riquezas de peces por estación en la Ciénaga de Luruaco. B) Distribución de las especies de peces según los puntos muestreados en la Ciénaga de Luruaco.	144
Figura 94. Distribución de las abundancias relativas y la biomasa por especie de peces en la Ciénaga de Luruaco.	145
Figura 95. Dendograma de similitud basado en el índice de Bray-Curtis para la distribución de las especies de peces por puntos en la Ciénaga de Luruaco.	147
Figura 96. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Tocagua.	149
Figura 97. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Tocagua.	151
Figura 98. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga de Tocagua en julio de 2014.	153
Figura 99. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton n en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Tocagua.	154
Figura 100. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Tocagua.	155
Figura 101. Distribución de la abundancia (Ind/cm ²) discriminando por phylum perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Tocagua.	156
Figura 102. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Tocagua.	157
Figura 103. Grupos y Biotopos de las macrófitas en los puntos de la Ciénaga de Tocagua.	158
Figura 104. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga del Totumo.	161
Figura 105. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Totumo.	164
Figura 106. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga del Totumo en junio de 2014.	165
Figura 107. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton n en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Totumo.	167
Figura 108. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Totumo.	168
Figura 109. Distribución de la abundancia (Ind/cm ²) discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Totumo.	169
Figura 110. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga del Totumo.	170
Figura 111. A) Distribución de las especies según los órdenes encontrados en la Ciénaga del Totumo. B) Abundancias y riquezas por punto en la Ciénaga del Totumo.	172
Figura 112. Porcentajes de biomasa y abundancia relativa por especies.	172
Figura 113. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por puntos de muestreo en la Ciénaga del Totumo.	174
Figura 114. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga Los Manatíes.	176
Figura 115. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga Los Manatíes.	178
Figura 116. Riqueza de zooplancton por phylum en la Ciénaga Los Manatíes en junio de 2014.	179
Figura 117. A) Porcentaje de distribución del número de especies por orden en la Ciénaga Los Manatíes. B) Distribución de las abundancias y riquezas por punto.	182
Figura 118. Distribución de los porcentajes de biomasa y abundancias relativas por especies de peces en la Ciénaga Los Manatíes.	182
Figura 119. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Balboa.	186
Figura 120. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Balboa.	188
Figura 121. Riqueza de zooplancton por phylum en la Ciénaga de Balboa en julio de 2014.	190

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Figura 122. A) Porcentaje de distribución del número de especies por orden. B) Distribución del número de familias y especies según los órdenes encontrados. _____	192
Figura 123. A) Distribución de las abundancias y riquezas por punto en la Ciénaga de Balboa. B) Número de individuos por especie en cada punto sobre la Ciénaga de Balboa. _____	193
Figura 124. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Mallorquín. _____	197
Figura 125. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mallorquín. _____	199
Figura 126. Dendrograma de similitud entre los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mallorquín; basado en el índice de Bray Curtis para el fitoplancton. _____	202
Figura 127. Riqueza de zooplancton por phylum en la Ciénaga de Mallorquín en junio de 2014. _____	203
Figura 128. Clúster de similitud de Bray-Curtis para la abundancia de zooplancton registrado en Ciénaga de Mallorquín en junio de 2014. _____	205
Figura 129. A) Porcentaje de distribución del número de individuos por orden de peces. B) Distribución del número de familias y especies según los órdenes de peces encontrados. _____	207
Figura 130. A) Distribución de las abundancias y riquezas de peces para cada punto sobre la Ciénaga de Mallorquín. B) Número de individuos por especie de peces en los cuatro puntos sobre la Ciénaga de Mallorquín. _____	208
Figura 131. A) Distribución de los pesos de los peces por punto en la Ciénaga de Mallorquín. B) Distribución de los aportes a la biomasa y abundancia relativa por especies de peces en la Ciénaga de Mallorquín. _____	208
Figura 132. Dendrograma de similitud basado en el índice de Bray-Curtis para las abundancias de peces en la Ciénaga de Mallorquín. _____	209
Figura 133. Porcentajes de abundancia de macroinvertebrados bentónicos por puntos de muestreo en la Ciénaga de Mallorquín. _____	210
Figura 134. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga del Rincón. _____	214
Figura 135. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad por puntos de muestreo en la Ciénaga del Rincón. _____	216
Figura 136. Riqueza de zooplancton por clase, en la Ciénaga del Rincón en julio de 2014. _____	218
Figura 137. Distribución porcentual de los phyla del perifiton en la Ciénaga del Rincón _____	220
Figura 138. Distribución de la riqueza y abundancia del perifiton en la Ciénaga del Rincón. _____	221
Figura 139. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga del Rincón. _____	223
Figura 140. Grupos y Biotopos de las macrófitas en los puntos de la Ciénaga del Rincón. _____	223
Figura 141. A) A) Distribución del número de familias y especies de peces según los órdenes encontrados en la Ciénaga del Rincón. B) Porcentaje de distribución del número de individuos de peces por orden en la Ciénaga del Rincón. _____	224
Figura 142. Porcentaje de distribución del número de individuos según las familias de peces registradas en la Ciénaga del Rincón. _____	225
Figura 143. A) Distribución de la abundancia y riqueza de peces por punto en la Ciénaga del Rincón. B) Distribución del número de individuos por especies de peces en la Ciénaga del Rincón. _____	225
Figura 144. Distribución de los porcentajes de abundancia y biomasa para las especies ícticas capturadas en la Ciénaga del Rincón. _____	226
Figura 145. Dendogramas de similitud para la abundancia de peces en la Ciénaga del Rincón. A) Índice de Jaccard. B) Índice de Bray-Curtis. _____	227

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Identificación y Ubicación de los puntos de muestreo.	20
Tabla 2. Técnicas utilizadas para los parámetros definidos para la caracterización.	30
Tabla 3. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga de Mesolandia.	37
Tabla 4. Clasificación taxonómica y densidad relativa del fitoplancton encontrado en la Ciénaga de Mesolandia.	38
Tabla 5. Índices ecológicos para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga Mesolandia. Equidad (J'), diversidad de Shannon-wiener (H'), dominancia (λ) y diversidad de Simpson (1-λ).	40
Tabla 6. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga de Mesolandia en mayo de 2014.	40
Tabla 7. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Mesolandia en mayo de 2014.	42
Tabla 8. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga de Mesolandia en mayo de 2014.	43
Tabla 9. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga de Mesolandia.	46
Tabla 10. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga de Mesolandia.	46
Tabla 11. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga de Mesolandia época seca junio-julio del 2014.	49
Tabla 12. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga de Mesolandia.	52
Tabla 13. Macroinvertebrados presentes en la Ciénaga de Mesolandia.	52
Tabla 14. Valores de índices de contaminación en la Ciénaga de Malambo.	57
Tabla 15. Clasificación taxonómica y densidad relativa del fitoplancton encontrado en la Ciénaga Malambo.	57
Tabla 16. Índices de diversidad para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga Malambo. Equidad (J'), diversidad de Shannon-wiener (H'), dominancia (λ) y diversidad de Simpson (1-λ).	59
Tabla 17. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga de Malambo en mayo de 2014.	59
Tabla 18. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Malambo en mayo de 2014.	60
Tabla 19. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga de Malambo en mayo de 2014.	61
Tabla 20. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga de Malambo.	63
Tabla 21. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga de Malambo.	63
Tabla 22. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga de Malambo época seca junio-julio del 2014.	64
Tabla 23. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga de Malambo.	66
Tabla 24. Macroinvertebrados bentónicos presentes en la Ciénaga de Malambo.	67
Tabla 25. Valores de índices de contaminación en la ciénaga El Uvero.	72
Tabla 26. Clasificación taxonómica y densidad relativa del fitoplancton encontrado en los puntos de muestreo de la Ciénaga El Uvero.	72
Tabla 27. Índices de diversidad para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga El Uvero.	74
Tabla 28. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga El Uvero en junio de 2014.	74
Tabla 29. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga El Uvero en junio de 2014.	75
Tabla 30. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga El Uvero en junio de 2014.	76
Tabla 31. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga El Uvero.	78
Tabla 32. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga El Uvero.	78
Tabla 33. Macroinvertebrados bentónicos presentes en la Ciénaga El Uvero.	80
Tabla 34. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga La Poza.	84
Tabla 35. Clasificación taxonómica y densidad relativa del fitoplancton en la Ciénaga La Poza.	84
Tabla 36. Índices de diversidad para el fitoplancton en los puntos de muestreo en la Ciénaga La Poza. Equidad (J'), diversidad de Shannon-wiener (H'), dominancia (λ) y diversidad de Simpson (1-λ).	87
Tabla 37. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga La Poza en julio de 2014.	87
Tabla 38. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga La Poza en julio de 2014.	89
Tabla 39. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga La Poza en julio de 2014.	90
Tabla 40. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga La Poza.	92
Tabla 41. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga La Poza.	92
Tabla 42. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga La Poza época seca junio-julio del 2014.	93
Tabla 43. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga La Poza.	95
Tabla 44. Valores de los índices de contaminación en el Embalse del Guájaro.	103
Tabla 45. Composición del fitoplancton en el Embalse del Guájaro.	103
Tabla 46. Índices ecológicos del ensamblaje fitoplanctónico en las estaciones monitoreadas en el Embalse del Guájaro.	107
Tabla 47. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en el Embalse del Guájaro en julio de 2014.	108

Tabla 48. Presencia-Ausencia, frecuencia absoluta (n_i) y frecuencia relativa (f_i) de los taxones de zooplancton registrados en el Embalse del Guájaro en julio de 2014. Los cuadros oscuros indican presencia y los blancos ausencia.	109
Tabla 49. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en el Embalse del Guájaro en julio de 2014.	111
Tabla 50. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en el Embalse del Guájaro en julio de 2014.	112
Tabla 51. Composición general del perifiton en el Embalse del Guájaro	113
Tabla 52. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en el Embalse del Guájaro.	116
Tabla 53. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas registradas en el Embalse del Guájaro	117
Tabla 54. Frecuencia de aparición de las macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en el Embalse del Guájaro.	117
Tabla 55. Índices biológicos de la vegetación de macrófitas en el Embalse del Guájaro.	120
Tabla 56. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en el Embalse del Guájaro época seca junio-julio del 2014.	121
Tabla 57. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en el Embalse del Guájaro.	125
Tabla 58. Macroinvertebrados Bentónicos del Embalse del Guájaro.	126
Tabla 59. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga de Luruaco.	134
Tabla 60. Composición y abundancia relativa del fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco	134
Tabla 61. Índices ecológicos del ensamblaje fitoplanctónico en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Luruaco.	136
Tabla 62. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga de Luruaco en julio de 2014.	137
Tabla 63. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Luruaco en julio de 2014.	138
Tabla 64. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga de Luruaco en julio de 2014.	139
Tabla 65. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga de Luruaco.	141
Tabla 66. Especies de macrófitas acuáticas registradas en cada punto de monitoreo en la Ciénaga de Luruaco.	141
Tabla 67. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga de Luruaco durante el período seco junio-julio de 2014.	143
Tabla 68. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico de los puntos monitoreados sobre la Ciénaga de Luruaco durante el período seco junio-julio de 2014.	146
Tabla 69. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga de Tocagua.	150
Tabla 70. Composición y abundancia relativa del fitoplancton en la Ciénaga de Tocagua.	150
Tabla 71. Índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson), equidad (J') y dominancia ($1-\lambda$) para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Tocagua.	152
Tabla 72. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga de Tocagua en julio de 2014.	152
Tabla 73. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Tocagua en julio de 2014.	153
Tabla 74. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga de Tocagua en julio de 2014.	154
Tabla 75. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga de Tocagua.	156
Tabla 76. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga de Tocagua.	157
Tabla 77. Macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Tocagua.	158
Tabla 78. Valores de índices de contaminación en la Ciénaga del Totumo.	162
Tabla 79. Clasificación taxonómica del fitoplancton en la Ciénaga de Totumo.	162
Tabla 80. Índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson), equidad (J') y dominancia ($1-\lambda$) para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Totumo.	164
Tabla 81. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga del Totumo en junio de 2014.	165
Tabla 82. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga del Totumo en junio de 2014.	166
Tabla 83. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga del Totumo en junio de 2014.	167
Tabla 84. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga del Totumo.	169
Tabla 85. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga del Totumo.	170
Tabla 86. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga El Totumo época seca junio-julio del 2014	171
Tabla 87. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga del Totumo.	173
Tabla 88. Macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga del Totumo.	173
Tabla 89. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga Los Manatíes.	177
Tabla 90. Clasificación taxonómica y abundancia relativa del fitoplancton en la Ciénaga Los Manatíes.	177
Tabla 91. Índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson), equidad (J') y dominancia ($1-\lambda$) para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga Los Manatíes.	178
Tabla 92. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga Los Manatíes en junio de 2014.	179
Tabla 93. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga Los Manatíes.	180
Tabla 94. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en Ciénaga Los Manatíes	180
Tabla 95. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga Los Manatíes época seca junio-julio del 2014.	181

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Tabla 96. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga Los Manatíes. _____	183
Tabla 97. Macroinvertebrados de la Ciénaga Los Manatíes. _____	184
Tabla 98. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga de Balboa. _____	187
Tabla 99. Clasificación taxonómica y densidad relativa del fitoplancton en la Ciénaga de Balboa. _____	187
Tabla 100. Índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson), equidad (J') y dominancia (λ) para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Balboa. _____	189
Tabla 101. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga de Balboa en julio de 2014. _____	189
Tabla 102. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Balboa en julio de 2014. _____	191
Tabla 103. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga de Balboa en julio de 2014. _____	191
Tabla 104. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga de Balboa época seca junio-julio del 2014. _____	192
Tabla 105. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga de Balboa. _____	194
Tabla 106. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga de Mallorcaín. _____	198
Tabla 107. Clasificación taxonómica del fitoplancton en la Ciénaga de Mallorcaín. _____	198
Tabla 108. Densidad relativa (%) de las morfoespecies fitoplanctónicas en la Ciénaga de Mallorcaín por punto de muestreo. _____	200
Tabla 109. Índices de diversidad para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mallorcaín. Shannon-Wiener (H'), Simpson (1-A), equidad (J') y dominancia (λ). _____	201
Tabla 110. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga de Mallorcaín en junio de 2014. _____	202
Tabla 111. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Mallorcaín en junio de 2014. _____	203
Tabla 112. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en Ciénaga de Mallorcaín en junio de 2014. _____	204
Tabla 113. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga de Mallorcaín. _____	205
Tabla 114. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga de Mallorcaín época seca junio-julio del 2014. _____	206
Tabla 115. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga de Mallorcaín. _____	209
Tabla 116. Macroinvertebrados de la Ciénaga de Mallorcaín. _____	210
Tabla 117. Valores de índices de contaminación en la Ciénaga del Rincón. _____	215
Tabla 118. Composición taxonómica y densidad relativa del fitoplancton en la Ciénaga del Rincón. _____	215
Tabla 119. Índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson), equidad (J') y dominancia (λ) para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Rincón. _____	217
Tabla 120. Composición taxonómica del zooplancton registrado en la Ciénaga del Rincón en julio de 2014. _____	217
Tabla 121. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga del Rincón durante 5 días seguidos de monitoreo en el mes de julio de 2014. _____	219
Tabla 122. Índices ecológicos del zooplancton registrado en la Ciénaga del Rincón en el mes de julio de 2014. _____	220
Tabla 123. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Rincón. _____	222
Tabla 124. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga del Rincón. _____	222
Tabla 125. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga del Rincón. _____	224
Tabla 126. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga del Rincón. _____	227
Tabla 127. Macroinvertebrados Bentónicos de la Ciénaga del Rincón. _____	228

INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas altamente dinámicos, sujetos a una amplia gama de factores naturales que determinan su modificación con el tiempo, aun en ausencia de perturbación. La sedimentación y desecación son moldeadores de sus atributos físicos principalmente los hidrológicos y topográficos, al mismo tiempo que los fenómenos de naturaleza exógena, tales como deslizamientos de tierra, tormentas, actividad volcánica e inundaciones tanto estacionales como ocasionales. Las ciénagas constituyen un elemento básico del plano inundable, por tal razón sus formas y tamaños considerados en un año hidrológico, ocurren en función del nivel del agua en el sistema. Estas, son extensiones de suelos ubicadas en depresiones y funcionan como recipientes que albergan el exceso de los volúmenes de los sistemas de aguas corrientes, principalmente de los ríos, a través de canales meandriformes por acción inóndante de la corriente sobre estas tierras bajas además de la acción erosiva del río dando origen a la formación de brazos que eventualmente se convierten en ciénagas (Roldan, 2008); estas son cuerpos de agua someros que normalmente no sobrepasan los 5 metros de profundidad, exceptuando algunas lagunas formadas en antiguos brazos de ríos, que alcanzan 10 metros o más (Márquez, 2008). Por lo general estos sistemas poseen aguas cálidas que por su poca profundidad no generan estratificaciones térmicas estables durante el día que se pierden durante la noche por acción de factores como los vientos las corrientes de convección o las lluvias (Ducharme, 1975 en Roldan, 2008).

Estos planos inundables son sistemas de alta productividad por la alta deposición de nutrientes. En ellas, en épocas que en las corrientes se exceden su cota máxima que permiten una elevada producción primaria por parte de plantas acuáticas, algas y del plancton traduciéndose en una elevada producción pesquera siendo comunes peces como los bocachicos, mojarra bagres entre otros. Estos hábitats se caracterizan por tener una diversidad moderada con elevado número de organismos (Márquez, 2008), además, funcionan como refugios ecológicos permanentes o transitorios para aves migratorias (Arias, 1985 en Roldan, 1992). Presentan ciclos anuales (inundación y estiaje) los cuales son muy complejos y se encuentran asociados a los ciclos climáticos.

El Departamento del Atlántico es una de las regiones del país que a pesar de tener características con tendencia a la aridez desde el punto de vista de sus suelos y coberturas vegetales, se identifica por ser uno de los sectores que tienen reservas hidrológicas en volúmenes considerables ubicados en su mayoría al Oriente y Sur del territorio fuertemente influenciados tanto por el Río Magdalena como por el Canal del Dique, originándole al departamento un catálogo de servicios y una oferta ambiental de gran importancia estratégica para su desarrollo (CRA – CORMAGDALENA – CI, 2007).



La importancia estratégica del recurso hídrico requiere de una gestión que la CRA ha asumido de forma responsable, aumentando progresiva y constantemente la gestión necesaria para la preservación de los servicios que prestan los humedales del departamento, así como para la recuperación de los sistemas debido al fuerte impacto que desde el pasado vienen soportando debido al crecimiento poblacional y el desarrollo industrial. Se han adoptado instrumentos económicos para la gestión ambiental y se avanza en el proceso de ordenamiento del recurso hídrico ajustándose a las nuevas políticas y regulaciones nacionales, incluyendo diversos criterios técnicos, jurídicos y financieros.

Desde lo técnico, la CRA viene desarrollando anualmente como parte de su Plan de Acción Institucional, la caracterización de los cuerpos de agua del departamento del Atlántico, a través del monitoreo de calidad de aguas mediante análisis de las condiciones físico-químicas, microbiológicas e hidrobiológicas, con el fin de tener insumos de información para determinar las acciones que requiere la gestión del recurso, en los diferentes niveles de actuación que requieren de los aspectos técnicos. En el presente informe se hace un análisis de calidad del agua de los principales humedales que hacen parte de la cuenca Caribe, Canal del Dique y Río Magdalena.

2. JUSTIFICACIÓN

Este estudio de caracterización reviste interés, ya que ninguna autoridad ambiental en el país o en el mundo, puede implementar acciones de prevención, corrección o conservación, sin el previo conocimiento de la dinámica natural de los sistemas. Entendiéndose dentro de este concepto, el conjunto de acciones que involucran cualquier efecto endógeno o exógeno al sistema.

Es entonces, el conocimiento de la Ecología de los sistemas epicontinentales, el que dicta las pautas para el diseño y aplicación de las políticas gubernamentales; de aquí que se hace necesario desarrollar un plan riguroso de monitoreos que conlleven a la evaluación de la mencionada dinámica, lo que involucra, períodos y frecuencias de evaluación suficientes para recopilar la mayor información y la de mejor calidad a la hora de establecer los factores que hacen características a los sistemas acuáticos, que para este caso son sistemas lénticos de poca profundidad, propios de cuencas bajas y en consecuencia, dependientes del pulso de inundación y de los períodos anuales de lluvia y sequía.

2.1 ALCANCES

Hasta hace muy poco la información existente sobre los cuerpos de agua del Atlántico era escasa y no respondía a una evaluación sistemática, lo que impedía la utilización comparativa de esta información. Hoy día, con la información rigurosa y de calidad para tal fin, resulta la caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica de algunos cuerpos de agua lénticos de importancia socio-ambiental del Departamento del Atlántico; brindando una herramienta para la autoridad ambiental, no solo para el conocimiento sino para futuras proyecciones de acciones con miras al mantenimiento de las condiciones propias de estos sistemas y el posterior licenciamiento para proyectos a desarrollarse dentro del área de influencia de estos cuerpos de agua.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar físicoquímica, microbiológica e hidrobiológicamente algunos cuerpos de agua lénticos del Departamento del Atlántico con el fin de evaluar su estado actual de calidad, dando cumplimiento a lo establecido en el Plan de Acción Institucional 2012 – 2015 (Monitoreos 2014) de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.2.1 Determinar y evaluar las concentraciones de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Sólidos Suspendidos Totales (SST), pH, conductividad y sulfatos en los cuerpos de agua establecidos para los monitoreos 2014.
- 3.2.2 Determinar y evaluar las concentraciones de Coliformes Totales y Fecales en las fuentes hídricas del Departamento del Atlántico señaladas para los monitoreos 2014.
- 3.2.3 Determinar y evaluar las composiciones de los componentes los hidrobiológicos (macrófitas, perifiton, fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna) como indicadores de la calidad ambiental de los cuerpos de agua establecidos para los monitoreos 2014.

4. GENERALIDADES

4.1 MARCO CONCEPTUAL

Se presentan algunos conceptos relativos al campo de estudio involucrado en este estudio de caracterización y de los que se requiere para la mejor comprensión de los objetivos y resultados alcanzados.

4.1.1 Limnológico(a).

Hace referencia a factores, variables y características estudiadas en el objeto de estudio de la Limnología.

4.1.2 Limonología.

Es una ciencia esencialmente ecológica, que estudia la productividad biológica de las aguas epicontinentales y con todas las influencias causales que la han determinado”, explica que la relación “productividad biológica”, incluye sus aspectos cuantitativos y cualitativos, así como actuales y potenciales; aclarando la expresión “aguas epicontinentales” como todos los tipos de aguas superficiales del continente: ríos o lagos, y que “influencias causales” son todos los factores físicos, químicos, biológicos y meteorológicos, entre otros, que determinan las características de la cantidad de producción biológica: Que además, se preocupa de la calidad sanitaria de las aguas y en especial en los aspectos dinámicos del fenómeno de la contaminación y autodepuración (Bohorquez & Ardila, 1996).

Modernamente, la Limnología consiste en analizar, de manera integral, las características, fuerzas y procesos de las aguas continentales y la relación entre el componente biótico y abiótico de las mismas.

En el campo limnológico se pueden determinar tres niveles de estudio: Físico-químico, que incluye la naturaleza y procesos de formación de las cuencas y valles que ocupan los lagos, ríos y estuarios, así como las propiedades físico-químicas del agua. El aspecto Biótico, que estudia la composición y posición del organismo en particular, es decir, el estudio de la biocenosis de aguas dulces. Por último, el nivel Integrativo, que es el verdadero enfoque limnológico, en el cual se correlacionan, de manera sistemática los resultados de los niveles anteriores y se da un conocimiento sobre la estructura y forma del cuerpo de agua que se estudia.

Esta ciencia tiene un carácter interdisciplinario que agrupa a la Geología, Química, Física, Biología y Ecología, para hacer integral el estudio de las aguas continentales.

4.1.3 Características físico-químicas del agua.

Las condiciones ambientales en el agua, son determinantes para el desarrollo de la vida en todas sus manifestaciones, es por eso que su estudio en los cuerpos de agua, suministra información sobre el estado actual del mismo (Roldán 1992).

La Temperatura, juega un papel fundamental en los procesos y la distribución de los organismos, pues la mayoría poseen rangos establecidos bajo los que pueden establecerse sin alteraciones en su fisiología y comportamiento.

El pH, es un indicador de la actividad de los iones hidrógenos, y debido a que su medición es el resultado de diversos fenómenos, es difícil establecer si sus efectos en la vida acuática, son el producto de la interacción con otros parámetros. Sin embargo muestra las proporciones de carbono inorgánico disponibles para el zooplancton.

El Oxígeno disuelto, es uno de los parámetros más importantes en el agua, ya que de él dependen los organismos de respiración aerobia, para realizar sus funciones metabólicas; por lo que su disponibilidad y los factores que la condicionan son determinantes en el establecimiento de los organismos que en el sistema viven.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O), mide la cantidad de materia orgánica biodegradable mediante el consumo de oxígeno, contribuyendo a determinar el grado de contaminación, por dicha materia en el cuerpo de agua.

La transparencia, indica el grado en el que la luz puede penetrar a la masa de agua, manifestando el grado del efecto Tyndall (dispersión de la luz por las partículas suspendidas).

La Conductividad, es el factor indicativo de la cantidad de iones y sales que se encuentran disueltos en la masa de agua, los cuales muestran el funcionamiento del sistema con relación a las características del suelo.

La Alcalinidad, es la forma en que se expresan la cantidad de iones de carbonatos y bicarbonatos presentes en el agua, de otra manera, es la capacidad que ésta tiene para neutralizar ácidos.

Los sólidos Disueltos, expresados como *totales* (S.T.D), incluyen aquellos que pueden sedimentarse luego de un tiempo establecido (*sólidos sedimentables*), y los que se encuentran en suspensión (*sólidos suspendidos*), corresponden a todas las sustancias diferentes a la masa de agua.

La *dureza*, esta determinada por los contenidos de sales de Calcio y Magnesio, que pueden estar asociadas a Carbonatos (*dureza temporal*), y a Sulfatos, Cloruros y otros aniones de ácidos minerales (*dureza permanente*).

Los *Nitratos* y *Nitritos*, son estados intermedios en el ciclo del Nitrógeno, que en el cuerpo de agua constituyen las formas de incorporación del nutriente por parte de algas, bacterias y plantas para la síntesis de sus proteínas.

El *Amonio*, es el producto final de la descomposición de la materia orgánica, realizada por las bacterias heterótrofas a partir de proteínas y de otros compuestos nitrogenados.

El *Fósforo*, se encuentra casi exclusivamente en forma de fosfatos y aunque está presente en mínimas cantidades constituye un nutriente esencial para los organismos y por tanto es un factor limitante en su crecimiento, condicionando la productividad del cuerpo de agua.

4.1.4 Caracterización microbiológica de los cuerpos de agua.

Los cuerpos de agua superficiales, están sometidos a la contaminación por microorganismos de tipo bacteriano, que provienen de la atmósfera, de los desechos y vertimientos hechos en ellos.

Esto implica que el grado de contaminación, al igual que las bacterias alojadas en estos cuerpos de agua sea variable, dependiendo del origen de estos vertimientos.

Sin embargo, las bacterias en el agua se pueden agrupar como: Naturales del agua, bacterias del suelo y bacterias de origen intestinal.

Entre las bacterias naturales están las del género *Pseudomona* (*P. fluorescens* y *P. aeruginosa*), *Serratia*, *Flavobacterium* y *Chromobacterium*; Las cuales son consideradas como no patógenas para el hombre, aunque pueden causar sabores extraños en el agua y alimentos.

Las bacterias del suelo, se encuentran en el agua en épocas de lluvia e inundaciones, principalmente. Algunos géneros, son el *Bacillus* (*B. cereus* y *B. subtilis*), el subgénero *Aerobacillus* (*A. maceraus* y *A. polymyxa*) y *Sphaerotilus dichotomus*, que se encuentra entre las bacterias filamentosas. Pero ninguna reviste importancia sanitaria en el agua.

Entre las *bacterias intestinales*, se encuentran las provenientes de la flora normal del intestino del hombre y de los animales de sangre caliente, las cuales se consideran indicadores de

contaminación. Entre éstos se pueden encontrar los géneros *Clostridium*, *Streptococcus*, *Escherichia*, *Enterobacter* y *Proteus*.

El grupo coliformes es constante, abundante y casi exclusivo de la materia fecal, sin embargo, las características de sobrevivencia y la capacidad para multiplicarse fuera del intestino también se observan en las aguas naturales y potables, por lo que se utiliza como indicador de contaminación fecal en agua; conforme mayor sea el número de coliformes en agua, mayor será la probabilidad de estar frente a una contaminación reciente (Camacho *et al.*, 2009).

Las bacterias coliformes totales se encuentran frecuentemente en el suelo, plantas y el agua (generalmente sin causar daños de gran importancia), mientras que las coliformes fecales, siendo un subgrupo de las coliformes totales, se encuentran en las deposiciones humanas y animales, indicando con su presencia contaminación.

4.1.5 Las bacterias como indicadores de calidad del agua.

Los bacilos del género *Clostridium* (*C. sporógenes* y *C. perfringes*), se encuentran en el intestino humano y de animales, al igual que en las aguas cloacales y en el suelo, constituyendo bacterias de amplia distribución y difícil tratamiento, lo que las convierte, en indicadores de contaminación tardía de las aguas por materia fecal.

El *Streptococcus fecalis* es indicador de contaminación reciente, ya que este tipo de bacteria muere rápidamente fuera del cuerpo humano. Su ausencia es base de seguridad.

Los bacilos Gram⁻ no formadores de esporas, que son frecuentes en el agua son: *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*, *P. morgani*, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes* y *Klebsiella aerobacter*.

En los análisis de laboratorio, no se hace diferenciación de los géneros, sino que se considera al grupo de las enterobacterias fermentadoras de Lactosa con producción de gas, como *coliformes*, dándoles la misma importancia desde el punto de vista sanitario y al realizar su detección, se consideran como el indicio más delicado y seguro de contaminación, así como de la eficacia de un proceso de purificación y potabilidad del agua.

4.1.6 Calidad biológica del agua.

El término "calidad"⁹, referido a las aguas continentales, es un concepto relativo que depende del destino final del recurso (Alba-Tercedor 1996)

Así, mientras las aguas fecales se consideran de calidad no apropiada para la Ingestión humana, por los problemas sanitarios que conllevaría su uso. Podrían resultar excelentes para el riego de plantas ornamentales o plantaciones forestales, debido a su alto contenido de materia orgánica. Del mismo modo, aguas de alta montaña que intuitivamente se asocian con pureza y buena calidad, pueden resultar poco apropiadas para la bebida, al calmar escasamente la sed, por su bajo contenido de sales y por su bajo pH, que le confiere un carácter corrosivo para el esmalte dental.

Teniendo ésto en cuenta, se puede considerar que un medio acuático, presenta una buena “calidad biológica” cuando tiene unas características naturales que permiten que en su seno se desarrollen las comunidades de organismos que le son propias; así por ejemplo, en ríos de montaña de agua fría, muy transparentes y oligotróficas y muy bien oxigenadas, se espera siempre encontrar poblaciones dominantes de Ephemeropteros, Trichópteros y Plecópteros; también se espera encontrar en menores proporciones, Odonatos, Hemípteros, Dípteros, Neurópteros, Ácaros, y otros grupos menores. Por el contrario, en ríos y quebradas que están siendo contaminadas, con materia orgánica de aguas turbias poco oxigenadas y eutrofizadas, se espera encontrar poblaciones dominantes de Oligoquetos, Chironómidos y ciertos Moluscos; pero ocasionalmente pueden encontrarse algunos individuos que se consideran de aguas limpias. En situaciones intermedias, de aguas que empiezan a mostrar síntomas de contaminación o que comienzan a recuperarse, es común encontrar poblaciones dominantes de Turbelarios, Hirudíneos, ciertos Moluscos (*Limnaeidae* y *Physidae*), de Chironómidos y Oligoquetos, mezclados en menor proporción con ciertos Ephemeropteros y Trichópteros.

Gracias a estos conceptos y a las metodologías existentes para la evaluación de la calidad de las aguas, se pueden observar los puntos conflictivos y aquellos que presentan una calidad muy buena, buena, aceptable o mala de sus aguas y sólo de esa manera se puede aprovechar la disponibilidad del recurso.

5. METODOLOGÍA

5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El monitoreo de la calidad físico-química, microbiológica e hidrobiológica de las fuentes hídricas del departamento del Atlántico seguirá la ubicación de las estaciones para la toma de muestras de períodos anteriores (dos estaciones) con el objetivo de generar información que sea comparable en la dimensión espacial y temporal. Para otros cuerpos de agua se propone una distribución de las estaciones que sea lo más representativa posible de las características limnológicas y ambientales de cada ecosistema (Ciénaga de Mallorquín con cuatro y Embalse del Guájaro con nueve). En el caso particular del Embalse del Guájaro, se propone que las estaciones de monitoreo sean las mismas propuestas en el documento “Plan de manejo ambiental de las ciénagas el Totumo, El Guájaro y el Jobo en la ecorregion estratégica del Canal del Dique” elaborado por CARDIQUE-CRA (2002).

5.1.1 Ubicación de los Puntos de Monitoreo

La identificación de los sitios de muestreo en cada uno de los cuerpos de agua evaluados, se realizó en dos etapas: la primera consistió en una revisión de literatura sobre los diferentes cuerpos de agua presentes en el Departamento del Atlántico, seguido de una visita de inspección a cada sitio donde de acuerdo a las singularidades de cada sitio se escogieron la estaciones de muestreo. La segunda etapa consistió en la georeferenciación de los sitios identificados en la inspección utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS). La ubicación de los puntos es la siguiente.

Tabla 1. Identificación y Ubicación de los puntos de muestreo.

CUENCA	CUERPO DE AGUA	PUNTOS MONITOREADOS		COORDENADAS
		NOMBRE	ABREVIATURA	
Río Magdalena, Subcuenca 2904-2	Ciénaga de Mesolandia	Punto 1	P1	10°53'24.2"N 74°45'46.1"W
		Punto 2	P2	10°53'05.1"N 74°45'40.1"W
Río Magdalena, Subcuenca 2904-3	Ciénaga de Malambo	Punto 1	P1	10°51'45.8"N 74°45'44.4"W
		Punto 2	P2	10°51'14.8"N 74°45'27.1"W
Río Magdalena, Subcuenca 2904-5	Ciénaga El Uvero	Punto 1	P1	10°33'21.1"N 74°45'34.4"W
		Punto 2	P2	10°33'58.3"N 74°45'28.4"W
Río Magdalena, Subcuenca 2904-6	Ciénaga La Poza	Punto 1	P1	10°29'11.41"N 74°49'16.91"O
		Punto 2	P2	10°28'13.44"N 74°49'34.02"O
Canal del Dique 2903-1	Embalse del Guájaro	Punto 1	P1	10°25'33.98"N 75° 4'53.57"O

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

CUENCA	CUERPO DE AGUA	PUNTOS MONITOREADOS		COORDENADAS
		NOMBRE	ABREVIATURA	
		Punto 2	P2	10°26'10.24"N 75° 3'59.94"O
		Punto 3	P3	10°25'40.64"N 75° 7'5.20"O
		Punto 4	P4	10°27'11.10"N 75° 7'6.18"O
		Punto 5	P5	10°28'54.75"N 75° 4'48.08"O
		Punto 6	P6	10°30'52.01"N 75° 4'58.08"O
		Punto 7	P7	10°31'30.63"N 75° 1'47.76"O
		Punto 8	P8	10°34'22.33"N 75° 2'1.91"O
		Punto 9	P9	10°35'52.62"N 75° 5'3.69"O
		Canal del Dique 2903-2	Ciénaga de Luruaco	Punto 1
Punto 2	P2			10°36'38.20"N 75° 9'48.50"O
Canal del Dique 2903-3	Ciénaga de Tocagua	Punto 1	P1	10°38'6.40"N 75°11'8.00"O
		Punto 2	P2	10°37'53.40"N 75°10'35.80"O
Litoral Subcuenca 1401-4	Ciénaga del Totumo	Punto 1	P1	10°44'10.09"N 75°13'59.14"O
		Punto 2	P2	10°43'13.81"N 75°14'44.40"O
Litoral Subcuenca 1401-3	Ciénaga Los Manatíes	Punto 1	P1	11°02'27.20"N 74°54'30.60"O
		Punto 2	P2	11°02'31.30"N 74°54'39.40"O
Litoral Subcuenca 1401-2	Ciénaga de Balboa	Punto 1	P1	10°59'07.00"N 74°57'58.20"O
		Punto 2	P2	10°58'50.24"N 74°59'19.55"O
Litoral Subcuenca 1401-1	Ciénaga de Mallorquín	Punto 1	P1	11° 2'23.60"N 74°50'4.86"W
		Punto 2	P2	11° 3'11.87"N 74°50'27.96"W
		Punto 3	P3	11° 2'41.78"N 74°52'1.23"W
		Punto 4	P4	11° 2'35.66"N 74°51'5.83"W
Litoral Subcuenca 1401-0	Ciénaga del Rincón	Punto 1	P1	11° 1'6.40"N 74°53'33.45"W
		Punto 2	P2	11°0'56.81"N 74°53'32.49"W

Los detalles de ubicación y coordenadas de las estaciones en todos los cuerpos de agua monitoreados, se pueden apreciar en las siguientes descripciones gráficas, de cada una de las ciénagas muestreadas por cuenca:

Cuenca Río Magdalena, Subcuenca 2904-2



Figura 1. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia (La Bahía).



Figura 2. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Malambo.



Figura 3. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga El Uvero.



Figura 4. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga La Poza.

Cuenca Canal del Dique, Subcuenca 2903-1

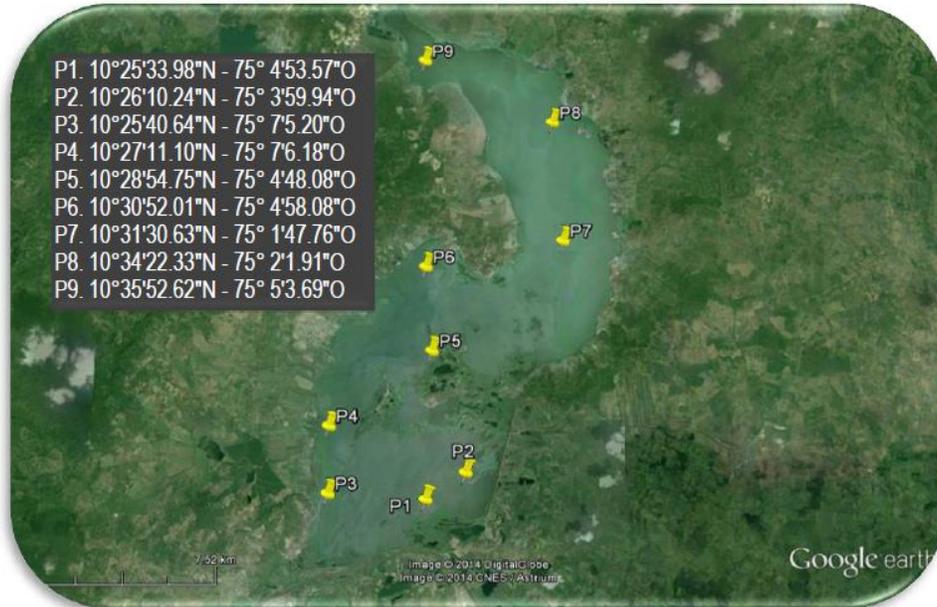


Figura 5. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en el Embalse del Guájaro.



Figura 6. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Luruaco.

Cuenca Canal del Dique, Subcuenca 2903-2



Figura 7. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Tocagua.

Cuenca Litoral, Subcuenca 1401-4



Figura 8. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga del Totumo.



Figura 9. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga Los Manatíes.



Figura 10. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Balboa.

Cuenca Litoral, Subcuenca Ciénaga de Mallorquín

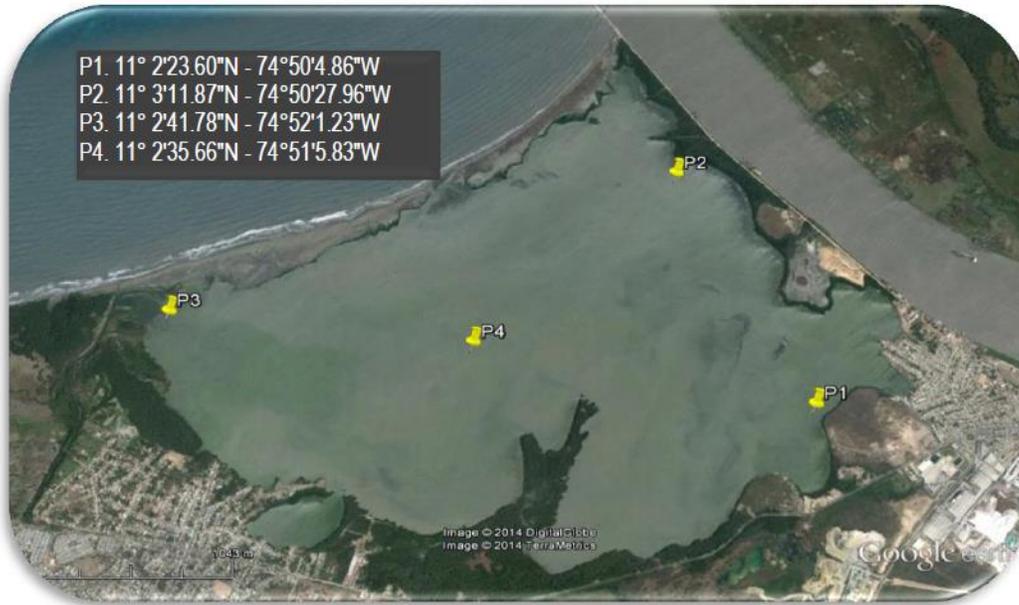


Figura 11. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga de Mallorquín.



Figura 12. Foto satelital de la ubicación de los puntos de muestreo en la Ciénaga del Rincón.

5.5.2 Aspectos climaticos del área de muestreo

Las condiciones atmosféricas predominantes en una región y su interpretación en términos de media anuales o estacionales de temperatura y precipitaciones constituyen el conjunto de variables que definen el clima. Estas condiciones no son constantes y fluctúan alrededor de una normalidad con oscilaciones que se conocen como variabilidad climática y que se presentan en ciclos de diversa escala temporal. En la variabilidad interanual se destacan las oscilaciones asociadas a los fenómenos de El Niño y La Niña (ENOS) (Ruiz, 2012).

En el Departamento del Atlántico, las mayores variables determinantes del clima son la temperatura y la humedad, la primera con valores que median entre 28 y 32 °C, lo cual es comparable con la alta y media Guajira, parte central de Cesar y Bolívar, departamentos del Magdalena y Sucre, en contraste con el resto de la región Caribe donde la temperatura oscila entre los 24 y 28°C. El comportamiento estacional de la temperatura en el departamento es muy regular a lo largo del año debido a la proximidad del mar Caribe, con variaciones del orden de 1.5 °C. Los meses más cálidos en el litoral central son mayo, junio, julio y agosto, mientras que a principios y finales de año la temperatura del aire es ligeramente menor debido a la influencia de los vientos Alisios (IDEAM, 2006). Esto se encuentra mediado también por la incidencia de la radiación solar que llega hasta este territorio, debido a que en la mayor parte del territorio colombiano la incidencia de la radiación solar tiene promedios entre 4 y 4,5 kWh/m²/día y la región Caribe está dentro de las zonas que reciben mayor radiación (4,5 y 6 kWh/m²/día), dejando al departamento del Atlántico como uno de los territorios que registran valores mas altos, comprendidos entre entre 5,5 y 6 kWh/m²/día.

En general, la región Caribe registra lluvias entre 500 y 2000 mm con un gradiente bien definido hacia el sur, presentando en general un régimen bimodal. De manera comparable con el centro y norte de La Guajira, en el departamento del Atlántico se registran las menores frecuencias en el número de días con lluvia, cerca de 50 al año en algunos lugares del litoral del departamento. El período que registra menor cantidad de eventos lluviosos en el Caribe corresponde a los meses de diciembre a abril; a mediados del año, en el mes de julio, igualmente se observa una disminución de la frecuencia aunque menos pronunciada que a principio de año con valores entre 5 y 10 días lluviosos al mes. Los períodos con mayor cantidad de días con lluvia son los meses de mayo y junio durante el primer semestre y agosto a noviembre durante el segundo, con un máximo en el mes de octubre (IDEAM, 2006).

La dinámica de precipitaciones es influenciada también por circulaciones del viento, que en el Departamento del Atlántico como en toda la llanura Caribe son bastante definidas en el transcurso del año y están directamente influenciadas por los vientos Alisios. En general la velocidad media anual en superficie alcanza valores inferiores a los 15 km/h, valores superiores se registran en

pequeños centros costeros de la región Caribe como al occidente del departamento del Atlántico, con variaciones entre 15 y 20 km/h.

En general en el norte del país predominan las distribuciones mensuales de tipo monomodal o cuasimonomodal con los vientos más intensos en el mes de marzo en la región Caribe; en Barranquilla el viento alcanza en promedio velocidades ligeramente superiores a los 20 km/h durante el primer trimestre, un poco más del doble de lo que se registra a mediados de año.

5.1 TOMA, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE MUESTRAS

La evaluación de la calidad del agua para caracterizar los sistemas, se realizó mediante un programa de monitoreo, que permitió determinar *factores físico-químicos*: Turbiedad, DQO, DBO₅, pH, Temperatura, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Totales (ST), Oxígeno Disuelto, Conductividad, Sulfatos, *microbiológicos*: Coliformes Totales y Fecales, e *hidrobiológicos*: plancton (fitoplancton, zooplancton), perifiton, macrófitas, necton (peces) y bentos (macroinvertebrados)

5.1.1 Características generales de las muestras

La toma de muestras se llevó a cabo en un período de 5 días por cuerpo de agua, con el fin de recoger muestras lo suficientemente representativas, para la variabilidad espacio-temporal que presentan en particular los factores físico-químicos, el plancton y la ictiofauna. La duración por puntos de muestreo fue en promedio de seis horas por día. Las otras comunidades, menos variables como las macrófitas, el perifiton y macroinvertebrados bentónicos, fueron estudiados a partir de muestras puntuales tomadas un solo día de muestreo.

Para análisis de los factores físico-químicos se obtuvieron muestras compuestas en cada uno de los puntos de muestreo, mediante alícuotas tomadas cada 60 minutos aproximadamente en un lapso de 6 horas/día

A continuación se presenta el resumen de las técnicas utilizadas en el estudio.

Tabla 2. Técnicas utilizadas para los parámetros definidos para la caracterización.

PARÁMETRO	TÉCNICA ANÁLITICA UTILIZADA	TIPO DE ENVASE	MÉTODO DE PRESERVACIÓN
Fisicoquímicos			
pH (Und. De H+) (<i>In situ</i>)	S.M Electrométrico 4500 H+B Edición 22/2012	–	Analizar inmediatamente
Temperatura (°C) (<i>In situ</i>)	S.M Electrométrico 2550 B Edición 22/2012	–	Analizar inmediatamente
Oxígeno Disuelto (mg/L) (<i>In situ</i>)	S.M Modificación Azida 4500-O C 2550 B Edición	–	Analizar inmediatamente
Conductividad (µS/cm) (<i>In situ</i>)	S.M Electrométrico 2510 B Edición 22/2012	-	Analizar inmediatamente
DBO ₅ (mg O ₂ /L)	S.M Prueba DBO 5210 B Edición 22/2012	P,V	Refrigerar
DQO (mg O ₂ /L)	S.M Reflujo Cerrado colorimétrico 5220 D Edición 22/2012	P,V	Añadir H ₂ SO ₄ hasta pH < 2 y analizar antes de lo posible.
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	S.M Gravimétrico 2540 D Edición 22/2012	P,V	Refrigerar
Sulfatos (mg SO ₄ -2/L)	S.M Tubidimétrico 4500 SO ₄ E Edición 22/2012	P,V	Refrigerar
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	S.M. Incubación Tubos multiples 9221B Edición 22/2012	P,V	Tiosulfato de sodio 10% y EDTA 15
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	S.M. Incubación Tubos multiples 9221E Edición 22/2012	P,V	Tiosulfato de sodio 10% y EDTA 15
Hidrobiológicos			
Perifiton	S.M Biological Examination 1300 B Edición 22/2012	BZ; EPO	Se añaden 0.3 mL de lugol por cada 100 mL de muestra + Formalina al 10% si la muestra se va a extraer en laboratorio.
Fitoplancton	S.M Biological Examination 1200 B Edición 22/2012		Se añaden 0.3 mL de lugol por cada 100 mL de muestra.
Zooplancton	S.M Biological Examination 1200 B Edición 22/2012	EPO	Se añaden 5 mL de formalina tamponada por cada 100 ml de muestra para una concentración final del 5%.
Macrófitas	S.M Biological Examination 1400 D Edición 22/2012	PP	1. Conservar en fresco en una bolsa plástica, en una nevera portátil de icopor con hielo (4°C). 2. Agregar la muestra en una bolsa o frasco de plástico, añadiendo líquido de Kew modificado o el preservativo escogido, quedando la muestra totalmente cubierta. 3. En seco (fanerógamas de mayor tamaño y musgos), se coloca el ejemplar entre hojas de papel periódico, se rosea un poco de alcohol etílico y se presan.
Macroinvertebrados Bentónicos	S.M Biological Examination 1500 C Edición 22/2012	EP	Se agregará alrededor de 50 mL de etanol a los frascos plásticos.
Peces	S.M Biological Examination 1600 C Edición 22/2012	EP	1. El ictioplancton se fijan con formalina tamponada al 5%, añadiendo 5 mL por cada 100 mL de muestra. 2. Los peces se inyectan con formalina en la cavidad visceral y músculos de mayor tamaño. Posteriormente se embeben en frascos con formalina.

P: Plástico; V: Vidrio; BZ: Bolsa Ziplock; EPO: Envase plástico Opaco; EP: Envase Plástico; PP: Papel Periódico; NA: No Aplica

Técnicas analíticas. Los procedimientos y técnicas empleadas son las oficiales establecidas en el Capítulo XIV del Decreto 1594/84 y las recomendadas en el Handbook for Analytical Quality Control in Water and Waste Water Laboratories, de la Asociación Americana de los Trabajadores del Agua – AWWA- en su Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water 22 edición 2012.

Para la toma de muestras y análisis de los componentes hidrobiológicos, se tuvieron en cuenta las metodologías del Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water 22 edición 2012, además las recomendaciones establecidas en el documento: Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MAVDT (2010), y otros autores cuyas publicaciones son reconocidas en cada componente.

5.1.2 Toma y Procesamiento de las muestras

Los aspectos generales de las metodologías para cada componente son los siguientes:

Planton. Las muestras de fitoplancton se obtuvieron filtrando en campo un volumen determinado de agua dependiendo del estado trófico del sistema (10-100L) en una malla con poro de 20µm, tomando agua del nivel subsuperficial. El material fue almacenado en frascos plásticos opacos de aproximadamente 150mL y preservado con una solución de lugol a razón de 0,3mL por cada 1000 mL de muestra; las muestras fueron así conservadas en un sitio oscuro y fresco.

Para la colecta del zooplancton se filtraron in situ diferentes volúmenes de agua subsuperficial, de acuerdo a cada sistema, con una malla de 60µm; las muestras fueron envasadas en frascos plásticos opacos de 150 mL y se fijaron con formaldehído al 5% de concentración final, tamponando con borato de sodio (bórax).

La identificación y conteo del fitoplancton se realizó por microscopía sobre una cámara de Sedgewick – Rafter y se emplearon las iconografías y las descripciones realizadas por: Yacubson (1969, 1972, 1982), Presscott (1970), Bourrelly (1972), Bicudo y Bicudo (1970), Ortega (1984), Parra et al (1982a y b, 1983), González (1988), y Fanés (2008).

En el caso del zooplancton, la identificación se basó en la observación de estructuras externas y utilizando las referencias taxonómicas de Paggi, 1995, Gaviria (1988, 1989 1993 a. 1993 b, 1994 y 2000), Korovchinsky & Elias-Gutierrez, 2000. El conteo fue realizado en una cámara Sedgewick – Rafter, y la densidad del zooplancton se expresó en individuos/litro.

Perifiton. El muestreo se realizó en sustratos naturales, tomando muestras al azar. Se empleó el área central de un marco con área conocida, de donde se limpió toda la superficie y el material extraído fue introducido en un recipiente plástico rotulado con el número de la estación y conteniendo 100mL de agua destilada.

Los valores de abundancia de la comunidad perifítica algal, se registraron como densidad total de individuos por unidad de área. Estos valores se obtuvieron a partir del conteo de 400 células de la especie más abundante. Para el análisis cualitativo y determinación taxonómica, se emplearon claves especializadas: Krammer & Lange- Bertalot (1986; 1988; 1991); Krammer (1992); Lange – Bertalot (1992), Parra, et al (1982a, 1982b, 1982c, 1983) entre otras.

Macrófitas. El muestreo de vegetación acuática y palustre se realizó teniendo en cuenta las recomendaciones propuestas por Rangel y Velásquez (1997) donde se toma un transecto de 100 m por 2 de ancho y se describen las especies registradas durante este recorrido, esta se efectuó en cada una de las estaciones de muestreo o en la rivera más próxima del punto de muestreo.

Ictiofauna. La caracterización de la composición y estructura de la comunidad íctica como principal componente neotónico, se realizó mediante capturas con la utilización de dos atarrayas; una de 2,5m radio y un ojo de malla de 2cm y otra de 3m de radio y un ojo de malla de 5cm o 3 puntas. Se estandarizó el esfuerzo de pesca en 10 lances para cada atarraya es decir 20 lances por punto durante cinco días, por lo tanto el esfuerzo de pesca fue el mismo en todas las ciénagas, se cuantificaron las capturas y se realizaron las comparaciones de las abundancias relativas entre puntos y de riqueza específica en torno a la diversidad.

Los individuos capturados fueron identificados en campo y devueltos vivos al medio. Para confirmar la identificación se tomaron notas de las principales características merísticas, morfométricas y se tomaron fotografías, recurriendo luego a diversas listas, claves e iconografías especializadas como: Eigenmann (1922), Schultz (1944), Miles (1947), Dahl (1971), Géry (1977), Nelson (1984), Maldonado-Ocampo et al.2005, Buitrago, 2007, Maldonado-Ocampo et al.2008, entre otros. También se tuvo en cuenta información secundaria sobre la presencia actual de especies a través de entrevistas con habitantes y pescadores de cada sector. Se tomaron mediciones de peso y longitud total para la totalidad de los ejemplares capturados con las atarrayas, con ayuda de un ictiómetro y balanzas con precisión de 1 gr y 0,01 g.

Bentos. Para la toma de muestras de macroinvertebrados bentónicos se utilizó una draga tipo PONAR de 0.054m² de área efectiva. El sedimento recogido, producto de tres lances al azar en cada estación de muestreo, fue colocado en bolsas ziploc, y refrigerado hasta su posterior tamizado en un

juego de tamices, cuyo ojo de mallas fue de 5 mm 370 micras, de donde fueron extraídos los organismos y fijados en una solución de etanol al 70%, teniendo el cuidado de separar los organismo por orden (para separar organismos blandos de los duros), mediante la extensión en bandejas blancas, del tamizado.

Para la posterior identificación, se procedió a extender en cajas Petri, el contenido de los recipientes de separación previa y con ayuda de un estereoscopio se separaron manualmente los organismos. Se llegó hasta el nivel taxonómico de género en la mayoría de los casos o en su defecto hasta familia, con base en trabajos y claves específicas como Thorp y Covich (1991), Roldán (1988) entre otros. Para llevar a cabo la descripción de la comunidad bentónica se procedió a calcular la densidad absoluta (Individuos/área) y atributos ecológicos como Abundancia y Riqueza.

5.1.3 Herramientas de Análisis de información

Se aplicaron índices para definir la diversidad alfa (α) y la diversidad beta (β). Entre ellos Riqueza de Margalef (d), Diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia de Simpson (I') y equidad de Pielou (J') (Ramírez 2005).

Se desarrollaron análisis univariados e índices que permiten describir la estructura de las comunidades consideradas.

Con el fin de localizar la heterogeneidad o diferencias entre hábitats o estaciones, para cada comunidad se realizó el análisis de clasificación (Q) utilizando el coeficiente de similaridad de Bray Curtis (1957) según la composición y abundancia.

Las matrices, dendogramas e índices se elaboraron empleando los programas Excel para windows 2007, Statgraphics Plus v 5.1, PRIMER v.5.2.9 y PAST v.1.97 (Hammer *et al.*, 2001).

Para la evaluación de la calidad del agua mediante los índices de calidad, se aplicaron el Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) y el Índice Simplificado de Calidad del Agua (ISQA), determinando su valor en cada estación de monitoreo.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este análisis se hace a partir de los resultados obtenidos de cada uno de los factores muestreados, con el fin de caracterizar cada uno de los cuerpos de agua estudiados. A partir de esta premisa, el análisis se ha separado por cuencas, teniendo en cuenta que su ubicación es determinante en el comportamiento de cada una de las características analizadas y como es de esperarse, depende de la tipificación limnológica a la que estas pertenecen (Ramírez y Viña, 1998). Se tiene los cuerpos de agua, pertenecientes a las cuencas:

- Río Magdalena (2904)
- Cuenca Canal del Dique (2903)
- Cuenca Litoral (1401)

Los resultados se acompañan de las comparaciones con los Objetivos de Calidad establecidos por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA, 2014), para determinar el estado actual de cada uno de los factores y la calidad biológica del agua en los sistemas. Para esto los valores mínimos requeridos se han representado en color verde, mientras que los máximos esperados para cumplir el objetivo, se presentan en coloración roja. En el caso de los Coliformes Totales, el valor del objetivo al ser un máximo se presenta en rojo y el de Coliformes fecales se presenta en color negro para diferenciarlos.

6.1 CUENCA RÍO MAGDALENA - 2904

La Cuenca del Río Magdalena en el Departamento del Atlántico posee una superficie de 134.192 ha, haciendo parte de los municipios de Soledad, Malambo, Sabanagrande, Santo Tomás, Palmar de Varela, Polonuevo, Ponedera, Campo de la Cruz y el Distrito de Barranquilla, por los cuales el canal principal del río recorre aproximadamente 107.851 Km de longitud (HIMAT, 1987 En: CRA, 2007).

Esta cuenca tiene una zona inundable formada por un complejo de ciénagas, interconectado por caños y zonas anegadizas que son de vital importancia para el sostenimiento de la diversidad biológica de esta zona del río que las tributa en forma directa (Tipo I) o indirecta (Tipo II), en su margen occidental; lo que define su tipología en la dinámica limnológica (Viña y Ramírez, 2002).

Las más reconocidas son: Ciénaga de Mesolandia o La Bahía, Malambo, El Convento, Sabanagrande, Santo Tomás, La Luisa, Manatí, Paraíso y El Uvero. De este conjunto, se estudiaron

en esta oportunidad, las de mayor importancia para obtener la información de caracterización a continuación:

6.1.1 Ciénaga de Mesolandia (La Bahía)

La Ciénaga de Mesolandia, también conocida como Ciénaga de la Bahía, se encuentra localizada en jurisdicción de los municipios de Malambo y Soledad. Sus aguas provienen del Río Magdalena a través de los caños Viejo y Soledad, aguas de escorrentía y el arroyo Caracolí. Posee una profundidad de 2.5 metros, con un área aproximada de 240 Has mínimas de superficie y una máxima de 337 Has que fluctúan de acuerdo a la dinámica del río (POT Malambo, 2007).

El área de influencia de este cuerpo de agua tiene diversas problemáticas asociadas a la ocupación de viviendas en zonas aledañas. Estas van desde las inundaciones por desbordamiento de la ciénaga en época de lluvias, inundaciones de las viviendas por retención de aguas de escorrentía en el muro de contención que se construyó para evitar los desbordamientos, contaminación por su utilización como botadero, uso como sitio para bañarse y realizar necesidades fisiológicas y actividad ganadera (CRA, 2007).

Características físico-químicas. A través del monitoreo se encontró que factores como la temperatura que oscilan entre 28 y 32°C, como promedio para el P1 de 30.37 y P2 con 30.82°C, lo cual evidencia que no hay una variación significativa espacio-temporal (Figura 13A), como es de esperarse en sistemas sometidos a un régimen climático propio del neotrópico.

El oxígeno disuelto osciló entre 8 y 18mg/L con un valor medio de 11.97mg/L para P1 y 12.07 para P2 (Figura 13-B), esta gran cantidad de oxígeno disuelto probablemente se debe a la gran cantidad de microalgas presentes en la ciénaga, que por su actividad fotosintética aumentan su disponibilidad, y a la agitación del agua producida por los vientos.

Valores similares al de oxígeno disuelto se registró en la DBO₅, con valores medios de 12.07 para P1 y 11.59 para P2 (Figura 13-D).

En la ciénaga se registró valores de pH básicos, probablemente por la actividad metabólica de las microalgas presentes, estos valores oscilaron entre 8.09 y 9.54, con valores medios de 9.18 para P1 y 9.04 para P2 (Figura 13-C).

Los valores de conductividad en el P1 así como en el P2, están muy elevados, con valores medios de 2384.26 y 2554.94, probablemente por contaminación antrópica producto del aporte de los caños provenientes de los municipios de Malambo y Soledad. Los sólidos suspendidos en la Ciénaga de

Mesolandia, registran valores en general por encima de los valores objetivos de calidad establecidos por la CRA, pero en este tipo de sistemas son normales por el aporte del Río Magdalena a través de sus caños y poblaciones aledañas a la ciénaga.

Los valores de sulfatos oscilaron entre 1.11 y 1.57 mg/L, considerados bajos para ecosistemas de planos inundables cercanos a las zonas costeras en donde las condiciones edafológicas mantienen en promedio valores entre 40-100mg/L (Ramírez 1984; Donato 1991).

La demanda química de oxígeno osciló entre 53.36 y 157.77 mgO₂/L, con valores medios de 141.68 en el P1 y 108.10 en el P2.

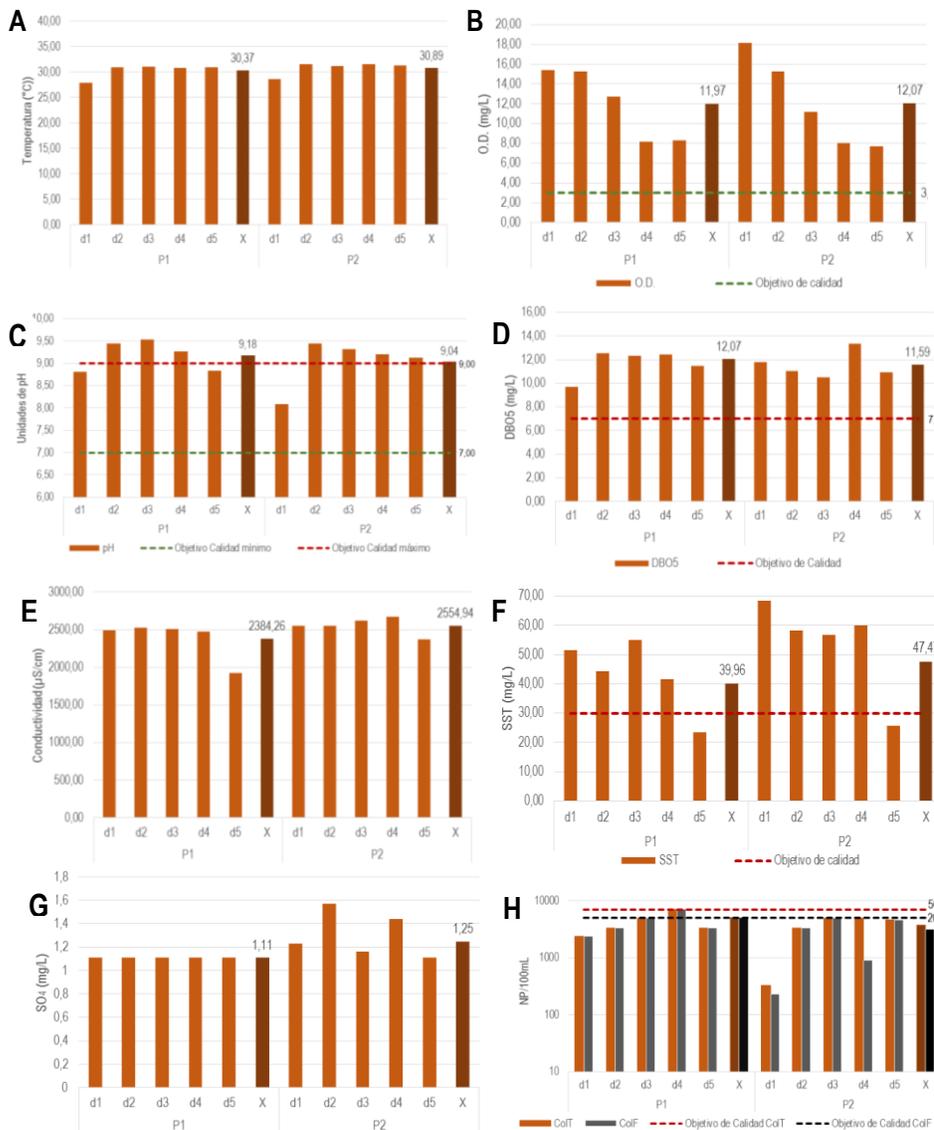


Figura 13. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Mesolandia.

Los coliformes totales, en general se encuentran dentro de los rangos de objetivos de calidad establecidos por la CRA a diferencia de los fecales, los cuales con un promedio de 3590 NMP, superan el objetivo de calidad de la CRA, probablemente por el aporte de las poblaciones aledañas (Figura 14).

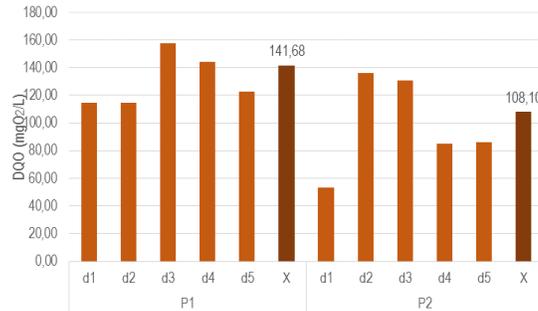


Figura 14. Gráfica de la DQO en la Ciénaga de Mesolandia.

Índices de contaminación. De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 3, los índices de contaminación la Ciénaga de Mesolandia presenta contaminación por los índices ICOpH (índice de contaminación para el pH), cuya escala en a ciénaga va de 0,527 a 0,644, registrando una contaminación de media a alta. El ICOMO (índice de contaminación por materia orgánica), registravalores que van de 0,559 y 0,622 y su interpretación en la escala de los ICO'S lo ubican dentro de aguas con contaminación de media a alta, esto probablemente por la evidente eutrofización de sistema.

Tabla 3. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga de Mesolandia.

Puntos de Monitoreo	ICOpH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,644	0,109	0,622
P2	0,527	0,124	0,559
ESCALA	INTERPRETACIÓN		
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN		
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA		
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA		
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA		
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA		

Características hidrobiológicas

Fitoplancton. El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua, algunas especies son heterotróficas por cortos períodos (Reynolds, 1984; Kilham y Hecky, 1988), sin embargo, de forma general se les considera autótrofos, por ende, el fito plancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad del agua.

La comunidad fitoplanctónica en la Ciénaga de Mesolandia registró un total de 35 morfoespecies organizadas en 23 géneros, 10 órdenes, 7 clases y 5 divisiones (Tabla 4); la división más diversificada fueron la Chlorophytas (Clorofitas o algas verdes) con el 68.1% de las morfoespecies seguida en orden de importancia por las Cyanobacterias (Cianobacterias o algas verdeazules) con el 36.3%, los Euglenozoa (euglenoides) con 31.8%, las Charophytas (desmídiales) con 18.8% y las Ocrophytas (algas pardas) con el 9.1%. A nivel espacial, la riqueza de especies registró proporciones similares a la composición general donde las clorófitas fueron importantes (Figura 15), 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 4. Clasificación taxonómica y densidad relativa del fitoplancton encontrado en la Ciénaga de Mesolandia.

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2		
Cyanobacterias	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis densa</i>	0,76	0,84		
			Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	0,01	2,77		
			Gomphosphaeriaceae	<i>Coelosphaerium sp</i>	0,69			
			Spirulinaceae	<i>Spirulina sp</i>	0,53	0,10		
		Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthospira sp</i>	1,89	4,07		
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp</i>	1,33	2,58		
			Nostocales	<i>Raphidiopsis sp</i>	0,25	1,08		
		Nostocaceae		<i>Dolichospermum sp</i>	4,24	45,81		
		Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus sp</i>	0,70	3,86
					<i>Monoraphidium sp</i>	0,17	0,32	
<i>Coelastrum sp</i>	0,99				2,26			
<i>Scenedesmus sp</i>	0,25				0,38			
Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus communis</i>				0,57	2,69		
<i>D. sp</i>	0,90				0,11			
Chlamydomonadales	Hydrodictyceae			<i>Tetraedron sp</i>	0,03			
	<i>Pediastrum simplex</i>			0,27	1,20			
	<i>Pediastrum duplex</i>			0,02	0,05			
	Neochloridaceae			<i>Golenkinia sp</i>	0,02009			
	<i>Platydorina sp</i>			0,31	0,61			
	<i>Pandorina sp</i>			2,08	0,83			
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum</i>	0,15	0,03			

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
				<i>Micractinium pusillum</i>	0,01	
Charophyta	Conjugatopyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp1</i>	0,01	
				<i>Staurastrum sp1</i>	0,14	0,08
			Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp2</i>	0,01	0,05
				<i>Cosmarium sp</i>	0,02	0,10
Euglenozoo	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis sp</i>	1,62	1,63
			Phacaceae	<i>Phacus sp</i>	5,20	3,73
				<i>Euglena sp1</i>	56,26	2,67
				<i>E. sp2</i>	1,49	
			Euglenaceae	<i>Strombomona sp</i>	14,27	16,89
				<i>Trachelomona sp1</i>	4,37	3,97
			<i>T. sp2</i>	0,34	1,24	
Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas sp</i>	0,02	
	Coccinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>	0,05	0,06

La Ciénaga de Mesolandia, al igual que otras ciénagas tropicales tiende a la eutrofia al acumular los nutrientes aportados por los ríos subsidiarios, estado que puede variar en relación a la dinámica del pulso hidrológico (Neiff, 1999 y Ramírez y Viña 1998), y se hace evidente en aspectos como la densidad fitoplanctónica que en la ciénaga registró un promedio de 150641.2 individuos por litro (Ind/L), correspondientes con un sistema eutrófico si se considera el valor reportado por Margalef en 1983 (más de 100 células/ml en aguas eutróficas); sin embargo este estado trófico presenta un gradiente que va de P2 (83600 Ind/L promedio) hacia P1 (217672.4 Ind/L) y obedece a condiciones locales como presencia de vertimientos de la comunidad e industrias adyacentes ricos en materia orgánica, sin desconocer los posibles aportes aloctonos de los arroyos Platanal y Palacios en época de lluvia.

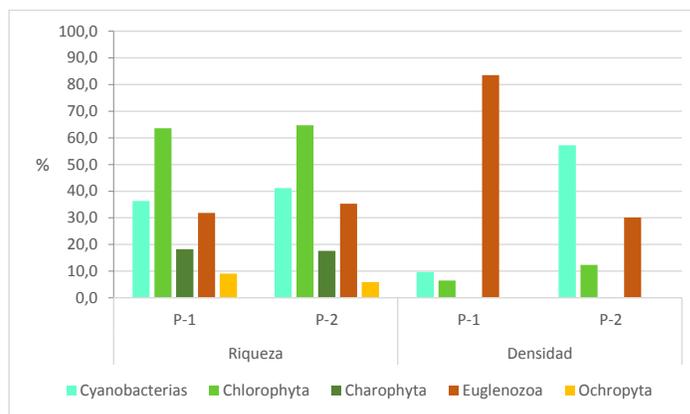


Figura 15. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad relativa en los puntos de muestreo de la Ciénaga Mesolandia.

El anterior comportamiento (Figura 15) se evidencia aún más, si se tiene en cuenta las variaciones a nivel de grupos dominantes. Los Euglenoides dominantes en P1 con el 83.5% de la abundancia y con una participación significativa en P2 (30%), son un componente común del fitoplancton de aguas con altos contenidos de materia orgánica al igual que las algas verdeazules (Roldan y Ramírez, 2008), que fueron predominantes en P2 con el 57.2% de los individuos; no obstante las primeras por ser heterótrofas facultativas poseen mayor tolerancia a estas condiciones (Marquez y Guillot, 2001). De estos grupos, las morfoespecies *Euglena* sp1 y *Dolichospermum* sp (ex *Anabaena*) fueron característicos de cada punto de muestreo.

Estas variaciones espaciales son significativas según el análisis de clasificación de Bray Curtis con una similitud entre los puntos de monitoreo del 32.1%, lo cual indica que existe un bajo número de taxones con presencia e importancia común en los puntos; así mismo confirma la existencia de condiciones locales que imperan en la dinámica del fitoplancton presente en la ciénaga, entre ellas posiblemente una mayor concentración de compuestos ricos en nitrógeno orgánico en P1 dado el predominio de *Euglena* sp referenciada por Ramírez (2000) como indicadora de contaminación por materia orgánica de este tipo.

En cuanto a la estructura de la comunidad fitoplanctónica descrita a través de los índices ecológicos en la Tabla 5, la ciénaga reporta una diversidad (H') moderada, con valores asociados a una contaminación media (Roldan y Ramírez, 2008) que disminuye hacia el punto P2 que registra una mayor diversidad ($H'=2,05$ nats/ind.), equidad ($J'=0.62$) y el menor número de individuos.

Tabla 5. Índices ecológicos para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga Mesolandia. Equidad (J'), diversidad de Shannon-wiener (H'), dominancia (λ) y diversidad de Simpson ($1-\lambda$),

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H' (loge)	H' (log10)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson ($1-\lambda$)
P1	35	217672	0,49	1,76	0,76	0,34	0,66
P2	28	83610	0,62	2,05	0,89	0,25	0,75

Zooplankton. La composición de este componente se dio por la presencia de 31 morfoespecies distribuidas taxonómicamente en 19 géneros, 15 familias, 7 órdenes, 4 clases y 2 phylla (Tabla 6).

Tabla 6. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplankton registradas en la Ciénaga de Mesolandia en mayo de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie
Rotífera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus	<i>Brachionus havanaensis</i> <i>Brachionus calyciflorus</i>

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie
					<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus bidentata</i>
					<i>Brachionus budapestinensis</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
				Keratella	<i>Keratella americana</i>
					<i>Keratella tropica</i>
				Lepadellidae	<i>Lepadella</i> sp
			Mytilinidae	Mytilina	<i>Mytilina</i> sp
			Proalidae	Proales	<i>Proales</i> sp
			Synchaetidae	Polyarthra	<i>Polyarthra vulgaris</i>
					<i>Polyarthra remata</i>
			Epiphanidae	Epiphanes	<i>Epiphanes</i> sp
				Asplanchna	<i>Asplanchna silvestri</i>
			Asplanchnidae	Asplanchnella	<i>Asplanchnella</i> sp
				Asplanchnopus	<i>Asplanchnopus</i> sp
			Trichocercidae	Trichocerca	<i>Trichocerca</i> sp
					<i>Lecane papuana</i>
					<i>Lecane luna</i>
			Lecanidae	Lecane	<i>Lecane lunaris</i>
					<i>Lecane bulla</i>
					<i>Lecane leontina</i>
					<i>Lecane</i> sp
		Flosculariaceae	Filinidae	Filinia	<i>Filinia terminalis</i>
	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	Moina	<i>Moina micrura</i>
			Macrothricidae	Macrothrix	<i>Macrothrix</i> sp
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Mesocyclops	<i>Mesocyclops brasilianus</i>
		Calanoida	Diaptomidae	Notodiaptomus	<i>Notodiaptomus</i> sp
		-----	-----	-----	Nauplio indeterminado
	Ostracoda	Metacopina	-----	-----	Ostrácodo indeterminado

Como normalmente ocurre en sistemas acuáticos continentales, los organismos de la clase Monogononta (rotíferos), constituyeron la mayor riqueza con el 81% de las especies registradas. Los rotíferos en su mayoría son habitantes de agua dulce, constituyendo uno de los grupos con mayor tasa de renovación, teniendo un papel preponderante en el reciclaje de energía por el tipo de alimentación (detritófagos y filtradores) siendo fuente de alimento para organismos superiores en la red trófica (Oliver, 1965). En una proporción menor se registraron riquezas que representaron el 10%, 6% y 3% para las clases Maxillopoda (copépodos), Branchiopoda (cladóceros) y Ostrácoda (ostrácodos), respectivamente (Figura 16).

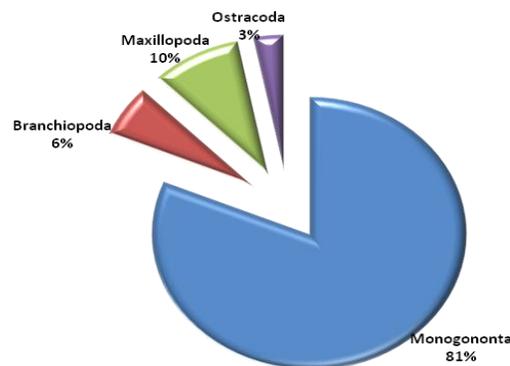


Figura 16. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga de Mesolandia en mayo de 2014.

Los individuos/Litro registrados estuvieron en el orden de los 3358.5 en P1 y 3226.8 en P2 (Tabla 7) presentando una similitud entre estaciones de más del 72%.

Las especies de rotíferos *Brachionus havanaensis*, *B. calyciflorus*, *B. angularis*, *Polyarthra vulgaris*, *Polyarthra remata* y *Filinia terminalis*, representaron las mayores abundancias en los dos puntos de muestreo.

Uno de los factores que contribuye al éxito de los rotíferos en estos cuerpos de agua es su plasticidad para adaptarse a diferentes fuentes alimenticias; esta característica, sumada a la baja presión de predación, por su pequeño tamaño, les proporciona ventajas competitivas sobre los otros grupos zooplanctónicos (Jaramillo-Londoño y Aguirre-Ramírez, 2012).

La presencia simultánea de varias especies del género *Brachionus* es indicio confiable de un ecosistema acuático de naturaleza eutrófica (Angeli, 1976). Del mismo modo, (Mageed (2008) y Uzma (2009) indican que la presencia de más de 5 especies de *Brachionus* está relacionada con cuerpos de agua eutrofizados.

Tabla 7. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Mesolandia en mayo de 2014.

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio	
	P1	P2
<i>Brachionus havanaensis</i>	722,3	322,0
<i>Brachionus calyciflorus</i>	786,9	629,5
<i>Brachionus angularis</i>	242,1	617,0
<i>Brachionus bidentata</i>	3,2	0,0
<i>Brachionus budapestinensis</i>	24,7	43,4
<i>Brachionus plicatilis</i>	2,5	4,1
<i>Keratella americana</i>	135,0	187,4
<i>Keratella tropica</i>	2,1	35,5

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio	
	P1	P2
<i>Lepadella</i> sp	2,7	0,5
<i>Mytilina</i> sp	0,7	0,0
<i>Proales</i> sp	54,8	0,4
<i>Polyarthra vulgaris</i>	487,5	419,0
<i>Polyarthra remata</i>	43,8	391,2
<i>Epiphanes</i> sp	13,8	2,0
<i>Asplanchna silvestri</i>	63,3	35,0
<i>Asplanchnella</i> sp	9,2	1,5
<i>Asplanchnopus</i> sp	0,0	0,5
<i>Trichocerca</i> sp	13,7	18,5
<i>Lecane papuana</i>	4,6	2,2
<i>Lecane luna</i>	2,8	0,0
<i>Lecane lunaris</i>	0,3	29,5
<i>Lecane bulla</i>	11,8	1,8
<i>Lecane leontina</i>	1,8	0,3
<i>Lecane</i> sp	0,0	0,4
<i>Filinia terminalis</i>	481,1	365,6
<i>Moina micrura</i>	213,2	102,8
<i>Macrothrix</i> sp	3,1	2,1
<i>Mesocyclops brasiliensis</i>	4,9	11,0
<i>Notodiptomus</i> sp	15,8	0,5
Nauplio indeterminado	7,0	3,1
Ostrácodo indeterminado	3,7	0,0
Total (Ind/L)	3358,5	3226,8

El amplio porcentaje de similitud entre las estaciones, producto de la semejanza entre las abundancias y las especies registradas lleva a establecer que la Ciénaga de Mesolandia en el período monitoreado, presenta características medioambientales uniformes en los diferentes puntos por lo cual se supone hay homogenización de sus aguas (Tabla 8).

Tabla 8. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga de Mesolandia en mayo de 2014.

Puntos de Monitoreo	Índices ecológicos							
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda	1-Lambda
P1	29	3358,4	3,448	0,637	2,144	0,931	0,154	0,845
P2	27	3226,8	3,218	0,668	2,200	0,955	0,134	0,866

Perifiton. Se identificaron 20 morfoespecies pertenecientes a 6 clases agrupadas en 5 Phyla. El 30% de las morfoespecies fueron clasificadas como Ochrophytas (diatomeas), el 25% Cyanobacterias y

20% Chlorophytas (Figura 17). Los géneros con mayor riqueza fueron Desmodesmus y Euglena con 2 morfoespecies cada uno.

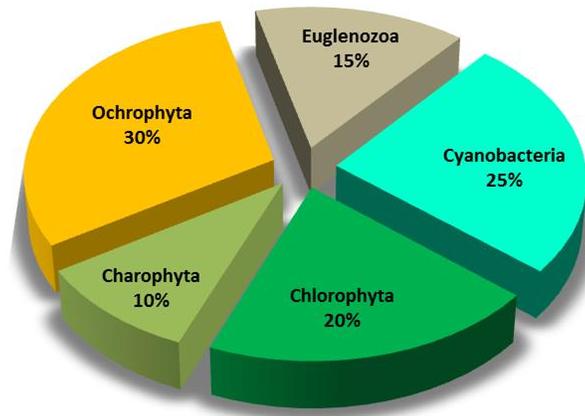


Figura 17. Distribución de la riqueza por phyla del perifiton n en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mesolandia.

En los puntos de muestreo la distribución de la riqueza fue similar para euglenas y diatomeas. En P1 las diatomeas (Ochrophytas) registraron el 35% seguida de las Chlorophytas con el 23% y las Cyanobacterias con el 18% de las morfoespecies; en P2 el mayor número de morfoespecies fueron agrupadas en el phylum de las Cyanobacterias que representaron el 34% de la riqueza, seguida de las Ochrophytas con el 33% (Figura 18).

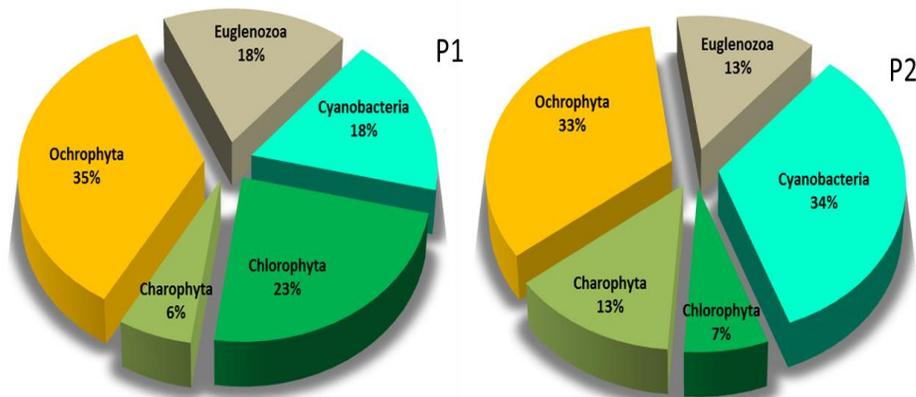


Figura 18. Distribución de la riqueza específica discriminando por phyla del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mesolandia.

La distribución de las abundancias relativas en los puntos de muestreo muestra al phylum Ochrophyta con la mayor densidad en los puntos P1 (38%) y P2 (49%) (Figura 19). Las morfoespecies *Oscillatoria sp*, *Navícula sp* y *Euglena acus* aportaron las mayores densidades. En el punto P2 *Navícula sp* fue la morfoespecie con mayor aporte a la densidad total del perifiton, este género es común, crece en ambientes oscuros y carentes de CO₂ debido a que posee ciertas sustancias de alto valor energético o fácilmente digeribles (Ramírez, 2000). La densidad promedio fue de 2001 Ind/cm² siendo la densidad en P1 de 873 Ind/cm², donde se encuentra un vertimiento de aguas industriales con contenido aparente de materia orgánica, mientras que en P2 la densidad fue mayor con 3129 Ind/cm².

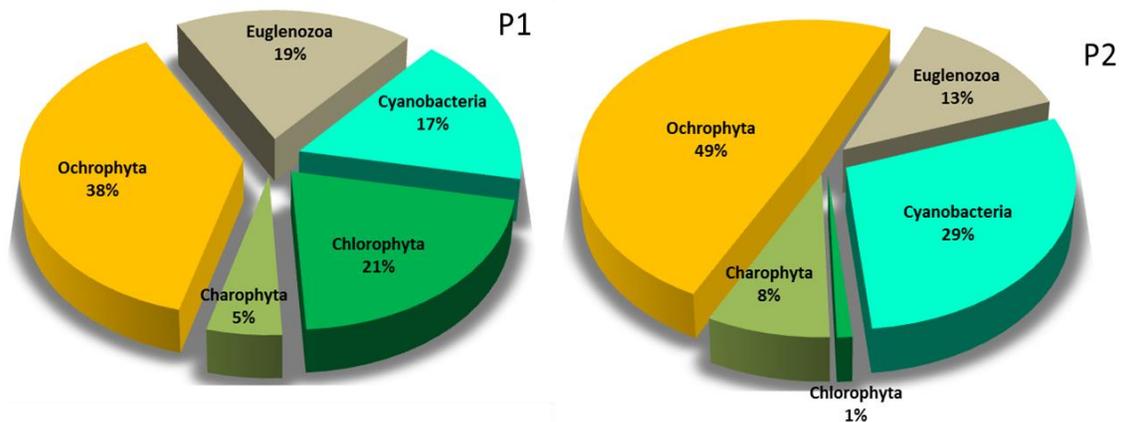


Figura 19. Distribución de la abundancia (Ind/cm²) discriminando por los phyla del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mesolandia.

En la Tabla 9 se observan los resultados de algunos índices biológicos que muestran valores bajos de dominancia y equidad relativamente alta, lo cual se relaciona con una distribución más o menos homogénea en las abundancias de cada morfoespecie, de ahí que los índices de diversidad hayan expresado magnitudes intermedias, más altas que en otras ciénagas donde suelen dominar algunos componentes, en particular diatomeas. No obstante los resultados de los índices de diversidad estarían asociados a aguas medianamente contaminadas de acuerdo con Ramírez (2008). Llama la atención la representatividad de las morfoespecies agrupadas en el phylum Euglenozoa. Los organismos de este grupo predominan en aguas con concentraciones iónicas elevadas al igual que la carga orgánica (Montoya y Aguirre, 2013). Cabe mencionar que la Ciénaga de Mesolandia se caracteriza por los vertidos industriales y domésticos que en este monitoreo se vieron reflejados en las magnitudes de variables relacionadas como la DBO₅ y DQO.

Tabla 9. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga de Mesolandia.

Puntos de Monitoreo	S	N	Equidad (J')	H'(loge)	H'(loge10)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson (1-λ)
P1	17	872,7	0,924	2,62	1,1363	0,09	0,91
P2	15	3129	0,861	2,33	1,0124	0,130	0,86

Macrófitas. Las Macrófitas acuáticas comprenden una comunidad importante en los ecosistemas acuáticos porque en la mayoría de los casos, son los principales productores primarios, producen alta biomasa, y contribuyen a la biodiversidad (Wetzel, 1993; Esteves, 1998). Las Macrófitas en cuerpos de agua poco profundos están involucrados en diversos mecanismos de retroalimentación que tienden a mantener un claro estado del agua (Scheffer, 1998). En su gran mayoría presentan una baja movilidad y no pueden evitar cualquier combinación de flujo, la disponibilidad de nutrientes y algunas características físicas y químicas pueden influir en su supervivencia en los sistemas acuáticos. Por lo tanto, la presencia de esta comunidad en un río o lago puede ser un indicador eficaz de la combinación integrada de los trastornos de la presión y el estrés que afectan a su hábitat (Murphy, 2000).

La Ciénaga de Mesolandia, se caracterizó por la tener una alta presencia de vegetación de macrófitas acuáticas en la columna como en la zona litoral siendo evidente la presencia de la especie (*Eichhornia crassipes*). En los puntos de muestreo se registraron 5 especies de macrófitas, 3 clases distribuidos en un phylum (Tabla 10).

En P1 la vegetación presentó, dominancia de taruya (*E. crassipes*) que cubre toda la zona del litoral de la ciénaga, en cuanto a P2, se presentó una mayor riqueza registrándose 5 especies.

Tabla 10. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga de Mesolandia.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	% de Cobertura		Grupo	Biotipo
					P1	P2		
Magnoliophyta	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	100	54,4	Planophyta	Acropleustophyta
				<i>Ludwigia helmitoriza</i>		1,6		
	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ipomea sp</i>		2,4		
	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i>		20	Rhizophyta	Helophyta
	Liliopsida	Cyperales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>		21,6		

En cuanto a la cobertura la taruya, *E. crassipes* fue la especie que dominó en mayor proporción la vegetación. En P1 esta especie representó una cobertura del 100%, mientras que en P2 tuvo una cobertura del 54,4% seguida de *Eichhornia azurea* con el 20% (Figura 20).

E. crassipes es capaz de vivir todo el año y en casi todos los ambientes naturales de una planicie inundable como la del Orinoco (Rial 2004 b, 2007), coloniza los ambientes cuyo flujo hídrico ha sido alterado y que recibe además, aportes orgánicos extras provenientes, por ejemplo de la actividad agropecuaria, absorberá estos nutrientes y se reproducirá (sexual o asexualmente) tanto como sea capaz. Apenas con un poco de corriente o viento colonizará otras orillas, probablemente hasta cubrir la mayor parte del espejo de agua. El agua debajo estará más limpia, pues al reducir la penetración de luz y la concentración de nutrientes (fitoplancton y sólidos en suspensión), disminuye la turbidez del agua; además el sistema radicular de *E. crassipes* es filtrador y retiene grandes cantidades de biomasa fitoplanctónica y sólidos en suspensión (Poi de Neiff et al. 1994), 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. Así pues la laguna 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.

La estructura de la comunidad de macrófitas acuáticas en general responde a las condiciones ambientales de las aguas de la ciénaga donde la poca profundidad y aparente eutrofización y los mecanismos de reproducción vegetativa y por estolones de la especie dominante (*Eichhornia crassipes*), determinan la saturación de los espacios disponibles, evitando la competencia interespecífica formando grandes parches de esta especie a lo largo y ancho del cuerpo de agua.

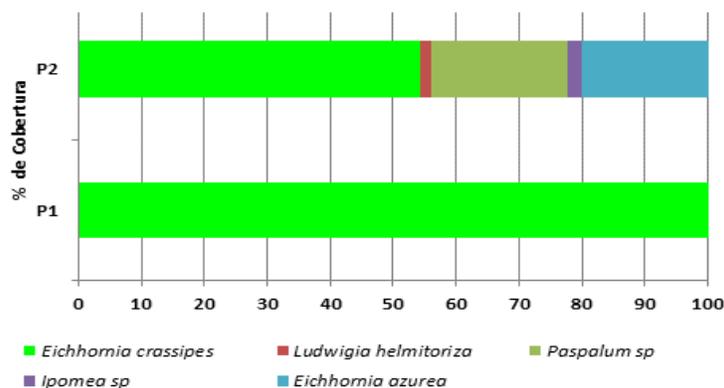


Figura 20. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia.

Según la clasificación de acuerdo a la forma de vida (Biotipos) de las macrófitas acuáticas de la ciénaga, se encontraron dos grandes grupos, el primer grupo conformado por aquellas plantas enraizadas en el sedimento Rhizophyta agrupando el 60% del total de las especies, donde el biotipo dominante fueron las Helophytas agrupando el 60%. Este grupo se caracteriza por tener mecanismos fisiológicos y estructuras anatómicas que le permiten la extracción de los nutrientes de los sedimentos (Margalef 1983, Vega & Coba 1993). El otro grupo fueron las Planophytas aquí se identificó el biotipo de las Acropleustophytas con el 40% de las especies (Figura 21).

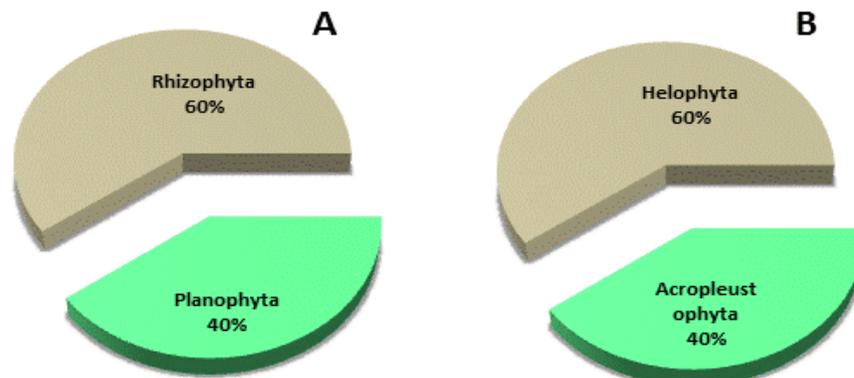


Figura 21. Macrófitas en los puntos de la Ciénaga de Mesolandia. A) Grupo al que pertenecen; B) Biotopos.

Ictiofauna. Las ciénagas, sistemas moderadamente diversos, pero con presencia de un gran número de organismos, entre los cuales los peces se encuentran bien representados, formando ensamblajes, cuyas relaciones con las características del medio son muy estrechas, presentando los mayores cambios en su composición como respuesta a las fluctuaciones que ocurren en el medio acuático. Por esto, la intervención del hombre, resultante en la modificación de las condiciones del sistema, se puede reflejar en una disminución en el número de especies y su densidad. Muchos grupos de organismos han sido propuestos como indicadores de la calidad ambiental en ecosistemas acuáticos. Sin embargo, las comunidades de peces han emergido como indicadores para los programas de monitoreo biológico por muchas razones, entre las que se incluyen las siguientes: son organismos relativamente fáciles de capturar e identificar; existe una amplia información sobre las historias de vida de muchas especies; las comunidades generalmente comprenden una amplia variedad de especies que representan diferentes niveles tróficos (incluyendo especies que consumen alimentos tanto de origen acuático como terrestre); son los organismos mejor conocidos de estos hábitats, tanto por el público general como por los científicos, y están presentes en los pequeños cuerpos de agua y aun en aquellos ecosistemas con ciertos niveles de contaminación.

En el Departamento del Atlántico las aguas del Río Magdalena dan origen a un sin número de humedales en su margen izquierda los cuales son utilizados por las empresas ubicadas en el sitio como zonas de descargue al igual que sus poblaciones aledañas vierten sus aguas servidas sobre estos. Sin embargo las mismas poblaciones dependen en gran parte de los recursos que estos humedales sustentan para su desarrollo, entre estos recursos las poblaciones de peces se convierten en una de las principales fuentes de ingreso de los diferentes grupos de pescadores de esta zona, los cuales aprovechan durante todo el año la oferta de peces que a pesar de la problemática ambiental que viven estas ciénagas actualmente, se mantiene por los múltiples caños y conexiones que existen entre ellas y el río.

Durante el presente monitoreo realizado en el período seco comprendido entre los meses de junio y julio, se presenció la disminución de los sitios para el mantenimiento y desarrollo de la fauna íctica, lo que se vio reflejado en las bajas capturas por unidad de esfuerzo durante el monitoreo y la pesca artesanal en general de acuerdo con los comentarios en entrevistas no estructuradas.

La ictiofauna de la Ciénaga de Mesolandia estuvo compuesta por 19 especies agrupadas en cinco (5) órdenes y 12 familias (Tabla 11). De las especies cuatro se encuentran bajo algún grado de amenaza de conservación de acuerdo con Mojica y otros., (2012), *Sorubim cuspicaudus* (VU. vulnerable) *Potamotrygon magdalenae* (N.T. casi amenazada), *Leporinus muyscorum* (VU) y *Plagioscion magdalenae* (N.T). De los órdenes, Characiformes y Perciformes fueron los más representativos por su riqueza específica, representando entre los dos, el 68% de las especies (Figura 22).

Tabla 11. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga de Mesolandia época seca junio-julio del 2014

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P1	P2	TOTAL
CHARACIFORMES	Anastomidae	<i>Leporinus muyscorum</i>	1		1
		<i>Astyanax fasciatus</i>	3	2	5
		<i>Astyanax magdalenae</i>	1	3	4
	Characidae	<i>Hyphessobrycon sp</i>	3		3
		<i>Roeboides dayi</i>	37	85	122
		<i>Triportheus magdalenae</i>	18	18	36
Acestrorhynchidae	<i>Gilbertolus alatus</i>	1		1	
Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	52	64	116	
MUGILIFORMES	Mugilidae	<i>Mugil incilis</i>	1		1
MYLIOBATIFORMES	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>		7	7
		<i>Andinoacara pulcher</i>	27	11	38
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i>	58	80	138
		<i>Oreochromis niloticus</i>	12	2	14
	Sciaenidae	<i>Plagioscion magdalenae</i>	1		1

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P1	P2	TOTAL
SILURIFORMES	Osphronemidae	<i>Trichopodus pectoralis</i>	1	1	2
	Loricariidae	<i>loricaria variegata</i>	1		1
	Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	6		6
		<i>Sorubim cuspicaudus</i>	1		1
	Auchenipteridae	<i>Trachelyopterus insignis</i>	11	1	12

De los órdenes, Characiformes fue el más representativo por su abundancia numérica, registrando el 57% de los individuos y el 46,3% de la biomasa. De los caracidos la especie *Roeboides dayi* (changuito) fue la más representativa aportando el 24% de la captura general. Sin embargo la especie *Caquetaia kraussii* (mojarra amarilla) del orden Perciformes con un 27%, es la especies más abundante, ambas especies son características de aguas eutrofizadas (Ramírez y Viña, 1998). La abundancia de estas especies tendría relación con recursos abundantes como el plancton y el detritus que serían dos fuentes importantes de energía en esta ciénaga.

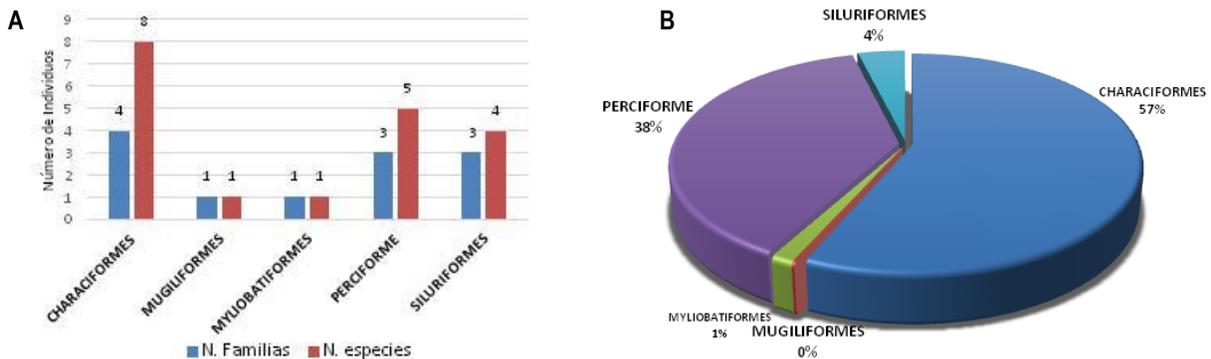


Figura 22. A) Distribución del número de familias y especies de peces según los órdenes encontrados. B) Porcentaje de distribución del número de individuos por orden de peces en la Ciénaga de Mesolandia.

La abundancia de las especies estuvo mejor representada en P2, sin embargo P1 presentó la mayor riqueza de especies (Figura 23 y 24-A). Posiblemente la distribución del número de especies estuvo mejor representada en P1 debido a la poca profundidad de la columna de agua en este sector de la ciénaga en comparación con P2, también a la presencia de abundantes macrófitas. Cabe anotar que ambos sectores monitoreados en esta ciénaga reciben aportes de aguas negras y servidas de fábricas y poblaciones aledañas de esta parte del municipio de Soledad, lo que ocasiona un incremento de la materia orgánica y acumulación de esta en los fondos de la ciénaga, donde es aprovechada por la fauna intersticial como los macroinvertebrados los cual son abundantes en especies de la familia Chironomidae y Tubificidae. La especie *C. magdalenae* (viejiito o pincho)

aportó los mayores valores de biomasa con el 32%, seguido por *C. kraussii* (mojarra amarilla) con el 23.4%. El total del peso capturado en las dos estaciones fue de 191567 g, siendo P1 el de mayor aporte de biomasa con 10154 g (Figura 24-B).

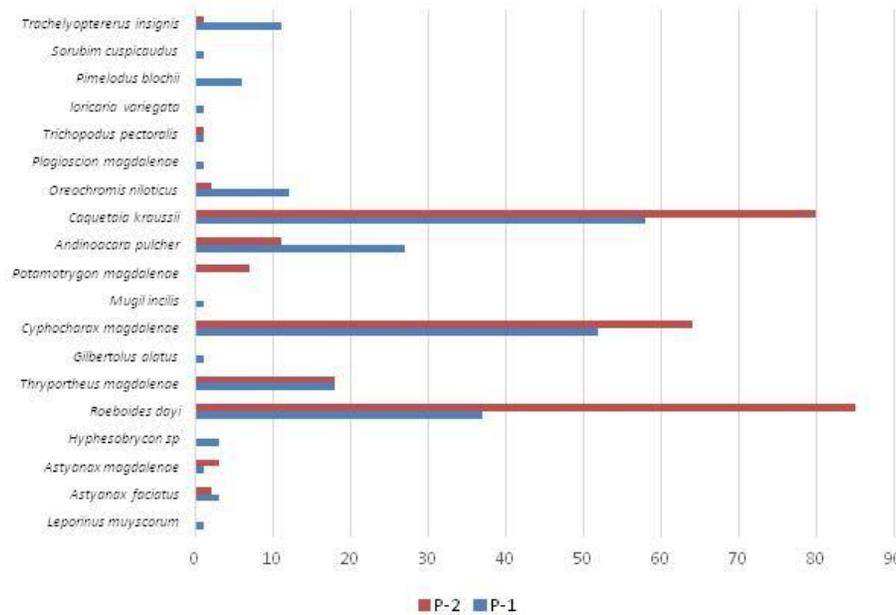


Figura 23. Distribución del número de individuos por especie de peces en cada punto sobre la Ciénaga de Mesolandia.

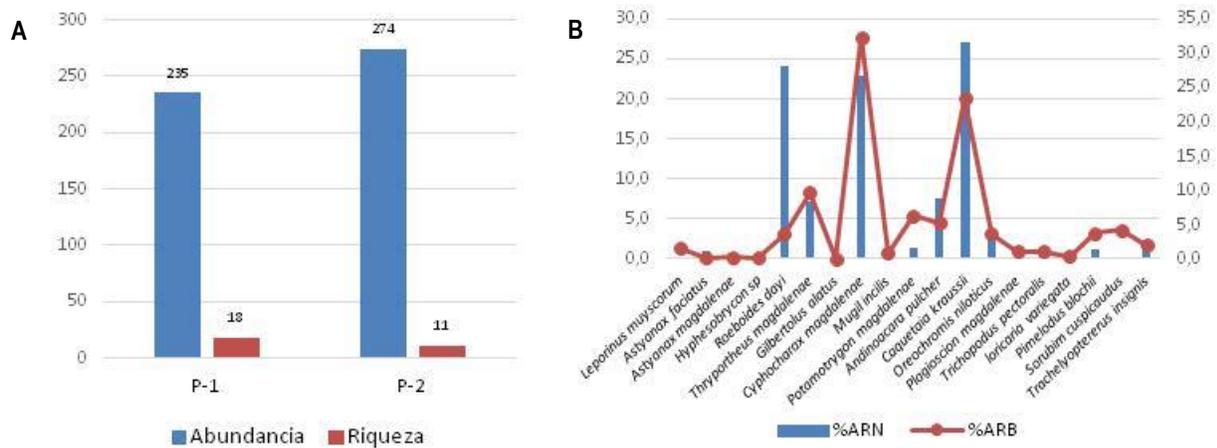


Figura 24. A) Distribución de las abundancias y riquezas de peces por punto Ciénaga de Mesolandia. B) Distribución de los porcentajes de abundancia y biomasa para las especies icticas capturadas en la Ciénaga de Mesolandia.

Los índices ecológicos muestran un ensamblaje con algunas variaciones en la estructura entre los sectores monitoreados. La diversidad (H') y la equidad (J), presentaron valores más bajos hacia la estación P2. Mientras que la expresión del índice dominancia (λ) para este punto es mayor, demostrando que a pesar de tener una mayor abundancia de individuos la distribución de las especies se encuentra mejor representada en P1 (Tabla 12).

La diversidad es relativamente baja y la distribución de las abundancias es heterogénea, debido al aporte numérico significativo de unas pocas especies. Lo que puede ser un indicio de la respuesta de la comunidad íctica de esta ciénaga a la calidad del ambiente acuático.

Tabla 12. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga de Mesolandia.

Puntos de Monitoreo	S	N	J'	H' (loge)	H'(log10)	Dominac λ
P1	18	235	0,727	2,102	0,9127	0,16
P2	11	274	0,678	1,626	0,7062	0,243

Macroinvertebrados Bentónicos. Se registro un total de 87 individuos, distribuidos en 10 géneros, 7 familias y 6 órdenes (Tabla 13), el P1 fue el que presento el mayor numero de géneros (10) y la mayor abundancia (81%), y en P2 solo se registro 4 géneros para un porcentaje de 19% de la abundancia total (Figura 25).

Tabla 13. Macroinvertebrados presentes en la Ciénaga de Mesolandia.

Puntos de Monitoreo	Orden	Familia	Género	Número de Individuos
P1	Haptotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex sp</i>	29
			<i>Chironomus</i>	7
	Diptera	Chironomidae	<i>Tanypodinae</i>	7
			<i>Probezzia</i>	2
	Mesogastroopoda	Hydrobiidae	<i>Litoridina</i>	6
			<i>Hydrobiósidae</i>	2
			<i>Amnicola</i>	12
	Unionoida	Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	2
	Mesogastroopoda	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	3
	Coleoptera	Hydrophilidae		1
P2	Mesogastroopoda	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	9
		Hydrobiidae	<i>Litoridina</i>	1
	Unionoida	Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	4
	Haptotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex sp</i>	2

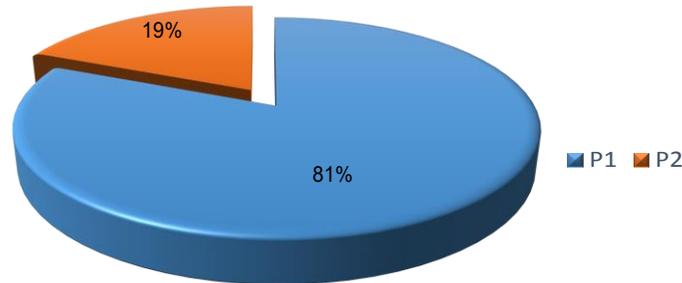


Figura 25. Contribución porcentual a la abundancia por punto de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia.

La distribución de la abundancia muestra que el género tubifex es el que registra la mayor abundancia entre las dos puntos muestreados 31 (36%) del total en la Ciénaga de Mesolandia (Figura 26 y 27), este se caracteriza por estar presente en aguas contaminadas por materia orgánica (Roldan, 1992); seguido a este se encuentran los géneros Amnicola y Melanoídes, este último gasterópodo dioico es de reproducción rápida y partenogénico y con capacidad vivípara u ovovivípara, por ello fácilmente ha colonizado diferentes cuerpos de agua con relativa facilidad, desplazando a otros moluscos, aunque se alimentan de microalgas y plantas acuáticas, en algunas ocasiones pudiera comportarse como detritívoro. Además, tiene un alto poder competitivo, (Lannacone & Alvaríño, 1999).

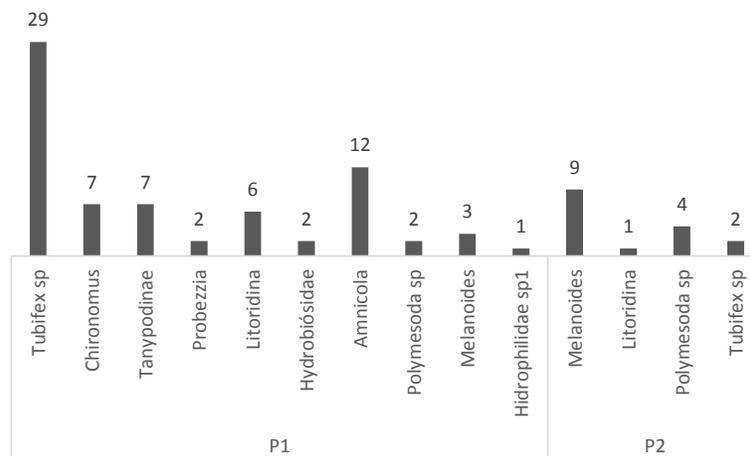


Figura 26. Distribución de la abundancia por géneros de macroinvertebrados en cada una de las estaciones en la Ciénaga de Mesolandia.

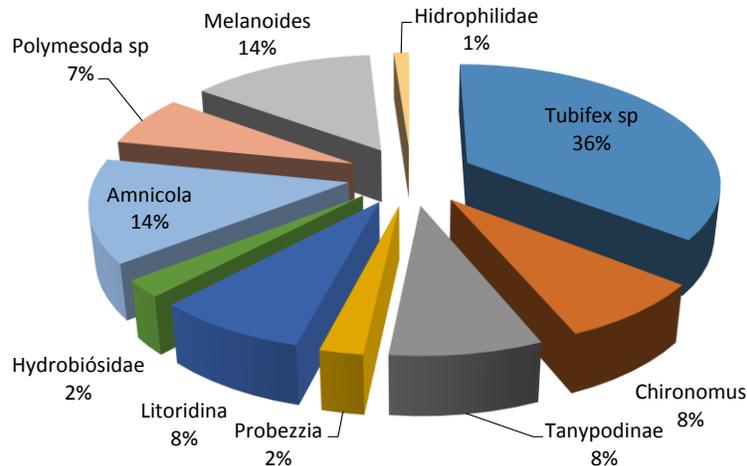


Figura 27. Abundancia por géneros de Macroinvertebrados en la Ciénaga de Mesolandia. y su aporte porcentual a la abundancia.

6.1.2 Ciénaga de Malambo

La Ciénaga Grande de Malambo posee un área máxima de 215 ha y se encuentra localizada al oriente del municipio de Malambo. 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 1.1m y en época de aguas altas, de 2.2 m aproximadamente. Este cuerpo de agua presenta una fuerte sobrecarga de materia orgánica producida 1) por los abundantes vertimientos de aguas residuales domésticas crudas que recibe y 2) por la construcción de terraplenes sobre sus únicas vías de intercambio de aguas (caño Hondo y caño Tortuga). De acuerdo a la cartografía existente, los principales arroyos que en época de lluvias vierten sus aguas en esta ciénaga son el Caracolí, El Sapo y el San Blas. Estos cuerpos de agua temporales también reciben vertimientos y basuras, arrastrándolos hasta la ciénaga y contribuyendo con esto a la disminución de su potencial de uso (CRA, 2012).

Características físico-químicas. De acuerdo a los resultados de los análisis físicoquímicos (Figura 28), la Ciénaga de Malambo en su masa de agua registra perturbaciones antrópicas y una posible eutrofización, sustentada con valores de conductividad muy elevados, en promedio para e P1 2681.77 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y P2 de 2912 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con valores de sólidos suspendidos muy superiores a los objetivos de calidad establecidos por la CRA.

Los sulfatos aunque también provenientes de la mineralización de aminoácidos pueden ser relacionados con un origen edáfico, siendo aportados por el sedimento a partir de las mezclas de la interface agua/suelo (Roldán 2002). Para P1 se reportaron valores de sulfatos que oscilaron entre 47.97 – 71.89 mg/L, con un valor medio de 56.60 mg/L, y en P2, el valor mínimo fue 48.25 y el máximo 71.62 mg/L con un valor medio de 55.01, todos estos considerados normales para ecosistemas de planos inundables cercanos a las zonas costeras en donde las condiciones edafológicas mantienen en promedio valores entre 40 – 100 mg/L (Ramírez 1984; Donato 1991).

La Ciénaga de Malambo presenta una alta producción primaria desencadenando una evidente eutrofización del sistema, que tiene valores de oxígeno disuelto elevados, oscilan entre 8.14 y 15.41 mg/L y un valor medio de 11.97 en P1, en el P2 se registran valores que oscilan entre 8.03 y 18.14 con un valor medio de 12.07 mg/L. la DBO₅ presenta valores por encima del objeto de calidad de la CRA, con valores promedio de 8.68 en el P1 y 8.22 mg/L en el P2. Otra característica de la Ciénaga de Malambo es que presenta valores de pH básicos, que superan los rangos de objeto de calidad, y van desde 9.12 a 10.21 unidades de pH y un valor medio de 9.85 en P1, en P2 los valores oscilan entre 9.62 y 10.34 unidades de pH con un valor medio de 9.93. En esta ciénaga no se presenta contaminación por coliformes.

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO



Figura 28. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Malambo.

Índices de contaminación. Los resultados de los índices de contaminación aplicados a la Ciénaga de Malambo muestran que hay una contaminación muy alta por el ICOpH, esto probablemente por la gran cantidad de microalgas y macrófitas presentes en el cuerpo de agua, que a través de sus procesos metabólicos, aumentan el pH. En lo que respecta al ICOSUS, los resultados muestran que hay una contaminación media en el P1 a alta en el P2, donde se registró el promedio más alto de estos; el ICOMO, muestra una contaminación que va de baja a media, ayudado probablemente por los elevados valores de oxígeno disuelto producto de los procesos fotosintéticos de las microalgas presentes en la ciénaga que contribuyen a una mejor expresión del índice (Tabla 14).

Tabla 14. Valores de índices de contaminación en la Ciénaga de Malambo.

Puntos de Monitoreo	ICOpH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,947	0,515	0,334
P2	0,961	0,633	0,49
ESCALA	INTERPRETACIÓN		
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN		
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA		
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA		
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA		
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA		

Características hidrobiológicas.

Fitoplancton. Este componente en la ciénaga reportó un total de 11 taxones (Tabla 15), las algas verdeazules representaron el 36,6% de las morfoespecies, las algas verdes el 27,27%, los euglenoides el 18,18%, finalmente las desmidiadas y Dinophytas o dinoflajelados aportaron cada una el 9,09% del total con un taxón. La densidad registró un promedio de 252612 Ind/L aportados mayoritariamente por las Cianobacterias con el 95% de los individuos, las Clorofitas proporcionaron el 4,03%, las demás divisiones realizaron contribuciones inferiores al 0,05% de la abundancia.

Tabla 15. Clasificación taxonómica y densidad relativa del fitoplancton encontrado en la Ciénaga Malambo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie	P1	P2
Cyanobacterias	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaenopsis</i>	<i>Anabaenopsis sp</i>	0,89	0,67
		Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthospira</i>	<i>Arthospira sp</i>	27,02	33,94
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria sp</i>	0,43	0,48
			Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis sp</i>	64,80
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i>	<i>Closterium sp</i>	0,06	0,01
			Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus</i>	<i>Desmodesmus sp</i>	6,73	1,54
			Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum</i>	<i>Pediastrum simplex</i>	0,00
Selenastraceae	<i>Monorapidium</i>	<i>Monorapidium sp</i>		0,01	0,05		
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus</i>	<i>Phacus sp</i>	0,01	0,00

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie	P1	P2
			Euglenaceae	<i>Euglena</i>	<i>Euglena sp1</i>	0,03	0,06
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridinaeae	<i>Peridinium</i>	<i>Peridinium sp</i>	0,02	0,00

A nivel espacial, los aportes a la riqueza y abundancia de las diferentes divisiones fitoplanctónicas son comparables a las distribuciones generales, con el dominio de las algas verdeazules (Figura 29) específicamente del género *Microcystis* con más del 60% de los individuos en cada punto muestreado y *Arthrospira sp* con más del 25%. *Microcystis* es frecuente en ecosistemas tropicales someros, con altas temperaturas del agua, altos valores de pH, bajo contenido de dióxido de carbono (CO₂) (Reynolds, 2006) condiciones reportadas para la ciénaga durante el período de estudio. Cabe destacar que este género es de importancia sanitaria (OMS 1998) porque algunas de sus cepas tienen la capacidad de producir toxinas que actúan como mecanismo de defensa frente a la competencia (alelopatía) y/o al consumo por herbívoros pudiendo afectar también a invertebrados, peces, aves y mamíferos (Ramírez, 2000).

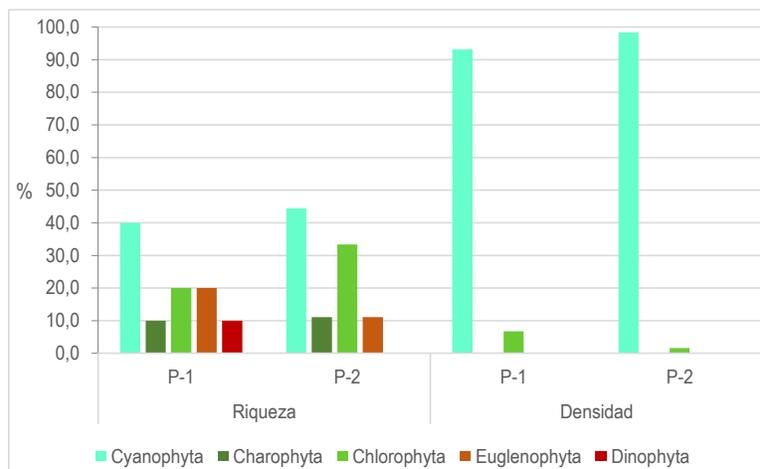


Figura 29. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga Malambo.

El fitoplancton de la ciénaga no presenta cambios estructurales significativos en el espacio, como se muestran en los resultados de los índices de diversidad (Tabla 16) y lo ratifica el análisis de clasificación con una similitud de 92% entre las estaciones, indicando que el sistema presenta una relativa homogeneidad ambiental, considerando que los muestreos se efectuaron durante el período de aguas bajas, donde las condiciones locales muestran sus mayores efectos (Ramírez y Viña 1998). No obstante, la semejanza puede atribuirse también a la presencia de especies con amplio rango de tolerancia como las dominantes en este sistema, reconocidas por su baja presión por

herbivoría y su capacidad de flotación que le permite desplazarse según las condiciones de luz y nutrientes (Reynolds, 2006).

Tabla 16. Índices de diversidad para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga Malambo. Equidad (J'), diversidad de Shannon-wiever (H'), dominancia (λ) y diversidad de Simpson ($1-\lambda$).

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H' (loge)	H' (log10)	λ	$1-\lambda$
P1	10	259714,80	0,39	0,89	0,39	0,50	0,50
P2	9	245509,21	0,36	0,79	0,34	0,52	0,48

En cuanto a los índices ecológicos, la ciénaga reportó bajos valores de diversidad y equidad asociados a una baja riqueza de especies y a la distribución poco uniforme de las abundancias en ellas (predominio de *Microcystis*) los cuales son señales de condiciones de inestabilidad en la columna de agua por su tendencia a la eutrofia durante la época seca considerando el número de individuos registrados en la ciénaga (Margalef, 1983).

Zooplancton. Se registró un total de 14 morfoespecies, distribuidas taxonómicamente en 10 géneros, 9 familias, 3 órdenes, 3 clases y 2 phylla (Tabla 17).

Tabla 17. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga de Malambo en mayo de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie			
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus	<i>Brachionus calyciflorus</i>			
					<i>Brachionus angularis</i>			
					<i>Brachionus budapestinensis</i>			
					<i>Brachionus plicatilis</i>			
							Lepadellidae	<i>Lepadella</i> sp
								<i>Colurella</i> sp
						Mytilinidae	Mytilina	<i>Mytilina</i> sp
						Proalidae	Proales	<i>Proales</i> sp
						Synchaetidae	Polyarthra	<i>Polyarthra vulgaris</i>
						Trichocercidae	Trichocerca	<i>Trichocerca</i> sp
			Lecanidae	Lecane	<i>Lecane bulla</i>			
		Flosculariaceae	Filiniidae	Filinia	<i>Filinia terminalis</i>			
Arthropoda	Maxillopoda	-----	-----	-----	Nauplio indeterminado			
	Ostracoda	Metacopina	-----	-----	Ostrácodo indeterminado			

Las mayores riquezas la obtuvieron los rotíferos con más del 85% de las especies registradas. Además se obtuvo una pobre representación ostrácodos (Ostrácoda) y copépodos (Maxillopoda) con una morfoespecie cada uno, es decir, individualmente el 7.14% de la riqueza (Figura 30).

De los 5673.35 Ind/L totales registrados en P1 y los 3331.87 Ind/L en P2, el 84.16% y el 86.08% en P1 y P2 respectivamente, pertenecen a las especies *Brachionus calyciflorus* y *Brachionus angularis* (Tabla 18).

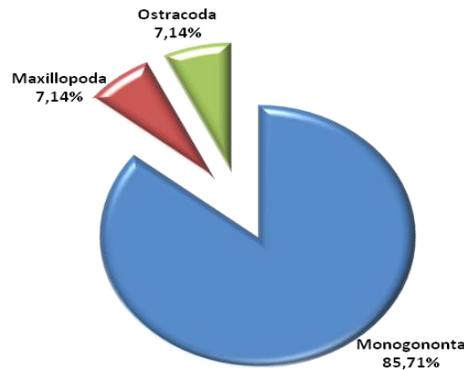


Figura 30. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga de Malambo en mayo de 2014.

Según Angeli (1976), la presencia simultánea de varias especies del género *Brachionus* es un buen indicio para la determinación de eutrofización de un ecosistema acuático. Es de resaltar que además de las dos especies dominantes ya mencionadas, en este monitoreo, aunque con abundancias poco representativas, también se registraron las especies *Brachionus budapestinensis* y *Brachionus plicatilis*.

Tabla 18. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Malambo en mayo de 2014.

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio	
	P1	P2
<i>Brachionus calyciflorus</i>	2226,84	877,58
<i>Brachionus angularis</i>	2547,72	1990,48
<i>Brachionus budapestinensis</i>	0,00	5,35
<i>Brachionus plicatilis</i>	0,00	11,26
<i>Lepadella</i> sp	30,06	0,00
<i>Colurella</i> sp	28,16	0,00
<i>Mytilina</i> sp	15,90	0,00
<i>Proales</i> sp	38,57	0,00
<i>Polyarthra vulgaris</i>	62,33	0,00
<i>Trichocerca</i> sp	0,00	62,14
<i>Lecane bulla</i>	9,35	0,00
<i>Filinia terminalis</i>	699,33	384,00
Nauplio indeterminado	11,69	0,00
Ostrácodo indeterminado	3,42	1,07
Total (Ind/L)	5673,35	3331,87

A pesar que las abundancias totales de zooplancton registradas en los dos puntos monitoreados en la Ciénaga de Malambo son altas, comparadas con otras ciénagas del Departamento del Atlántico, y que la aplicación del índice de Bray-Curtis arroja una similitud entre ellos del 72.25%, se logra distinguir ciertas diferencias entre estos dos, lo que se puede apreciar principalmente en la riqueza (1.15 bits en P1 y 0,73 bits en P2). Esto probablemente se debe a la mayor influencia antrópica que tiene P1 que se encuentra más cercano a la orilla de la ciénaga (P2 se encuentra en el centro), próximo a la entrada de un arroyo y donde hay predominio de pastizales, que le aportan a las aguas mayores concentraciones de materia orgánica originando el desarrollo de comunidades de macrófitas a las cuales vive asociado el zooplancton, además del crecimiento de comunidades fitoplanctónicas que favorecen el pastoreo del zooplancton. Del mismo modo, la abundante oferta alimenticia propicia el aumento de la tasa reproductiva de las especies de zooplancton consumidoras de las especies fitoplanctónicas presentes (Tabla 19).

Tabla 19. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga de Malambo en mayo de 2014.

Puntos de Monitoreo	Índices ecológicos						
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda
P1	11	5673,37	1,156	0,486	1,166	0,506	0,371
P2	7	3331,88	0,739	0,521	1,014	0,440	0,439

Perifiton. El perifiton en la Ciénaga de Malambo estuvo conformado por 12 morfoespecies, agrupadas en 5 clases distribuidas en 5 phyla. Las diatomeas (Ochrophyta) agruparon el 33% de las morfoespecies seguidas del phylum de las Cyanobacterias con el 25%, Euglenozoa y Charophyta agruparon cada uno el 17%. El menor aporte lo tuvo el grupo de las Chlorophytas con el 8% (Figura 31).

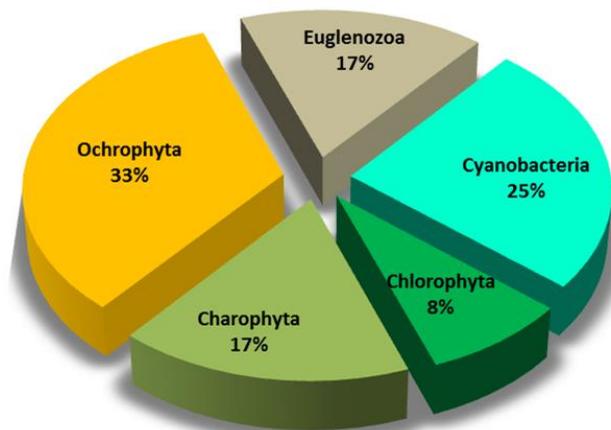


Figura 31. Distribución de la riqueza por phyla del perifiton n en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Malambo.

El phylum mejor representado en la riqueza específica del perifiton en P1 fueron las diatomeas (Ochrophyta) que agruparon el 37% (4 morfoespecies) del total de taxa, seguida de las Cyanobacterias con el 27% (3 morfoespecies). En P2 todos los phyla estuvieron representados cada uno por 2 morfoespecies equivalente al 25% respectivamente (Figura 32).

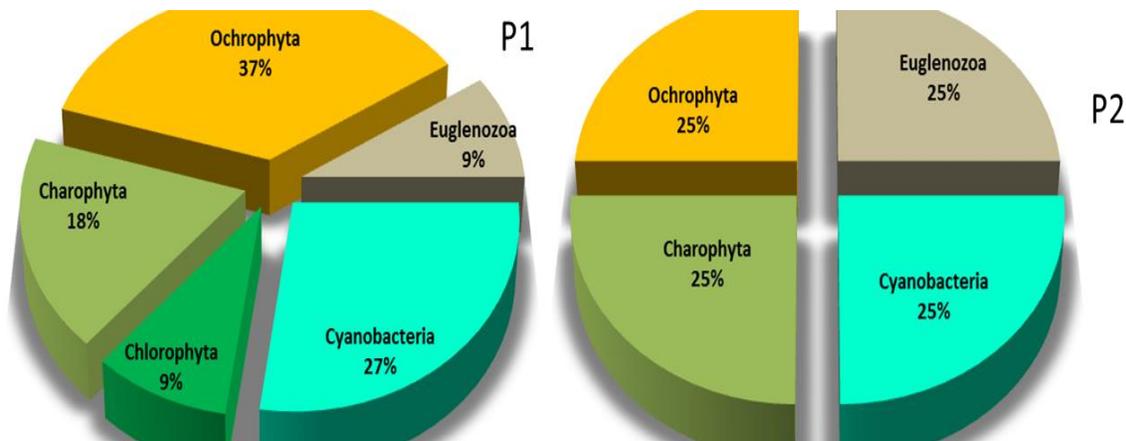


Figura 32. Distribución de la riqueza específica discriminando por phyla del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Malambo.

La densidad promedio del perifiton fue de 4129 Ind/cm² con valores que oscilaron entre 3321.5 Ind/cm² (P2) y 4936.5 Ind/cm² (P1). Las diatomeas registraron las mayores contribuciones al perifiton con el 50% de la densidad total (Figura 33); las morfoespecies *Navicula* sp (1663 Ind/cm²) y *Nitzschia* sp1 (429 Ind/cm²) aportaron las mayores densidades entre las diatomeas, seguida por la morfoespecie *Spirogyra* sp (Charophytas) con 912 Ind/cm². En P2 las diatomeas (Ochrophytas) *Navicula* sp y *Nitzschia* sp1 aportaron las mayores densidades.

Las algas componentes del perifiton encontradas en la ciénaga se reportan como organismos cosmopolitas de las aguas continentales sudamericanas (Tell, 1977, 1979; Roldán, 1992; Montoya, 2000; Montoya y Ramírez, 2007; Ramírez, 2000; Lobo *et al.*2002). No obstante, al igual que en la Ciénaga de Mesolandia, se registra una composición importante aportada por el grupo Euglenozoa, que podría estar asociada a la carga en materia orgánica que recibe este cuerpo de agua, que se suma a la de origen autóctono derivada de la producción primaria fitoplanctónica y por las macrófitas que son muy abundantes.

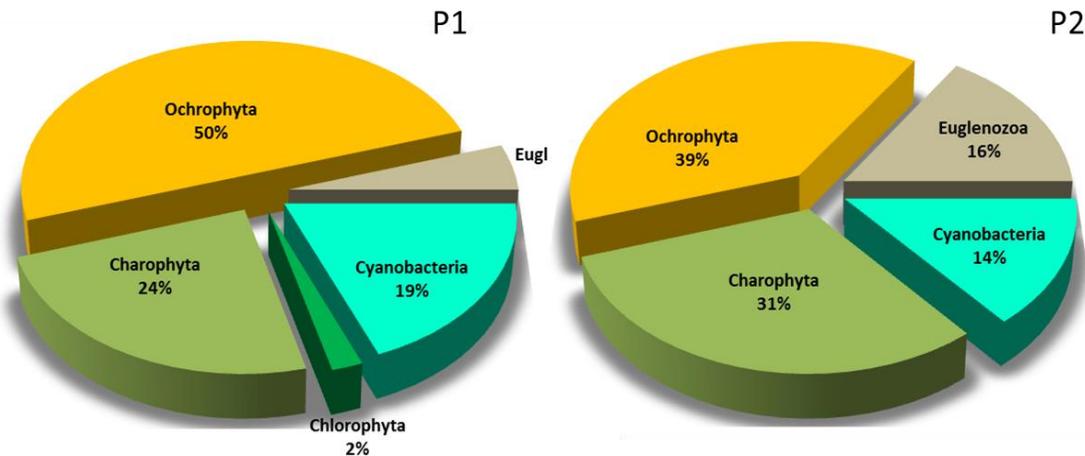


Figura 33. Distribución de la abundancia (Ind/cm²) discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Malambo.

La comunidad del perifiton en esta ciénaga se caracterizó por presentar valores relativamente altos de equidad, y baja dominancia de las morfoespecies, aunque con diversidad intermedia, con valores de Hlog_e de 2 bits en P1 y 1,83 bits en P2 (Tabla 20).

Tabla 20. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga de Malambo.

Puntos de Monitoreo	S	N	Equidad (J)	H'(loge)	H'(loge10)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson (1-λ)
P1	11	4937	0,834	2	0,8682	0,18	0,82
P2	8	3321	0,879	1,83	0,7937	0,19	0,81

Macrófitas. La vegetación acuática estuvo compuesta por 4 especies en 2 clases distribuidas en un phylum (Tabla 21). Entre las especies de la vegetación se destaca la presencia de la Taruya (*Eichhornia crassipes*) que fue la especie de mayor frecuencia de aparición entre los puntos de muestreo y a lo largo de la ciénaga, que registró poca profundidad durante el monitoreo.

Tabla 21. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga de Malambo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	% de Cobertura		Grupo	Biotipo
					P1	P2		
Magnoliophyta	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichornis crassipes</i>	84	96	Planophyta	Acropleustophyta
		Cyperales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	7,2	0		Helophyta
		Zingiberales	Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i>	1,6	0		
	Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Polygonun punctatus</i>	7,2	4		

En el punto de muestreo P1 se reportó el mayor número de especies con 4 taxa, aquí la mayor cobertura fue para *E. crassipes* que cubrió el 84% de la vegetación seguidas de las especies *Paspalum sp* y *Polygonun punctatus* con el 7.2% cada una y la menor cobertura fue para *Thalia geniculata* con el 1.6% (Figura 34). En P2 la especie *E. crassipes* siguió dominando la cobertura con el 96% y con una menor cobertura *P. punctatus* 4%.

De acuerdo con Martin (2000), existe una profundidad óptima (entre los 20 a 60 cm) para las especies de macrófitas, en la cual se alcanza un mejor desarrollo y funcionamiento, dependiendo de los distintos grupos de especies. Mientras que a profundidades mucho menores (5 a 10 cm) o por encima de los 90 cm, la mayoría de las especies mueren o su crecimiento y desarrollo son menores.

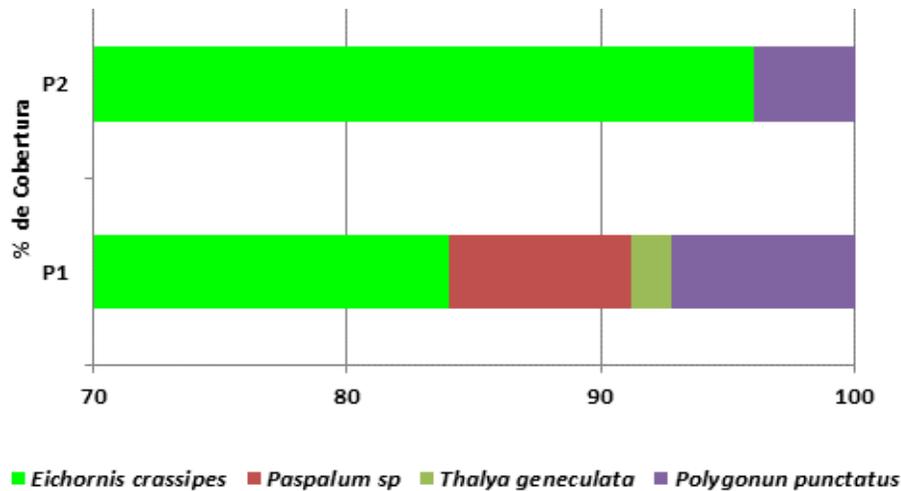


Figura 34. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Malambo.

Ictiofauna. La ictiofauna capturada en esta ciénaga estuvo representada en el monitoreo por cuatro (4) especies agrupadas en tres (3) órdenes y cuatro (4) familias (Tabla 22). De estas especies *Hoplosternum magdalenae* (chipe), fue la especie más abundante durante el monitoreo.

Tabla 22. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga de Malambo época seca junio-julio del 2014.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P1	P2	TOTAL
PERCIFORMES	Osphronemidae	<i>Trichopodus pectoralis</i>	16	22	38
SILURIFORMES	Callichthyidae	<i>Hoplosternum magdalenae</i>	25	45	70
	Loricariidae	<i>loricaria magdalenae</i>	2	1	3
SYNBARNCHIFORMES	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>	1		1

De los órdenes registrados Siluriformes fue el grupo más representativo agrupando la mayor riqueza, constituida por dos (2) especies lo que equivale al 50% de la composición (Figura 35). De este grupo *H. magdalenae* (chipe) fue la especie más representativa en número, la abundancia de esta especie se atribuye a la presencia de macroinvertebrados bentónicos como las larvas de dípteros de la familia Chironomidae y de gusanos Tubificidos los cuales forman parte de las preferencias alimenticia Invertívora-detritívora de esta especie. En orden de importancia le siguen los Perciformes, con una sola especie *Trichopodus pectoralis* (barbona), la cual aportó los mayores valores de biomasa. Estos dos grupos presentaron una distribución espacial desigual en el sistema, lo que puede ser reflejo de las preferencias de hábito de cada especie. Ambas especies son características de sistemas fuertemente eutrofizados y abundante producción de materia orgánica, debido a sus adaptaciones fisiológicas para aprovechar oxígeno tanto del agua como directamente del aire.

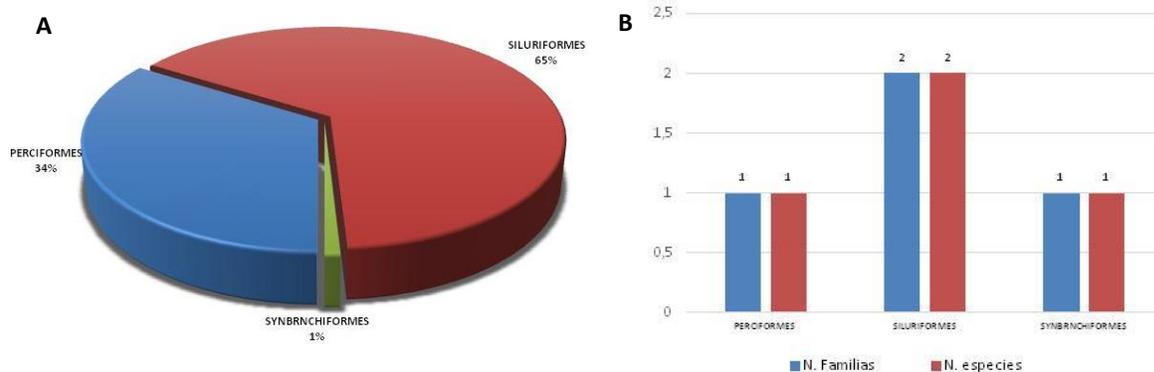


Figura 35. A) Porcentaje de distribución del número de individuos por orden de peces en la Ciénaga de Malambo. B) Distribución del número de familias y especies según los órdenes de peces encontrados en la Ciénaga de Malambo.

La mayor riqueza se encontró en P1 donde fueron halladas el total de las especies cuatro (4), sin embargo la mayor abundancia en número (68 individuos) y biomasa (4328 g) se presentó en P2; los mayores aportes de biomasa (53%) estuvieron representados por la especie *T. pectoralis* (barbona). Mientras que la distribución y presencia de los Siluriformes en esta ciénaga es dominante tanto en riqueza como en abundancia (Figura 36).

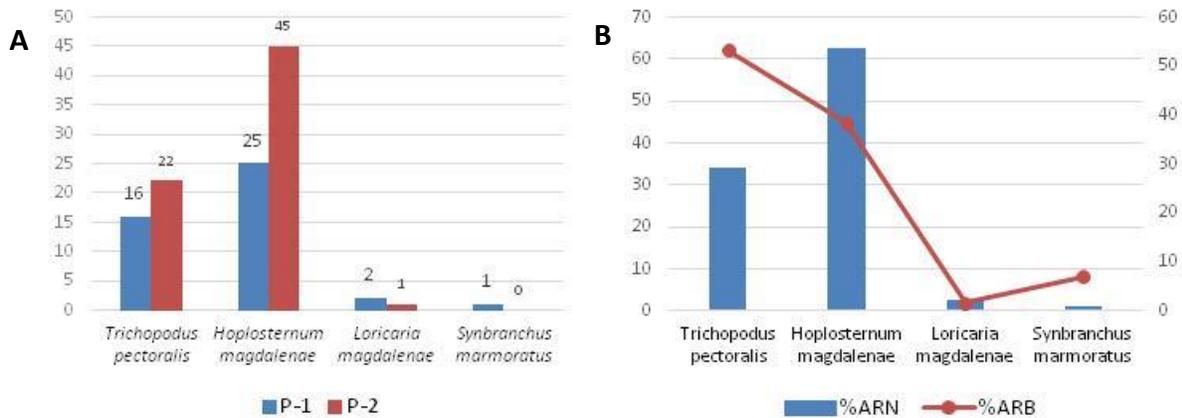


Figura 36. A) Distribución del número de individuos por especie de peces en cada punto sobre la Ciénaga de Malambo. B) Distribución de los porcentajes de abundancia y biomasa para las especies ícticas capturadas en la Ciénaga de Malambo.

La descripción a través de los índices ecológicos, muestra una diversidad H' baja debido a la escasa riqueza específica y a una distribución equitativa de sus componentes (Tabla 23). Indicando cierta independencia en la distribución de las abundancias relativas y homogeneidad en función de las riquezas. Dando como resultado un ensamblaje de características variables en torno a su atributos de diversidad, donde P1 ubicado en la parte norte de la ciénaga presenta abundante vegetación flotante y la influencia de varios arroyos, lo cual se traduce en un mejor hábitat y una mejor disponibilidad trófica por efecto de las relaciones con una zona litoral mejor estructurada en comparación con el P2 ubicado en el centro de la ciénaga. No obstante, la baja riqueza de especies en general es un indicador de las condiciones adversas y fluctuantes del sistema.

Tabla 23. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga de Malambo.

Puntos de Monitoreo	S	N	J'	H' (loge)	H'(log10)	Dominancia λ
P1	4	44	0,66	0,9156	0,3976	0,458
P2	3	68	0,638	0,7003	0,3042	0,543

Macroinvertebrados bentónicos. Los macroinvertebrados son uno de los grupos de organismos más empleados por diversas características de su biología que los hacen especialmente adecuados para la valoración de la calidad del agua. Están muy extendidos y son muy abundantes en la mayoría de hábitats acuáticos, poseen una movilidad limitada y en general tienen ciclos de vida suficientemente largos como para integrar las condiciones en un pasado más o menos reciente. Esto los hace idóneos para utilizarlos como referencia general en la comparación de amplias redes de

monitorización. Además, tienen una sensibilidad distinta a diferentes contaminantes, reaccionando rápidamente con respuestas graduales ante alteraciones del hábitat, lo que permite relacionar la presencia-ausencia de ciertos taxones con la calidad del medio (Oscoz et al.2009).

En la Ciénaga de Malambo se registró un total de 222 individuos, distribuidos en 9 géneros, 6 familias y 6 órdenes, en P1 se registro la mayor abundancia 181 (62%) y en el P2 111 (38%), en P1 asi como en P2 la mayor abundancia la registran los dípteros, seguidos del oeden haplotaxida, cada uno con representantes de aguas contaminadas (Tabla 24 y Figura 37).

Tabla 24. Macroinvertebrados bentónicos presentes en la Ciénaga de Malambo.

Puntos de Monitoreo	Orden	Familia	Género	Número de Individuos
P1	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i>	131
			<i>Tanypodinae</i>	7
	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex sp</i>	29
	Unionoida	Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	1
	Basommatophora	Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	1
	Conchostraca	Cyclosteriidae	<i>Cyclosteria holopis</i>	2
			<i>Litoridina</i>	7
	Mesogastropoda	Hydrobiidae	<i>Hydrobiósidae</i>	2
			<i>Amnicola</i>	1
	P2	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i>
<i>Tanyponidae</i>				11
Haplotaxida		Tubificidae	<i>Tubifex sp</i>	7
Unionoida		Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	1
Basommatophora	Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	1	

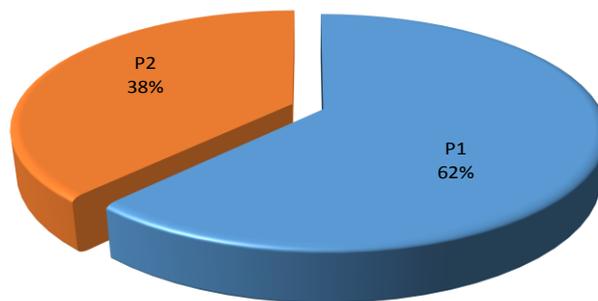


Figura 37. Abundancia del bentos por puntos de muestreo en la Ciénaga de Malambo.

En la Ciénaga de Malambo se registró un total de 9 géneros, los cuales están todos presentes en P1, y en P2 se encontró 5 géneros. El género que presento la mayor abundancia en P1, asi como en

P2 fue *Chironomus*, con 131 individuos en P1 y 91 en P2 con un porcentaje del 76% de los organismos determinados, este género se caracteriza por habitar aguas muy contaminadas (Abril et al, 2004), seguido a este se encuentra *Tubifex*, que se caracteriza por habitar aguas fuertemente contaminadas, en menores proporciones se encontró a géneros pertenecientes a la subfamilia Tanyponinae con 19 individuos (6%), Litoridina 7 (2%), Polymesoda, Gyraulul, Cyclosteria y Amnicola con el 1% cada uno (Figuras 38 y 39).

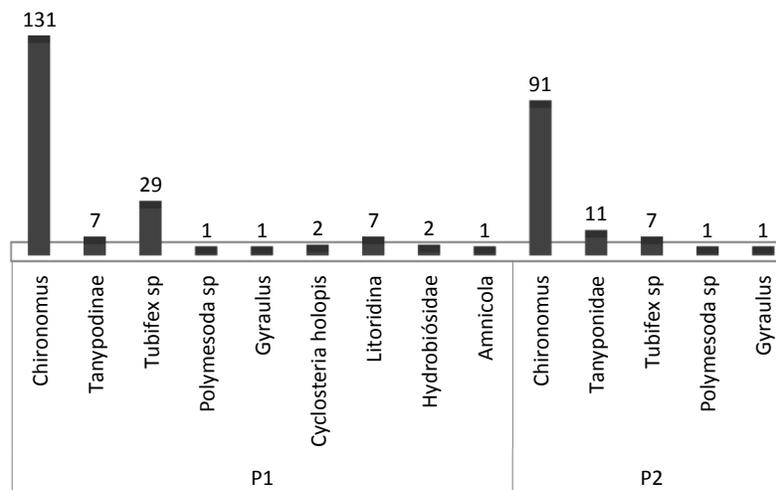


Figura 38. Distribución de la abundancia por géneros de macroinvertebrados en cada una de las estaciones en la Ciénaga de Malambo.

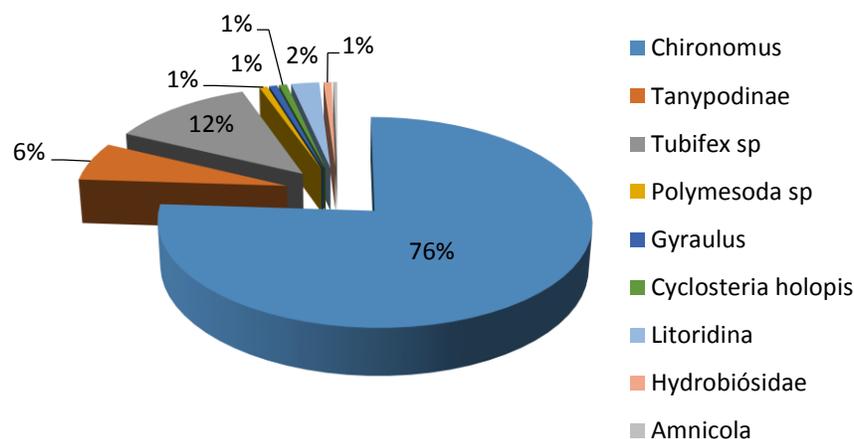


Figura 39. Abundancia por géneros de Macroinvertebrados en la Ciénaga de Malambo y su aporte porcentual a la abundancia.

6.1.3 Ciénaga El Uvero

La Ciénaga El Uvero, con una extensión aproximada de 298 Ha, se encuentra al suroriente de la cabecera municipal de Ponedera, en la margen izquierda del Río Magdalena: ambos sistemas, ciénaga y río, constituyen el recurso natural más importante del municipio. Esta ciénaga es el resultado del reducto de antiguos cauces del Río Magdalena, con el que se comunica a través de caños o bocas naturales y artificiales, y a través de los desbordamientos. También recibe aportes de agua por escorrentía y la lluvia directa. Algunos de los problemas que enfrenta la ciénaga son el sobrepastoreo, la erosión de la barra que la separa del río, la tala indiscriminada de la vegetación de galería, la caza descontrolada, métodos ilícitos de pesca y la sobrepoblación de taruya (*Eichhornia crassipes*).

Características físico-químicas. Los resultados de los análisis fisicoquímicos (Figura 40) reflejan que la Ciénaga El Uvero presenta contaminación por materia orgánica con tendencia a la eutrofización.

Los valores de DBO_5 en la Ciénaga El Uvero superan los valores objetivo de calidad de la CRA, probablemente por los aportes de escorrentía provenientes del lavado del suelo, las cuales generan un incremento en cantidad de materia orgánica presente en el cuerpo de agua. Esto conlleva a un aumento en el consumo de oxígeno por parte de los microorganismos presentes los cuales degradan la materia orgánica.

Según Nisbet y Verneaux (1970) la conductividad de aguas naturales oscila entre 100 -1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica que la ciénaga del Uvero se encuentra dentro del rango, aunque con valores cerca del límite, probablemente por moderadas disociaciones de sales; los sólidos suspendidos registran valores por encima del rango establecido por la CRA, probablemente por los aportes de sedimentos de río y demás contribuyentes a la ciénaga.

La ciénaga se encuentra con valores de oxígeno disuelto por encima del objetivo de calidad de la CRA, probablemente por el aporte de los procesos fotosintéticos de microalgas y macrófitas. La temperatura se encuentra en los valores normales para estos sistemas acuáticos, aunque con valores altos asociados a la condición de extrema sequía.

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

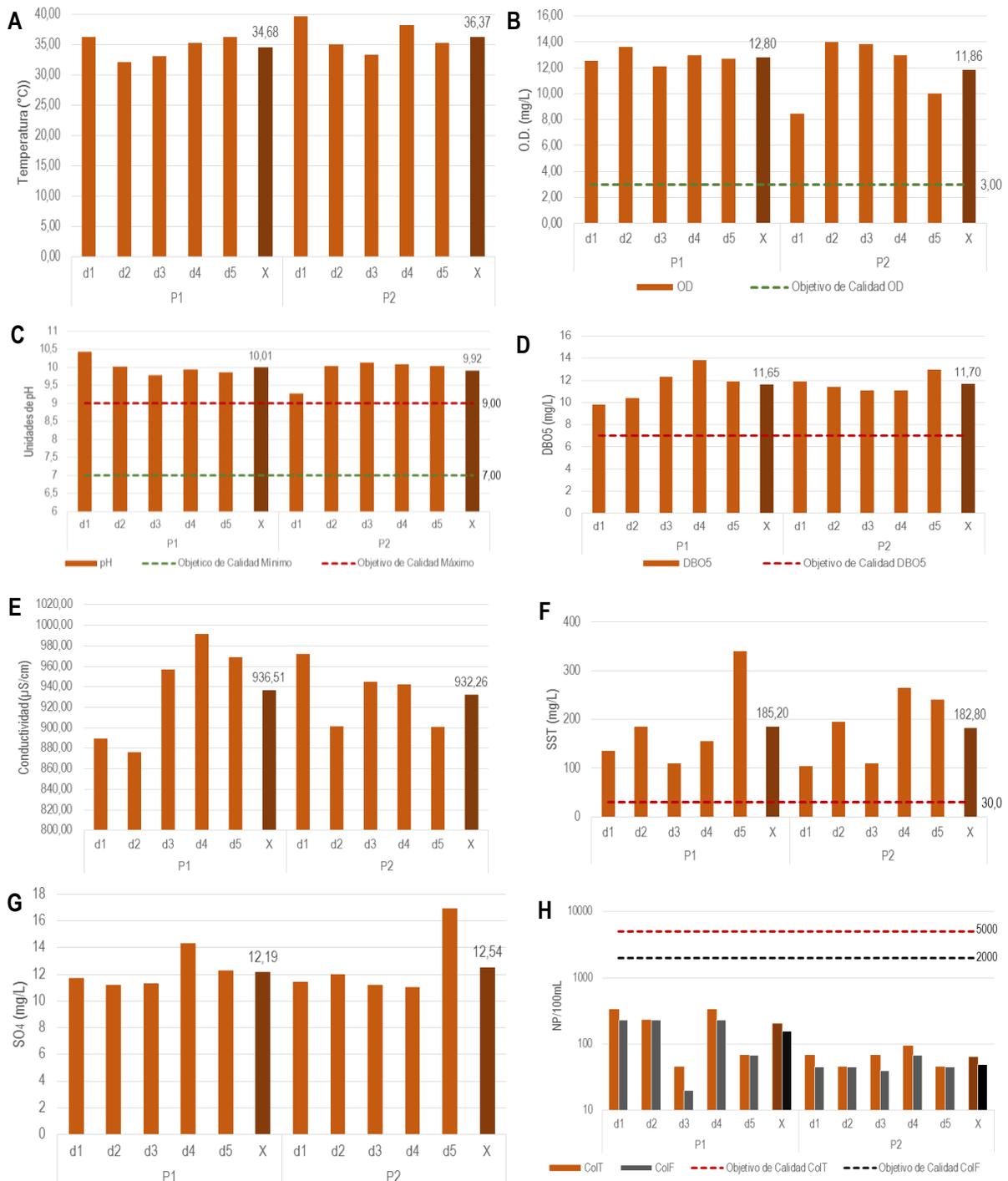


Figura 40. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga El Uvero.

Las medidas de DQO es una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico ó mineral (hierro ferroso, nitritos, amoniacos, sulfuros y cloruros). La DQO es función de las características de los compuestos presentes, de sus proporciones respectivas y de las posibilidades de oxidación (Seoánez, 2002), en esta ciénaga los valores de DQO son altos, la igual que en la DBO₅, probablemente por los aportes de escorrentía provenientes del lavado del suelo, las cuales generan un incremento en cantidad de materia orgánica presente en el cuerpo de agua (Figura 41).

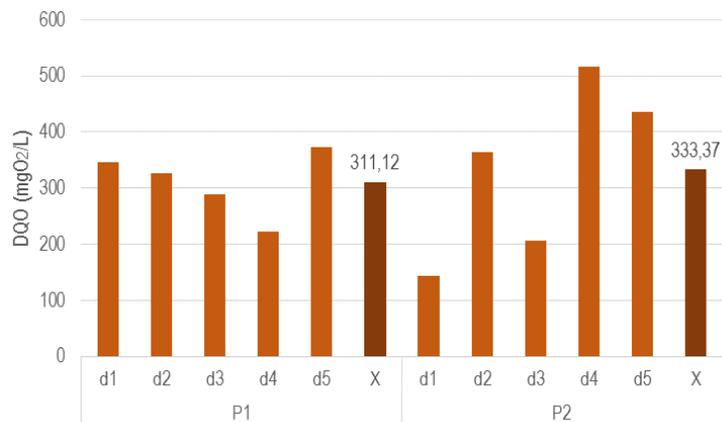


Figura 41. Gráficas de la DQO en la Ciénaga El Uvero.

Indices de contaminación. Los resultados de la aplicación de los índices en general muestran que la ciénaga presenta contaminación muy alta por el ICOpH, probablemente por los altos valores de pH registrados en esta ciénaga y contaminación media por ICOSUS e ICOMO como se observa en la Tabla 25. En el resultado obtenido para el ICOMO se hace evidente una fuerte carga de materia orgánica que está siendo vertida al cuerpo de agua en el punto de muestreo ya que se presenta para el índice un valor de 0.468 lo que equivale a un alto grado de contaminación ya que cuando se incrementan los valores de la DBO se hace presente una fuerte carga de contaminantes orgánicos que pueden tener como origen desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo.

Tabla 25. Valores de índices de contaminación en la ciénaga El Uvero.

Puntos de Monitoreo	ICOpH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,969	0,536	0,468
P2	0,956	0,528	0,426

ESCALA	INTERPRETACIÓN
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA

Características hidrobiológicas.

Fitoplancton. La agremiación fitoplanctónica registró 25 morfoespecies, las Cianobacterias, Clorofitas y Euglenozoa fueron los grupos de mayor riqueza taxonómica dentro de la comunidad (Tabla 26). Las Ocrofitas y Carofitas hicieron las menores contribuciones. En P1 se registró la mayor variedad de morfoespecies (22 taxa) por el aporte de las clorófitas, mientras en P2 (17 taxa) la riqueza se sustenta en las cianobacterias (Figura 42).

Tabla 26. Clasificación taxonómica y densidad relativa del fitoplancton encontrado en los puntos de muestreo de la Ciénaga El Uvero.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaenopsis sp</i>	67,910	81,391	
			Phormidiaceae	<i>Arthospira</i>	0,007	0,000	
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>	0,855	0,114	
			Microcystaceae	<i>Microcystis densa</i>	4,589	0,821	
		Chroococcales	<i>Microcystis sp</i>	0,000	0,054		
		Pseudanabaenales	Gomphosphaeriaceae	<i>Pseudoanabaena sp</i>	24,051	10,109	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Actinastrum sp</i>	0,008	0,000	
			<i>Scenedesmus sp</i>	0,007	0,000		
			<i>Desmodesmus sp</i>	0,008	0,056		
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Pediastrum simplex</i>	1,202	0,343	
			<i>Coelastrum sp</i>	0,008	0,000		
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Hydrodictyceae	<i>Platydorina sp</i>	0,008	0,000
				Chlorellaceae	<i>Pandorina sp</i>	0,007	0,031
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp</i>	0,458	6,678	
			Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp</i>	0,485	0,249	
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>	0,115	0,025	
				<i>Navicula sp2</i>	0,033	0,000	
				<i>Navicula sp3</i>	0,008	0,000	

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis sp</i>	0,000	0,018
				<i>Phacus</i>	0,075	0,037
			Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>	0,111	0,012
				<i>Euglena sp2</i>	0,023	0,012
				<i>Trachelomona sp1</i>	0,008	0,037
				<i>Trachelomona sp2</i>	0,022	0,000

La densidad en el sistema osciló de 294976 Ind/L en P1 a 309461.3 Ind/L en P2; las densidades más altas fueron para las Cianobacterias con más del 90% del total por estación (Figura 42), principalmente los géneros *Anabaenopsis* y *Pseudoanabaena* considerados componentes importantes del plancton de sistemas someros con altas temperaturas superficiales como fueron reportadas para la ciénaga durante el estudio (35,5°C promedio) y son propias de un período de prolongada sequía.

A nivel trófico los anteriores taxones son comunes en aguas ricas en nutrientes (meso a eutróficas) con condiciones limitantes o no por nitrógeno (Pinilla, 1998; Roldan y Ramírez, 2008) especialmente *Anabaenopsis* puesto que algunas de sus especies son fijadoras de este elemento (Reynolds 2006); atendiendo a esta bioindicación y al número de individuos cuantificados, el sistema responde a un estado de eutrofia (Margalef, 1983).

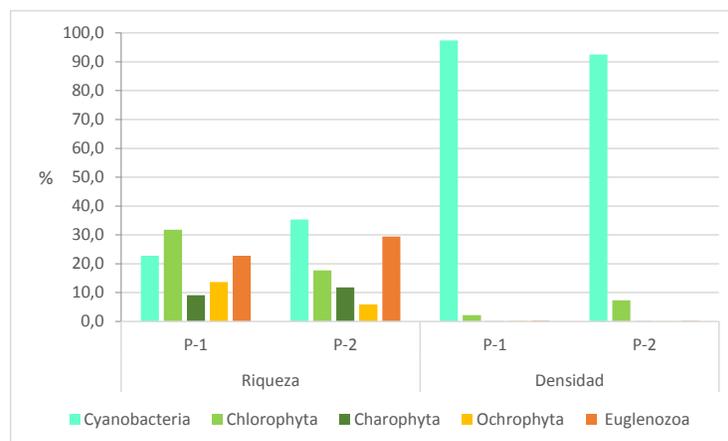


Figura 42. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad por puntos de muestreo de la Ciénaga El Uvero.

El predominio de las cianobacterias en la Ciénaga El Uvero tiene efecto sobre la estructura de la comunidad, de forma directa por la producción de agentes alelopáticos sobre otras algas o indirectamente por reducir algunos nutrientes por ejemplo el sílice necesario para las diatomeas (Welch, 1996) y se manifiesta en los resultados de los índices de diversidad y equidad inversos al tendiente aumento de la dominancia especialmente en P2 donde se conjugan la menor riqueza taxonómica y el mayor número de individuos (Tabla 27).

Tabla 27. Índices de diversidad para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga El Uvero.

Puntos de Monitoreo	Taxa	Ind/L	J'	H' (loge)	H' (log10)	λ	1- λ
P1	22	294975,9	0,30	0,93	0,40	0,52	0,48
P2	17	309461,33	0,24	0,69	0,30	0,68	0,32

El análisis de Bray Curtis para las abundancias del fitoplancton mostró que no existen diferencias significativas entre las estaciones (86% de similitud). Si se tiene en cuenta que los principales factores que moldean la estructura de esta comunidad son los nutrientes, la luz y el pH entre otros (Ramírez y Viña, 1998), los resultados permiten inferir que las condiciones ambientales (características físicoquímicas) registradas durante el estudio en cada punto muestreado no constituyeron un factor diferencial en la composición y distribución de la comunidad.

Zooplancton. Se registró un total de 17 morfoespecies pertenecientes a 11 géneros, 10 familias, 3 órdenes y 2 phyla (Tabla 28).

Tabla 28. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga El Uvero en junio de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie
Rotifera	Monogononta	Ploima		Brachionus	<i>Brachionus calyciflorus</i>
				Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>
				Anuraeopsis	<i>Anuraeopsis</i> sp
				Notommatidae	<i>Cephalodella</i> sp
				Mytilinidae	<i>Mytilina</i> sp
				Proalidae	<i>Proales</i> sp
				Trichocercidae	<i>Trichocerca</i> sp
				Lecane	<i>Lecane papuana</i>
					<i>Lecane luna</i>
				Lecanidae	<i>Lecane elsa</i>
	<i>Lecane bulla</i>				
	<i>Lecane leontina</i>				

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie
			Euchlanidae	Euchlanis	<i>Lecane hamata</i>
			Moinidae	Moina	<i>Euchlanis sp</i>
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Macrothricidae	Macrothrix	<i>Moina micrura</i>
					<i>Macrothrix sp</i>
	Maxillopoda	-----	-----	-----	Nauplio indeterminado

Los rotíferos (clase Monogononta) constituyeron el mayor porcentaje de riqueza con el 82,35% de las morfoespecies registradas, representando aproximadamente 7 veces mayor riqueza que la clase Branchiopoda que solo significó el 11,76% y 14 veces los registros de Maxillopoda que conformó el 5,88% (Figura 43).

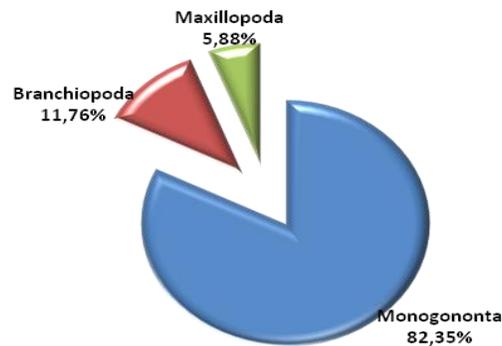


Figura 43. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga El Uvero en junio de 2014.

El total de organismos por estación fue de 64.93 Ind/L para P1 y 125.6 Ind/L en P2, con dominio de la especie *Brachionus calyciflorus* con 37.14 Ind/L y 34.58 Ind/L en P1 y P2 respectivamente (Tabla 29), indicadora de aguas fuertemente eutrofizadas.

Tabla 29. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga El Uvero en junio de 2014.

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio	
	P1	P2
<i>Brachionus calyciflorus</i>	37,14	34,58
<i>Brachionus angularis</i>	0,87	0,0
<i>Anuraeopsis sp</i>	2,66	0,0
<i>Cephalodella sp</i>	1,10	0,0
<i>Mytilina sp</i>	0,0	14,40
<i>Proales sp</i>	0,0	6,84
<i>Trichocerca sp</i>	1,88	3,42
<i>Lecane papuana</i>	0,70	22,57

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio	
	P1	P2
<i>Lecane luna</i>	1,10	4,31
<i>Lecane elsa</i>	0,0	1,13
<i>Lecane bulla</i>	0,0	1,84
<i>Lecane leontina</i>	0,0	4,10
<i>Lecane hamata</i>	0,0	3,42
<i>Euchlanis sp</i>	1,80	8,45
<i>Moina micrura</i>	0,87	12,37
<i>Macrothrix sp</i>	10,67	7,56
Nauplio indeterminado	6,14	0,63
Total (Ind/L)	64,93	125,60

Se observa una diferenciación en los dos puntos de monitoreo. El índice de similitud de Bray-Curtis muestra una similitud entre estaciones del 52%. Sin embargo, los índices ecológicos demuestran que la diversidad y la equidad es superior en P2 (Tabla 30).

Tabla 30. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga El Uvero en junio de 2014.

Punto de Monitoreo	Índices ecológicos						
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda
1	11	64,93	2,396	0,615	1,474	0,640	0,367
2	14	125,62	2,689	0,835	2,204	0,957	0,146

Perifiton. El perifiton asociado a macrófitas de la Ciénaga El Uvero estuvo compuesto por 12 morfoespecies distribuido en 4 phyla (Figura 44). Las diatomeas (Ochrophytas) agruparon el 50% de la riqueza con 6 morfoespecies mientras que el resto de phyla aportó 2 especies cada uno.

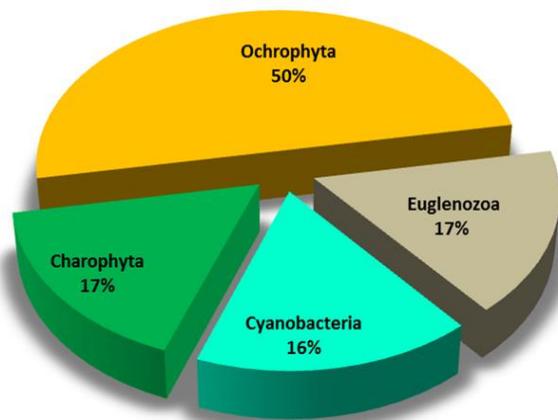


Figura 44. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton en la Ciénaga El Uvero.

En cuanto a la distribución de la riqueza, el punto P2 registró un mayor número de especies (11 morfoespecies), seguido de cerca con lo encontrado en el punto P1 (10 morfoespecies). Las diatomeas (Ochrophyta) agruparon el mayor número de morfoespecies en cada punto de muestreo reportando el 50% (P1) y 55% (P2) (Figura 45).

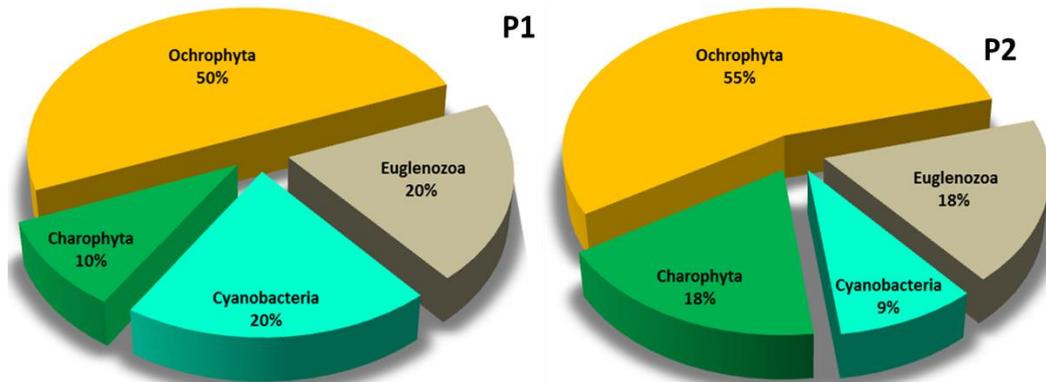


Figura 45. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga El Uvero.

La densidad promedio del perifiton fue de 2104 Ind/cm² con valores entre 1284 Ind/cm² (P1) y 2925 Ind/cm² (P2); la mayor abundancia fue proporcionada por las Ochrophytas con el 87% en cada punto de muestreo (Figura 46). Las morfoespecies *Navícula purple* y *Synedra ulna* (Ochrophyta) tuvieron los mayores aportes a la abundancia en cada punto de muestreo seguidas de *Euglena granulata* y *Euglena sp* (Euglenozoa), mientras que el grupo con menor abundancia fue el de las Chlorophytas con mayor representación de *Crucigenia tetrapedia* y *Scenedesmus sp*.

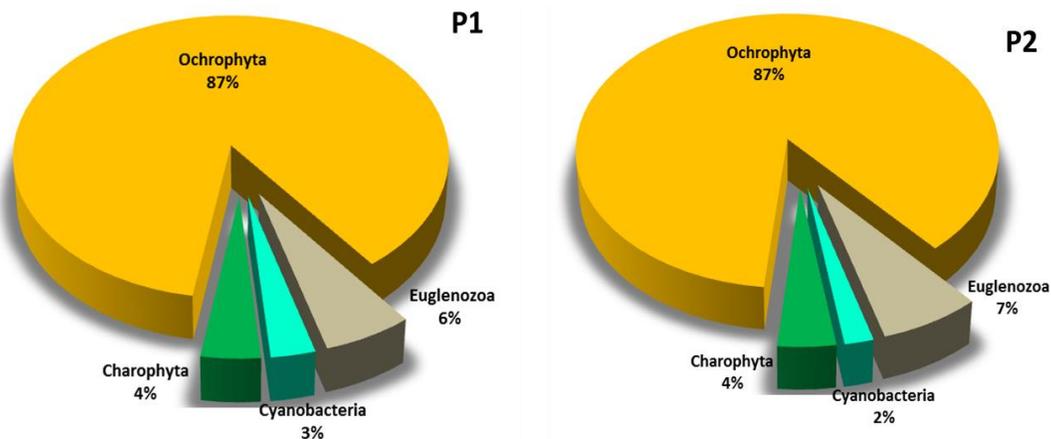


Figura 46. Distribución de la abundancia (Ind/cm²) discriminando por phylum perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga El Uvero.

La estructura de la comunidad del perifiton muestra una equidad intermedia con tendencia a la dominancia de algunos taxa identificados en cada sector, con lo que los valores de diversidad H' registraron magnitudes bajas, resultado además de la escasa riqueza específica (Tabla 31). Se destaca la presencia de *Navicula purple* y *Synedra ulna*. En general, las diatomeas del género *Navicula* son móviles y no producen pedúnculos de adhesión (Moschini, 1999), mientras que *Synedra ulna* es una diatomea que en algunos estudios como los de Morales-Velasco (2006) y Morales-Velasco y Peña (2008) se ha registrado asociada a sistemas poco contaminados o con contaminación media de nutrientes. No obstante, cabe anotar que la Ciénaga El Uvero durante el muestreo, si bien no registró evidencias de descargas contaminantes, se encontraba en un estado crítico por bajo nivel del agua y desecamiento debido al fuerte verano que caracterizó la época del estudio, lo cual pudo tener influencia en las comunidades hidrobiológicas. A continuación se presentan los resultados de los índices ecológicos.

Tabla 31. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga El Uvero.

Punto de Monitoreo	S	N	Equidad (J)	H'(loge)	H'(loge10)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson (1- λ)
P1	10	1284,07	0,627	1,44	0,6272	0,35	0,65
P2	11	2925,09	0,697	1,67	0,7261	0,27	0,73

Macrófitas. Las macrófitas acuáticas estuvieron compuestas por 5 especies en 2 clases distribuidas en 1 phylum; las familias Onagraceae y Pontederiaceae aportaron cada una 2 especies (Tabla 32).

Tabla 32. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga El Uvero.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	% de Cobertura		Grupo	Biotipo
					P1	P2		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	10	14	Planophyta	Acropleustophyta
				<i>Ludwigia erecta</i>	6	0	Rhizophyta	Helophyta
	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	0	11	Planophyta	Acropleustophyta
				<i>Eichhornia azurea</i>	70	75	Rhizophyta	Helophyta
		Alismatales	Araceae	<i>Typha domingensis</i>	14		Rhizophyta	Helophyta

Durante el monitoreo la ciénaga se caracterizó por presentar un bajo nivel de agua a nivel general donde la vegetación de macrófitas se encuentra invadiendo toda la zona litoral y limnetica. En P1 se registraron 4 especies, destacándose *Eichhornia azurea* que registró una cobertura del 70%. *E.*

azurea se caracteriza por presentar heterofilia en sus hojas, posee hojas sumergidas de formas acintadas, y hojas emergentes orbiculares a obovadas (Velásquez, 1994) crecen en las zonas internas, e intermedia de la vegetación de macrófitas en la ciénaga. Las especies *Thypa dominguensis* y *Ludwigia helmintoriza* presentaron coberturas del 14% y el 10% respectivamente. En P2 se presentó la misma tendencia de P1 donde la especie con mayor cobertura fue *Eichhornia crassipes* 75% seguida de *Ludwigia helmintoriza* 14% y *Eichhornia crassipes* con el 11% (Figura 47).

Cabe destacar que en algunas zonas de la franja de inundación hay un deterioro de la vegetación de macrófitas, donde se observa gran cantidad de plantas secas de la especie *E. crassipes* y se observa el remplazo de esta especie por vegetación de tipo terrestre, que nacen y mueren cíclicamente (Viña *et al.* 1991).

En cuanto a la forma de vida de la vegetación el grupo dominantes en la ciénaga con el 60% de las especies fueron las Rhizophytas mientras que el 40% pertenecen a las planophytas y los biotopos mejor representados fueron Helophytas con el 60% y el 40% para Acropleustophyta.

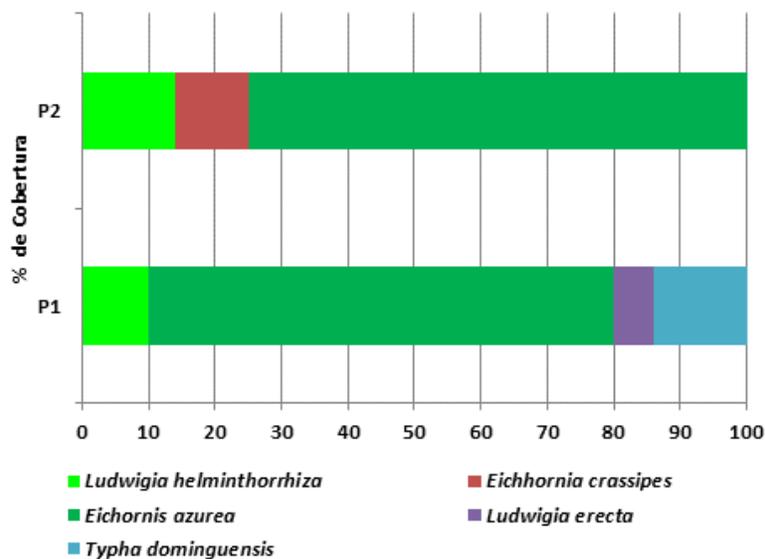


Figura 47. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga El Uvero.

Ictiofauna. Los resultados del esfuerzo de pesca demostraron que el ensamblaje de peces se encuentra fuertemente afectado por las condiciones del sistema, que además de presentar

condiciones fluctuantes adversas, la baja profundidad vuelve vulnerables a los organismos a la predación. Por estas condiciones no hubo registros de peces.

Macroinvertebrados bentónicos. Se registro un total de 52 individuos distribuidos en 4 géneros, 3 familias y 3 órdenes, en P2 se registro el 77% de la abundancia, principalmente por los moluscos y un 23% en P2 (Tabla 33 y Figura 48).

Tabla 33. Macroinvertebrados bentónicos presentes en la Ciénaga El Uvero.

Puntos de Monitoreo	Orden	Familia	Género	Número de Individuos
P1	Hemiptera	Corixidae	<i>Tenegobia</i>	1
			<i>Centrocorixa</i>	1
P2	Unionoida	Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	10
	Unionoida	Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	39
	Mesogastropoda	Ampullaridae	<i>Marisa</i>	1

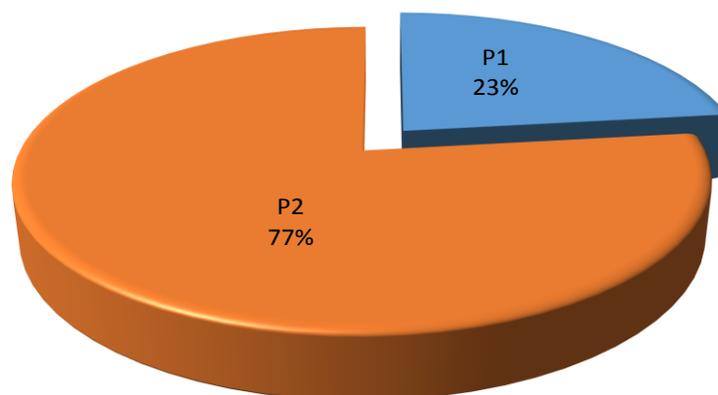


Figura 48. Contribución porcentual a la abundancia por punto de muestreo.

La riqueza y abundancia en general fue muy baja, con solo 4 géneros en toda la ciénaga, en P1 se registraron 3, mientras que en P2 se registraron solo 2 géneros. El género de mayor abundancia y distribución fue *Polymesoda*, encontrándose en los dos puntos y con un 96% de la abundancia total, probablemente por las condiciones físicoquímicas del medio, con restricciones para el establecimiento de muchas especies. Probablemente organismos como *Polymesoda sp*, son capaces de aprovechar mejor la disponibilidad del sustrato para aumentar su abundancia (Figuras 49 y 50).

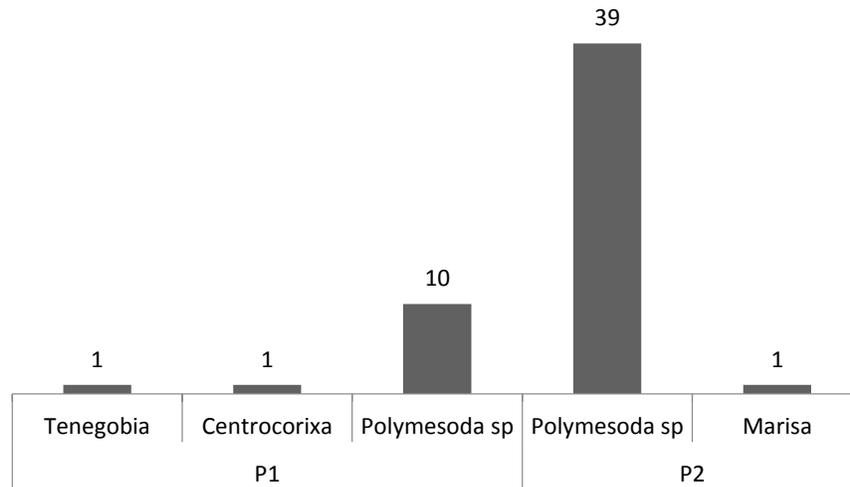


Figura 49. Distribución de la abundancia por géneros de macroinvertebrados en cada una de las estaciones en la Ciénaga El Uvero.

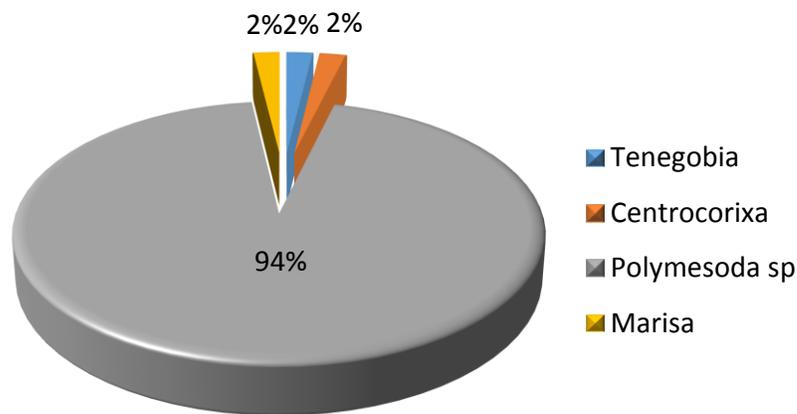


Figura 50. Abundancia por géneros de Macroinvertebrados en la Ciénaga El Uvero y su aporte porcentual a la abundancia.

6.1.4 Ciénaga La Poza

Hace parte de un conjunto de humedales que en extensión cuenta con más de 17000 hectáreas, vinculada al caño de interconexión del Río Magdalena al sistema de transporte fluvial a la altura del

Corregimiento de Puerto Giraldo (Municipio de Repelón-Atlántico) que se encuentra limitado por fincas de cultivo temporal. Presenta las siguientes condiciones:

Características físico-químicas. La Ciénaga La Poza se caracteriza por presentar aguas con pH básicos, con abundante oxígeno disuelto, con conductividades dentro de lo normal para estos sistemas debido al aporte de iones por el lavado de suelos con sólidos suspendidos y sulfatos un poco altos.

La concentración de sulfatos en el agua es variable, oscilando entre 20 y 50 mg/L (Marín, 2003), sin embargo los valores de sulfato en esta ciénaga superan este valor en los dos puntos de muestreo, probablemente por el arrastre de nutrientes por el lavado de suelos (Figura 51-G).

Los valores de los coliformes fecales y totales se encuentran por debajo de límite objeto de calidad de CRA; la DBO₅ y DQO, se encuentran en rangos normales, aunque la DBO₅ con promedios de 7.05 supera un poco el objetivo de calidad establecido por la CRA (Figura 51-D).

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO



Figura 51. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga La Poza.

Índices de contaminación. Según los resultados obtenidos en la aplicación de los índices de contaminación en la Ciénaga La Poza, el sistema presenta contaminación baja a media **de acuerdo** al ICOpH con valores de 0,296 en P1 y 0,545 en P2, probablemente por los altos valores de pH producto de los procesos metabólicos de microalgas y macrófitas, el índice ICOSUS, muestra que el sistema se encuentra con una baja contaminación en P2 y sin contaminación en P1, el ICOMO, muestra valores dentro del rango de contaminación media, probablemente por el aporte de materia orgánica y altos valores de oxígeno en el sistema (Tabla 34).

Tabla 34. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga La Poza.

Puntos de Monitoreo	ICOpH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,545	0,102	0,453
P2	0,296	0,21	0,449
ESCALA	INTERPRETACIÓN		
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN		
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA		
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA		
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA		
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA		

Características Hidrobiológicas.

Fitoplancton. Se encontraron 37 taxa fitoplanctónicas en la Ciénaga La Poza, distribuidas en 27 géneros, 20 familias, 15 órdenes y 9 clases correspondientes 6 divisiones (Tabla 35). La densidad promedio de la ciénaga fue de 73650,7 Ind/L, fluctuando de 71110,8 Ind/L en P2 a 76190,6 Ind/L en P1, correspondiendo con sistemas oligotróficos (Margalef, 1983).

Tabla 35. Clasificación taxonómica y densidad relativa del fitoplancton en la Ciénaga La Poza.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Cyanobacteriaceae	<i>Aphanothece caltrata</i>	2,1	2,0
			Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	0,8	0,8
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp</i>	1,2	1,0
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Dolichospermun sp</i>	10,	10,
				<i>Anabaenopsis sp</i>	4	0
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Platydorina caudata</i>	2,0	1,9
				<i>Monoraphidium contortum</i>	0,7	0,7
		Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Mo. convolutum</i>	0,4	0,5
				<i>Mo.cf arcuatum</i>	0,2	0,2

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
				<i>Desmodesmus communis</i>	1,7	1,8
				<i>D.intermedius</i>	0,0	0,3
			Scenedesmaceae	<i>D. opoliencis</i>	0,8	0,6
				<i>Coelastrum microporum</i>	0,3	0,3
				<i>Cr rectangularis</i>	0,8	0,6
				<i>P.tetras</i>	0,2	0,2
				<i>P.simplex</i>	2,3	2,4
			Hydrodictyceae	<i>Tetraëdron regulare</i>	0,3	0,2
				<i>T. minimum</i>	0,1	0,1
				<i>T. muticum</i>	1,1	1,1
				<i>Echinosphaeridium</i>	38,	37,
			Neochloridaceae	<i>quadrisetum</i>	7	9
				<i>Actinastrum sp</i>	0,3	0,2
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp1</i>	0,4	0,4
		Trebouxiales	Botryococcaceae	<i>Dichotomococcus sp</i>	0,4	0,4
				<i>Stauroneis sp</i>	0,5	0,5
		Naviculales	Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma sp</i>	0,3	0,2
	Bacillariophyceae			<i>Nitzschia sp1</i>	0,8	1,0
Ochrophyta		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp2</i>	0,8	1,0
				<i>Nitzschia sp3</i>	5,8	6,2
	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0,6	0,8
		Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	3,6	4,5
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomona sp</i>	0,9	1,0
				<i>Euglena granulata</i>	3,4	3,5
				<i>E. oxyurus</i>	1,7	2,0
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas sp</i>	2,5	2,5
				<i>Monomorpha pirum</i>	0,4	0,0
Dinophyta	Dinophyceae	Dinotrichales	Dinotrichaceae	<i>Gymnodinium sp</i>	1,0	1,0
	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium sp</i>	5,9	5,7

Las Clorófitas importantes en riqueza con el 48,6% de los taxones y en abundancia con 50% de individuos (Figura 52), estuvieron representadas por morfoespecies pertenecientes al grupo Chlorococcales (Komárek & Fott 1983) actualmente segregadas por estudios ultraestructurales y moleculares en los órdenes Sphaeropleales, Chlamydomonadales, Chlorellales y Trebouxiales (Domingues & Torgan, 2012) las cuales abundan en pequeños ecosistemas productivos. De este grupo se distingue *Echinosphaeridium sp* como la morfoespecie de mayor densidad en la ciénaga con el 38,3% de los individuos. Las especies de *Echinosphaeridium* han sido reportadas en amplios rangos de conductividad, en aguas levemente ácidas a básicas y en estado de oligotrofia a mesotrofia (Nicholls, 1980; Ehrenhaus y Vigna, 2006; Rocha, F. y Nogueira 2010).

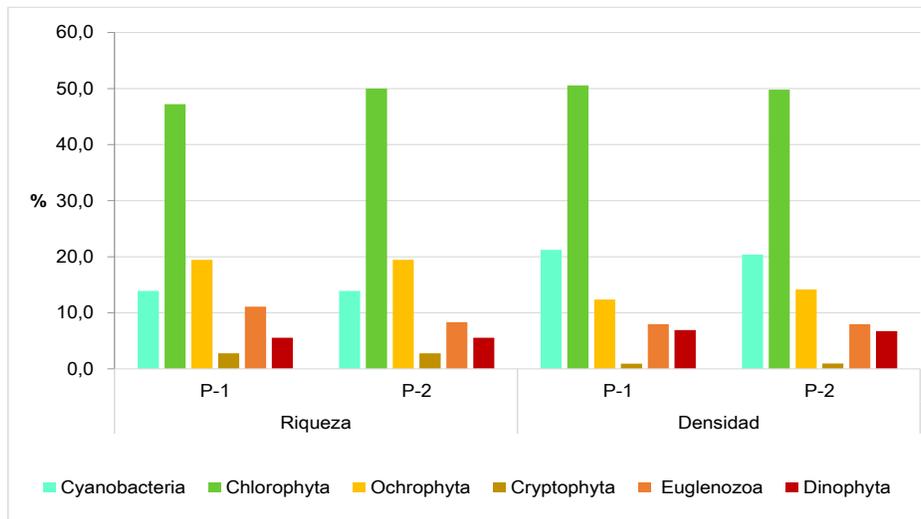


Figura 52. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad por puntos de muestreo en la Ciénaga La Poza.

Las Ocrofitas asociadas a disminución de la columna de agua y a procesos de mezcla, siguieron en orden de importancia a nivel de riqueza con 18% de los taxa, destacándose el género *Nitzschia* por su variedad y en él *Nitzschia sp3* por su abundancia (6% Ind/L).

En relación al número de individuos las cianobacterias continuaron en importancia a las algas verdes con el 20,8% de la densidad total y estuvieron representadas por *Dolichospermun sp* (10,2%) y *Anabaenopsis sp* (6,2%), organismos que están presentes en cualquier época del año y pueden formar floraciones cuando las condiciones se desvían de lo normal. Los grupos restantes (Euglenózoa, Dinofitas y Criptofitas) hicieron aportes inferiores al 10% a la riqueza de especies y abundancia

Los índices de diversidad de Shannon (Tabla 36) muestran valores medios acorde con Roldan y Ramírez (2008). La diversidad de Simpson fue alta con valores tendientes a 1, lo cual implica una distribución equitativa de las abundancias y por ende valores de dominancia bajos; este resultado se espera en sistemas propensos a la oligotrofia en los cuales se presenta una alta riqueza de especies pero un bajo número de individuos por cada una de ellas.

Tabla 36. Índices de diversidad para el fitoplancton en los puntos de muestreo en la Ciénaga La Poza. Equidad (J'), diversidad de Shannon-wiener (H'), dominancia (λ) y diversidad de Simpson (1- λ).

Puntos de Monitoreo	Taxa	Ind/L	J'	H' (loge)	H' (log10)	λ	1- λ
P1	36	76190,4	0,69	2,49	1,08	0,18	0,82
P2	36	71110,6	0,70	2,50	1,09	0,17	0,83

Durante el estudio la ciénaga se comportó como un sistema altamente homogéneo, con una similitud en la composición y distribución de las abundancias del 95% entre las estaciones (similaridad de Bray Curtis).

Zooplankton. La comunidad zooplanctónica estuvo conformada por 26 morfoespecies, distribuidas taxonómicamente en 17 géneros, 14 familias, 6 órdenes, 3 clases y 2 phylla (Tabla 37).

Tabla 37. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplankton registradas en la Ciénaga La Poza en julio de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie
				Brachionus	<i>Brachionus havanaensis</i> <i>Brachionus angularis</i> <i>Brachionus budapestinensis</i> <i>Brachionus caudatus</i>
			Brachionidae		<i>Keratella americana</i> <i>Keratella tropica</i> <i>Keratella cochlearis</i>
				Anuraeopsis	<i>Anuraeopsis navicula</i>
		Ploima	Mytilinidae	Mytilina	<i>Mytilina</i> sp
Rotifera	Monogononta		Synchaetidae	Polyarthra	<i>Polyarthra vulgaris</i> <i>Polyarthra remata</i>
			Asplanchnidae	Asplanchna Asplanchnopus	<i>Asplanchna silvestri</i> <i>Asplanchnopus</i> sp
			Trichocercidae	Trichocerca	<i>Trichocerca</i> sp1 <i>Trichocerca</i> sp2
			Lecanidae	Lecane	<i>Lecane papuana</i> <i>Lecane stichaea</i> <i>Filinia terminalis</i> <i>Filinia longiseta</i>
		Flosculariaceae	Filiniidae	Filinia	
			Hexarthridae	Hexarthra	<i>Hexarthra</i> sp
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	Moina	<i>Moina micrura</i>
			Macrothricidae	Macrothrix	<i>Macrothrix</i> sp

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie
			Sididae	Diaphanosoma	<i>Diaphanosoma</i> sp
		Cyclopoida	Cyclopidae	Mesocyclops	<i>Mesocyclops brasiliensis</i>
	Maxillopoda	Calanoida	Diaptomidae	Notodiaptomus	<i>Notodiaptomus</i> sp
		-----	-----	-----	Nauplio indeterminado

La clase Monogononta (rotíferos) con el 76,92% de las morfoespecies representó la mayor riqueza, con aproximadamente un 70% más registros que las clases Branchiopoda y Maxillopoda que constituyeron individualmente el 11,54% de la riqueza (Figura 53).

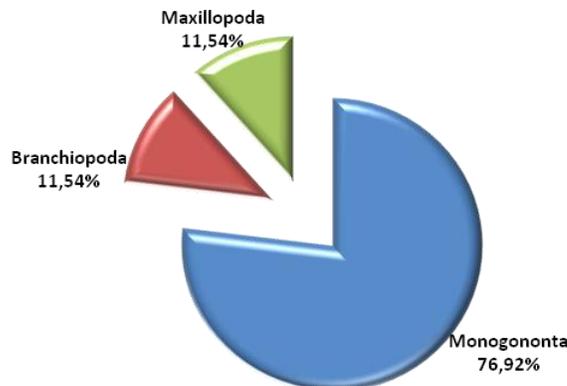


Figura 53. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga La Poza en julio de 2014.

Se registró un total 2920,4 Ind/L en P1 y 2793,3 Ind/L en P2, destacándose una abundancia importante de la especie *Keratella americana* con 1601,2 Ind/L en P1 y 1408,4 Ind/L en P2 (Tabla 38). También fue importante el registro de nauplios (estado larval de desarrollo de los copépodos) con 288,2 Ind/L en P1 y 230,1 Ind/L en P2. Mientras los nauplios y primeros estadios de desarrollo de los copepoditos del orden Cyclopoida son filtradores y predominantemente herbívoros, los últimos estadios de los copepoditos y los adultos tienen hábito raptorial y son predominantemente carnívoros (Neves et al. 2003).

La alta densidad de nauplios en relación con los copépodos adultos puede ser un indicador de una alta tasa de mortalidad durante las diferentes etapas de desarrollo de estos organismos (Sartori et al., 2009) principalmente por predación debido a que ellos representan gran valor alimenticio para algunas especies, principalmente peces.

Por su parte, la alta abundancia de *Keratella americana* con respecto a las demás especies registradas, aún cuando el número de copépodos consumidores de rotíferos está bien representado

en la muestra, se debe al hecho que las especies de *Keratella* son resistentes a la depredación por copépodos ciclópodos y calanoides; se ha observado en numerosos estudios que sus lórigas y espinas las protegen contra la depredación (Plassmann *et al.*, 1997).

Tabla 38. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga La Poza en julio de 2014.

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio	
	P1	P2
<i>Brachionus havanaensis</i>	39,9	33,9
<i>Brachionus angularis</i>	9,9	13,6
<i>Brachionus budapestinensis</i>	181,6	103,8
<i>Brachionus caudatus</i>	158,2	205,0
<i>Keratella americana</i>	1601,2	1408,4
<i>Keratella tropica</i>	16,3	13,7
<i>Keratella cochlearis</i>	0,0	6,4
<i>Anuraeopsis navicula</i>	3,3	0,0
<i>Mytilina</i> sp	22,5	44,3
<i>Polyarthra vulgaris</i>	74,0	149,0
<i>Polyarthra remata</i>	109,1	69,4
<i>Asplanchna silvestri</i>	9,7	34,1
<i>Asplanchnopus</i> sp	0,0	3,4
<i>Trichocerca</i> sp1	164,4	170,2
<i>Trichocerca</i> sp2	3,3	17,1
<i>Lecane papuana</i>	0,0	6,8
<i>Lecane stichaea</i>	0,0	3,4
<i>Filinia terminalis</i>	65,7	150,2
<i>Filinia longiseta</i>	3,3	0,0
<i>Hexarthra</i> sp	21,6	0,0
<i>Moina micrura</i>	29,6	23,7
<i>Macrothrix</i> sp	0,0	15,4
<i>Diaphanosoma</i> sp	3,3	13,7
<i>Mesocyclops brasilianus</i>	99,1	60,9
<i>Notodiptomus</i> sp	16,3	16,8
Nauplio indeterminado	288,2	230,1
Total (Ind/L)	2920,4	2793,3

Los resultados de los índices ecológicos aplicados demuestran que las condiciones medioambientales en los dos puntos monitoreados son parecidas (Tabla 39), además la aplicación del índice de Bray-Curtis demuestra una similitud del 86.5%.

Tabla 39. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga La Poza en julio de 2014.

Puntos de Monitoreo	Índices ecológicos							
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda	1-Lambda
P1	21	2920,5	2,506	0,582	1,772	0,769	0,324	0,675
P2	23	2793,3	2,772	0,622	1,951	0,847	0,279	0,721

Perifiton. Esta comunidad hidrobiológica registró 12 morfoespecies distribuidas en 4 phyla (Figura 54). Las diatomeas (Ochrophyta) agruparon el 58% de la riqueza total, los phyla Cyanobacteria y Chlorophyta agruparon cada uno el 17% y en menor proporción Ochrophyta con el 8%.

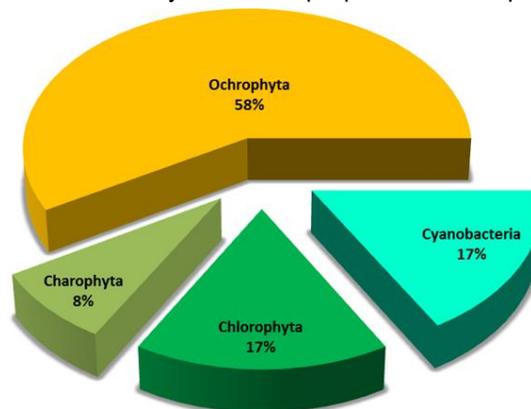


Figura 54. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton en los puntos de muestreo e de la Ciénaga La Poza.

El phylum de las Ochrophytas fue dominante en cada uno de los puntos de muestreo agrupando entre el 56% (P1) y el 55% (P2), seguidas de las Cyanobacterias con el 22% (P1) y 18% (P2). Las Chlorophytas y Charophytas presentaron abundancias muy similares en cada punto de muestreo (Figura 55).

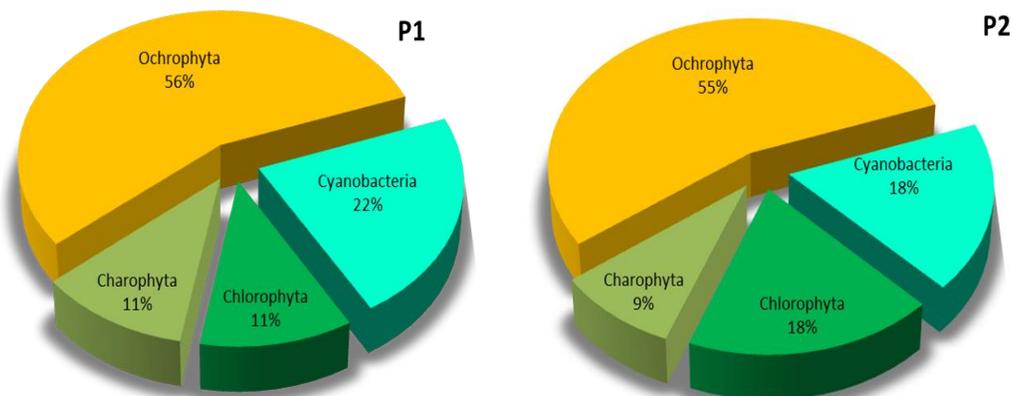


Figura 55. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga La Poza.

La abundancia del perifiton presentó valores entre 1550 Ind/cm² (P1) y 1235 Ind/cm² (P2) (Figura 56). Se pudo apreciar que los porcentajes en los phyla fueron muy similares, siendo las Ochrophytas (diatomeas) las que aportaron el mayor número de individuos en la densidad con el 86% (P1) y 90% (P2). De las diatomeas las morfoespecies *Eunotia* sp, *Navícula* sp y *Gomphonema* sp aportaron las mayores densidades. En el phylum de las Cyanobacterias la morfoespecie *Oscillatoria* sp aportó significativamente a la densidad total del perifiton.

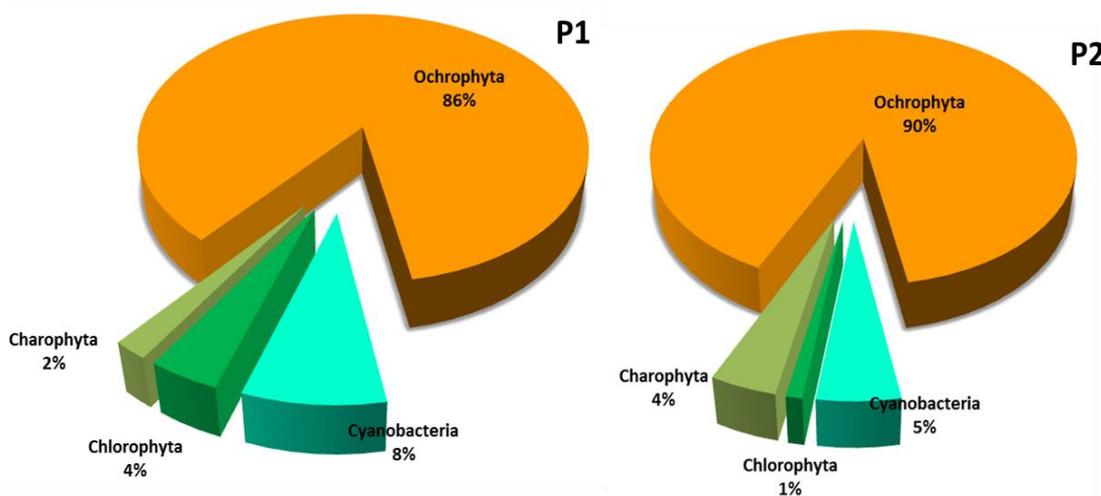


Figura 56. Distribución de la abundancia (Ind/cm²) discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga La Poza.

La comunidad perifítica de la Ciénaga La Poza estuvo caracterizada por presentar una estructura de poca dominancia a pesar de estar constituida por un bajo número de especies, lo que influyó en las expresiones más bien modestas de la diversidad (Tabla 40). Esta comunidad registró una estructura similar en los dos puntos o sectores de monitoreo y denota una comunidad no tan bien establecida tanto en riqueza como en abundancia con respecto a las demás ciénagas de la misma sub-cuenca. Guarda en común con el resto de cuerpos de agua la representatividad de las diatomeas, lo cual constituye un rasgo típico del perifiton de aguas continentales tropicales. Se destaca dentro de las diatomeas la morfoespecie *Eunotia* sp por su aporte a la abundancia en los dos puntos de muestreo. Este género de diatomeas exclusivo de aguas dulces es uno de los más comunes (Wetzel et al. 2014) y posee importantes estructuras de adaptación como pedúnculos gelatinosos que secretan mucilago para permitir una mejor adherencia (Hoagland et al. 1982) lo cual le permite alcanzar la interfase agua-matriz perifítica donde hay mayor disponibilidad de luz y nutrientes (Hudon y Legendre, 1987).

Tabla 40. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga La Poza.

Punto de Monitoreo	S	N	Equidad (J)	H'(loge)	H'(loge10)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson (1- λ)
P1	11	1549,6	0,77	1,87	0,81	0,2	0,8
P2	9	1235	0,72	1,59	0,69	0,25	0,75

Macrófitas. La vegetación de macrófitas en la ciénaga registró 7 especies, 2 clases distribuida en un phylum en sus puntos de muestreo (Tabla 41).

Tabla 41. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga La Poza.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	% de Cobertura		Grupo	Biotipo
					P1	P2		
Magnoliophyta	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	0	16	Planophyta	Acropleustophyta
	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	0	2,4	Rhizophyta	Helophyta
	Liliopsida	Cyperales	Poaceae	<i>Ludwigia erecta</i>	16	12	Rhizophyta	Helophyta
	Liliopsida	Cyperales	Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	0	19,2	Rhizophyta	Helophyta
	Liliopsida	Zingiberales	Marantaceae	<i>Paspalum sp</i>	0	18,4	Rhizophyta	Helophyta
	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Typha dominguensis</i>	0	28	Rhizophyta	Helophyta
	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomea sp</i>	84	4	Rhizophyta	Helophyta

P1 presentó 2 especies, un número bajo en riqueza en comparación con P2 (7 especies). La cobertura de la vegetación acuática estuvo caracterizada por la presencia de especie *Ipomea sp* que cubrió más del 84% de la vegetación presente y la especie *Ludwigia helminthoriza* tuvo una cobertura del 16% (Figura 57). P2 se presentó un mayor riqueza registrando 7 especies y los mayores porcentajes de cobertura fueron para las especies *Typha dominguensis* 28%, *Hymenachne amplexicaulis* 19,2%, *Paspalum sp* 18% y las menores coberturas fueron aportadas por las especies *Ludwigia helminthoriza* 2,4% e *Ipomea sp* 4%.

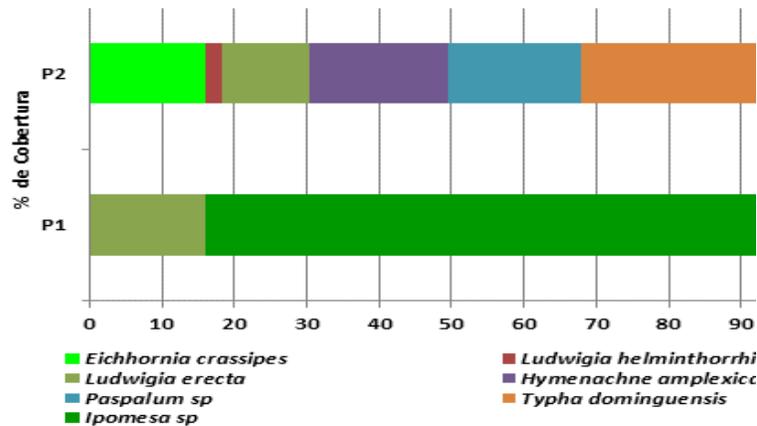


Figura 57. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga La Poza.

De acuerdo a los tipos de vida de macrófitas el grupo mejor representado fueron las Rizophytas con el 86% (6 especies) y el grupo de las Planophytas fue representado por una especie (14%) y el biotipo mejor representado fue el de las Helophytas con el 84%. La vegetación de macrófitas en la zona litoral se encontró el mayor número de especies mientras que en la zona limnetica no hubo presencia de este tipo de vegetación.

Ictiofauna. Este grupo estuvo compuesto por 11 especies agrupadas en cuatro (4) órdenes y 8 familias (Tabla 42). De las especies, cuatro (4) se encuentran bajo algún grado de amenaza de conservación de acuerdo con Mojica *et al.*, (2012), *Prochilodus magdalenae* (bocachico) (VU. vulnerable), *Potamotrygon magdalenae* (N.T. casi amenazada), *Leporinus muyscorum* (VU) y *Plagioscion magdalenae* (N.T). Los órdenes, Characiformes y Perciformes fueron los más representativos por su riqueza específica.

Tabla 42. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga La Poza época seca junio-julio del 2014

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P-1	P-2	Total
CHARACIFORMES	Anastomidae	<i>Leporinus muyscorum</i>	17	1	18
	Characidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	20	2	22
		<i>Triporthus magdalenae</i>	106	63	169
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	12	2	14
MYLIOBATIFORMES	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>		33	33
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Andinoacara pulcher</i>	10	19	29
		<i>Caquetaia kraussii</i>	5	2	7

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P-1	P-2	Total
SILURIFORMES		<i>Oreochromis niloticus</i>	2	13	15
	Sciaenidae	<i>Plagioscion surinamensis</i>		1	1
	Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	7		7
	Auchenipteridae	<i>Trachelyopterus insignis</i>		1	1

El orden Characiformes fue el más representativo por su abundancia numérica, registrando el 70% de los individuos y el 71% de la biomasa capturada. De los Characidos la especie *Triportheus magdalenae* (arenca) fue la más representativa aportando el 53% de la abundancia relativa en número y el 52% de la biomasa total convirtiéndose en la especie más abundante. La abundancia de esta especie tendría relación con recursos abundantes como el plancton y el detritus que serían dos fuentes importantes de energía en esta ciénaga y junto con las otras especies descritas es reconocida por sus preferencias hacia sistemas característicos de aguas eutrofizadas (Ramírez y Viña, 1998) (Figura 58).

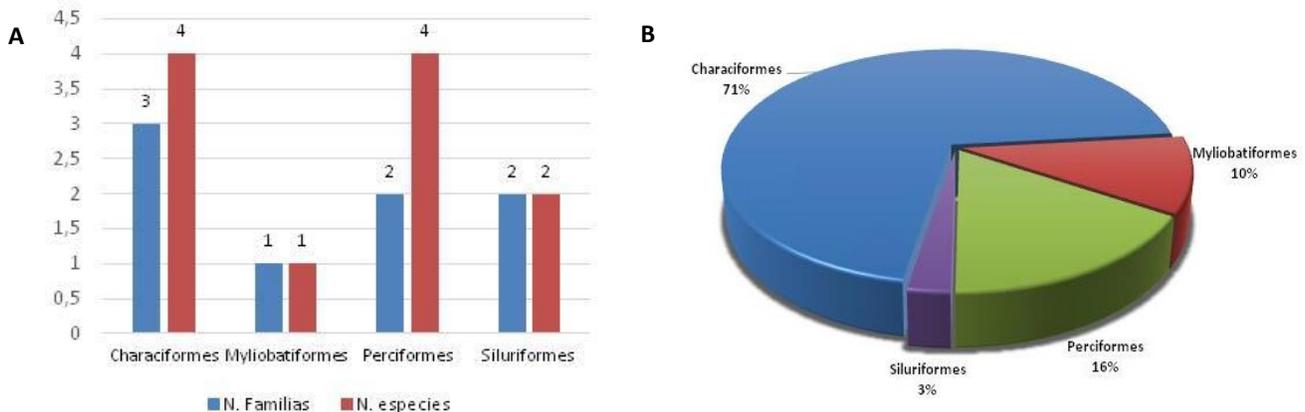


Figura 58. A) Distribución del número de familias y especies según los órdenes encontrados en la Ciénaga La Poza. B) Porcentaje de distribución del número de especies por orden en la Ciénaga La Poza.

La mayor riqueza se encontró en P2 (Figura 59), sin embargo la mayor abundancia en número (179) y biomasa (8.098 g) se presentó en P1. Cabe resaltar los aportes en biomasa realizados por el ciclidos *O. niloticus* (mojarra lora) y de la raya de río *P. magdalenae*, con un total de 33 individuos solo en P2, la mayoría de ellos en sus primeros estadios de desarrollo; la presencia y abundancia de esta especie es atribuida al contacto directo que esta ciénaga posee con el río y a los sitios de refugio y fondos blandos que predominan en ella donde las rayas aprovechan la presencia de

macroinvertebrados y pequeños peces. De manera general las poblaciones aledañas a esta ciénaga obtienen un tipo de sustento al comercializar esta especie para fines ornamentales.

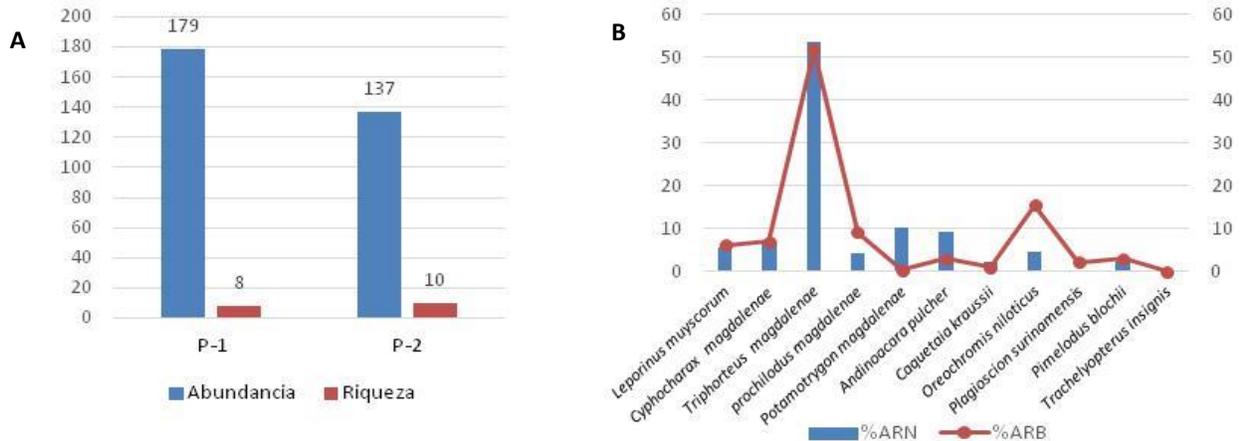


Figura 59. A) Distribución de las abundancias y riquezas de los peces por punto en la Ciénaga La Poza. B) Distribución de los porcentajes de biomasa y abundancias relativas de los peces por especie en la Ciénaga La Poza.

En cuanto a los índices de diversidad se observa que existe una relación directa entre los valores de diversidad H' y el número de taxa (S). El punto P2 presenta los valores más altos de diversidad H' . La expresión de los índices corroboran un ensamblaje con diversidad relativamente baja y dominado por algunas especies, en este caso la arenca, que parece ser el recurso más abundante. La cercanía con el río del punto P2 parece mostrar su importancia en el flujo de organismos, pues hacia este sector se registró la mayor riqueza específica, por lo que resulta importante el mantenimiento de la estructura física de la ciénaga y su conectividad con el río (Tabla 43).

Tabla 43. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga La Poza

Punto de Monitoreo	S	N	J'	H' (loge)	H'(log10)	Dominancia (λ)
P1	8	179	0,672	1,398	0,607	0,382
P2	10	137	0,647	1,490	0,647	0,299

Macroinvertebrados bentónicos. No se encontró este grupo de organismos en las muestras analizadas, probablemente por condiciones adversas para el establecimiento de estos organismos en el Bentos. Probablemente la mayor parte de la comunidad de invertebrados esté más asociada a las macrófitas que a los sedimentos, que en ocasiones presenta condiciones reductoras adversas

que impiden el establecimiento de comunidades estables. Posiblemente la condición oligotrófica limita el desarrollo de esta comunidad, con una escasa densidad imperceptible para el tamaño de muestra.

6.2 CUENCA CANAL DEL DIQUE - 2903

Esta cuenca se encuentra al sur del Departamento del Atlántico y como su nombre lo indica, el tributario y eje central es el Canal del Dique, el cual comunica al Río Magdalena con la Bahía de Cartagena. Además constituye el límite con el Departamento de Bolívar en un tramo de 32 Km, desde su separación con el Río Magdalena en Calamar hasta cerca de la Ciénaga de Barbudo. Las aguas provenientes del centro y sur del Atlántico son recibidas por el Embalse del Guájaro y posteriormente vierten sus aguas al Canal del Dique (CRA 1997).

Los humedales son los principales ecosistemas de la cuenca, no sólo en términos del área total que abarcan, sino también por su riqueza natural y por los bienes y servicios que prestan a los pobladores. No obstante, se encuentran altamente amenazados por la acción antrópica. La contaminación es una de las principales causas y proviene de varias fuentes: aguas residuales no tratadas de las industrias a lo largo del Río Magdalena y dentro de la cuenca; aguas residuales de la industria camaronera; descargas de fenoles de las embarcaciones motorizadas que utilizan el canal como medio de transporte y en especial las que transportan hidrocarburos; aguas servidas no tratadas, ya que con excepción de unos cuantos municipios, el servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas es prácticamente inexistente en la cuenca; basuras provenientes de las comunidades, que ante la falta generalizada de servicio de disposición de residuos sólidos, hacen uso de los humedales, o de los arroyos que los abastecen, como basureros; excretas de ganado localizado en las orillas de los humedales o de los arroyos que abastecen los humedales; agroquímicos y pesticidas utilizados para la agricultura, que en cultivos de agua como el del arroz, se vierten directamente sobre las aguas de los humedales. Estas actividades del hombre están incidiendo de manera directa en la transformación y en la dinámica de medio natural. Actividades como la agricultura y la ganadería, sin tener en cuenta medidas de manejo sostenible o el uso del suelo, trae consigo desequilibrios y alteraciones en las poblaciones vegetales y animales, ocasionando a largo plazo una reducción de individuos y la biodiversidad (CRA, 1997).

6.2.1 Embalse del Guájaro

El Embalse del Guájaro se encuentra definido como ecorregión estratégica y a su vez, es considerado por su extensión y productividad como un embalse de importancia para la región. Es el

cuerpo de agua de mayor tamaño del departamento, aunque en la actualidad, no supera las 12.200 has. Su capacidad de almacenamiento es cercana a los 400.000.000 m³ y la profundidad se encuentra entre los 0,5 y 3m (Gobernación del Atlántico, 2009).

Sus problemáticas radican en que ha perdido capacidad de embalsamiento y disminución de su extensión, con lo cual de 1960 a 2009, se habrían perdido unas 4.065ha del área total, en tanto que la capacidad de embalsamiento se ha perdido en los últimos 31 años en unos 89.500.000 m³/año; se ha sedimentado gracias a la erosión laminar de los suelos y el flujo de agua a través de las compuertas de entrada provenientes del Río Magdalena por el Canal del Dique con una carga alta, además de los sedimentos provenientes de la explotación de canteras; y, la salinidad inducida por la naturaleza de la cuenca y la inadecuada recirculación del agua proveniente del Canal del Dique, generando una fuente inapropiada del recurso líquido para la actividad agrícola en algunas zonas del embalse. Así mismo, son consideradas problemáticas del embalse el mal manejo de las compuertas de entrada y salida de agua, la contaminación por aguas domésticas y agroindustriales, la deforestación y la desertificación, entre otros (Gobernación del Atlántico, 2009).

Características físico-químicas. Asumiendo que la estratificación es débil o no es duradera en estos sistemas se hizo el análisis con base en la temperatura subsuperficial. Como resultado, se encontraron en el embalse del Guájaro temperaturas cálidas con promedio entre 32.89 y 34.5 °C, registrando los menores valores en las estaciones de mayor profundidad (>2 m) (P8=32.89 °C y P7=33,42 °C). Sectores con escasa profundidad (> 0,7 m) al sur del sistema presentaron temperaturas intermedias alrededor de 33.7 °C. En general la temperatura registrada presentó pocas variaciones entre las estaciones monitoreadas, las cuales probablemente estén asociadas a la escasa profundidad lo cual modifica localmente el calor específico de la columna de agua debido a una menor masa y también se debe a las diferencias horarias en la toma de muestras entre estaciones. Por otra parte, en ninguno de los casos se superó el valor máximo de 40 °C establecido como objetivo de calidad de acuerdo a la Resolución 258 del 13 de abril de 2011 de la C.R.A. para los cuerpos de agua asociados a la cuenca del canal del Dique (Clase II) (Figura 60-A).

En cuanto a la conductividad, en el embalse del Guájaro influyen diferentes factores como pueden ser la naturaleza geoquímica del terreno, además de lo atribuido a la contaminación procedente de proyectos agrícolas y pesqueros. El gradiente que muestran los datos históricos por lo general se da en aumento de sur a norte donde se encuentran las aguas más mineralizadas, que además estarían influidas por descargas de aguas residuales debido a su contenido de SO₄²⁻, Cl⁻ y NO₃⁻.

Los datos primarios sugieren una distribución similar a la histórica con valores que descienden en sentido sur, con promedio de 1269.69 μS/cm en la estación más al norte (P9) hasta 413.29 μS/cm en la estación (P2) al sur, con valores similares en sectores aledaños (Figura 60-E). De acuerdo al

promedio general (757.22 $\mu\text{S}/\text{cm}$) las aguas del embalse se consideran mineralizadas en general debido a su alta conductividad, superior a la de otras ciénagas del canal del Dique y con valores similares a los de otros estudios (659.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

En el Embalse del Guájaro, la pérdida de cobertura vegetal por la fuerte deforestación en la cuenca alta y el manejo inadecuado de la minería a pequeña y mediana escala que tiene su principal desarrollo al norte del embalse (arroyo de Piedra) son dos de los principales factores relacionados con la carga de sedimentos en el cuerpo de agua y las alteraciones en los sólidos suspendidos.

No hubo un patrón o gradiente establecido en la concentración de sólidos suspendidos totales en el embalse del Guájaro, más bien se registran sectores con altos niveles, posiblemente asociados a condiciones particulares de cada sitio. Las mayores concentraciones se registraron en las estaciones P3 y P9 con valores de 69.2 mg/L y 44.67 mg/L respectivamente. La estación P3 se encuentra en el sector de influencia de grandes extensiones de cultivos (palma africana) y en particular el desarrollo de actividades de dragado que posiblemente tengan un impacto puntual debido a la remoción directa de sedimentos. El punto P9 se encuentra en el sector de Arroyo de Piedra donde hay una actividad de canteras identificada con escaso manejo ambiental y reiterado aporte de sedimentos al embalse.

En promedio se registró una concentración de 30.83 mg/L en este caso como en cada sector se superó el valor de referencia establecido como objetivo de calidad (15 mg/L) de acuerdo con la Resolución 258 de 2011 de la C.R.A., insinuando un aporte importante que proviene posiblemente de las actividades antrópicas que rodean el embalse, ya que las compuertas que permiten el paso de agua del canal se encontraban cerradas en el momento de la toma de muestras y el material por escorrentía probablemente era escaso por la baja pluviosidad. Esto deja a las poblaciones y la actividad productiva que se desarrolla en el embalse, probablemente como uno de los principales aportantes de sólidos en suspensión a través de las aguas concesionadas y devueltas al sistema mal gestionadas en los parámetros de calidad.

Los valores de pH en el embalse del Guájaro oscilaron entre 8.1 y 8.4, registrando niveles indicadores de aguas básicas y dado la escasa variación entre estaciones se presume una buena capacidad amortiguadora, posiblemente por el alto contenido de carbonatos (CO_3^{2-}) y bicarbonatos (HCO_3^-). Los valores registrados en todas las estaciones cumplen con el objetivo de calidad (7-9 unidades de pH) (Resolución 258/2011 de la CRA), así como también están dentro de los rangos considerados en el Decreto 1594 de 1984 para la utilización del recurso con destino preservación de flora y fauna (4,5 – 9 unidades), consumo humano y doméstico después de un tratamiento convencional (5-9 unidades) o desinfección (6.5 – 8.5 unidades), uso agrícola (4.5 – 9 unidades) y uso recreativo por contacto primario y secundario (5 – 9 unidades).

El oxígeno disuelto tuvo una concentración media en el embalse de 8.78 mg/L, con promedio máximo de acuerdo a las determinaciones de las alícuotas diarias de 10.36 mg/L y mínimo de 6.72 mg/L. Los valores de saturación estuvieron entre 89.6% y 138.13% aproximadamente. Las estaciones que registraron menores valores de concentración y saturación de oxígeno estuvieron asociadas al sector sur del embalse, donde se registran además densas coberturas de macrófitas que posiblemente juegan un papel importante en la regulación de este gas, pues compite por la luz solar con el fitoplancton que es la comunidad que en mayor medida aporta oxígeno al agua a través del proceso de fotosíntesis. La cobertura de macrófitas también puede interferir con el intercambio atmosférico de este gas. La relación negativa entre la biomasa de macrófitas flotantes y la baja concentración de oxígeno en el agua bajo esta cobertura vegetal es un tema ampliamente estudiado.

Por otra parte las mayores concentraciones se registraron hacia el centro y norte del embalse, donde la cobertura de macrofitas es menor, y la alta conductividad encontrada, que se asocia a la mineralización de las aguas (disponibilidad de sales), se encuentra en relación directa con la productividad.

En todas las estaciones se determinaron concentraciones de oxígeno disuelto por encima de lo establecido como objetivo de calidad para los cuerpos de agua de la cuenca del canal del dique (Resolución 258/11 C.R.A.) (<3 mg/L) y del criterio de calidad para aguas con destinación a la preservación de flora y fauna (Dec. 1594/84) (4 mg/L). Debe tenerse en cuenta que las determinaciones de OD se realizaron en horas del día, no obstante se registraron diferencias amplias entre alícuotas de >4 mg/L en estaciones como P5 donde se registró mayor sobresaturación promedio (138.13%), insinuando cambios drásticos en el ciclo diario, que pueden llegar a valores bajos en aguas superficiales en horas de la madrugada y de la noche.

La DBO₅ registró un nivel medio inferior a 5,2 mg O₂/L en todo el embalse, con valores <3.98 mg O₂/L en estaciones del centro y sur del embalse, y de hasta 8.81 mg/L hacia el norte en la estación P9 (Figura 60-D). Debido a la escala del sistema y la caracterización de su ambiente, son diferentes los factores que pueden incidir en la expresión de este análisis. Por ejemplo, al sur y centro del embalse, a pesar de la vegetación flotante predominante, caracterizada por grandes extensiones de *E. crassipes* y otras especies, se determinaron niveles que se encuentran bajo el criterio establecido como objetivo de calidad para esta cuenca (5 mg/L). En contraste, en el lado norte, donde la producción autóctona derivada de las macrófitas es menor, se determinaron valores indicadores de contaminación orgánica.

A pesar de la alta producción fitoplanctónica, que también aporta al contenido de materia orgánica y más abundante al norte del embalse que al sur, se considera que en los sistemas tropicales las macrofitas constituyen una de las fuentes más importantes de materia orgánica por vía detrítica, por lo que los resultados insinúan una carga importante de materia orgánica alóctona asociada posiblemente a la contaminación antrópica.

No hay referencias a nivel nacional como criterios para usos del agua con respecto a esta variable; sin embargo la C.R.A. ha establecido como objetivo de calidad $< 5 \text{ mg O}_2/\text{L}$ para las aguas del embalse donde predomina el uso para consumo humano. En las estaciones del centro y sur del embalse (P1 a P6) se determinaron promedios inferiores al criterio de la C.R.A. de acuerdo a la resolución 258/11, en contraste con las estaciones al norte asociadas con las poblaciones de Aguada de Pablo, La Peña y Arroyo de Piedra, donde se supera el valor criterio establecido como objetivo de calidad, insinuando cierta afectación por contaminación antrópica.

La DQO presenta una distribución similar con gradiente de sur a norte y siempre en mayor proporción que la DBO_5 . Aunque es difícil determinar el tipo de materia que determina los valores del análisis, es posible que la presencia de compuestos complejos y/o refractarios provenientes de la descomposición de la materia vegetal, influyan en los valores de la DQO, particularmente hacia el sur del sistema. Esta misma relación indicaría que buena parte de la materia orgánica encontrada al norte del embalse sería de origen alóctono posiblemente asociada a actividades antrópicas.

Los sulfatos en el embalse del Guájaro presentan un gradiente claro en aguas superficiales que va de mayor a menor en sentido norte sur como se aprecia en la Figura 60-G. El valor promedio de concentración de sulfatos fue de 94.60 mg/L y se considera relativamente alto para aguas naturales, excepto para aquellas influidas por actividad volcánica o asociada a terrenos ricos en compuestos como el sulfato de calcio (CaSO_4) que es una de las principales fuentes de sulfato en el agua. De hecho, en algunas poblaciones como Manatí que tienen influencia en el embalse se han identificado yacimientos de sulfato de calcio y yeso. Otros estudios indican que en el embalse del Guajaro se encuentran afloramientos de rocas sedimentarias pertenecientes a varios cinturones entre ellos el de San Jacinto, al cual pertenece la formación Hibácharo (Ngh) que cuenta con la presencia común de láminas de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Los coliformes totales y fecales reportados presentan niveles de concentración bajos en todo el embalse cumpliendo con ello con el objetivo de calidad para esta variable y con los criterios de calidad para los usos como consumo humano, agrícola, pecuario y recreativo de acuerdo con el decreto 1594/84. No obstante debe tenerse en cuenta el hidroperíodo, puesto que el muestreo se



caracterizó por la sequía intensa y escasos volúmenes de esorrentía, que suelen mantener una carga microbiológica importante. En otros sistemas se ha reportado un incremento en los coliformes fecales y totales en los eventos de mayor esorrentía durante el período de lluvias cuando hay mayor descarga de efluentes de origen antrópico (Velásquez et al., 2007).

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

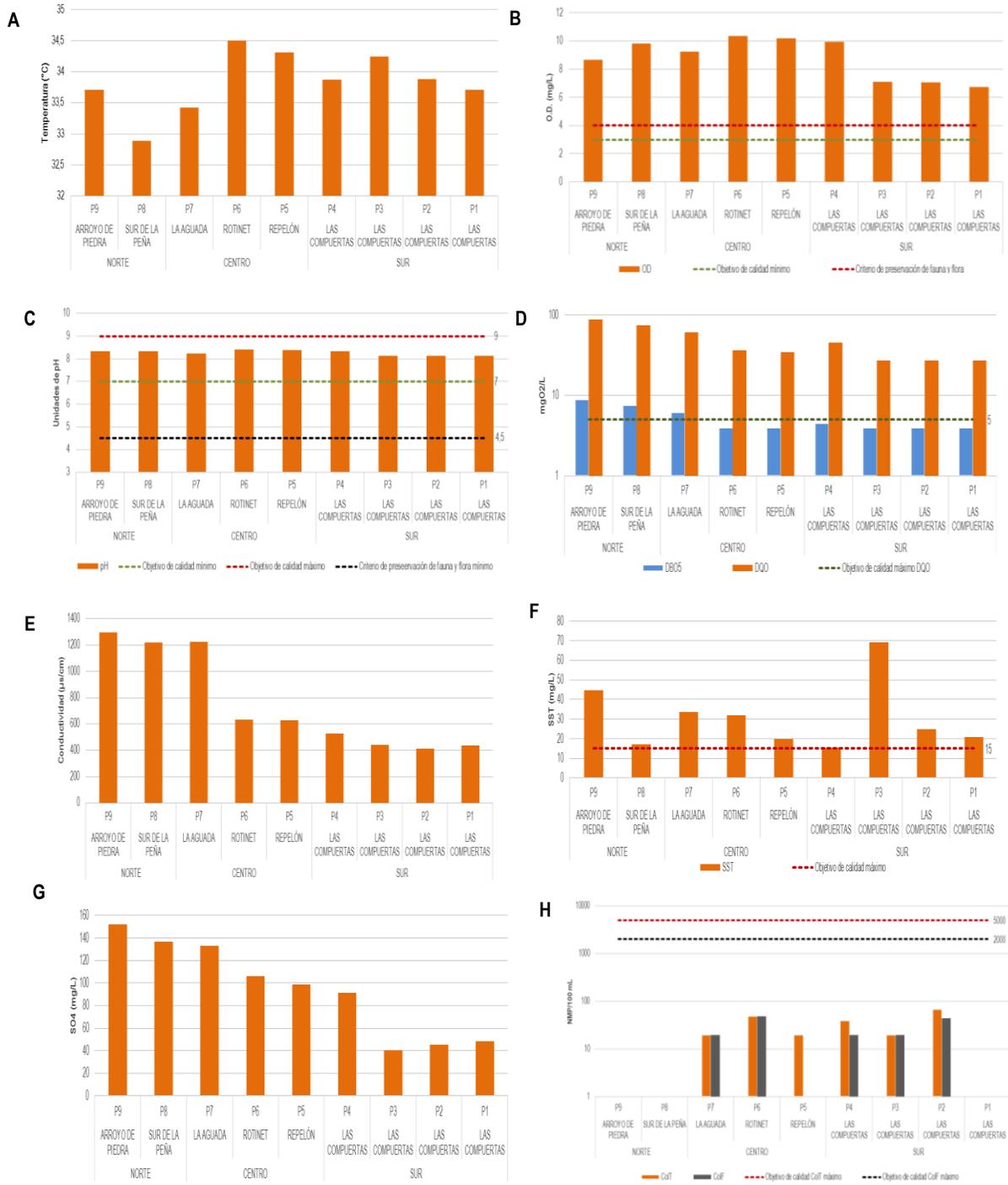


Figura 60. Gráficas de las características físico-químicas en el Embalse del Guájaro.

Índices de contaminación. Los indicadores de contaminación aplicados a las estaciones del embalse del Guajaro, muestran expresiones relacionadas con ausencia de contaminación para los valores de pH y de sólidos suspendidos. Solo para la materia orgánica muestra contaminación baja e las estaciones ubicadas en el centro y norte del embalse. Este último indicador (ICOMO) puede cambiar a través de las determinaciones en un ciclo diario por la expresión del indicador parcial asociado al oxígeno disuelto si se tuvieran en cuenta las medidas en horas nocturnas y de la madrugada (Tabla 44).

Tabla 44. Valores de los índices de contaminación en el Embalse del Guájaro.

Puntos de Monitoreo	ICOpH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,042	0,042	0,158
P2	0,045	0,054	0,143
P3	0,045	0,188	0,141
P4	0,08	0,027	0,246
P5	0,099	0,039	0,24
P6	0,109	0,075	0,248
P7	0,058	0,081	0,245
P8	0,08	0,032	0,289
P9	0,08	0,114	0,256
ESCALA	INTERPRETACIÓN		
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN		
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA		
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA		
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA		
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA		

Características Hidrobiológicas.

Fitoplancton. Durante el monitoreo se registraron 69 morfoespecies, las clorófitas aportaron el 44% de los taxa, las cianobacterias (20%), las Ochrophytas (17%), las Euglenozoa (12%) y Charophytas (7%) (Tabla 45).

Tabla 45. Composición del fitoplancton en el Embalse del Guájaro.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa cf annulata</i>
			Synechococcaceae	<i>Rhabdoderma sp</i>
				<i>Merismopedia punctata</i>
		Chroococcales	Cyanobacteriaceae	<i>M. elegans</i>
				<i>Aphanothece caltrata</i>
				<i>Chroococcus sp</i>
			Microcystaceae	<i>Microcystis sp</i>

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oscillatoriales	Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria aponina</i> <i>Coelosphaerium sp</i>		
			Spirulinaceae	<i>Spirulina sp</i>		
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp</i>		
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaenopsis sp</i> <i>Nostoc sp</i>		
			Palmellopsidaceae	<i>Asterococcus sp</i>		
		Chlamydomonadales	Palmellopsidaceae	<i>Volvox sp</i>		
			Treubariaceae	<i>Treubaria sp</i>		
			Selenastraceae	<i>Coelastrum microporum</i> <i>Scenedesmus acuminatus</i> <i>Desmodesmus communis</i> <i>D.intermedius</i> <i>D. opoliensis</i>		
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Coelastrum microporum	<i>Coelastrum microporum</i> <i>Crucigenia tetrapedia</i> <i>Cr rectangularis</i> <i>Tetrastum sp</i> <i>Westella sp</i>	
				Pediastrum duplex	<i>Pediastrum duplex</i> <i>P.tetrax</i> <i>P.simples</i> <i>Tetraëdron regulare</i> <i>T. minimum</i> <i>T. muticum</i>	
				Characiaceae	<i>Ankyra sp</i> <i>Golenkinia sp</i>	
				Chlorellaceae	<i>Micractinium pusillum</i> <i>Follicularia sp</i> <i>Siderocelis sp</i> <i>Dictyosphaerium sp</i>	
					Oocystaceae	<i>Oocystis sp1</i> <i>Oocystis sp2</i> <i>Lagerheimia sp</i> <i>Franceia ovalis</i> <i>Gloeotaenium sp</i>
						Trebouxiaceae
					Trebouxiiales	Botryococcaceae
Desmidiales	Desmidiaceae			<i>Spirogyra sp</i>		
	Zygnematales			Zygnemataceae		
Ochrophyta				Bacillariophyceae		

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella robusta</i>
				<i>Surirella sp</i>
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>
			Pleurosigmales	<i>Gyrosigma sp</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp1</i>
				<i>Nitzschia sp2</i>
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp</i>
		Achnanthesales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes sp</i>
	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp</i>
		Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira granulata</i>
			Phacaceae	<i>Phacus. sp</i>
				<i>Euglena granulata</i>
				<i>E. acus</i>
				<i>E. oxyuris</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp</i>
				<i>Trachelomonas armata</i>
				<i>Trachelomonas molesta</i>
				<i>Lepocinclis sp</i>

La riqueza de especies en el Embalse del Guájaro presentó un gradiente espacial que aumento de sur (P1, P2 y P3) a norte (P7, P8 y P9) como se observa en la Figura 61. Las clorófitas y cianobacterias fueron más diversificadas en los puntos P7, P8 y P9, mientras las diatomeas registraron una mayor riqueza en los puntos ubicados en el sur y centro de la ciénaga donde las euglenoides realizaron una importante participación.

La densidad del fitoplancton al igual que la riqueza aumentó de sur a norte reportando los valores extremos 7076 Ind/L (P3) y 50019,2 (P9) que indican que el embalse se comportó en el período de estudio como un sistema oligotrófico. Sin embargo la biomasa microalgal no el el único criterio para determinar el estado trófico del sistema, otros productores como las macrófitas flotantes pueden ser muy abundantes en algunos sectores del embalse lo cual estaría relacionado con otros estados tróficos. La densidad promedio del fitoplancton en el embalse fue de 19173 Ind/L, en el sector sur y centro, las diatomeas realizaron los mayores aportes en la densidad con más del 70% de la abundancia total, con dominio de las morfoespecie *Surirella robusta* y *Aulacoseira granulata*. Las especies de este género presentan alto grado de variabilidad morfológica intraespecifica que está asociado a la capacidad de adaptación a diversas condiciones hidráulicas, gracias a la cual se pueden encontrar en sistemas lóticos como lénticos, pero preferiblemente en someros, estas pueden

ser abundantes en ciénagas particularmente en época de llenado cuando se resuspenden desde el sedimento (O'Farrell *et al.*, 2001)

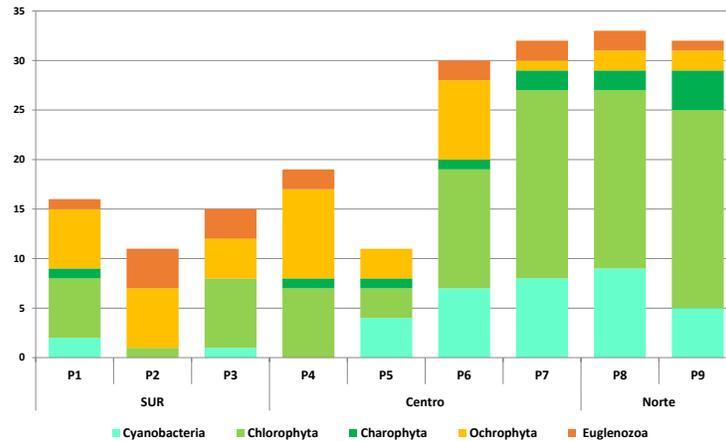


Figura 61. Distribución porcentual de la riqueza específica por división fitoplanctónica en el Embalse del Guájaro.

En la zona norte del embalse las densidades registraron los máximos valores con promedio de 40829 Ind/L; las mayores contribuciones a la abundancia fitoplanctónica se deben a las Chlorophytas con el 49%, seguidas de las Cyanobacterias con el 44%. A nivel de especies las mayores densidades fueron aportadas por las morfoespecies *Asterococcus sp*, *Microcystis sp* (Cyanobacterias), *Oocystis sp* y *Coelastrum microporum* (Chlorophytas) (Figura 62).

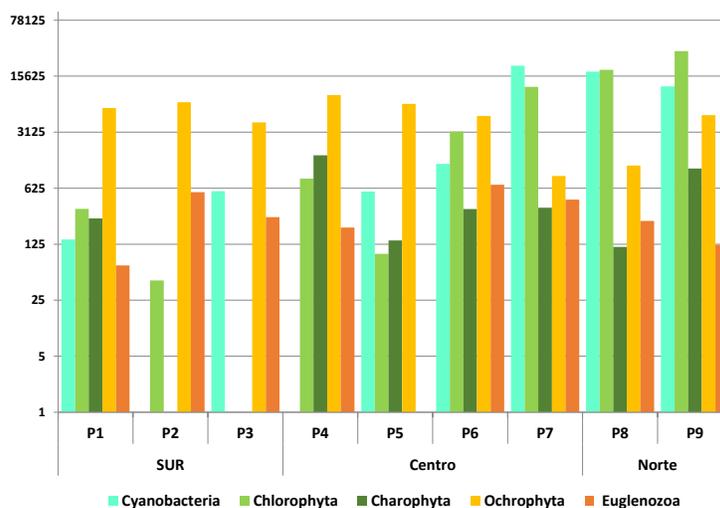


Figura 62. Distribución porcentual de la densidad por división fitoplanctónica en el Embalse del Guájaro.

En la Tabla 46 se presentan los valores de los índices ecológicos del fitoplancton. En estos resultados se puede observar que la diversidad aumenta en proporción a la riqueza de especies y es inversa a la dominancia, esta última es mayor en los puntos ubicados al sur del embalse.

Tabla 46. Índices ecológicos del ensamblaje fitoplanctónico en las estaciones monitoreadas en el Embalse del Guájaro.

Puntos de Monitoreo	S	N	Equidad (J')	Shannon-Wiener (H'loge)	Shannon-Wiener (H'log10)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson (1- λ)
P1	16	7076	0,46	1,27	0,55	0,53	0,47
P2	11	7996	0,35	0,83	0,36	0,68	0,32
P3	8	4986,4	0,43	0,90	0,39	0,60	0,40
P4	19	11708	0,68	2,00	0,87	0,21	0,79
P5	11	7832,8	0,50	1,19	0,52	0,40	0,60
P6	30	10470,2	0,80	2,71	1,18	0,10	0,90
P7	32	34337,6	0,65	2,26	0,98	0,23	0,77
P8	33	38131,4	0,60	2,08	0,90	0,22	0,78
P9	31	50019,2	0,71	2,42	1,05	0,13	0,87

El dendograma de similitud de la Figura 63, construido a partir del índice de Bray-Curtis, con las abundancias, segrega los puntos de muestreo en tres grandes grupos: El primer grupo, constituido por P1, P2 y P3 se caracterizó por una baja abundancia y riqueza de especies, en el segundo grupo incluyen las estaciones de la zona centro del embalse (P4 al P6) con densidades intermedias y el clúster conformado por los puntos de muestreo al norte del sistema caracterizados por el mayor número de individuos y morfoespecies; estos agrupamientos reflejan lo heterogéneo de esta comunidad que responde a condiciones ambientales especialmente la composición iónica.

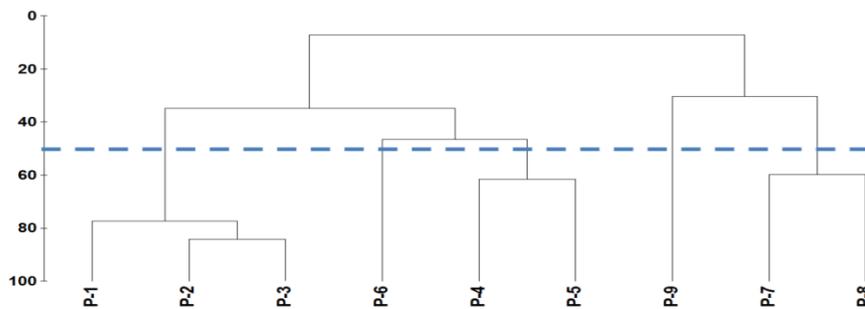


Figura 63. Dendograma de similitud de Bray - Curtis para el ensamblaje fitoplanctónico en el Embalse del Guájaro.

Zooplankton. El ensamble zooplanctónico en el Embalse del Guájaro estuvo compuesto por 28 morfoespecies distribuidas en 15 géneros, 12 familias, 5 órdenes, 4 clases y 2 phyla (Tabla 47).

Tabla 47. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplankton registradas en el Embalse del Guájaro en julio de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie
					<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus bidentata</i>
					<i>Brachionus calyciflorus</i>
				Brachionus	<i>Brachionus caudatus</i>
					<i>Brachionus falcatus falcatus</i>
					<i>Brachionus havanaensis</i>
			Brachionidae		<i>Brachionus patulus</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
		Ploima			<i>Keratella americana</i>
Rotifera	Monogononta			Keratella	<i>Keratella cochlearis</i>
					<i>Keratella tropica</i>
					<i>Polyarthra vulgaris</i>
				Polyarthra	<i>Polyarthra remata</i>
			Epiphanidae	Epiphanes	<i>Epiphanes</i> sp
			Lecanidae	Lecane	<i>Lecane bulla</i>
					<i>Lecane papuana</i>
			Filinae	Filinia	<i>Filinia longiseta</i>
		Flosculariaceae	Hexarthridae	Hexarthra	<i>Hexarthra</i> sp
			Testudinellidae	Testudinella	<i>Testudinella patina patina</i>
			Moinidae	Moina	<i>Moina micrura</i>
			Chydoridae	Leydigopsis	<i>Leydigopsis</i> sp
	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	Diaphanosoma	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>
					<i>Ceriodaphnia comuta cf rigaudi</i>
Arthropoda			Daphniidae	Ceriodaphnia	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>
		Calanoida	Diaptomidae	Notodiaptomus	<i>Notodiaptomus maracaibensis</i>
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Mesocyclops	<i>Mesocyclops brasiliensis</i>
				-----	Nauplio indeterminado
	Ostracoda	Metacopina	-----	-----	Ostrácodo indeterminado

La clase Monogononta (rotíferos) registró la mayor riqueza con el 68% de las especies colectadas. La dominancia de estos ha sido asociada al incremento en las condiciones tróficas debido a su capacidad para ingerir pequeñas partículas, tales como bacterias y detritos orgánicos (Matsumura-

Tundisi y Tundisi, 2005). Por su parte, la clase Branchiopoda representó el 18% con 5 especies de cladóceros, Maxillopoda el 11% con 3 especies de copépodos y los ostrácodos constituyeron el 3% (Figura 64).

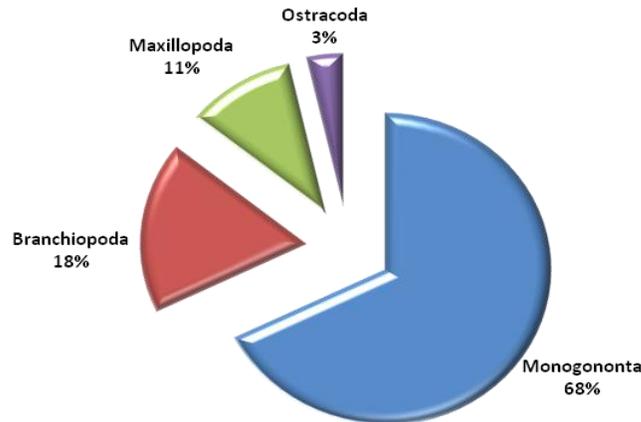


Figura 64. Riqueza de zooplancton por clase en el Embalse del Guájaro en julio de 2014.

De las 28 morfoespecies registradas, el 25% se reportó en todas las estaciones obteniendo una f_i de 1, mientras que 17.86% logró una f_i de 0.89; el 3.57% alcanzó una f_i de 0.78; un 7.14% consiguió una f_i de 0.67; otro 7.14% una f_i de 0.56; el 10.71% una f_i de 0.44; otro 7.14% una f_i de 0.33; y, se registraron 6 morfoespecies (21.43%) con una f_i de 0.11 (Tabla 48).

Tabla 48. Presencia-Ausencia, frecuencia absoluta (n_i) y frecuencia relativa (f_i) de los taxones de zooplancton registrados en el Embalse del Guájaro en julio de 2014. Los cuadros oscuros indican presencia y los blancos ausencia.

Morfoespecie	Estaciones									(n_i)	(f_i)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9		
<i>Keratella tropica</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	9	1,00
<i>Hexarthra sp</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	9	1,00
<i>Moina micrura</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	9	1,00
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	9	1,00
<i>Ceriodaphnia cornuta cf rigaudi</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	9	1,00
<i>Mesocyclops brasiliensis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	9	1,00
Nauplio indeterminado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	9	1,00
<i>Brachionus havanaensis</i>	■	■	■	■	■	■	■	□	■	8	0,89
<i>Keratella cochlearis</i>	■	■	■	■	■	■	■	□	■	8	0,89
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	■	■	□	■	■	■	■	■	■	8	0,89
<i>Notodiptomus maracaibensis</i>	■	■	□	■	■	■	■	■	■	8	0,89

Morfoespecie	Estaciones									(ni)	(fi)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9		
Ostrácodo indeterminado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	8	0,89
<i>Keratella americana</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	7	0,78
<i>Polyarthra vulgaris</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	6	0,67
<i>Epiphanes</i> sp	■	■	■	■	■	■	■	■	■	6	0,67
<i>Brachionus caudatus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5	0,56
<i>Leydigiopsis</i> sp	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5	0,56
<i>Brachionus angularis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	4	0,44
<i>Brachionus plicatilis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	4	0,44
<i>Polyarthra remata</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	4	0,44
<i>Brachionus bidentata</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3	0,33
<i>Filinia longiseta</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3	0,33
<i>Brachionus calyciflorus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1	0,11
<i>Brachionus falcatus falcatus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1	0,11
<i>Brachionus patulus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1	0,11
<i>Lecane bulla</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1	0,11
<i>Lecane papuana</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1	0,11
<i>Testudinella patina patina</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1	0,11

El ensamblaje zooplanctónico en este cuerpo de agua tuvo una abundancia total promedio de 155.54 Ind/L, siendo P1 la que registro el menor valor con 88.21 Ind/L y P3 la de mayor con 299.84 Ind/L (Tabla 49).

En la mayoría de las estaciones hubo mayor representación de copépodos. Martínez (1998), indica que los zooplanctares más abundantes, tanto en el ambiente marino como en las aguas continentales, son los copépodos, microcrustáceos que constituyen aproximadamente entre el 50% y el 80% del total del zooplancton. Son tan abundantes que forman el alimento principal de muchos depredadores incluso de las larvas de peces; en los ambientes acuáticos naturales, las poblaciones de copépodos pueden sostener el desarrollo de poblaciones de peces y de otros organismos.

Por otro lado, en cuanto a bioindicación, *Mesocyclops brasiliensis*, perteneciente al orden Cyclopoida, según Pinilla (2000) se caracteriza por encontrarse en aguas eutróficas y duras.

Tabla 49. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en el Embalse del Guájaro en julio de 2014.

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
<i>Brachionus angularis</i>	0,00	0,78	7,19	1,09	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
<i>Brachionus bidentata</i>	2,82	0,00	0,56	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
<i>Brachionus caudatus</i>	0,84	0,92	17,67	2,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
<i>Brachionus falcatus falcatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Brachionus havanaensis</i>	2,18	1,36	0,88	0,92	0,06	0,42	0,22	0,00	1,08
<i>Brachionus patulus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00
<i>Brachionus plicatilis</i>	5,89	1,75	1,68	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Keratella americana</i>	0,83	0,39	0,50	7,39	2,31	4,35	0,00	0,00	0,21
<i>Keratella cochlearis</i>	1,76	5,59	1,41	11,04	1,21	2,23	0,33	0,00	1,03
<i>Keratella tropica</i>	9,68	18,05	7,03	35,69	24,53	14,93	0,88	0,44	1,80
<i>Polyarthra vulgaris</i>	0,25	1,21	1,42	17,77	8,71	12,69	0,00	0,00	0,00
<i>Polyarthra remata</i>	0,00	0,58	0,00	12,10	3,20	7,28	0,00	0,00	0,00
<i>Epiphanes sp</i>	0,00	0,00	0,40	2,29	0,71	0,99	1,63	0,33	0,00
<i>Lecane bulla</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
<i>Lecane papuana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00
<i>Filinia longiseta</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,43	0,00	0,44
<i>Hexarthra sp</i>	0,19	0,53	0,08	0,82	0,99	0,83	1,66	0,67	0,63
<i>Testudinella patina patina</i>	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Moina micrura</i>	10,49	7,24	29,93	19,87	19,25	16,62	9,84	16,45	12,69
<i>Leydigiaopsis sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,39	0,38	0,00	0,92	0,36	1,26
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1,15	1,00	0,67	1,28	2,12	2,74	4,49	12,88	9,62
<i>Ceriodaphnia cornuta cf rigaudi</i>	13,27	13,12	1,20	8,89	7,14	14,23	13,85	25,33	22,23
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	0,27	2,55	0,00	2,77	5,00	4,70	2,72	5,40	10,52
<i>Notodiaptomus maracaibensis</i>	0,19	0,34	0,00	1,62	2,16	3,13	4,43	14,99	11,56
<i>Mesocyclops brasiliensis</i>	20,71	37,12	225,55	31,00	48,51	37,62	14,77	5,51	13,28
Nauplio indeterminado	12,61	29,47	3,25	20,88	30,92	37,60	59,64	13,65	68,23
Ostrácodo indeterminado	5,08	0,69	0,34	0,00	0,19	2,05	1,91	10,94	9,53
Total (Ind/L)	88,21	122,68	299,84	178,09	158,02	163,61	117,72	106,98	164,70

La aplicación del índice de Bray-Curtis demuestra similitudes entre estaciones superiores al 50%, a excepción de P3 quien solo posee una semejanza con las demás de aproximadamente el 25% por la dominancia registrada de individuos de la especie *Mesocyclops brasiliensis*. Se pudo determinar que las similitudes importantes entre estaciones también se deben principalmente a los registros de esta

especie en cada una de las estaciones, siendo así como P5 y P2 poseen una similitud del 83%, estas mismas con P6 del 76% y, P7 y P9 del 80.42%, entre otras (Figura 65). En todo caso a un nivel de comparación del 50% se logra observar una cierta jerarquización que implica diferencias entre el sector más al norte con las demás estaciones hacia el sur.

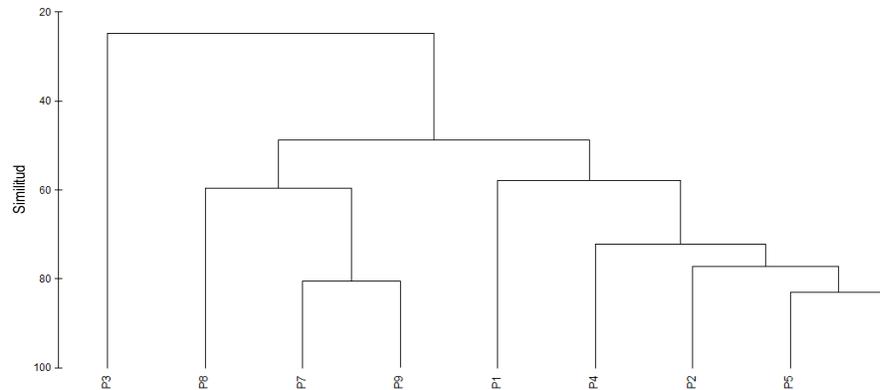


Figura 65. Clúster de similitud de Bray-Curtis para la abundancia de zooplancton registrado en el Embalse del Guájaro en julio de 2014.

Los índices ecológicos muestran un cuerpo de agua con diferenciación espacial, característico de un ecosistema de gran tamaño donde las condiciones locales de cada sector pueden diferir entre sí como producto de la distancia entre ellos. Las altas abundancias de *Mesocyclops brasiliensis* provocan que P3 sea la estación menos equitativa con 0.35 bits, mientras que los mayores valores se registraron en P8 y P4 con 0.825 bits y 0.796 bits respectivamente. Además P3 es el punto donde se observa la menor diversidad y la mayor dominancia (Tabla 50).

Tabla 50. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en el Embalse del Guájaro en julio de 2014.

Puntos de Monitoreo	Índices ecológicos						
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda
P1	17	88,21	3,572	0,787	2,229	0,968	0,134
P2	18	122,69	3,534	0,688	1,990	0,864	0,188
P3	18	299,84	2,981	0,356	1,013	0,440	0,581
P4	19	178,09	3,473	0,796	2,343	1,0176	0,120
P5	20	158,00	3,753	0,680	2,037	0,884	0,179
P6	20	163,61	3,727	0,751	2,249	0,976	0,142
P7	15	117,72	2,936	0,631	1,708	0,742	0,297
P8	12	106,95	2,354	0,825	2,050	0,890	0,146
P9	17	164,72	3,134	0,688	1,948	0,846	0,218

Perifiton. El perifiton en el Embalse del Guájaro estuvo compuesto por 30 morfoespecies, agrupadas en 7 clases y 4 phyla. Las diatomeas (Ochrophytas) agruparon el 50% de las morfoespecies (15), seguida por las Cyanobacterias con el 23% (7), las Chlorophytas con el 20% (6) y las Charophytas que contribuyeron con el 7% (2) (Figura 66 y Tabla 51).

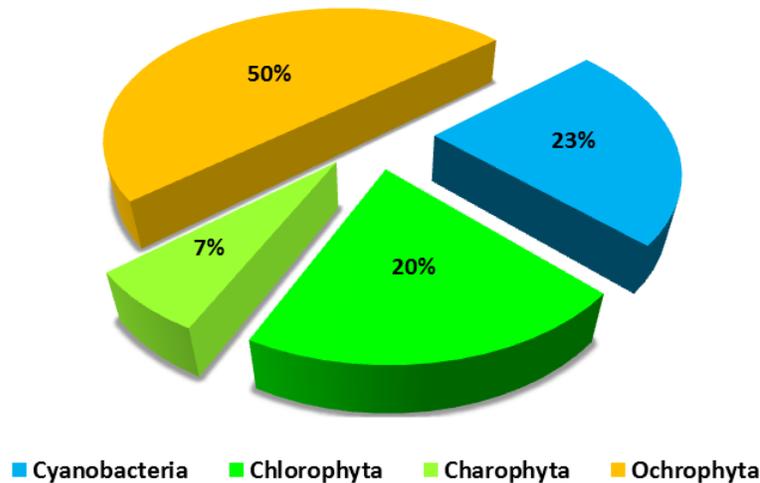


Figura 66. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton en los puntos de muestreo del Embalse del Guájaro.

Tabla 51. Composición general del perifiton en el Embalse del Guájaro

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie		
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>M erismopedia elegans</i>		
				<i>Chroococcus turgido</i>		
				<i>Chroococcus sp</i>		
					Spirulinaceae	<i>Spirulina sp</i>
		Oscillatoriales	Ocillatoceae	<i>Lyngbya sp</i>		
				<i>Oscillatoria sp</i>		
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc sp</i>	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus s</i>		
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acuminatus</i>		
				<i>Desmodesmus comunis</i>		
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium sp</i>		
			Oocystaceae	<i>Oocystis sp</i>		
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulotrix sp</i>		
Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra ternats</i>		
				<i>Mougeotia sp</i>		
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>		
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp1</i>		
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp2</i>		
		Eunotiales	Eunotiaceae		<i>Eunotia sp1</i>	
					<i>Eunotia sp2</i>	

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp</i>
			Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>
	Naviculales		Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma sp</i>
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>
				<i>Nitzschia sp1</i>
				<i>Nitzschia sp2</i>
	Bacillariales		Bacillariaceae	<i>Synedra acus</i>
				<i>Synedra sp</i>
		Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>
	Coccinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp</i>

La distribución de la riqueza del perifiton en los puntos de muestreo se presentó de forma similar. Algunas variaciones ligeras en el número de especies corresponden a lo encontrado en los puntos P9 y P2 donde la riqueza fue mayor con 12 y 13 morfoespecies respectivamente, en contraste con el punto P6 donde se encontró la riqueza más baja con 8 morfoespecies.

Las diatomeas tuvieron el mayor aporte a la riqueza en cada uno de los puntos de muestreo, los porcentajes oscilaron entre 22% (P4) y 90% (P5) (Figura 67). Las Chlorophytas fueron más representativas en los puntos P4 (33%) y P2 (23%), seguidas de las Cyanobacterias que registraron el mayor número de morfoespecies en P1 con el 30% de las Taxa y por último las Charophytas que tuvieron su mayor aporte en el punto P2 con el 7,7%. Los géneros con mayor número de morfoespecies fueron *Chroococcus*, *Gomphonema*, *Eunotia*, *Nitzschia* y *Synedra* con 2 taxa cada uno.

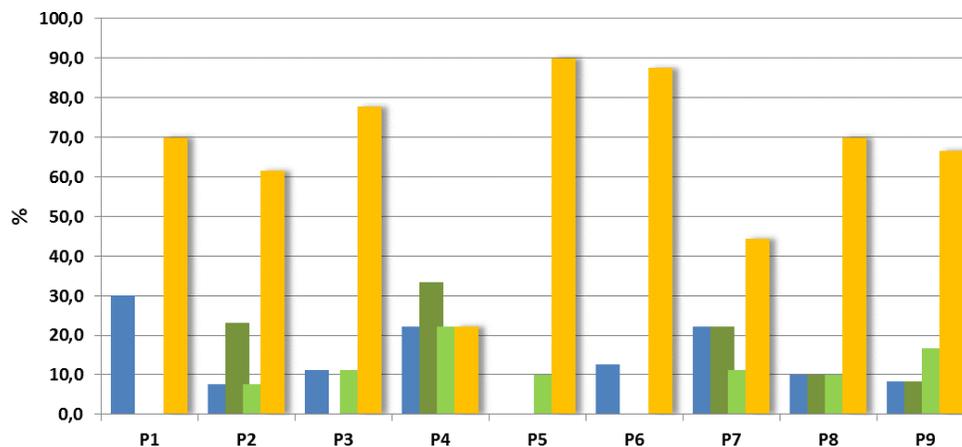


Figura 67. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del fitoplancton en los puntos de muestreo del Embalse del Guájaro

La densidad general del perifiton en el Embalse fue de 3663 Ind/cm², oscilando entre 2719 Ind/cm² en P1 y 5270 Ind/cm² en P2. Las diatomeas (Ochrophytas) tuvieron los mayores aportes a la densidad en P3 equivalente al 96% del total registrado (Figura 68) siendo las morfoespecies con mayor aporte a la abundancia *Gomphonema* sp1, *Navicula* sp y *Eunotia* sp1. El phylum de Cyanobacterias aportó la mayor densidad en P1 con el 35% y en P6 con el 32% de la densidades totales para cada punto de muestreo; la morfoespecie *Oscillatoria* sp fue la de mayor aporte a la densidad (Figura 66).

Las variaciones espaciales y características generales del perifiton en todo el embalse pueden estar sometidas a diversos factores que pueden modular su abundancia y composición (estructura). Por ejemplo, la herbivoría por parte de algunas especies de peces o el tipo de sustrato. En general la toma de las muestras perifíticas analizadas forman parte de las raíces y estructuras de la macrófitas flotantes (*Eichhornia crassipes* en mayor proporción); estas se ubican entre los dos y diez cm de profundidad; esta zona de la columna de agua presenta la mayor absorción lumínica, así que en este caso las densidades y riqueza pudieron estar influidas por la limitación de la colonización por foto-oxidación (Alvarez y Gallardo, 1989; Williamson y Zagarese, 1994).

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 que *Gomphonema* fue el género más representativo, similar a lo encontrado en este estudio.

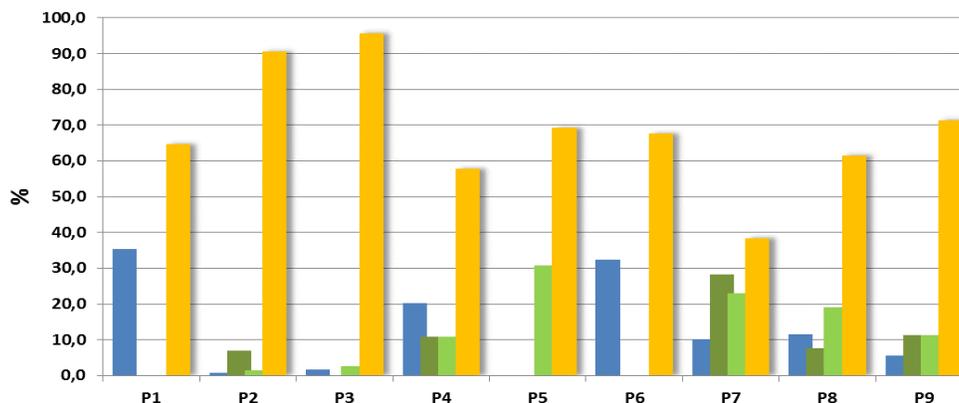


Figura 68. Distribución de la abundancia (Ind/L) discriminando por phylum del fitoplancton en los puntos de muestreo del Embalse del Guájaro.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el análisis de algunos índices ecológicos (Tabla 52) el perifiton se caracterizó por registrar baja dominancia (λ) en promedio 0,19 aunque con variaciones sustanciales entre algunos puntos, al igual que la equidad y la diversidad, insinuando características espaciales variables en cuanto a la calidad de las aguas.

Tabla 52. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en el Embalse del Guájaro.

Puntos de Monitoreo	S	N	Equidad (J')	Shannon-Wiener ($H'_{\log e}$)	Shannon-Wiener ($H'_{\log 10}$)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson ($1-\lambda$)
P1	10	2719	0,88	2,03	0,88	0,16	0,84
P2	14	5270	0,69	1,82	0,79	0,23	0,77
P3	9	6110	0,81	1,78	0,77	0,20	0,80
P4	9	4414	0,81	1,77	0,77	0,23	0,77
P5	10	3237	0,82	1,90	0,82	0,20	0,80
P6	8	3803	0,70	1,45	0,63	0,30	0,70
P7	9	2979	0,88	1,94	0,84	0,17	0,83
P8	11	1545	0,97	2,32	1,01	0,11	0,89
P9	13	2888	0,89	2,29	1,00	0,13	0,87

El dendograma de similitud de la Figura 69, muestra que a un nivel de comparación del 50% hay una jerarquización en la que todos los puntos de muestreo difieren en la estructura del perifiton lo cual insinúa una alta sensibilidad de esta comunidad para los cambios en la calidad del agua, además el dendograma revela cierto patrón que ya es reconocido en el Embalse, puesto que una comparación a un menor nivel deja ver varios clusters que agrupan puntos contiguos en el sector norte (P7, P8 y P9), en el centro (P4 y P5) y en el sur (P1, P2 y P3), lo que deja entrever que la conductividad y otras variables que registran un gradiente claro como la carga orgánica asociada al estado trófico, inciden en la estructura del perifiton en el embalse.

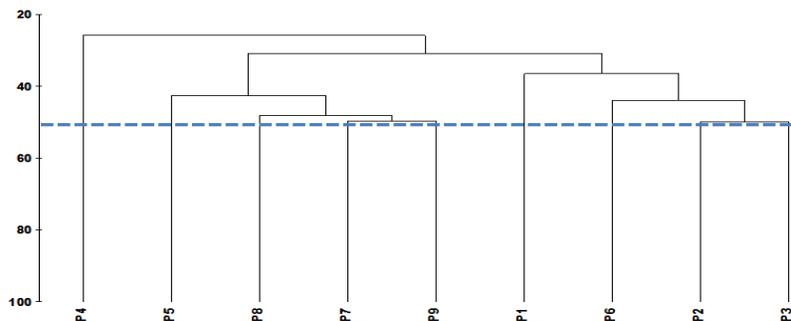


Figura 69. Dendograma de similitud de Bray –Curtis para el ensamblaje perifítico.

Macrófitas. En el Embalse del Guájaro se encontraron 18 especies correspondientes a 11 familias, 2 clases distribuidos en un phylum (Tabla 53).

Tabla 53. Clasificación taxonómica de las macrófitas acuáticas registradas en el Embalse del Guájaro

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Grupo	Biotipo
Magnoliophyta	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i>	Helophyta	Rhizophyta
				<i>Eichhornia crassipes</i>		
		Alismatales	Araceae	<i>Lemna minor</i>	Acropleustophyta	Planophyta
				<i>Pistia stratiotes</i>		
		Cyperales	Cyperaceae	<i>Cyperux sp</i>	Helophyta	Rhizophyta
				<i>Eleocharis sp</i>		
			Poaceae	<i>Paspalum</i>		
				<i>Hymenachne amplexicaulis</i>		
		Poales	Typhaceae	<i>Typha dominguensis</i>		
		Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomesa sp</i>		
	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia erecta</i>	Acropleustophyta	Planophyta
				<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>		
		Fabales	Mimosaceae	<i>Neptunia postrata</i>	Helophyta	Rhizophyta
			Fabaceae	<i>Mimosa pigra</i>		
					<i>Mimosa pudica</i>	
		Proteales	Nymphaeaceae	<i>Nelumbo Nucifera</i>	Ephydata	
	Polygonales	Polygonaceae	<i>Polygonun punctatus</i>	Helophyta		

Las especies con mayor frecuencia de aparición fueron *Eichhornia crassipes* en 7 puntos de muestreo, *Ludwigia helminthorrhiza*, con 6 puntos de muestreo y *Typha dominguensis* con 5 puntos de muestreo (Tabla 54).

Tabla 54. Frecuencia de aparición de las macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en el Embalse del Guájaro.

ESPECIE	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	ni	fi
<i>Eichhornia crassipes</i>	■	■	■	■	■		■	■	7	0,8
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	■	■	■	■			■	■	6	0,7
<i>Typha dominguensis</i>	■	■	■			■	■		5	0,6
<i>Nelumbo Nucifera</i>	■	■	■	■		■			4	0,4
<i>Neptunia postrata</i>	■	■		■				■	4	0,4
<i>Cyperux sp</i>	■			■				■	4	0,4
<i>Ipomesa sp</i>	■					■		■	3	0,3
<i>Ludwigia erecta</i>	■	■				■			3	0,3
<i>Eichhornia azurea</i>	■	■			■			■	3	0,3
<i>Lemna minor</i>	■	■		■					3	0,3
<i>Mimosa pigra</i>	■	■		■				■	3	0,3
<i>Eleocharis sp</i>	■	■	■					■	3	0,3
<i>Pistia stratiotes</i>	■	■							2	0,2
<i>Mimosa púdica</i>	■			■					2	0,2

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

ESPECIE	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	n _i	f _i
<i>Polygonum punctatus</i>	■	■							2	0,2
<i>Paspalum sp</i>				■				■	2	0,2
<i>Paspalum repens</i>	■	■							2	0,2
<i>Hymenachne amplexicaulis</i>							■		1	0,1
	13	12	5	9	2	4	5	9		

En los puntos de muestreo P1 reportó el mayor número de especies con 11 taxa, seguida de P2 con 12 especies, mientras que los puntos P6 y P7 registraron bajas riquezas con 4 y 5 especies respectivamente.

Varios estudios han documentado que las condiciones tróficas y de luz pueden influir en el desarrollo y la colonización de las macrófitas acuáticas (Mitchell, 1974; Wetzel, 1990; Esteves, 1998; Scheffer, 1998; Thomaz y Bini, 1998; Thomaz, 2002; Nurminen, 2003; Kocic et al, 2008;. Penning et al, 2008a). En este monitoreo, la conductividad, sulfatos, pH y las condiciones propias del embalse fueron probablemente los principales tensores en la variación de la composición de las macrófitas. Estos resultados indican que las características tróficas de los diferentes sectores del embalse influyen en la composición de las macrófitas. Por ejemplo el gradiente de conductividad registrada en el embalse podría estar explicando la variación de la estructura del ensamblaje de las macrófitas como lo encontrado en la laguna Verde - Ecuador (Terneus, 2002).

En cuanto al promedio de cobertura de las macrófitas en los puntos de muestreo las más abundantes fueron *Eichhornia crassipes* (taruya) 34%, *Nelumbo Nucifera* (martillo) 15%, *Typha domingensis* (enea) 11% y *Ludwigia helminthorrhiza* (berro) 11%.

La especie *E. crassipes* (taruya) se encontró en 7 de los nueve puntos de muestreo donde la cobertura presentó altos porcentajes principalmente en P6 (60%) y P9 (50%) (Figura 70). Le siguió *Nelumbo Nucifera* (martillo) con porcentajes del 20% en P4 y 76% ubicado en P7 y *Typha domingensis* (enea) 40% en P8 y 20% en P4.

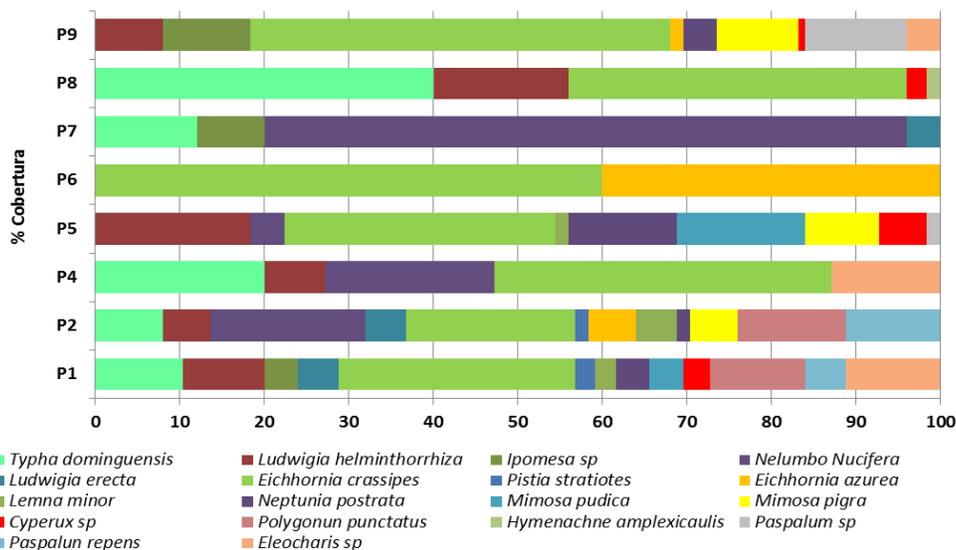


Figura 70. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo monitoreados en el Embalse del Guájaro.

Las variaciones de los porcentajes de cobertura de las macrofitas pueden estar influenciadas entre otros por los períodos estacionales que en este caso corresponde a la época seca y los factores fisicoquímicos y ambientales que se presentan en cada uno de los sectores del Embalse. Con relación a las coberturas, la zona litoral cercano de los puntos de monitoreo estuvieron cubiertas en más del 90% de macrófitas, mientras que la zona limnetica registró en algunos sectores altos porcentajes de *Nelumbo Nucifera* (martillo).

De acuerdo a la forma de vida de las macrófitas acuáticas en el embalse se reportaron 2 grupos, siendo dominante las Rhyzophytas con el 78% de las especies, que son aquellas plantas enraizadas al sedimento, seguida por el grupo de las Planophytas con el 22% de las especies (Figura 71), estas son plantas errantes con raíces o sin raíces que cuelgan en la columna del agua. En cuanto a los biotipos el mejor representado fue el de las Helophytas que agruparon el 78% de las especies seguida de Acropleustophyta con el 22%. Petean *et al.* (2003) sugiere la importancia de documentar las especies anfíbias pues estas al tener mayor absorción de nutrientes del sustrato, se adaptan al medio a través de los períodos climáticos, lo que permite ampliar los registros de diversidad en los inventarios (Esteves 1998).

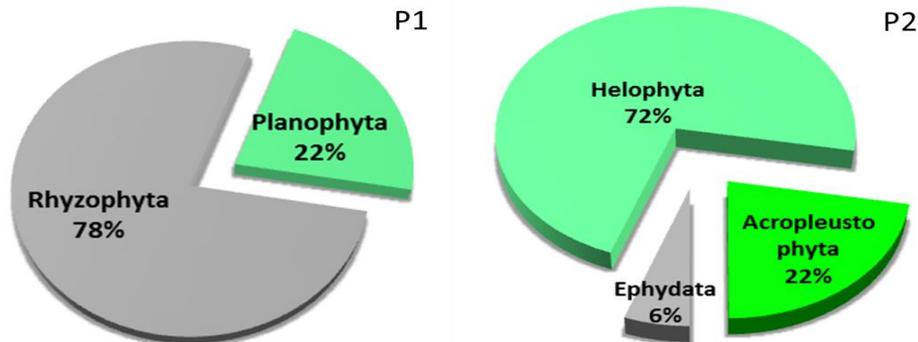


Figura 71. Grupos y Biotopos de las macrófitas en los puntos de muestreo en el Embalse del Guájaro.

De acuerdo a los índices de diversidad aplicados a los datos obtenidos, teniendo en cuenta el número de especies por estación y porcentajes de cobertura se aprecia que en los puntos de monitoreo ubicados en la parte sur del embalse se reportan los mayores valores de diversidad (Hloge) (Tabla 55) lo cual se asocia al valor de Equidad (J') obtenido, indicando que las especies halladas en este sector presentan mejores condiciones para el establecimiento de un número mayor de especies a comparación del sector norte del Embalse. Con respecto a la dominancia se encontró que los puntos de muestreo ubicados en la zona norte del embalse las coberturas están dominadas por pocas especies mostrando los valores más altos.

Tabla 55. Índices biológicos de la vegetación de macrófitas en el Embalse del Guájaro.

Puntos de Monitoreo	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9
N° Especies (s)	13	12	5	9	2	4	5	9
Equidad (J')	0,89	0,91	0,91	0,85	0,97	0,57	0,73	0,7
Shannon-Wiener (H'loge)	2,27	2,25	1,46	1,86	0,67	0,79	1,18	1,6
Dominancia (λ)	0,14	0,12	0,26	0,19	0,52	0,6	0,35	0,29

Ictiofauna. Como resultado de las faenas de pesca durante los cinco días de monitoreo íctico en las aguas del Embalse del Guájaro, se capturaron un total de 480 individuos pertenecientes a 18 especies agrupadas en 16 familias y siete (7) órdenes. En la Tabla 56, se encuentra la clasificación distribución y el total de individuos por especies en los nueve (9) puntos monitoreados. Sin embargo por encuestas informales a los pescadores y observaciones realizadas directamente sobre los productos de la pesca artesanal durante el monitoreo, se pudo evidenciar varias especies que no fueron capturadas por los artes de pesca utilizadas y otras de uso frecuente en el área como transmallo, anzuelo y pesca nocturna. Entre estas especies encontramos a *Sorubim cuspicaudus* (blanquillo), e *Hyporhamphus unifasciatus* (agujeta), esta última abundante en los sectores de aguas

abiertas observada en cardúmenes durante los trayectos, de tal forma que en sus actividades diarias eran interrumpidas por la acción de los motores y en su proceso de huida terminaban saltando dentro de la embarcación, siendo esta la única forma como pudo ser observada ya que por su escaso tamaño y delgado cuerpo no fue capturada por las artes de pesca.

Tabla 56. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en el Embalse del Guájaro época seca junio-julio del 2014.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	TOTAL
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Hyphessobrycon</i> <i>sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		<i>Astyanax</i> <i>magdalenae</i>	7	2	2	0	0	0	0	23	29	63
		<i>Triportheus</i> <i>magdalenae</i>	12	0	0	0	0	0	50	0	0	62
		<i>Roebooides</i> <i>dayi</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	22	28
	Curimatidae	<i>Cyphocarax</i> <i>magdalenae</i>	8	17	0	0	0	0	0	0	9	34
	Ctenolucidae	<i>Ctenolucius</i> <i>hujeta</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	10	14
	Erythrinidae	<i>Hoplias</i> <i>malabaricus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
CUPLEIFORMES	Engraulidae	<i>Cetengraulis</i> <i>edentulus</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
MUGILIFORMES	Mugilidae	<i>Mugil</i> <i>incilis</i>	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	<i>Poecilia</i> <i>gillis</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	9	11
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Andinoacara</i> <i>pulcher</i>	1	1		3	0	1	8	8	30	52
		<i>Caquetaia</i> <i>kraussii</i>	2	3	4	1	0	0	2	24	35	71
		<i>Oreochromis</i> <i>niloticus</i>	8	4	1	42	25	2		8	19	109
	Sciaenidae	<i>Plagioscion</i> <i>magdalenae</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4
SILURIFORMES	Pimelodidae	<i>Pimelodus</i> <i>blochii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Heptapteridae	<i>Rhandia</i> <i>quelen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
	Loricariidae	<i>Loricaria</i> <i>variegata</i>	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3
MILYOBATIFORMES	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon</i> <i>magdalenae</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	7	10

Un total de siete (7) órdenes fueron encontrados en el presente monitoreo de los cuales, Characiformes en términos de riqueza específica, posee el mayor rango de importancia con un 38,5% de los taxa y el segundo lugar en abundancia relativa con un 43,2%, representado por cuatro (4) familias, siete (7) especies y 203 individuos; los valores de abundancia más representativos (49%) son aportados por el orden Perciformes con un total de 236 individuos agrupados en dos familias y cuatro especies representando el 22,2% de la riqueza específica del muestreo en el

embalse. Los Siluriformes con tres especies y tres familias ocupan el tercer lugar en términos de riqueza específica con el 16,7%, y un porcentaje de abundancia del 1,7%. El resto de los órdenes encontrados presentaron el mismo número de familias y de especies (1 taxon) y una riqueza específica de 5,5% respectivamente. Sin embargo los órdenes Cyprinodontiformes, Myliobatiformes y Mugiliformes aportan el 2,3 y 2% de la abundancia respectivamente. Por último el orden Cupleiformes con el 0,6%, representa el grupo menos diverso (Figura 72).

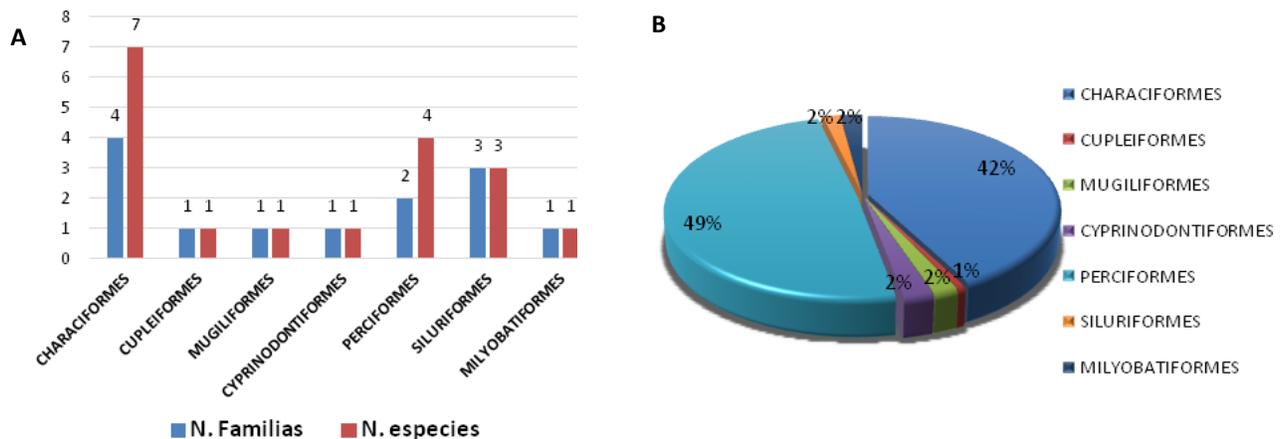


Figura 72. A) Distribución del número de familias y especies según los órdenes de peces encontrados. B) Porcentaje de distribución del número de individuos por orden de peces.

Los mayores valores de abundancia relativa pertenecen a las familias Cichlidae, (48.33%) con 232 individuos representados por tres especies; *Caquetaia kraussii* (mojarra amarilla), *Andinoacara pulcher* (cabeza e piedra) y *Oreochromis niloticus* (mojarra lora). En segundo lugar la familia Characidae con el 32%, 154 individuos de cuatro (4) especies *Astianax magdalena* (sardina), *Triportheus magdalena* (arenca), *Roeboides dayi* (changuito) e *Hyphessobrycon sp* (sardinita). Seguida de la familia Curimatidae representando el 7% con un total de 34 individuos de la especie *Cyphocarax magdalena* (pincho). El resto de las familias presentaron menos del 5% de las abundancias (Figura 73).

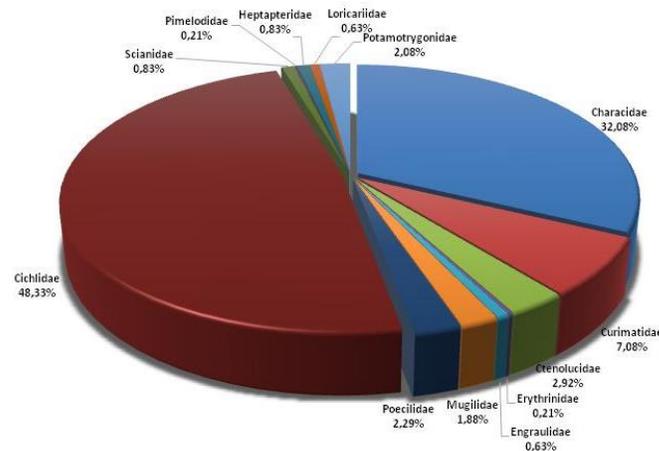


Figura 73. Porcentaje de distribución del número de individuos según las familias de peces encontradas en el Embalse del Guájaro.

Especialmente, la estación P9 al norte del embalse presentó la mayor riqueza específica y abundancia absoluta con 13 especies y 178 individuos (Figuras 74 y 75). La distribución de las riquezas y abundancias denotan un incremento hacia los puntos ubicados en la zona centro y norte de este cuerpo de agua correspondiente a los puntos P7, P8 y P9 ubicados entre los corregimientos de Aguda de Pablo, La Peña y Arroyo de Piedra respectivamente, lo cual sugiere gradientes ambientales que facilitan el desarrollo o imponen límites para la distribución de los peces de acuerdo con su fisiología. Cabe anotar que la mayoría de las especies encontradas realizan migraciones laterales a través de los diferentes sectores del embalse y estas son atribuidas a la búsqueda de alimento (trófica), a los diferentes niveles de profundidad del agua, sitios de refugios propicios y también por procesos reproductivos.

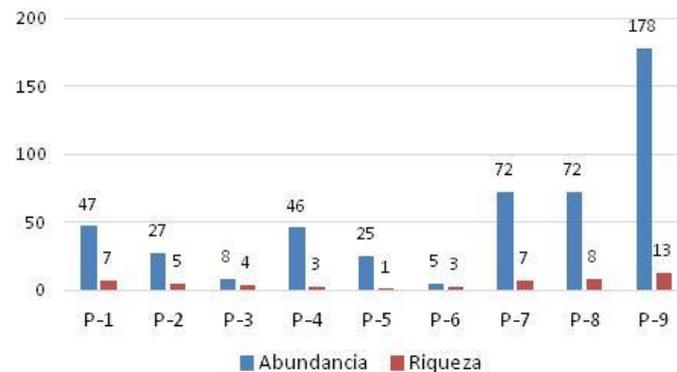


Figura 74. Distribución de las abundancias y riquezas de peces por punto en el Embalse del Guájaro.

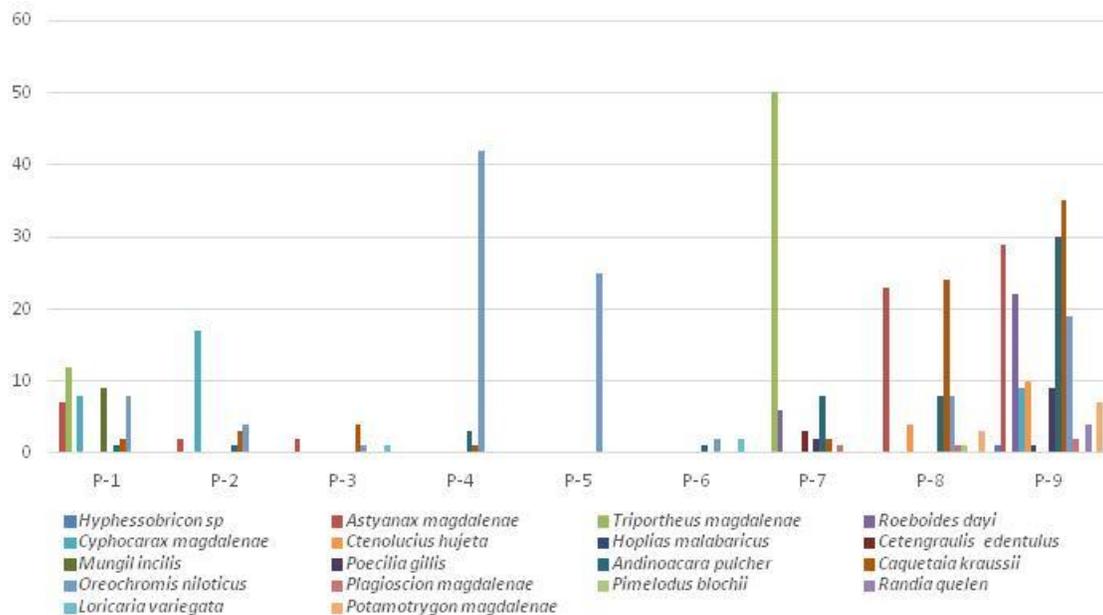


Figura 75. Distribución del número de individuos por especie de peces en cada punto sobre el Embalse del Guájaro.

Teniendo en cuenta la distribución de las abundancias relativas de biomasa (ARB) y la abundancia relativa en número de individuos (ARN) de las especies capturadas, encontramos que los porcentajes más representativos son aportados por la especie *O. niloticus* seguida por *C. kraussii*, convirtiéndose en las dos especies con mayor aporte de biomasa en el embalse durante el presente monitoreo (Figura 76). El peso total de la ictiofauna capturada en los 9 puntos sobre el Embalse del Guájaro arrojó un total de 33.977 g, siendo P9 el que aportó los valores más altos de biomasa con un total de 10.346 g.

La distribución de los cíclidos es notable en todo el embalse, presente en todos los puntos pero con una mayor influencia en el sector norte del embalse, sin embargo la distribución del resto de las especies presentó un mejor ensamblaje en este sector del embalse, a diferencia de lo reportado por la CRA en 2012 y 2013 en los monitoreos hidrobiológicos sobre la calidad de las fuentes hídricas del Atlántico, cabe anotar que ambos monitoreos fueron realizados en diferentes épocas climáticas y el actual estuvo caracterizado por la fuerte sequía de mitad de año producto de las primeras manifestaciones del fenómeno de “El Niño”, interfiriendo en el intercambio de aguas entre el río y el embalse en su zona sur.

CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

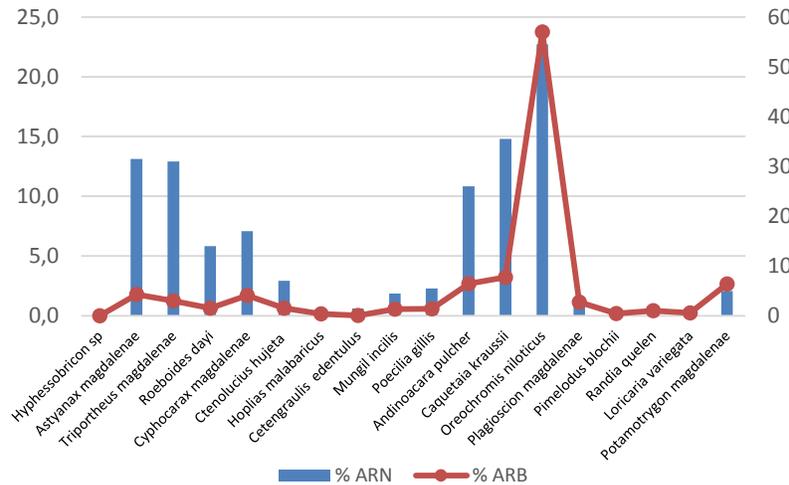


Figura 76. Distribución de los porcentajes de abundancia y biomasa para las especies ícticas capturadas en el Embalse del Guájaro.

Se observa una relación directa entre el número de taxa y los valores de diversidad H' , el cual denota una baja diversidad. En general el comportamiento de los atributos ecológicos para el ensamblaje de peces es moldeado por el índice de equidad J' . la estación P9 presentó la mayor diversidad H' (2,198 bit) mostrando que para el presente monitoreo el ensamblaje de especies se encuentra mejor estructurado en la zona norte del embalse debido a una distribución más equitativa. Mientras que en P5 con una sola especie *O. niloticus* (mojarra lora) arroja el valor más alto de dominancia, este índice (λ) también registró un valor alto en la estación P4, siendo estos los sectores con menor riqueza del embalse, pero donde se expresa mejor las abundancias de pocas especies (Tabla 57).

Tabla 57. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en el Embalse del Guájaro.

Puntos de Monitoreo	S	N	J'	H' (loge)	H' (log10)	Dominancia λ
P1	7	47	0,9084	1,768	0,7677	0,1842
P2	5	27	0,7041	1,133	0,4921	0,4376
P3	4	8	0,875	1,213	0,5268	0,3438
P4	3	46	0,3134	0,3443	0,1495	0,8384
P5	1	25		0	0	1
P6	3	5	0,9602	1,055	0,4581	0,36
P7	7	72	0,5629	1,095	0,4757	0,505
P8	8	72	0,7843	1,631	0,7083	0,2431
P9	13	178	0,8567	2,198	0,9544	0,1308

En el dendograma de similitud basado en el índice de Bray-Curtis (Figura 77), se puede apreciar a un nivel de comparación del 50%, para el comportamiento de los atributos de diversidad por punto, que se forman dos grupos con fuertes asociaciones. P5 y P4 el mejor representado con una similitud mayor al 70%, mientras que P9 y P8 con casi el 60% forman el segundo grupo, pero mostrando un panorama general de distribución muy heterogénea, pero insinuando los gradientes que son propios del embalse.

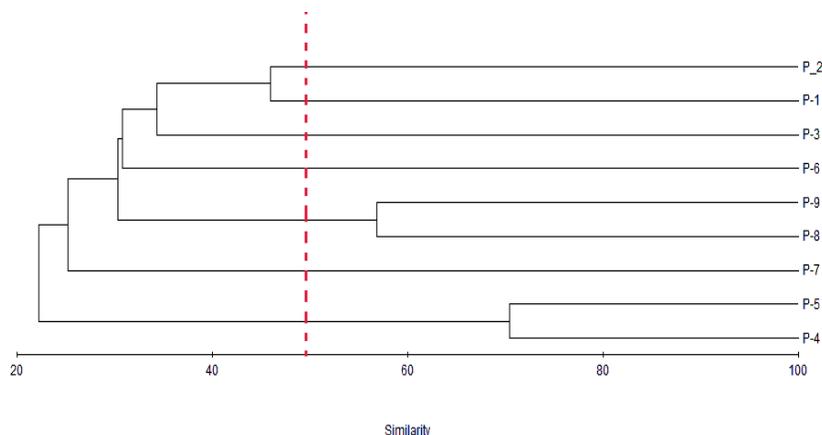


Figura 77. Dendograma de similitud basado en el índice de Bray-Curtis para la abundancia de peces en el Embalse del Guájaro.

Macroinvertebrados bentónicos. Los grupos taxonómicos encontrados en todos los puntos de muestro pertenecen en su mayoría a la clase Mollusca, representados por los órdenes con mayor tolerancia a procesos de eutroficación que en los sedimentos reflejan el efecto de largos periodos de estiaje, como consecuencia de las sequías (Tabla 58).

Tabla 58. Macroinvertebrados Bentónicos del Embalse del Guájaro.

Puntos de Monitoreo	Orden	Familia	Género	Número de Individuos
P1	Diptera	Chironomidae	<i>Tanypodinae</i>	1
	Unionoida	Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	21
	Mesogastroopoda	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	1
P2	Unionoida	Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	8
	Mesogastroopoda	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	2
P3	Unionoida	Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	11
	Mesogastroopoda	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	1
P4	Unionoida	Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	4
	Mesogastroopoda	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	48
		Hydrobiidae	<i>Litoridina</i>	73
		Hydrobiidae	<i>Hydrobiosidae</i>	34

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Puntos de Monitoreo	Orden	Familia	Género	Número de Individuos
P5	Unionoida	Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	7
		Thiaridae	<i>Melanoides</i>	51
	Mesogastroopoda	Hydrobiidae	<i>Litoridina</i>	16
			<i>Hydrobiosidae</i>	22
P6	Unionoida	Hyriidae	<i>Polymesoda sp</i>	3
		Thiaridae	<i>Melanoides</i>	9
	Mesogastroopoda	Hydrobiidae	<i>Litoridina</i>	6
			<i>Hydrobiosidae</i>	7
P7	Mesogastroopoda	Ampullaridae	<i>Marisa</i>	1
		Thiaridae	<i>Melanoides</i>	13
		Hydrobiidae	<i>Litoridina</i>	5
			<i>Hydrobiosidae</i>	4
P8	Mesogastroopoda	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	9
	Basommatophora	Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	1
P9	Basommatophora	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	13
		Hydrobiidae	<i>Litoridina</i>	14
			<i>Hydrobiosidae</i>	1

Se identificaron en total 386 individuos, distribuidos en los nueve puntos de muestreo (Figura 78), de tal forma que en la zona sur, se concentra la mayor abundancia por punto.

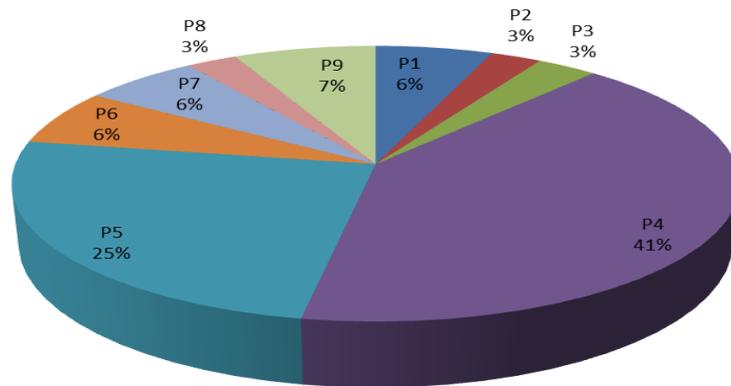


Figura 78. Contribución porcentual a la abundancia de macroinvertebrados por punto de muestreo.

En cuanto a la representación por grupos, para el Embalse del Guájaro, este caso es común en 90% del sistema encontrar los géneros *Melanoïdes*, seguido de *Polymesoda*, que no se encontró en las estaciones del norte y en algunos casos acompañados de los 2 géneros de la familia Hidrobiidae (*Litoridina* y *Hydrobiosodae*) (Figura 79). Pero en términos de abundancia, el género *Litoridina* es el mayor aportante en P4, seguido de *Melanoïdes*, que también es el más abundante en P5, seguido de *Hydrobiosidae*. Esto muestra un sistema homogéneo en términos de riqueza, en los que la clase Mesogastroopoda, está ampliamente destruida, seguida de la Unionoïda, mientras que Basommatophora y Díptera son raramente encontrados para este período. En este cuerpo de agua, existen reportes en sedimentos de aportes importantes de la clase insecta, en el orden Ephemeroptera con el género *Campsurus*, como el único representante característico de estos sedimentos.

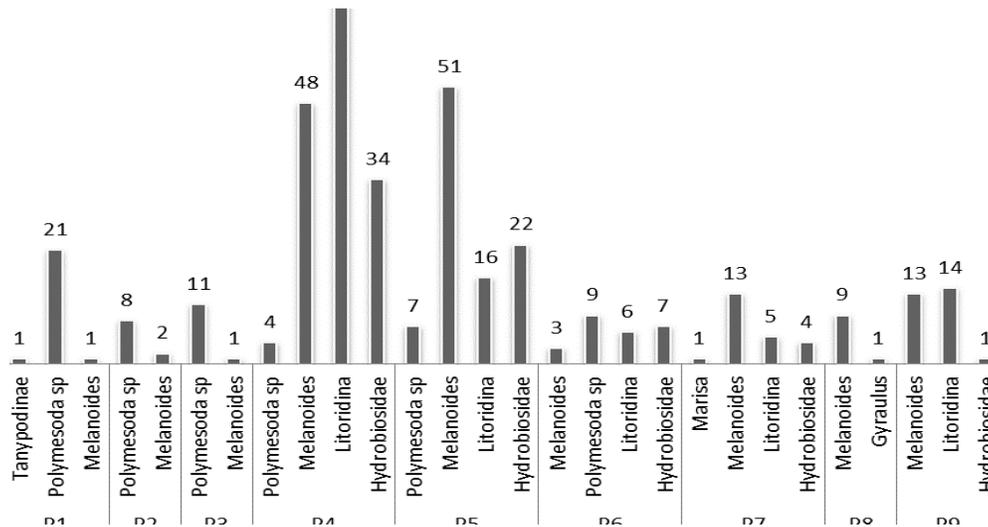


Figura 79. Distribución de la abundancia por géneros de macroinvertebrados en cada una de las estaciones del Embalse del Guájaro.

La Riqueza se restringe entonces a 7 géneros pertenecientes a 6 familias (Figura 80), por lo que el atributo que amerita análisis corresponde a la abundancia; en donde, *Melanoïdes* es el género que aporta el mayor porcentaje, seguido de *Litoridina* y el otro género de la familia Hydrobiidae; en menor porcentaje la familia Hiyriidae con su género *Polymesoda* y los escasos *Marisa* (Ampullaridae), *Gyraulus* (Planorbidae) y *Tanypodinae* (Chironomidae).

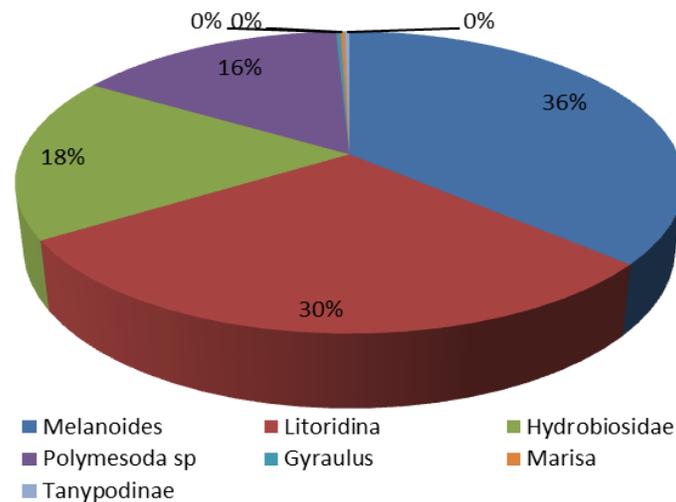


Figura 80. Abundancia por géneros de Macroinvertebrados en el Embalse del Guájaro y su aporte porcentual a la abundancia.

En el aporte general *Melanoides* que es una especie introducida, se convierte en el género más abundante en un sistema dominado por el orden Mesogastroopoda. La presencia de los géneros propios de este orden esta explicada en oferta y capacidad del medio para mantenerlos establecidos espacialmente, gracias a la disponibilidad de alimento (materia orgánica) y presencia de carbonatos para la formación de sus conchas; debido a que el Embalse de Guajaro siempre se ha caracterizado por un sistema de aguas básicas, como lo muestra el ICOpH aun en procesos de eutrofización por reducción del espejo de agua en los períodos secos (Figura 81), debido a su característica edafológica, acompañado de una capacidad de recuperación de las condiciones durante el llenado. Lo anterior explica que los grupos menos exigentes en cuanto a concentración de oxígeno y tolerantes a cargas orgánicas altas, puedan mantener poblacionalmente estables.

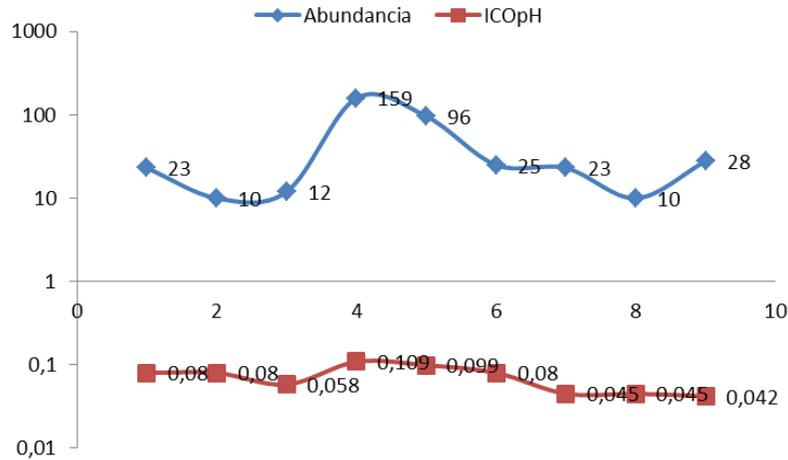


Figura 81. Relación gráfica entre el comportamiento de la abundancia de macroinvertebrados y el ICOpH en el Embalse del Guájaro.

Las aguas altamente conductivas del Embalse, sobre todo en la parte norte pueden ser limitantes para algunos grupos, aunque las otras características sean favorables y es tal vez esta condición la que favorece que dominen organismos euritolerantes a dicha condición. Muchos son los iones que aportan a esta característica del cuerpo de agua, pero en gran medida aquellos que son resuspendidos del sedimento y otro aporte se da por el lavado de los suelos marginales, los cuales llegan por procesos de escorrentías.

Durante el período seco, cuando la columna de agua disminuye todo el material orgánico e inorgánico se concentra y gran cantidad precipita y se incorpora en formas más estables a los sedimentos; además ocurre un fenómeno de intercambio entre la fase agua-sedimento que permite la resuspensión de sales y por ende la disociación de iones aportantes.

Como lo muestra la tendencia del ICOSUS que es el que mejor se ajusta al comportamiento de la abundancia, refleja que este atributo responde consistentemente a estas características que se relacionan y que son las que describen con mayor fidelidad la calidad físico-química del agua. Los macroinvertebrados con su presencia permiten realizar una lectura de la calidad biológica mostrando y no de forma puntual sino en períodos de tiempo considerables los cambios que experimenta el sistema (Figura 82).

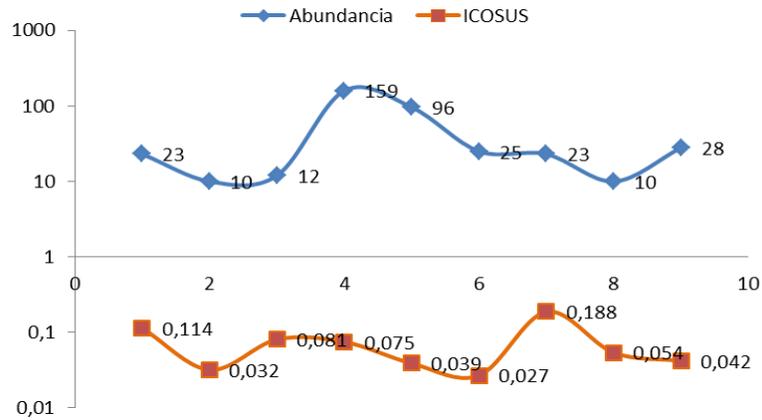


Figura 82. Relación gráfica entre el comportamiento de la abundancia de macroinvertebrados y el ICOSUS en el Embalse del Guájaro.

Además de eso, es importante recordar que según Castellanos y otros (2001; 2009) el coríotopo correspondiente al bentos es el que permite evaluar con mayor fidelidad la calidad biológica del agua en la dimensión espacial, cuando de sistemas lénticos se trata. Mientras que los cambios temporales, son fácilmente entendidos desde los organismos que se asocian a las macrófitas.

El índice de calidad que relaciona la Materia orgánica muestra un comportamiento espacial similar al del ICOPH, lo cual se explica porque las variación es entre estos índices no son significativamente diferentes y las variables que los determinan están íntimamente relacionadas (Figura 83).

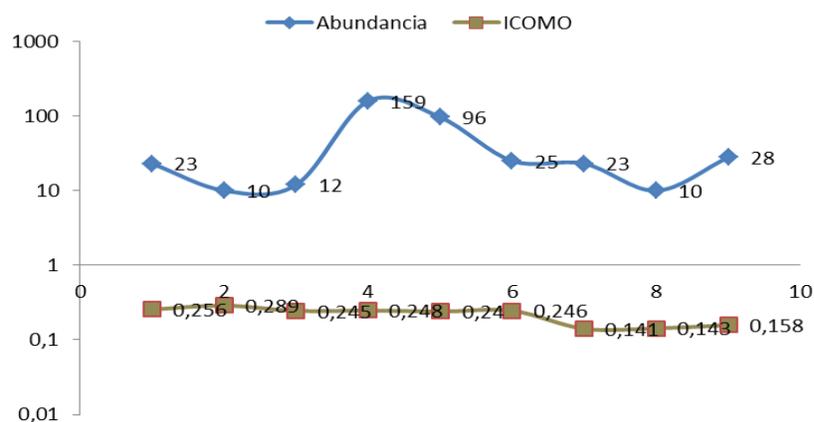


Figura 83. Relación gráfica del comportamiento de la abundancia de macroinvertebrados y el ICOMO en el Embalse del Guájaro.

6.2.2 Ciénaga de Luruaco

La Ciénaga de Luruaco se encuentra al Sur Occidente del Departamento del Atlántico insertada en la cuenca del Canal del Dique. Sus principales tributarios son los arroyos Limón y Mateo, además, por gravedad recibe las aguas de otros arroyos menores y drenajes naturales. Todos estos arroyos son de aguas semipermanentes, sobre todo en épocas de altas precipitaciones. El drenaje de los arroyos es de tipo subparalelo, lo que indica que la velocidad de discurrimento es rápida. Tiene aproximadamente 365 hectáreas y sus problemas ambientales, son básicamente la disminución de su extensión y la entrada incontrolable de sedimentos que la convierten en una de las ciénagas más colmatadas del Departamento del Atlántico (CRA, 2007).

Características físico-químicas. La temperatura en esta ciénaga presenta valores promedio de 33,24°C para el punto P1 y 32°C en P2, que se consideran temperaturas normales en estos cuerpos de agua y no representan limitación para la vida acuática. Esta ciénaga se caracteriza por tener altos valores de sulfatos y conductividad que sobrepasan el límite normal en un cuerpo de agua natural, probablemente esto se deba a la acumulación de nutrientes y en especial de sulfatos en el arroyo como resultado del lavado del cauce en la época lluviosa y a una fuerte mineralización. Por otra parte debe tenerse en cuenta las características del terreno, pues muy cerca se encuentran yacimientos de yeso y sulfato de calcio.

El oxígeno disuelto presenta valores promedio de 7,46mg/L en P1 y 6,68 en P2, ambos por encima de los valores objetivo de calidad establecidos por la CRA, y dentro de los valores normales para estos tipos de masas de agua. Los valores de la demanda bioquímica de oxígeno, al igual que el oxígeno disuelto, se encuentran dentro de los límites objeto de calidad de la ciénaga establecidos por la CRA. Los valores de DQO en promedio para la P1 es 91.73 y 71.37 mgO₂/L en P2. Los valores promedio de los coliformes fecales y totales se encuentran por debajo de los objetivos de calidad establecidos por la CRA, y en términos generales dentro de los valores normales (Figura 84-I y 84-J).

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

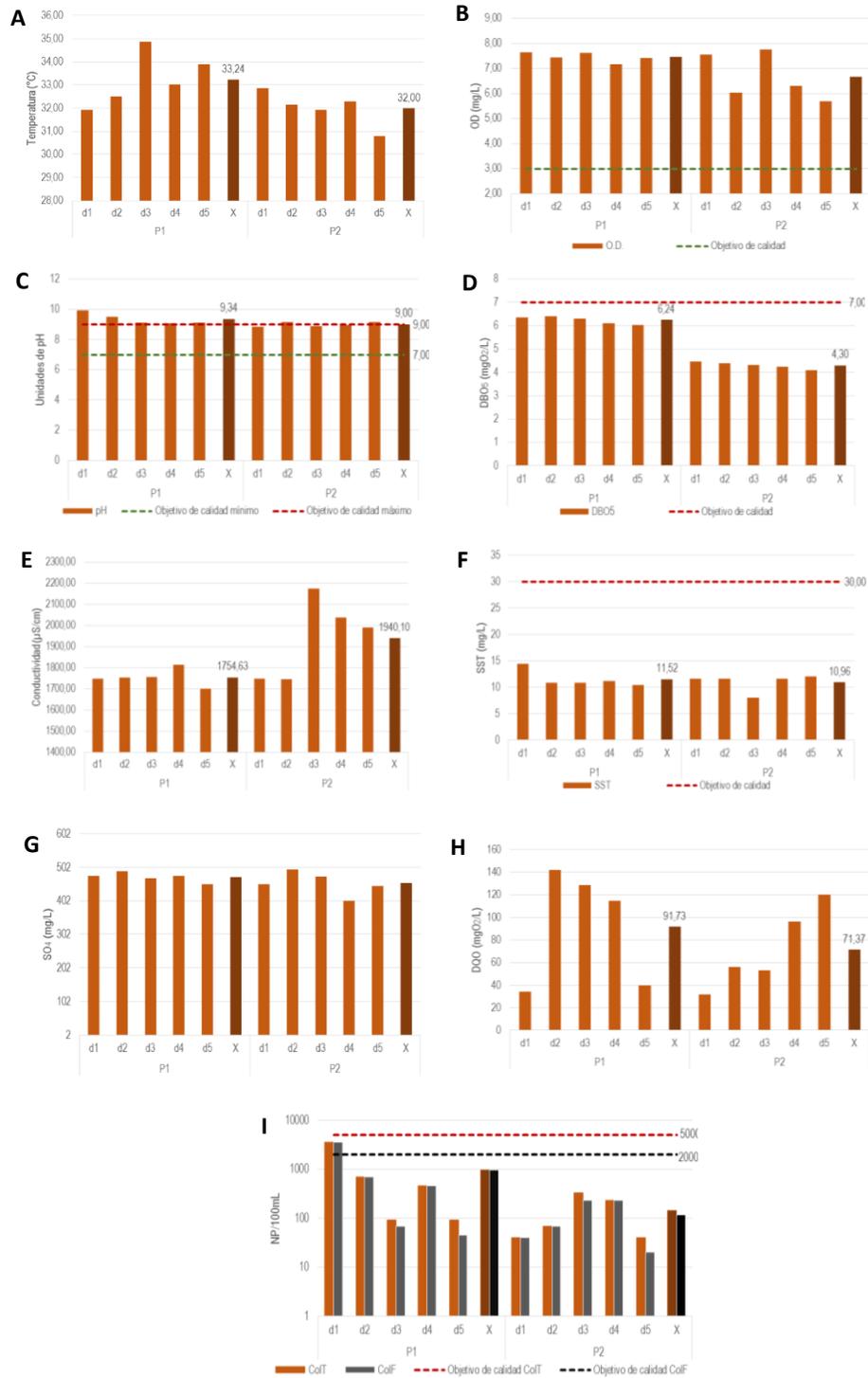


Figura 84. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Luruaco.

Índices de contaminación. La aplicación de los índices de contaminación muestra como resultado para el ICOpH, una contaminación alta en el P1 con valor de 0,76 a una contaminación media en el P2 con un valor de 0,49 en el P2. De acuerdo al ICOSUS, la ciénaga no registra ningún tipo de contaminación, y para el ICOMO los resultados muestran una contaminación baja a nula (Tabla 59).

Tabla 59. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga de Luruaco.

Puntos de Monitoreo	ICOpH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,76	0,015	0,247
P2	0,493	0,013	0,168

ESCALA	INTERPRETACIÓN
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA

Características Hidrobiológicas.

Fitoplancton. Se identificaron 38 morfoespecies, el 42% fueron Clorofitas (16 taxa), 26% cianobacterias (10 taxa), 18% Ochrophytas (7 taxa) 8% euglenozoa y en menor proporción las Dinophytas y Carophytas 3% con una taxa cada una (Tabla 60). Los géneros mejor representados en la composición fitoplanctonica fueron Scenedesmus con 5 morfoespecies, *Raphidiopsis*, *Crucigenia*, *Tetraedron*, *Desmodesmus* y *Trachelomona* cada una representada por 2 morfoespecies.

Tabla 60. Composición y abundancia relativa del fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P1
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa cf annulata</i>	0,606	0
			Synechococcaceae	<i>Merismopedia sp</i>	0,1002	0,43922
				<i>Baculariasp</i>	0,0413	0
			Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	0,2827	0
			Microcystaceae	<i>Microcystis sp1</i>	1,1155	2,41756
			Chroococcales	<i>Coelosphaerium sp</i>	2,6083	3,7605
				<i>Raphidiopsis curvata</i>	0,1155	0,18711
				<i>Raphidiopsis sp</i>	0,0627	0,07696
				<i>Nostoc sp</i>	0,0156	0
					Gomposphaeriaceae	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2			
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus arcuatus</i>	0,1032	0,31024			
				<i>Sc acunae</i>	0,0469	0			
				<i>Sc ellipticus</i>	0,0308	0			
				<i>Sc obtusus</i>	0,0768	0			
				<i>Sc sp</i>	0,1199	0,01491			
				<i>Desmodesmus armatus</i>	0,4731	0,12887			
				<i>D. costato</i>	0,8398	0			
				<i>Pseudodidymocystis planctonica</i>	0,1974	0,47127			
				<i>Crucigenia tetrapedia</i>	0,0392	0			
				<i>Cr rectangularis</i>	0,1618	0			
				Hydrodictyceae	<i>Tetraëdron regulare</i>	0,038	0		
					<i>T. minimum</i>	0,0118	0		
				Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Siderocelis sp</i>	1,8703	2,43247
							<i>Oocystis sp1</i>	0,0577	0,20311
Oocystaceae	<i>Lagerheimia sp</i>	0,081	0						
	<i>Franceia ovalis</i>	0,2488	0,35314						
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium parvulum</i>	0,0576	0			
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>	0,3284	0,10505			
			Pleurosigmaaceae	<i>Gyrosigma sp</i>	0	0,03709			
	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>	0,165	0			
				Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp</i>	0,0893	0,23284	
		Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomona sp</i>	0,0419	0,04609		
		Eustigmatophyceae	Eustigmatales	Eustigmataceae	<i>Pseudostaurastrum lobulatum</i>	0,0726	0		
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp</i>	0	0,07103			
				<i>Trachelomonas armata</i>	0,0151	0			
				<i>Trachelomonas sp</i>	0,0346	0,05912			
Dinophyta	Class Dinophyceae	Order Peridinales	Family Peridiniaceae	<i>Peridinium sp</i>	0,4552	0,45332			

La densidad fitoplanctonica de la ciénaga fue de 243674 Ind/L con valores entre 318345 Ind/L en P1 y 169004 en P2. En cada punto de muestreo fueron dominantes las Cyanobacterias superando el 93% de los organismos (Figura 85); las Chlorophytas le siguieron en densidad con el 4.4% en P1 y 4 % en P2, el resto de los grupos registraron densidades por debajo del 1%.

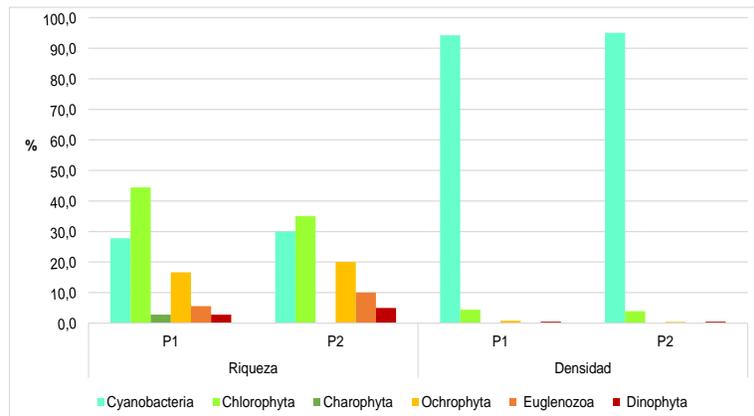


Figura 85. Distribución porcentual de la riqueza específica y densidad por división fitoplanctonica en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Luruaco.

La Cyanobacteria *Cylindrospermopsis raciborskii* fue la especie de mayor importancia en cuanto a abundancia con valores entre 284294,6 Ind/L en P1 y 149061,6 Ind/L en P2. Esta especie, puede a menudo dominar el fitoplancton de algunas sistemas acuáticos someros, en asociaciones con otras cianobacterias como *Raphidiopsis* y *Pseudoanabaena sp* (Padisák, 1997). Dentro de los grupos funcionales de fitoplancton propuestos por Reynolds (2006), *Cylindrospermopsis* es un típico representante de aguas cálidas de capas mezcladas y supremamente tolerante a deficiencias de nitrógeno y luz (Reynolds et al.2002). *C. raciborskii*, reporta baja palatabilidad (Bouvy y compañía., 2001) lo que sugiere que además de su adaptabilidad ecológica su población se favorece por la baja herbivoría; en estos términos y en el sistema, la mayor disponibilidad de *C. raciborskii* no constituye una importante oferta ambiental trófica en el sistema.

Los índices ecológicos evaluados en la ciénaga (Tabla 61) muestran una comunidad con valores bajos de diversidad, comparable con un estado eutrófico como lo cataloga Margalef (1983) quien señala también a la densidad poblacional superior a 100 Ind/mL (reportada en este sistema) propia de este estado trófico. En cuanto a la equidad fue cercana a cero por un fuerte predominio de *Cylindrospermopsis raciborskii* especialmente en P1 donde la dominancia de Simpson fue mayor (0,8).

Tabla 61. Índices ecológicos del ensamblaje fitoplanctónico en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Luruaco.

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H' (loge)	H' (log10)	λ	1-λ
P1	36	318344,83	0,17	0,62	0,27	0,80	0,20
P2	20	169003,90	0,20	0,60	0,26	0,78	0,22

Zooplankton. En esta ciénaga se registraron 15 morfoespecies pertenecientes a 11 géneros, 9 familias, 5 órdenes, 3 clases y 2 phyla (Tabla 62).

Tabla 62. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplankton registradas en la Ciénaga de Luruaco en julio de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie		
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus	<i>Brachionus bidentata</i>		
					<i>Brachionus calyciflorus</i>		
					<i>Brachionus havanaensis</i>		
					<i>Brachionus plicatilis</i>		
					<i>Keratella americana</i>		
			Keratella	<i>Keratella tropica</i>			
				Epiphanidae	Epiphanes	<i>Epiphanes</i> sp	
			Trichocercidae			Trichocerca	<i>Trichocerca</i> sp
							Lecanidae
			Flosculariaceae	Filinidae	Filinia	<i>Filinia terminalis</i>	
Moinidae	Moina	<i>Moina micrura</i>					
		Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	Diaphanosoma	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	
Arthropoda	Calanoida					Diaptomidae	Notodiaptomus
		Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Mesocyclops		

Los rotíferos (Clase Monogononta) fueron el grupo de mayor riqueza taxonómica con el 67% de las especies registradas, seguido de la clase Maxillopoda con el 20%, agrupando dos especies de copépodos y algunos nauplios no determinados. Además, la clase Branchiopoda constituyó el 13% con 2 especies de cladóceros (Figura 86).

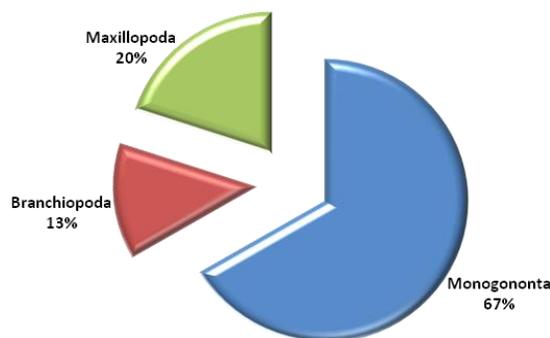


Figura 86. Riqueza de zooplankton por clase en la Ciénaga de Luruaco en julio de 2014.

En estos monitoreos fue común la presencia del rotífero *Brachionus plicatilis*, una morfoespecie que no selecciona su alimento (polífago), alimentándose de diferentes microalgas (Cianofíceas, Chlorofíceas, Pheofíceas, entre otras), bacterias y levaduras (Hirayama *et al.*, 1973). Esta especie registró las mayores abundancias, 80.88 Ind/L en P1 y 59.09 Ind/L en P2 (Tabla 63).

Así mismo, fue importante la presencia de formas larvales de copépodos (nauplios) con 58.95 Ind/L y 21.87 Ind/L en P1 y P2 respectivamente. Edmondson (1959), manifestó que la alta proporción de formas inmaduras de copépodos es el resultado de la reproducción continua de estos organismos en regiones tropicales, mientras Sartori *et al.*, (2009) indican que la alta densidad de nauplios en relación con los copépodos adultos puede ser un indicador de una alta tasa de mortalidad durante las diferentes etapas de desarrollo de estos organismos.

Tabla 63. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Luruaco en julio de 2014.

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio	
	P1	P2
<i>Brachionus bidentata</i>	9,06	0,00
<i>Brachionus calyciflorus</i>	6,56	3,22
<i>Brachionus havanaensis</i>	13,35	3,04
<i>Brachionus plicatilis</i>	80,88	59,09
<i>Keratella americana</i>	24,00	17,82
<i>Keratella tropica</i>	0,00	0,25
<i>Epiphanes</i> sp	17,13	4,95
<i>Trichocerca</i> sp	1,74	0,00
<i>Lecane luna</i>	0,00	0,36
<i>Filinia terminalis</i>	1,17	0,00
<i>Moina micrura</i>	0,20	0,73
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0,20	0,73
<i>Notodiptomus maracaibensis</i>	0,76	0,75
<i>Mesocyclops brasilianus</i>	2,51	5,83
Nauplio indeterminado	58,95	21,87
Total (Ind/L)	216,53	118,65

La similitud estimada para las dos estaciones según el índice de Bray-Curtis es del 73,24% por lo cual al aplicar los índices ecológicos no se observa mucha variabilidad, demostrando que este ecosistema, por sus características morfológicas, medioambientales y la influencia de la época climática presenta uniformidad de sus aguas (Tabla 64).

Tabla 64. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga de Luruaco en julio de 2014.

Puntos de Monitoreo	Índices ecológicos						
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda
P1	13	216,51	2,231	0,674	1,728	0,751	0,239
P2	12	118,64	2,303	0,620	1,541	0,669	0,310

Perifiton. El perifiton en la Ciénaga de Luruaco estuvo conformado por 13 morfoespecies, agrupadas en 3 clases y 3 phyla (Figura 87). El grupo de las Ochrophytas (diatomeas) aportó el mayor número de morfoespecies con 8 taxa (61%), seguido de las Cyanobacterias con 4 taxa (31%) y en menor proporción Charophytas con 1 morfoespecie (8%).

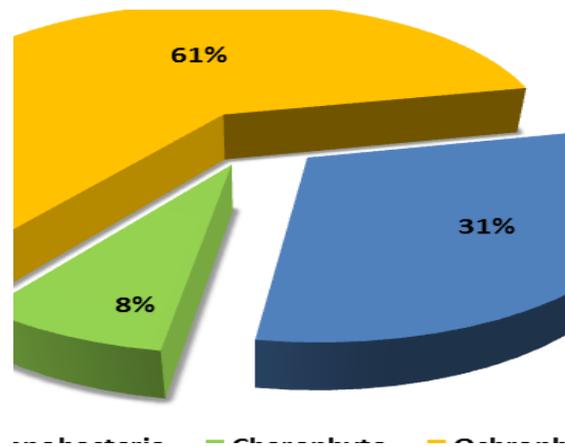


Figura 87. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Luruaco.

La riqueza específica en los puntos de muestreo presentó tendencias muy similares en cuanto a su distribución; las diatomeas (Ochrophytas) agruparon los mayores porcentajes de morfoespecies, 75% en P1 y 55% en P2; los Phyla Cyanobacteria y Charophyta aportaron una morfoespecie en P2; las Cyanobacterias registraron 4 morfoespecies equivalentes al 36% de la riqueza y las Charophytas 1 morfoespecie (9%) en P2 (Figura 88). La riqueza de especies registradas durante el monitoreo probablemente esté relacionada con la disponibilidad de nutrientes del sistema, y el desarrollo de estructuras para adherirse al sustrato (vegetación) que a su vez influye en el desarrollo de las especies durante las sucesiones algales (Lugo & Morris, 1982; Rodríguez & Bicudo 2001).

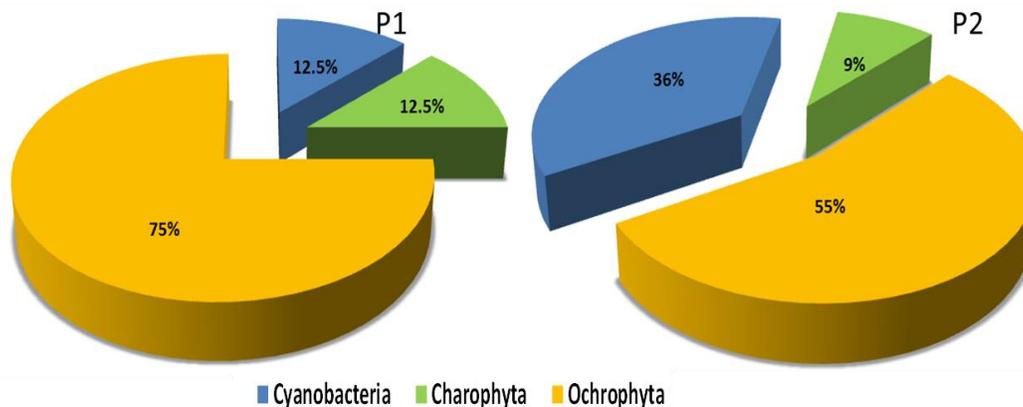


Figura 88. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Luruaco.

La densidad general promedio del perifiton en la ciénaga fue de 1451,5 Ind/cm² con valores que oscilaron entre 1252 Ind/cm² en P1 y 1651 Ind/cm² en P2. En P1 las diatomeas (Ochrophytas) reportaron la mayor densidad del perifiton (82%) con 1025 Ind/cm² seguida por las Charophytas con el 14% y las Cyanobacterias con el 4% del total de la abundancia (Figura 89). En P2 se presentaron valores porcentuales iguales en los phyla Cyanobacteria y Ochrophyta con 683 Ind/cm² equivalente al 41,5% cada uno y en menor proporción las Charophytas con el 17%. De las morfoespecies *Navicula* sp aportó la mayor densidad en P1 con 341.5 Ind/cm² seguida de *Gyrosigma* sp, *Eunotiales* sp y *Spirogyra* sp (Charophyta) con 170.8 Ind/cm² cada una; en contraste con las Cyanobacterias que aportaron apenas 57 Ind/cm². En P2 Las Cyanobacterias aportaron mayoritariamente a la densidad con 683 Ind/cm² al igual que el phylum Ochrophyta; las Charophytas aportaron 284 Ind/cm². Entre las morfoespecies *Oscillatoria* sp (Cyanobacteria) realizó el mayor aporte a la densidad 341,5 Ind/cm², seguido de *Nitzschia* sp1 (diatomea) y *Spirogyra* sp (Charophyta) con 284,6 Ind/cm² cada una. Según Rodríguez & Bicudo (2001), las perturbaciones causan cambios en la comunidad perifítica, aquellas con baja o moderada intensidad promueven el surgimiento de nuevos taxones así como la sustitución de otros, por lo que el cambio en las densidades estaría asociado a condiciones ambientales diferentes entre los puntos de muestreo y son evidencia de la heterogeneidad del sistema, que en este caso viene relacionada con las descargas de los arroyos, principalmente el arroyo Limón que tiene influencia hacia P1. En este sector la comunidad fitoperifítica reportó mayor dominancia y menor diversidad, insinuando algún efecto derivado de la contaminación que acarrea el curso de agua mencionado.

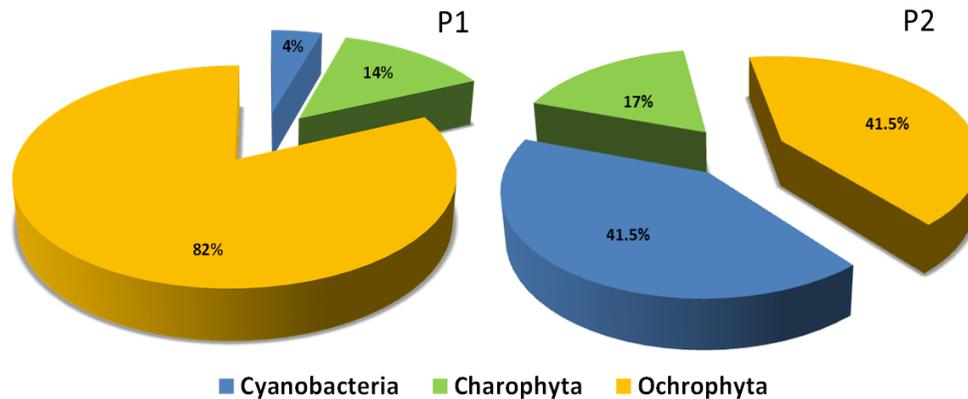


Figura 89. Distribución de la abundancia (Ind/cm²) discriminando por phylum perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Luruaco.

En la Tabla 65 se presentan algunos índices ecológicos donde la comunidad presenta valores altos de dominancia J'' 0,94 P1 y 0,91 P2, según índice de diversidad Margalef los valores de dominancia muestran que la diversidad y abundancias son bajas donde hay pocas morfoespecies y alta equidad

Tabla 65. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en el la Ciénaga de Luruaco.

Puntos de Monitoreo	S	N	Equidad (J')	Shannon-Wiener (H'loge)	Shannon-Wiener (H'log10)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson (1-λ)
P1	8	1252	0,944	1,96	0,8529	0,16	0,84
P2	11	1651	0,911	2,18	0,9487	0,13	0,87

Macrófitas. La vegetación acuática en la ciénaga estuvo compuesta por 11 especies pertenecientes al Phyla Magnoliophyta. En cada punto de monitoreo se registraron 9 especies (Tabla 66), en común se reportaron 7 especies destacándose por su cobertura *Eichhornia crassipes* (taruya), *Typha dominguensis* (enea) y *Hymenachne amplexicaulis* (canutillo).

Tabla 66. Especies de macrófitas acuáticas registradas en cada punto de monitoreo en la Ciénaga de Luruaco.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	% de Cobertura		Grupo	Biotipo	
					P1	P2			
Magnoliophyta	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	30,4	43,2	Planophyta	Acropleustophyta	
		Alismatales	Araceae	<i>Lemna minor</i>	2,4	1,6	Planophyta	Acropleustophyta	
				<i>Pistia stratiotes</i>	0	4,8	Planophyta	Acropleustophyta	
		Cyperales	Cyperaceae	Poaceae	<i>Eleocharis sp</i>	20	5,6	Rhizophyta	Helophyta
					<i>Paspalum sp</i>	8	8	Rhizophyta	Helophyta
					<i>Hymenachne</i>	8	4,8	Rhizophyta	Helophyta

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	% de Cobertura		Grupo	Biotipo
					P1	P2		
				<i>Hymenachne amplexicaulis</i>				
				<i>Paspalum repens</i>	0	1,6	Rhizophyta	Helophyta
		Poales	Typhaceae	<i>Typha dominguensis</i>	11,2	22,4	Rhizophyta	Helophyta
		Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomesa sp</i>	5,6	0	Rhizophyta	Helophyta
	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia erecta</i>	4	0	Rhizophyta	Helophyta
				<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	10,4	8	Planophyta	Acropleustophyta

Las macrófitas que registraron mayor cobertura en P1 fueron *Eichhornia crassipes* 30%, *Typha dominguensis* 11% y *Eleocharis sp* 20%, en P2 *Eichhornia crassipes* 43%, *Typha dominguensis* 22%, *Paspalum sp* y *Ludwigia helminthorrhiza* con el 8% (Figura 90). Con relación a las coberturas, la zona litoral en los puntos de muestreo estuvo cubierta con la mayoría de las especies de macrófitas, mientras que la zona limnetica no registró ninguna especie.

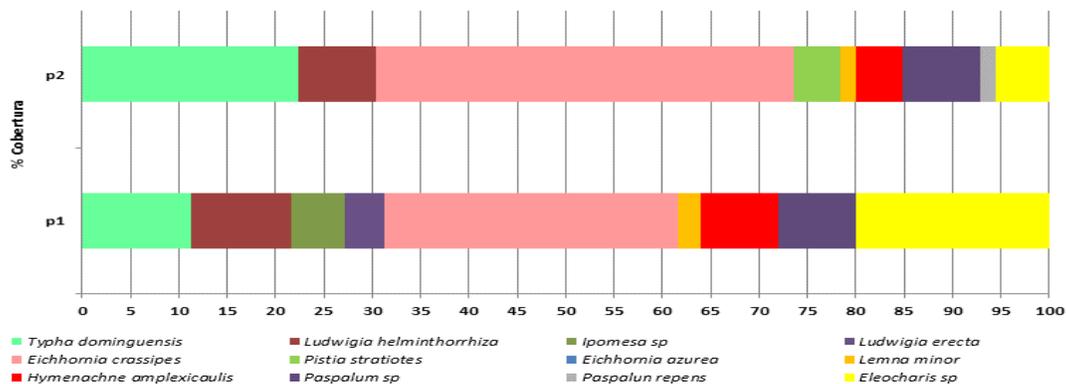


Figura 90. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Luruaco.

En la vegetación de macrófitas de la ciénaga se registraron 2 grupos; el primero las Rhizophytas que son aquellas plantas enraizadas al sedimento aquí se encuentran las pertenecientes al biotipo de las helophytas con 64% (Figura 91) y el grupo de las Planophytas; son plantas errantes con raíces o sin raíces que cuelgan en el agua aquí se ubican el biotipo de las Acropleustophytas con el 36%, estas se encuentran en la interfase aire – agua, la parte superior de la planta es normalmente seca, teniendo como característica la fijación de CO₂ del agua.

Las diferentes formas de vida de las macrófitas requieren diferentes fuentes de nutrientes y tienen tolerancias variables de exposición a las características ambientales (Toivonen y Huttunen, 1995).

Camargo *et al.*, (2003) reportan que los ambientes altamente productivos tienen un marcado crecimiento del fitoplancton, lo que limita el crecimiento de las macrófitas enraizadas sumergidas y especies flotantes, pero no, que utilizan el sedimento como su principal fuente de nutrientes.

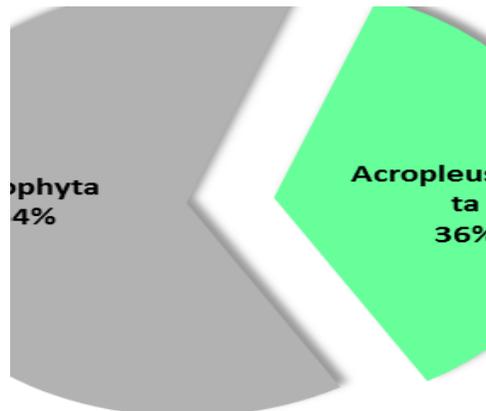


Figura 91. Biotopos de las macrófitas en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Luruaco.

Ictiofauna. Durante el monitoreo de la ictiofauna presente en la Ciénaga de Luruaco, perteneciente a la cuenca del Canal del Dique, realizado durante el período seco de junio y julio del presente año, se capturaron un total de 182 individuos pertenecientes a 4 especies de peces, agrupadas en tres (3) familias y tres (3) órdenes. De las cuales solo; *Prochilodus magdalenae* (bocachico), posee una categoría de conservación según Mojica *et al.*, en el libro rojo de los peces de agua dulce 2012.

En la Tabla 67, se especifican cada una de las especies con la frecuencia de aparición y el número de individuos en cada ciénaga.

Tabla 67. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga de Luruaco durante el periodo seco junio-julio de 2014.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P1	P2	Total
CHARACIFORMES	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	2		2
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i>	1		1
		<i>Oreochromis niloticus</i>	46	127	173
SILURIFORMES	Ariidae	<i>Notarius bonillai</i>	4	2	6

De los tres órdenes encontrados Characiformes, Perciformes y Siluriformes, en términos de riqueza específica, abundancia absoluta y relativa, el mayor rango de importancia es para el orden Perciformes con un 96%, representado por una (1) familia, dos (2) especies y 174 individuos, al igual que el mayor aporte de biomasa representado en el 95,6% (Figura 92).

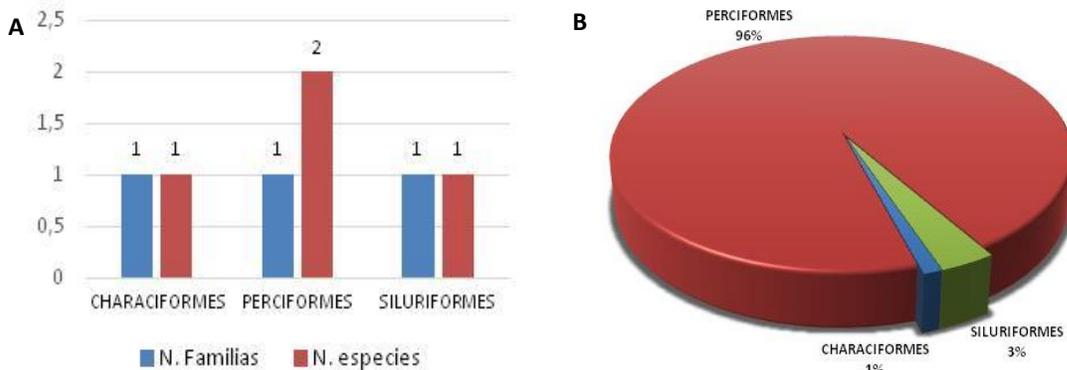


Figura 92. A) Distribución del número de familias y especies según los órdenes de peces encontrados en la Ciénaga de Luruaco. B) Porcentaje de distribución del número de individuos por orden de peces en la Ciénaga de Luruaco.

Los mayores valores de abundancia relativa pertenecen a las familias Cichlidae, (96%) con 174 individuos representados por dos (2) especies; *Oreochromis niloticus* (mojarra lora) y *Caquetaia kraussii* (mojarra amarilla). Le siguió la familia Ariidae con el 3% y 6 individuos de una sola especie *Notarius bonillai* (chivo cabezón). En tercer lugar encontramos la familia Prochilodontidae con el 1% y 2 individuos de una sola especie *Prochilodus magdalenae* (bocachico). Con relación a anteriores estudios 2012 y 2013 la riqueza específica no ha variado significativamente y sigue arrojando valores de riqueza bajos entre 3 y 5 especies, sin embargo durante el monitoreo realizado en 2012, P2 presentó la menor riqueza pero los valores de abundancia más altos, comportamiento evidenciado en el presente monitoreo donde solo se capturaron dos especies, con dominio de *O. niloticus* lo cual es un comportamiento recurrente en este sistema (Figura 93).

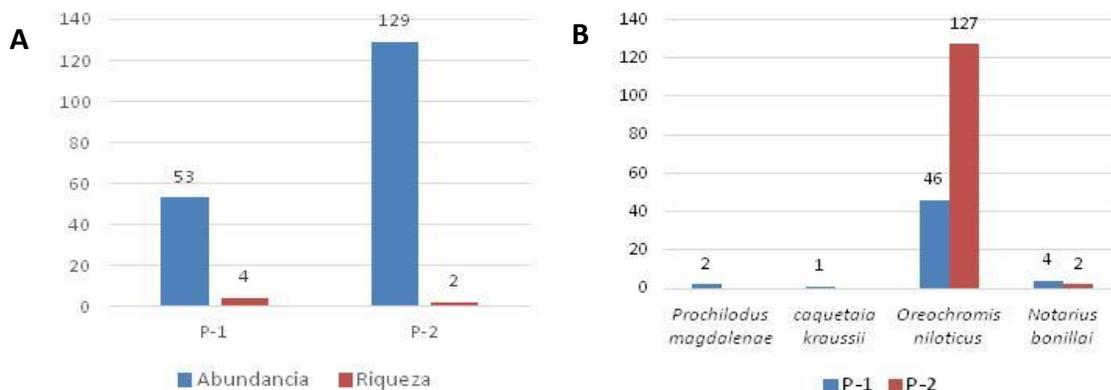


Figura 93. A) Distribución de las abundancias y riquezas de peces por estación en la Ciénaga de Luruaco. B) Distribución de las especies de peces según los puntos muestreados en la Ciénaga de Luruaco.

Durante el presente monitoreo y al igual que los anteriores, la composición de la ictiofauna en la Ciénaga de Luruaco, mostró el dominio de una sola especie, tanto en distribución como en abundancia y biomasa (Figura 94), haciendo referencia a *Oreochromis niloticus* (mojarra lora) de la familia Cichlidae. El dominio de esta especie obedece a la gran capacidad de soportar y reaccionar a los diferentes factores de cambio físicos y químicos, como los altos valores de conductividad encontrados en esta ciénaga durante el presente monitoreo donde el promedio fue de 1847,3 $\mu\text{S/cm}$, cuando lo frecuente para aguas lenticas continentales oscila sobre los 50 $\mu\text{S/cm}$. Sin embargo la falta de conectividad de este cuerpo de agua con otros de la cuenca también sería un factor determinante en el comportamiento de la riqueza de especies.

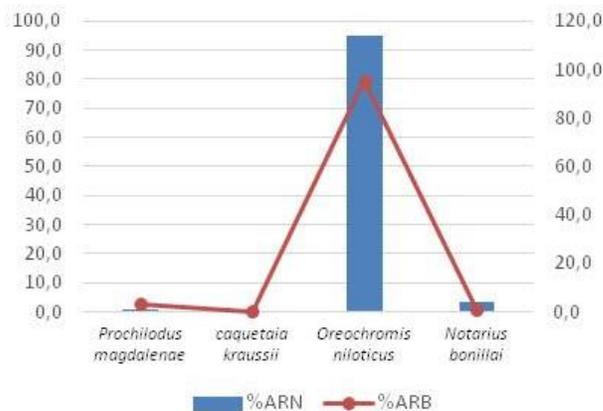


Figura 94. Distribución de las abundancias relativas y la biomasa por especie de peces en la Ciénaga de Luruaco.

O. niloticus (mojarra lora), es considerada una de las especies más cosmopolita (Cala & Bernal 1997). Introducida en Colombia en 1979 por el INDERENA (Rodríguez 1981), se convirtió en la segunda especie de importancia comercial en el Embalse del Guájaro después de haber sido este el primer cuerpo de agua léntico donde se introdujo (Pinzón, 1990). En la represa de Betania paso a ser la población de peces más abundante en cuanto a distribución y volumen de extracción 85% (Cala & Bernal 1997). Ha entrado a formar parte de los sistemas de aguas naturales: ríos, lagunas, embalses y ciénagas de Colombia, de fácil adaptación y agresividad notable para competir por espacio con especies nativas como el bocachico, la arenca y otras de gran valor ecológico. De hábito filtrador pero con fuerte tendencia detritívora, ha pasado en poco tiempo de ser una especie introducida por las prácticas de acuicultura a figurar entre los cuerpos de agua como una de las especies más abundantes y de gran demanda debido a lo apetecible de su carne y fácil manejo en lugares o zonas con pocas exigencia en calidad de agua. Es una especie que llega a reproducirse hasta 6 veces al año, mientras tenga las condiciones de alimentación y hабитad adecuados, posee cuidado parental y un alto índice de sobrevivencia. Prefiere los ambientes lénticos pero vive también

en los lóticos y es tolerante a altas salinidades, donde logra reproducirse. Su óptimo crecimiento ocurre alrededor de los 28°C. Se adapta a fuertes cambios de oxígeno disuelto en el agua por debajo de 3 ppm soportándolo sin mayores consecuencias. Llega a tolerar períodos largos de hipoxia y anoxia donde su crecimiento se estanca (Gómez & Rico 1990).

Según Ramírez y Viña, 1998, Todas las especies capturadas en esta ciénaga durante el presente monitoreo poseen un rango de tolerancia a diferentes factores de contaminación, materia orgánica, y eutrofia. Las aguas de la Ciénaga de Luruaco se consideran conductivas y fuertemente mineralizadas de acuerdo a la geología presente en el sistema, típicas de embalses y ciénagas tropicales (Roldán, 1992).

La Tabla 68 muestra el comportamiento de los diferentes índices analizados en torno al ensamblaje de las especies ícticas en la Ciénaga de Luruaco, mostrando una diversidad H' baja debido a la escasa riqueza específica. Se encontró en P1 la mayor riqueza específica con un valor de diversidad $H'=0,517$ bits, mientras que en P2 la diversidad H' fue de 0,080 bits. Claramente se observa que el índice de dominancia en P2 es el valor más cercano a uno λ (0,969), y que los valores de equidad J' en P1 demuestran una mejor distribución de las especies, insinuando algo de heterogeneidad en la distribución de las especies en torno a los puntos monitoreados.

Tabla 68. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico de los puntos monitoreados sobre la Ciénaga de Luruaco durante el período seco junio-julio de 2014.

Puntos de Monitoreo	S	N	J'	H' (loge)	H' (log10)	Dominancia λ
P1	4	53	0,373	0,517	0,224	0,761
P2	2	129	0,115	0,080	0,035	0,969

El dendograma de similitud basado en el índice de Bray-Curtis (Figura 95), muestra la fuerte similitud entre puntos a un nivel de comparación del 80%. Esto no es más que la expresión de los valores de distribución de las abundancias, el cual para ambos puntos hace relación al número de individuos encontrados.

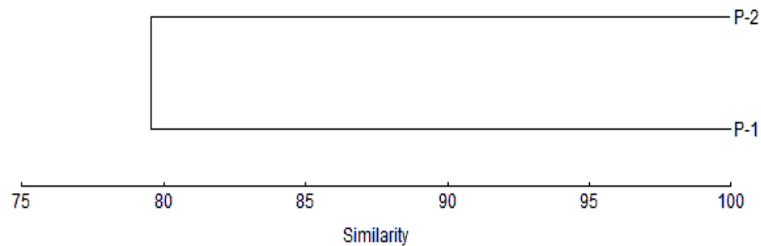


Figura 95. Dendrograma de similitud basado en el índice de Bray-Curtis para la distribución de las especies de peces por puntos en la Ciénaga de Luruaco.

Macroinvertebrados bentónicos. No se encontró este grupo de organismos en las muestras analizadas, probablemente por condiciones adversas para el establecimiento de estos organismos en los sedimentos.

6.2.3 Ciénaga de Tocagua

La Ciénaga San Juan de Tocagua, como es su nombre completo, se encuentra ubicada en el corregimiento del mismo nombre, jurisdicción del municipio de Luruaco (Alcaldía de Luruaco, 2001 En: CRA, 2012), ocupa un área de 300 hectáreas, además depende de los aportes exclusivos de la precipitación, y de las redes de arroyos que discurre de los cerros y colinas que circundan las zonas bajas o planicie de inundación de ésta misma. Se identifican los arroyos: Platanal, Guayacán e Iraca (CRA, 2012). Se caracteriza por ser un sistema acuático de geomorfología irregular y con profundidad variable y vegetación flotante densa en sus orillas. A demás recibe temporalmente y de manera mecánica aguas provenientes de la Ciénaga de Luruaco principalmente en épocas de lluvias; de igual forma este sistema acuático descarga sus aguas hacia la Ciénaga de Totumo por su extremo norte (CRA, 2012).

Características físicoquímicas. Los resultados de los análisis físicoquímicos caracterizan a la ciénaga de Tocagua con valores promedio de oxígeno disuelto de 13,36mg/L en P1 y 13,42 mg/L en P2, con valores medios de pH de 9,28 en P1 y 9,33 en P2, estos valores de pH básicos y oxígeno disuelto altos probablemente se están presentando por afloraciones de microalgas producto de sus procesos fotosintéticos.

La demanda bioquímica de la ciénaga de tocagua presenta valores por encima de los objetivos de calidad establecidos por la CRA, esto probablemente por acumulación de materia orgánica

presente en el cuerpo de agua, en parte de origen autóctono debido al desarrollo de la vegetación macrófita y por otro lado el desarrollo de actividades agropecuarias y la cercanía de la población. Esto conlleva a un aumento en el consumo de oxígeno por parte de los microorganismos presentes los cuales degradan la materia orgánica. Los valores de DQO en la Ciénaga de Tocagua son altos, posiblemente obedezcan al efecto de lavado y arrastre de compuestos mineralizados presentes en los márgenes de la ciénaga.

Los valores promedio de conductividad y sulfatos en los dos puntos, superan los valores normales de estos parámetros en aguas naturales, por lo que indica que hay un aporte de iones de tipo antrópico, que puede provenir del lavado de suelos que llegan por escorrentía a la ciénaga y al aporte de la ciénaga de Luruaco, la cual registro valores de sulfatos y conductividades altas (Figuras 96-E y 96-G).

Esta ciénaga no presenta contaminación por coliformes fecales y totales, y en promedio los valores obtenidos están dentro del rango de objetivos de calidad de la CRA. Este indicador insinúa que parte de la carga orgánica que se evidencia en la ciénaga se puede deber a fuentes autóctonas como el desarrollo de materia orgánica y la producción primaria microalgal.

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

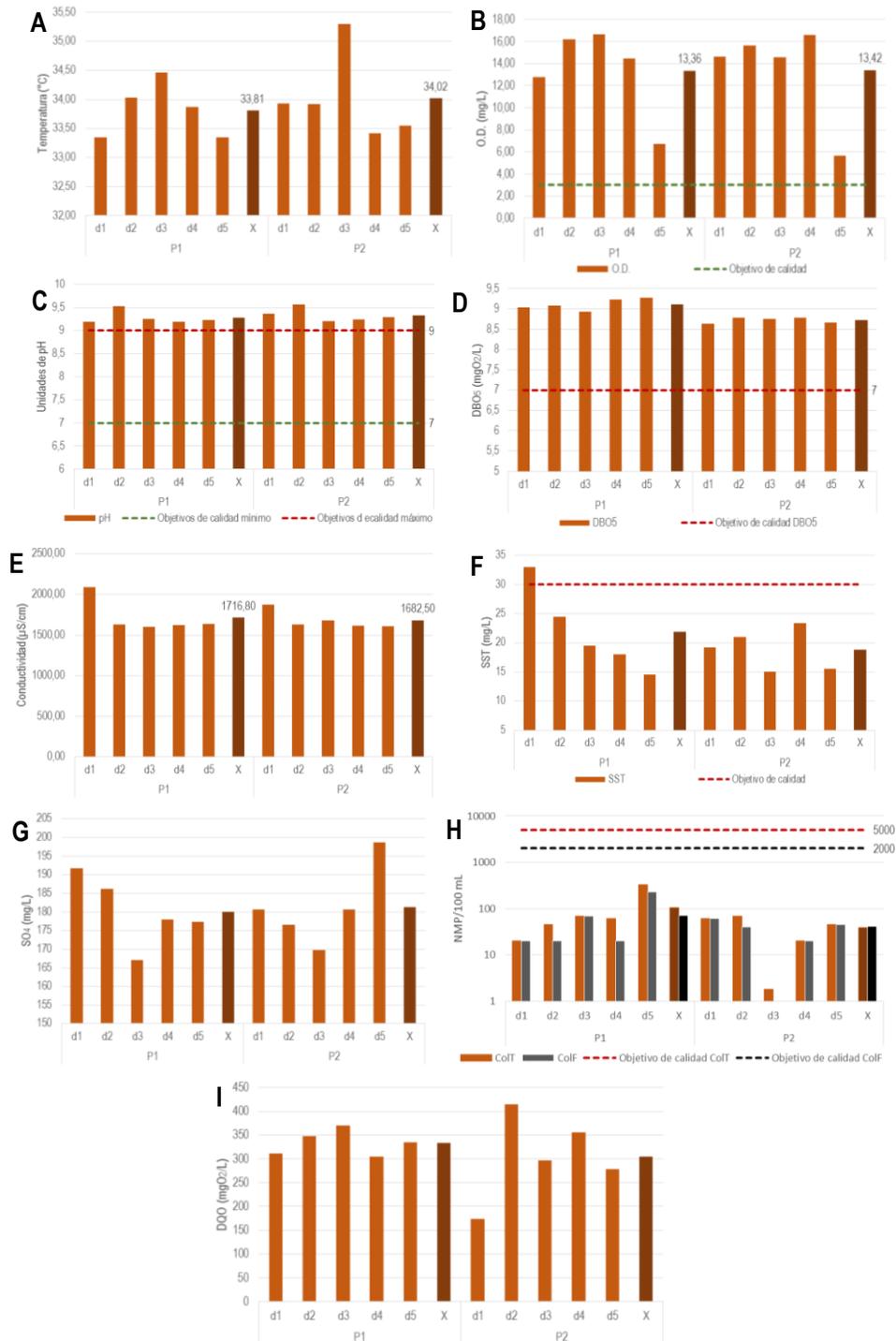


Figura 96. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Tocagua.

Índices de contaminación. La ciénaga de Tocagua según la interpretación del índice ICOpH, presenta una alta contaminación, así como el ICOMO, que cataloga al sistema dentro del rango de aguas medianamente contaminadas, probablemente por procesos de eutrofización que evidencia este cuerpo de agua. De acuerdo al ICOSUS, el sistema no registra ningún grado de contaminación (Tabla 69).

Tabla 69. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga de Tocagua.

Puntos de Monitoreo	ICOpH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,717	0,046	0,468
P2	0,752	0,036	0,466
ESCALA	INTERPRETACIÓN		
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN		
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA		
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA		
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA		
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA		

Características Hidrobiológicas.

Fitoplancton. En la Tabla 70 se consigna la clasificación taxonómica y densidades de las morfoespecies fitoplanctónicas encontradas en la ciénaga. Las cianobacterias fueron predominantes en riqueza de especies (50%) y abundancia (80%) en ambas estaciones, seguidas en densidad por las euglenas muy por encima de las clorófitas y diatomeas caracterizadas por presentar una mayor riqueza específica.

Tabla 70. Composición y abundancia relativa del fitoplancton en la Ciénaga de Tocagua.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia. elegans</i>	0,1	0,1
				<i>Arthrospira sp</i>	28,2	29,3
		Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Planktothrix sp</i>	0,4	0,3
				Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp</i>	0,3
		Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Planktolyngbya sp</i>	1,2	1,1
				<i>Dolichospermum sp1</i>	0,1	0,2
				<i>Raphidiopsis curvata</i>	48,6	47,2
				<i>Aphanizomenon sp</i>	0,9	0,6
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	1,5	1,5
				<i>Monoraphidium. convolutum</i>	0,1	0,1
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium. convolutum</i>	0,1	0,1
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus. ellipticus</i>	0,1	0,1

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
				<i>Coelastrum reticulatum</i>	0,1	0,1
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp1</i>	0,1	0,1
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma sp</i>	0,0	0,1
		Thalassiosiphales	Catenulaceae	<i>Amphora sp</i>	0,1	0,1
	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>	0,1	0,1
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena granulata</i>	16,9	18,1
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium sp</i>	1,2	0,7

La densidad poblacional del fitoplancton fue muy elevada (2979825,6 Ind/L) compatible con las halladas en sistemas eutróficos (100 a 10000 ind/ml; Margalef 1983) y son favorecidas por actividades antrópicas tales como el crecimiento urbano y agrícola realizado en sus alrededores y principales afluentes, las cuales aportan nutrientes que intensifican la producción primaria y de esa forma el grado de eutrofización así como la proliferación de cianobacterias (Figura 97) por sus capacidades morfológicas y fisiológicas (Reynolds 2006).

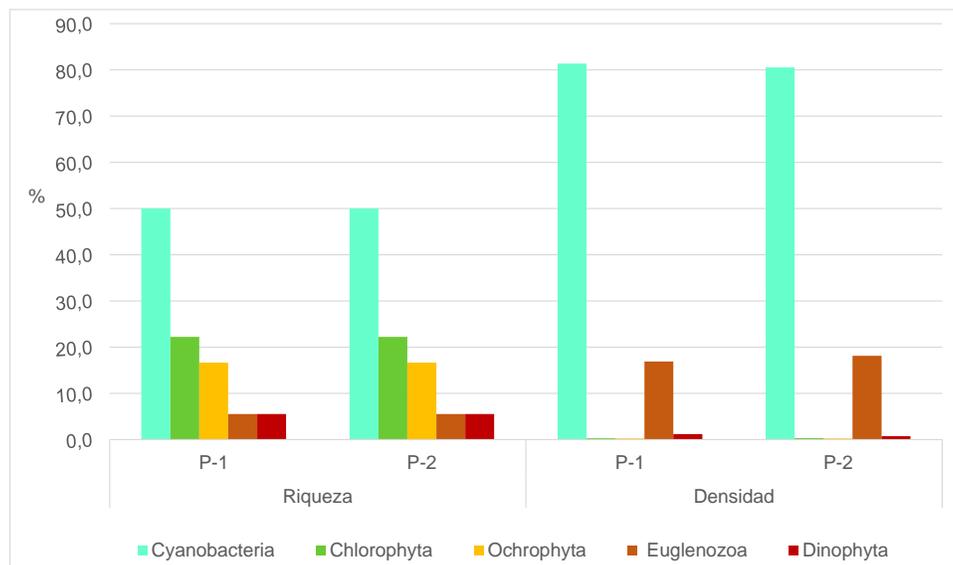


Figura 97. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Tocagua.

A nivel de morfoespecies, *Raphidiopsis curvata*, *Arthrospira sp* y *Euglena granulata* fueron las que registraron el mayor número de individuos, concentrando más del 90% de la abundancia lo cual se refleja en los índices de diversidad de la Tabla 71 que describen la ciénaga como un sistema poco diverso, con alta contaminación por materia orgánica (Roldan y Ramírez, 2008).

Tabla 71. Índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson), equidad (J') y dominancia (1-λ) para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Tocagua.

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H' (loge)	H' (log10)	λ	1-λ
P1	18	2885773,3	0,46	1,32	0,57	0,34	0,66
P2	18	3073877,8	0,45	1,30	0,56	0,34	0,66

En los sistemas eutróficos, la producción de biomasa fitoplanctónica se traduce en variaciones drásticas de oxígeno disuelto acorde con los procesos de fotosíntesis (sobresaturación) respiración (anoxia nocturna) y descomposición de materia orgánica cuando las algas, cianobacterias y macrófitos entran en etapa de senescencia generando valores altos de DBO y DQO como los encontrados en la ciénaga durante el estudio.

Zooplankton. La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 12 morfoespecies, representantes de 8 géneros, 7 familias, 5 órdenes, 3 clases y 2 phylla (Tabla 72).

Tabla 72. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplankton registradas en la Ciénaga de Tocagua en julio de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie			
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus	<i>Brachionus bidentata</i>			
					<i>Brachionus caudatus</i>			
					<i>Brachionus calyciflorus</i>			
								<i>Brachionus havanaensis</i>
								<i>Brachionus plicatilis</i>
					Epiphanidae	Epiphanes		<i>Epiphanes sp</i>
					Lecanidae	Lecane		<i>Lecane papuana</i>
Arthropoda	Maxillopoda	Flosculariaceae	Filiniidae	Filinia	<i>Filinia terminalis</i>			
		Calanoida	Diaptomidae	Notodiaptomus	<i>Notodiaptomus maracaibensis</i>			
		Cyclopoida	Cyclopidae	Mesocyclops	<i>Mesocyclops brasiliensis</i>			
				-----	Nauplio indeterminado			
		Ostracoda	Metacopina	-----	-----	Ostrácodo indeterminado		

Se registró una mayor proporción de morfoespecies de la clase Monogononta representando el 67% de la riqueza total, seguido se registro a la clase Maxillopoda con el 25% y por último ostrácoda con el 8% (Figura 98).

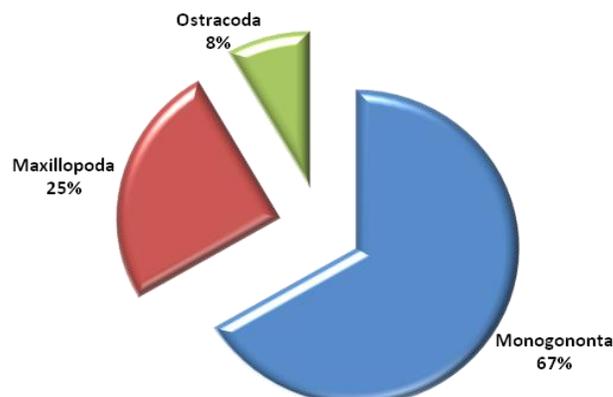


Figura 98. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga de Tocagua en julio de 2014.

Entre las especies de rotíferos registradas en la ciénaga se determinó que algunas son cosmopolitas como es el caso de *Brachionus calyciflorus* y otras son pantropicales como *Brachionus havanaensis*. Esta última fue la especie más abundante con 9676,72 Ind/L en P1 y 5380,12 Ind/L en P2 (Tabla 73). Hay que resaltar que se el 42% de las especies registradas pertenecen al género *Brachionus*, cuyas especies son conocidas por su resistencia a pH elevado y aguas abundantes en calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos, por lo que se han tomado como indicadoras de aguas altamente eutrofizadas (Roldan y Ramírez, 2008). Además, según Angeli (1976), como ya se mencionó anteriormente, la presencia simultánea de varias especies del género *Brachionus* es un buen indicio para la determinación de eutrofización de un ecosistema acuático.

Tabla 73. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Tocagua en julio de 2014.

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio	
	P1	P2
<i>Brachionus bidentata</i>	19,16	40,04
<i>Brachionus caudatus</i>	248,36	99,08
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,00	11,24
<i>Brachionus havanaensis</i>	9676,72	5380,12
<i>Brachionus plicatilis</i>	1806,96	1184,60
<i>Epiphanes sp</i>	99,72	23,44
<i>Lecane papuana</i>	4,64	0,00
<i>Filinia terminalis</i>	442,04	1683,56
<i>Notodiptomus maracaibensis</i>	2,72	0,00
<i>Mesocyclops brasiliensis</i>	21,40	28,32
Nauplio indeterminado	55,96	19,20
Ostrácodo indeterminado	23,16	0,00
Total (Ind/L)	12400,84	8469,60

Los resultados de la aplicación del índice de Bray-Curtis muestran que las estaciones monitoreadas tienen una similitud del 68.9%. No obstante, estos mismos registros, al aplicar los índices ecológicos (Tabla 74) muestran una comunidad poco diversa, con escasa riqueza y con datos de equidad bajos donde unas pocas especies poseen la mayor cantidad de organismos del ensamble.

Tabla 74. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga de Tocagua en julio de 2014.

Puntos de Monitoreo	Índices ecológicos						
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda
P1	11	12400,84	1,061	0,322	0,772	0,335	0,632
P2	9	8469,6	0,884	0,464	1,019	0,442	0,463

Perifiton. Se registró un total de 13 morfoespecies distribuidas en 3 phyla. El phylum Ochrophyta (diatomeas) agrupó 8 morfoespecies que equivalen al 61% del total de la riqueza, seguido de las Cyanobacterias con 4 morfoespecies (31%) y con un menor porcentaje las Charophytas con una morfoespecie (8%) (Figura 99).

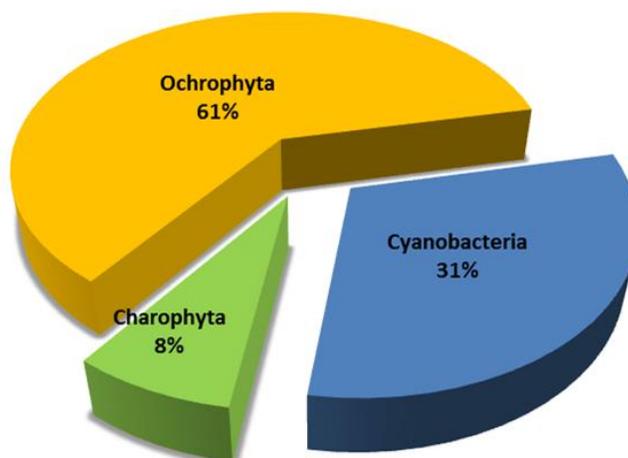


Figura 99. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton n en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Tocagua.

La distribución de la riqueza específica del perifiton en los puntos de monitoreo muestra que el phylum de las Ochrophytas agrupó el mayor número de morfoespecies, en P1 con el 75% y en P2 el 55% (Figura 100). En P1 la participación del resto de los Phyla fue baja con 1 morfoespecie para cada uno, mientras que en P2 se reportó un mayor número de morfoespecies pertenecientes al phylum de las Cyanobacterias con el 36% mientras que las Charophytas aportaron una sola morfoespecie, *Spirogyra sp* (9%).

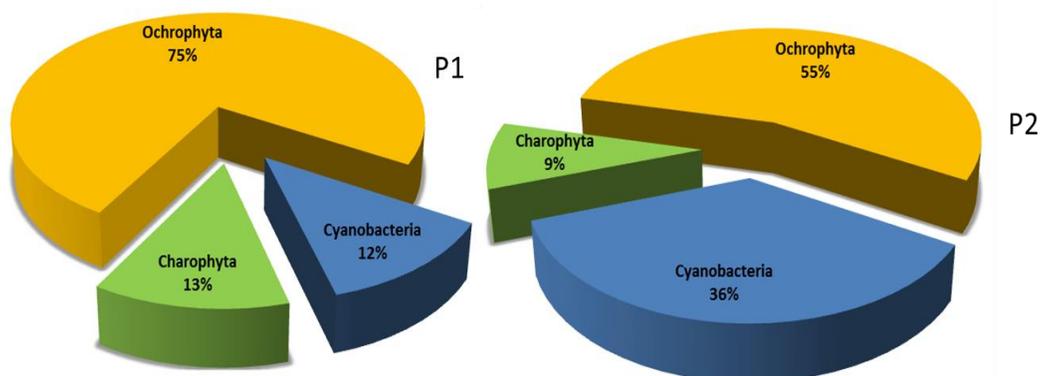


Figura 100. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Tocagua.

La densidad promedio del perifiton en los puntos de muestreo fue de 1451 Ind/cm² con valores de 1252 Ind/cm² para P1, donde el mayor aporte a la densidad fue estimado para las diatomeas (Ochrophyta) con 1024,6 Ind/cm² equivalentes al 82% de la densidad total (Figura 101). Para P1 las morfoespecies *Navicula sp*, *Eunotia sp* y *Gyrosigma sp* presentaron los mayores aportes a la abundancia total; el phylum de las Charophytas aportó el 14% del total de la densidad donde *Spirogyra sp* contribuyó con una abundancia de 170,8 Ind/cm², mientras que de las Cyanobacterias *Spirulina sp* aportó 170,8 Ind/cm². En P2 los phyla Cyanobacteria y Ochrophyta aportaron el 42% y 43% de la densidad total respectivamente y en menor proporción las Charophytas con el 17%. Entre las diatomeas la morfoespecie *Nitzschia sp1* realizó el mayor aporte a la abundancia con 284,6 Ind/cm², seguida de *Gyrosigma sp* y *Nitzschia sp2*; para las Cyanobacterias la morfoespecie *Oscillatoria sp* aportó 341,5 Ind/cm² seguida de *Crocrococcus sp* con 170,8 Ind/cm².

Dentro del perifiton los organismos de tamaño pequeño como los reportados en esta ciénaga (*Chroococcus sp*, *Navicula sp* y *Nitzschia sp2*), presentan ciclos de vida muy cortos, por ello la comunidad de algas perifíticas están renovándose constantemente en períodos muy cortos. Estudios de los patrones de colonización en el tiempo, siempre muestran a las diatomeas unicelulares de tamaños pequeños como las especies colonizadoras de los diferentes sustratos junto con algunas algas verdes, como *Scenedesmus* o pequeñas colonias redondeadas, que en poco tiempo son sustituidas por formas filamentosas y diatomeas de tamaños más grandes (Steinman, 1996; Van Dam, 2002; Vermaat, 2005).

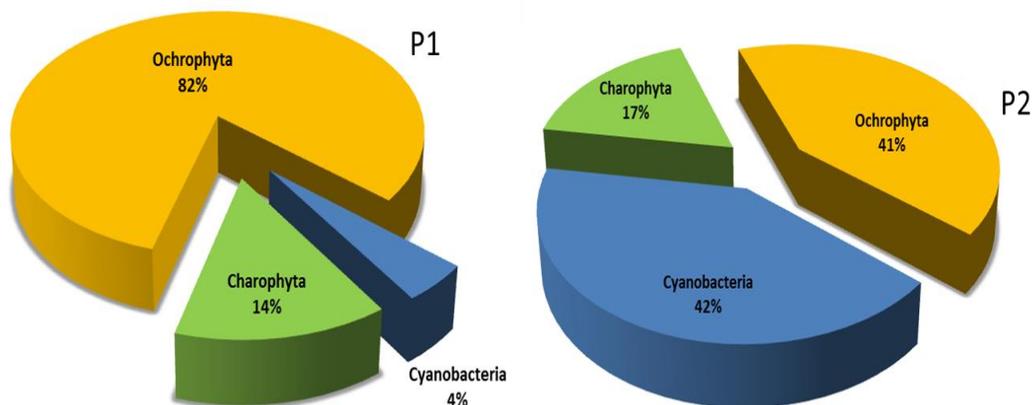


Figura 101. Distribución de la abundancia (Ind/cm²) discriminando por phylum perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Tocagua.

La comunidad perifítica de la ciénaga se caracterizó por registrar altos valores de Equidad dado por los aportes relativamente homogéneos en las abundancias de los componentes, no obstante se estimaron valores medios y modestos de diversidad H, lo cual está asociado a la baja riqueza específica. Se destaca que la mayor riqueza y diversidad estuvo asociada a P2 donde existe mayor abundancia de macrófitas que constituyen un sustrato extendido para el desarrollo de la comunidad fitoperifítica. Mientras que los sustratos de macrófitas son menos abundantes hacia P1 donde además existen mayores perturbaciones derivadas de la población de San Juan de Tocagua. Hacia P2 además, se registró el mayor aporte de cianobacterias lo que viene asociado a su capacidad competitiva, pudiendo desarrollarse mejor que otros grupos en los sectores con limitación lumínica por la presencia de macrófitas (Tabla 75).

Tabla 75. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga de Tocagua.

Puntos de Monitoreo	S	N	Equidad (J)	H'(loge)	H'(loge10)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson (1-λ)
P1	8	1252	0,944	1,96	0,8529	0,16	0,84
P2	11	1651	0,911	2,18	0,9487	0,13	0,87

Macrófitas. La vegetación acuática estuvo representada por 3 especies, 1 clase distribuidos en 1 phylum (Tabla 76). Durante el monitoreo se pudo apreciar que la ciénaga presentaba poca profundidad y una marcada presencia en gran parte del litoral de la Ciénaga de la especie *Eichhornia crassipes*.

Tabla 76. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga de Tocagua.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	% de Cobertura		Grupo	Biotipo
					P1	P2		
Magnoliophyta	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	50	100	Planophyta	Acropleustophyta
		Cyperales	Cyperaceae	<i>Eleocharis sp</i>	30		Rhizophyta	Helophyta
		Typhales	Typhaceae	<i>Typha dominguensis</i>	20		Rhizophyta	Helophyta

En P1 se registraron 3 especies donde *Eichhornia crassipes* fue la más representativa en cuanto a cobertura con el 50%, seguida de la especie *Eleocharis sp* con el 30% y con la menor cobertura *Typha dominguensis* 20%, en P2 se caracterizó por la dominancia de la especie *Eichhornia crassipes* cuya cobertura fue del 100% (Figura 102).

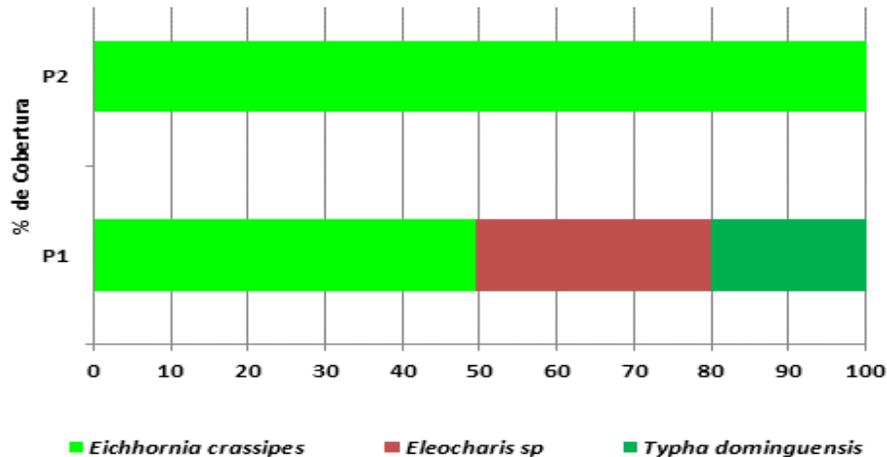


Figura 102. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga de Tocagua.

De acuerdo a los criterios morfológicos y ecológicos de la vegetación acuática y semiacuáticas estas se clasificaron según las formas de vida (biotipo) (Figura 103-A) donde se reportaron 2 grandes grupos: Rizophyths que agruparon el 67% de las especies y las Planophytas (macrófitas errantes) agruparon el 33% restantes. En cuanto a las formas de crecimiento (fisiotipo) (Figura 103-B) se reportaron 2 grupos: las Helophytas como la más representativa con el 67% y el otro grupo fue Acropleustophyta con el 33% que fue representado por la especie *E. ccrassipes*.

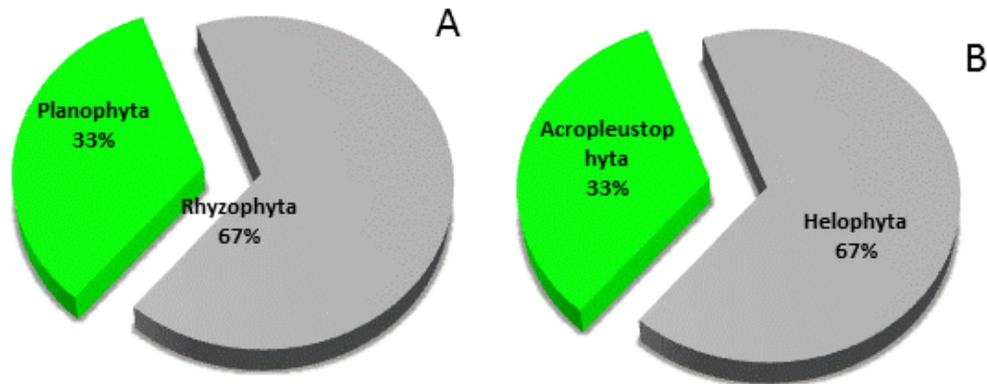


Figura 103. Grupos y Biotopos de las macrófitas en los puntos de la Ciénaga de Tocagua.

Macroinvertebrados bentónicos. Los resultados obtenidos del análisis de las muestras del bentos, muestran que solamente se encontraron 4 individuos, pertenecientes a tres géneros, dos familias y dos órdenes. Los organismos colectados fueron *Chironomus sp*, *Polymesoda sp*, y una subfamilia de los dípteros, Tanypodinae (Tabla 77); estos organismos habitan cuerpos de agua con abundante materia orgánica, y toleran condiciones adversas para otras especies.

Probablemente la pobre riqueza y abundancia de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga se debe a las condiciones fisicoquímicas adversas presentes en esta ciénaga, la cual presenta valores de pH y conductividad muy elevados, que restringen el establecimiento de estos organismos.

Tabla 77. Macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Tocagua.

Puntos de Monitoreo	Orden	Familia	Género	Número de Individuos
P1	Diptera	Chironomidae	Tanypodinae	1
	Unionoida	Hyriidae	Polymesoda sp	3
P2	Diptera	Chironomidae	Chironomus	1

6.3 CUENCA LITORAL - 1401

La Cuenca Caribe comprende una extensión de la línea de costa de 64,5 km y 106,240 hectareas aproximadamente, incluyendo la porción de la subcuenca de la Ciénaga de Mallorquín en el Departamento del Atlántico y los municipios de Santa Catalina, Clemencia y una parte del Distrito de Cartagena de Indias en el Departamento de Bolívar. El área en ordenación se ubica en la zona norte y noreste del Departamento del Atlántico, definida por extensiones importantes de los municipios de Puerto Colombia, Tubará, Juan de Acosta, Piojó, Luruaco y algunas porciones de los municipios de Usiacurí y Repelón y en la zona norte del Departamento de Bolívar, el cual incluye importante territorio de los municipios de Santa Catalina, Clemencia y una parte del Distrito de Cartagena de Indias (CRA & CORMAGDALENA, 2011).

6.3.1 Ciénaga del Totumo

Según la CRA (2007), la Ciénaga del Totumo considerada un ecosistema estratégico, posee un área aproximada de 1.200 hectáreas. El 95% de su superficie se encuentra en jurisdicción del Departamento del Atlántico y entre un 5% a 6% se encuentra en jurisdicción del Departamento de Bolívar. Paradójicamente las zonas de alto riesgo se dan en poblados y asentamientos del Departamento de Bolívar, como Pueblo Nuevo y Loma Arena, ya que en jurisdicción del Atlántico no hay asentamientos humanos establecidos en el margen de la ciénaga, sin embargo, enfrenta problemáticas como: La apropiación de las rondas, la retención y canalización de los arroyos con fines particulares para utilizarlas en el pastoreo extensivo en aguas bajas, además la retención de caudales de los arroyos disminuye el aporte de agua al ecosistema; la pérdida de cobertura vegetal debido a la intensa deforestación en la parte alta de la cuenca que deja al descubierto la capa vegetal que es arrastrada por la lluvia y el viento, aumentando el aporte de sedimentos al cuerpo de agua, disminuyendo su capacidad hidrobiológica; contaminación, utilización de prácticas ilícitas de pesca; actividades como la ganadería extensiva que inciden negativamente por uso de prácticas inadecuadas de mecanización del suelo, la adición de agroquímicos, la carencia de tecnificación, el sobrepastoreo y la predación de la avifauna han incrementado el deterioro del ecosistema; el vertimiento de las aguas servidas que llegan mediante arroyos desde las poblaciones de Bolívar; y el más grave de todos, es que el cerramiento del canal natural que la comunica con el mar, desestabilizó el equilibrio hidrobiológico de ecosistema y disminuyó la oferta ambiental. Finalmente, la erosión de los suelos al norte y al oriente del cuerpo de agua, que entre otras cosas son suelos con poca materia orgánica, debido al sobrepastoreo extensivo, que embrocó los suelos.

Características físicoquímicas. Los valores promedio de la conductividad en este sistema para el punto P1 es de 4341,28 uS/cm y 3755,24 uS/cm en P2, se consideran altos al igual que lo encontrado con los sulfatos con valores promedio de 428,02 mg/L en P1 y 419,20 mg/L en P2. La

carga iónica y la concentración de sulfatos es una característica de la ciénaga, que a hace pensar en un tensores contaminantes, sin embargo debe tenerse en cuenta la relación que existe con la naturaleza geoquímica del ambiente costero y la actividad diapírica que pueden aportar un importante contenido ionico y sulfatos.

Este cuerpo de agua además se caracteriza por presentar valores de pH básicos con promedio en los dos sectores monitoreados cercanos a 9 unidades, siempre dentro del los limites establecidos como objetivo de calidad para los cuerpos de agua de la cuenca a la que pertenece esta ciénaga. Se registra un alto contenido de oxígeno disuelto con promedios de 11.87 mg/L y 12.15 mg/L en los puntos P1 y P2 respectivamente, lo cual corresponde a concentraciones de sobresaturación para el sistema, insinuando una amplitud significativa en la concentración entre el día y la noche, siendo las poblaciones microalgales una de las principales fuentes de esta gas con una concentración alta para la ciénaga registrando una media superior a los 100000 ind/L. No obstante debe tenerse en cuenta el oxígeno que entra debido a la turbulencia que producen los fuertes vientos que caracterizan la ciénaga, sobre todo en horas de la tarde, lo cual implica un subsidio que contribuye a la capacidad de autodepuración del sistema y reduciría por lo tanto las diferencias entre horas diurnas y las nocturnas o crepusculares.

Los valores de DBO₅ y DQO evidencian que hay cierta contaminación por materia orgánica en el sistema, con valores promedio de 6.74 mg/L y 199.03 mg/L respectivamente. Es posible que la materia orgánica proceda de un origen autóctono propio de un sistema eutrofizado, en el que existe gran producción primaria a partir del desarrollo de microalgas y vegetación macrófita. No obstante, existe una carga adicional de materia orgánica y nutrientes que contribuye directa e indirectamente en la carga orgánica del sistema, proveniente de las escorrentías y arroyos temporales que introducen las aguas con su contenido contaminante recogido durante su recorrido en el que se desarrollan diversas actividades como la ganadería y la agricultura.

Los sólidos suspendidos registraron en promedio para los dos sectores monitoreados más de 50 m/L, superando el valor sugerido como objetivo de calidad para los cuerpos de agua de la cuenca Litoral Caribe. Atendiendo a la época del muestreo, se estima que los sólidos suspendidos totales no son producto directo de la entrada de vertimientos o la escorrentía, más bien obedece a la remoción producida por la turbulencia generada con los vientos que dominan el sector y la escasa profundidad derivada de la sequía extrema.

Precisamente la ausencia de escorrentías en esta época favorece la calidad microbiológica del agua, puesto que esta carga contaminante se debe en buena medida a los aportes externos, de aquí que en este período no se presentó gran concentración de coliformes fecales y totales, registrando valores inferiores a los 1000 NMP/100 mL (Figura 104-H).

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO



Figura 104. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga del Totumo.

Índices de contaminación. En los resultados de los índices de contaminación se observa que para el ICOSUS la ciénaga del Totumo no evidencia contaminación alguna, sin embargo para los índices ICOpH existe una baja contaminación probablemente por los valores de pH básicos que registra el sistema, y el ICOMO que presenta una contaminación media para el sistema probablemente por la gran cantidad de materia orgánica en parte de origen autóctono (Tabla 78).

Tabla 78. Valores de índices de contaminación en la Ciénaga del Totumo.

Puntos de Monitoreo	ICOpH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,368	0,146	0,508
P2	0,327	0,137	0,519
ESCALA	INTERPRETACIÓN		
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN		
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA		
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA		
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA		
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA		

Características Hidrobiológicas. El fitoplancton presentó una riqueza taxonómica de 42 morfoespecies, distribuidas en 6 divisiones, 8 clases, 15 órdenes, 22 familias y 35 géneros; las clorófitas, cianobacterias y ocrofitas reportaron el mayor número de taxa (Tabla 79).

Tabla 79. Clasificación taxonómica del fitoplancton en la Ciénaga de Totumo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Merismopedia punctata</i>	0,02	0,01
				<i>Chroococcus sp</i>	0,94	1,06
			Microcystaceae	<i>Microcystis sp</i>	0,08	0,04
			Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria aponina</i>	3,28	3,31
			Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp</i>	0,10
		Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Planktolyngbya sp</i>	10,34	10,21
			<i>Pseudanabaena catenata</i>	4,99	4,56	
			<i>Raphidiopsis curvata</i>	53,91	54,87	
			<i>Anabaenopsis sp</i>	0,54	0,50	
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Aphanizomenon sp</i>	0,87
			<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	2,54	2,76	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium contortum</i>	0,46	0,26
				<i>Mo. komarkovae</i>	0,39	0,31
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	0,75	0,62

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
				<i>ellipticus</i>		
				<i>Desmodesmus</i>	0,72	0,46
				<i>communis</i>		
				<i>Coelastrum</i>	0,84	0,90
				<i>reticulatum</i>		
				<i>Crucigenia</i>	0,08	0,14
				<i>tetrapedia</i>		
				<i>Cr rectangularis</i>	0,63	0,63
				<i>Tetrastrum sp</i>	0,64	0,43
				<i>Pediastrum duplex</i>	0,59	0,47
			Hydrodictyceae	<i>P.tetras</i>	0,71	0,65
				<i>T. minimum</i>	0,33	0,13
				<i>Mic quadrisetum</i>	0,06	0,06
			Chlorellaceae	<i>Mic. bornhemiense</i>	0,10	0,00
				<i>Dictyosphaerium sp</i>	0,63	0,56
		Chlorellales		<i>Actinastrum sp</i>	1,26	1,14
	Trebouxiophyceae			<i>Oocystis sp1</i>	0,97	0,91
				<i>Oocystis sp2</i>	1,07	1,05
			Oocystaceae	<i>Oocystis sp3</i>	0,80	0,75
				<i>Planctonema sp</i>	0,18	0,22
		Trebouxiales	Botryococcaceae	<i>Dichotomococcus sp</i>	0,18	0,14
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium parvulum</i>	0,38	0,27
			Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp1</i>	0,18	0,11
	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp1</i>	0,94	1,27
				<i>Nitzschia sp2</i>	0,81	0,99
Ochrophyta		Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>	0,50	0,58
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp</i>	0,32	0,35
	Coscinodiscophyceae	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros sp</i>	7,38	7,83
		Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	0,13	0,14
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomona sp</i>	0,13	0,00
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus. sp</i>	0,00	0,12
			Euglenaceae	<i>Euglena sp</i>	0,22	0,26

El número de individuos fitoplanctónicos fue alto en los dos puntos de muestreo, con más de 100000 Ind/L, que indica un estado eutrófico (Margalef, 1983). En la Figura 105 se presenta la proporción de las taxa y los porcentajes de abundancia por grupo taxonómico en cada estación en ella se puede apreciar que las algas verde azules fueron las más abundantes con el 77,9% de los individuos seguida por las diatomeas y las clorófitas con el 10,62% cada una.

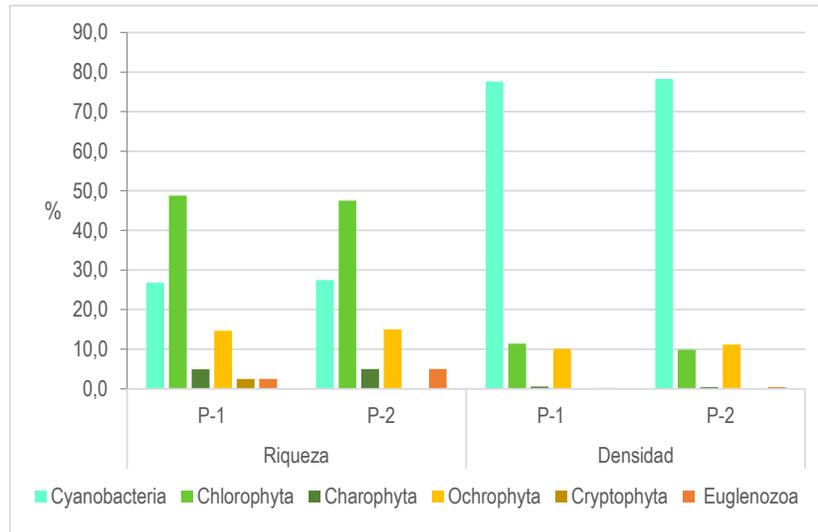


Figura 105. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Totumo.

A nivel de morfoespecies, las taxa más representativas del monitoreo fueron las cianobacterias *Raphidiopsis curvata*, *Planktolyngbya sp*, *Pseudoanabaena sp* y la diatomea *Chaetoceros sp*. Las tres primeras especies han sido reportadas formando asociaciones frecuentes y en alta densidad en sistemas eutroficados (Zalocar de Dimitrovic y Forastier, 2006) mientras *Chaetoceros* es indicadora de los orígenes estuarinos de la ciénaga.

El comportamiento espacial del fitoplancton reportó una similitud del 96,8% (índice de Bray Curtis). Los índices de diversidad (Tabla 80) obtuvieron valores parecidos que catalogan la ciénaga como un sistema medianamente contaminado (Roldan y Ramírez, 2008) revelando aumento en la concentración de materia orgánica, proveniente de fuentes aloctonas (aguas residuales urbanas) y autóctonas (fitoplancton, macrófitos y otros residuos vegetales entre otras).

Tabla 80. Índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson), equidad (J') y dominancia (1-λ) para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Totumo.

Puntos de Monitoreo	Taxa	Ind/L	J'	H' (loge)	H' (log10)	λ	1-λ
P1	41	521440,7	0,54	2,00	0,87	0,31	0,69
P2	40	532239,7	0,53	1,94	0,84	0,32	0,68

Zooplancton. La comunidad zooplanctónica estuvo conformada por 18 morfoespecies pertenecientes a 12 géneros, 11 familias, 5 órdenes, 3 clases y 2 phylla (Tabla 81).

Tabla 81. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga del Totumo en junio de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie	
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus	<i>Brachionus bidentata</i>	
					<i>Brachionus calyciflorus</i>	
					<i>Brachionus caudatus</i>	
					<i>Brachionus havanaensis</i>	
					<i>Brachionus plicatilis</i>	
					<i>Keratella americana</i>	
			Keratella	<i>Keratella tropica</i>		
				Synchaetidae	Polyarthra	<i>Polyarthra vulgaris</i>
			Epiphaniidae	Epiphanes	<i>Epiphanes macroura</i>	
			Asplanchnidae	Asplanchna	<i>Asplanchna herricki</i>	
			Trichocercidae	Trichocerca	<i>Trichocerca</i> sp	
			Flosculariaceae	Filinidae	Filinia	<i>Filinia terminalis</i>
				Moinidae	Moina	<i>Moina micrura</i>
Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	Diaphanosoma	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		
		Daphniidae	Ceriodaphnia	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>		
Arthropoda	Calanoida	Diaptomidae	Notodiaptomus	<i>Notodiaptomus maracaibensis</i>		
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Mesocyclops	<i>Mesocyclops brasiliensis</i>	
Nauplio indeterminado						

Los rotíferos (clase Monogononta) constituyeron el mayor porcentaje de especies, representado el 66.67% de la riqueza registrada. La gran mayoría de estos organismos se caracteriza por vivir en aguas continentales, colonizando ecosistemas con diferentes condiciones ambientales. Por su parte, la clase Branchiopoda, que agrupa a los cladóceros, y la clase Maxillopoda, en la cual se encuentran los copépodos, conformaron individualmente el 16,67% de la riqueza (Figura 106).

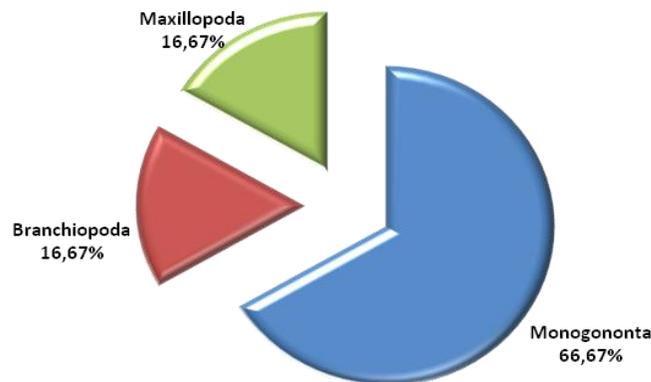


Figura 106. Riqueza de zooplancton por clase en la Ciénaga del Totumo en junio de 2014.

Se registró un total de 469.72 Ind/L y 437.52 Ind/L en P1 y P2 respectivamente (Tabla 82), lo que arroja una similitud (índice de Bray-Curtis) entre estaciones de más del 85%, siendo más abundantes algunas especies del género *Brachionus* que poseen alta tolerancia a cambios en variables fisicoquímicas como el pH y el oxígeno disuelto, entre otras.

Además, en los dos puntos de monitoreo se registró una representación importante de copépodos en fase de desarrollo nauplio, con respecto a las formas adultas. Sartori *et al.*, (2009) indican que la alta densidad de nauplios en relación con los copépodos adultos puede ser un indicador de una alta tasa de mortalidad durante las diferentes etapas de desarrollo de estos organismos.

Tabla 82. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga del Totumo en junio de 2014.

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio	
	P 1	P 2
<i>Brachionus bidentata</i>	0,67	2,02
<i>Brachionus calyciflorus</i>	50,93	49,47
<i>Brachionus caudatus</i>	0,67	0,00
<i>Brachionus havanaensis</i>	39,58	50,45
<i>Brachionus plicatilis</i>	84,68	110,00
<i>Keratella americana</i>	13,76	23,18
<i>Keratella tropica</i>	1,10	0,59
<i>Polyarthra vulgaris</i>	0,00	1,20
<i>Epiphanes macroura</i>	47,83	26,71
<i>Asplanchna herricki</i>	1,93	0,30
<i>Trichocerca</i> sp1	1,27	0,84
<i>Filinia terminalis</i>	3,36	4,80
<i>Moina micrura</i>	45,14	29,89
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	5,32	2,96
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	5,79	6,45
<i>Notodiptomus maracaibensis</i>	24,28	20,90
<i>Mesocyclops brasiliensis</i>	53,94	26,33
Nauplio indeterminado	89,47	81,41
Total (Ind/L)	469,72	437,52

Los resultados de los índices ecológicos demuestran que en la Ciénaga del Totumo no hay diferencias entre los puntos monitoreados, lo que quiere decir que este cuerpo de agua se comporta como un sistema homogéneo donde las aguas están mezcladas uniformemente, lo que proporciona condiciones similares en todas sus zonas para el desarrollo de la comunidad zooplanctónica (Tabla 83).

Tabla 83. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga del Totumo en junio de 2014.

Puntos de Monitoreo	Índices ecológicos						
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda
P1	17	469,72	2,601	0,793	2,248	0,976	0,124
P2	17	437,5	2,631	0,773	2,192	0,952	0,141

Perifiton. El perifiton estuvo compuesto por 21 morfoespecies distribuidas en 5 phyla. Las Ochrophytas (diatomeas) aportaron la mayor riqueza con 11 morfoespecies (52%), seguidas de las Cyanobacterias con 5 morfoespecies (24%). Las Chlorophytas aportaron 3 morfoespecies (14%) y el resto de los phyla estuvieron representados por una morfoespecie (5%) cada una (Figura 107).

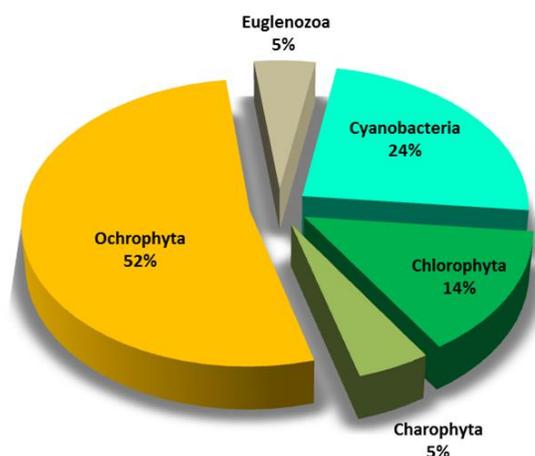


Figura 107. Distribución de la riqueza por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Totumo.

La distribución de morfoespecies del perifiton en los puntos de muestreo mostró que en P1 se registraron 10 morfoespecies de las cuales 8 (80%) pertenecen a las diatomeas (Ochrophytas) y el 20% restante (2 morfoespecies) pertenecen a las Cyanobacterias. En P2 se registró una mayor riqueza con 16 morfoespecies, de las que Ochrophyta agrupó el 50% de las taxa seguido de las Cianobacterias con el 32%; el resto de phyla estuvieron representadas por una morfoespecie (6%) cada uno (Figura 108).

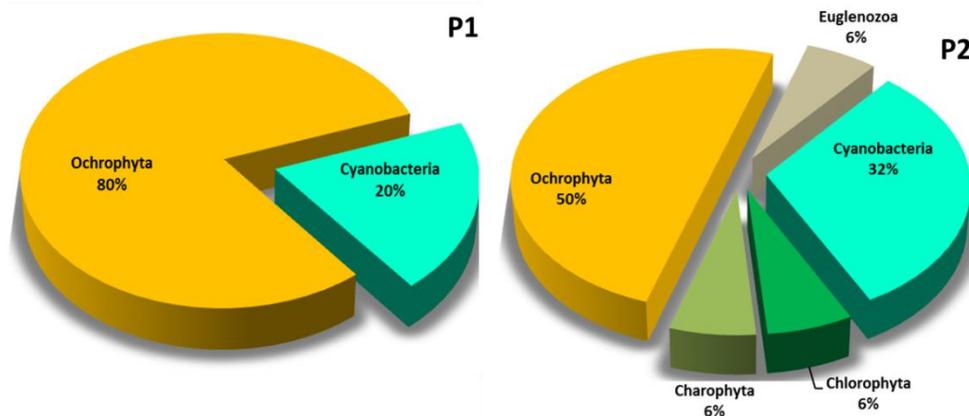


Figura 108. Distribución de la riqueza específica discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Totumo.

La densidad promedio del perifiton fue de 1709 Ind/cm² con valores entre 1285 Ind/cm² (P1) y 2132 Ind/cm² (P2). En P1 las diatomeas aportaron el 84% del total de la densidad (Figura 109), donde *Navícula* sp1 reportó la mayor abundancia con 383 Ind/cm² y *Gyrosigma* sp 219 Ind/cm², seguida de la Cyanobacteria *Oscillatoria* sp con 191 Ind/cm² (16%). En P2 las Ochrophytas aportaron el 52% de la abundancia total y las mayores abundancias fueron estimadas para las morfoespecies *Navícula* sp2 con 273 Ind/cm² y *Gomphonema* sp2 con 191 Ind/cm². Gomphonema junto con algunas especies del género *Nitzschia* se reconocen como indicadores de enriquecimiento orgánico dado que son heterótrofas de nitrógeno (Lowe, 1974 en Wehr & Sheath, 2003). En P2 las Cyanobacterias aportaron el 35% de la abundancia total y las mayores densidades se estimaron para las morfoespecies *Oscillatoria* sp, *Anabaena* y *Merismopedia* sp.

De acuerdo con Rodríguez & Bicudo (2001), las perturbaciones causan grandes cambios en la comunidad perifítica, aquellas con baja o moderada intensidad promueven el surgimiento de nuevos taxones, así como la sustitución de otros. Así, los gradientes en la calidad del agua en la ciénaga pueden dar lugar a cambios apreciables en la estructura de la comunidad perifítica que en este caso difiere en composición y abundancia entre los puntos monitoreados. Es probable que los cambios en la conductividad representen el tipo de perturbación que propicia los cambios en la composición observada, siendo uno de los factores de mayor variabilidad y que pueden imponer límites fisiológicos a los organismos.

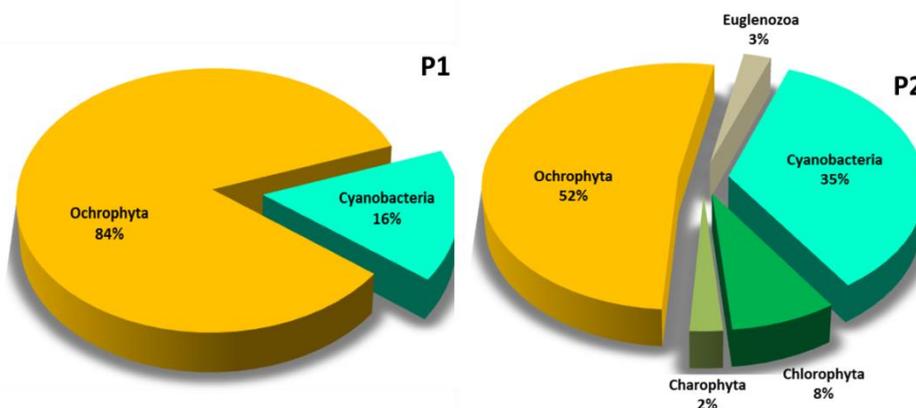


Figura 109. Distribución de la abundancia (Ind/cm²) discriminando por phylum del perifiton en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Totumo.

Los índices biológicos de la comunidad fitoperifítica en la Ciénaga del Totumo muestran una estructura de diversidad media con equidad relativamente alta (Tabla 84). No se encontraron organismos altamente dominantes, por lo que no se esperarían condiciones extremas en la ciénaga, adicionales a las que proporciona su estado trófico. Debe aclararse que estas comunidades están compuestas por organismos que tienen ciclos de vida muy cortos y que además en estados avanzados de sucesión generan matrices con microcondiciones que determinan las características del ensamblaje bajo una interfase que es más independiente de las condiciones del medio que durante fases tempranas de sucesión, por lo tanto su estructura, asociada a los sustratos naturales, puede tener dificultades cuando se trata de utilizar como fuente de bioindicación. No obstante, pueden realizarse acercamientos, en este caso, se estima que la conductividad podría ser el factor dominante en los cambios de la estructura perifítica, sin descartar otros factores como el desarrollo de la vegetación macrófita que constituye el principal sustrato.

Tabla 84. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo monitoreados en la Ciénaga del Totumo.

Puntos de Monitoreo	S	N	Equidad (J)	H'(loge)	H'(loge10)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson (1-λ)
P1	10	1285	0,888	2,04	0,8877	0,16	0,84
P2	18	2132	0,935	2,7	1,1731	0,08	0,92

Macrófitas. La vegetación de macrófitas en la ciénaga estuvo representada por 9 especies, 2 clases distribuidas en un phylum, las familias mejores representadas en cuanto al número de especies fueron Areceae y Poaceae con 2 taxa cada una (Tabla 85).

Tabla 85. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga del Totumo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	% de Cobertura		Grupo	Biotipo
					P1	P2		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Scrophulariales	Lentibulariaceae	<i>Utricularia foliosa</i>	19,2	0	Planophyta	Mesopleustophyta
	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	17,6	26,4	Planophyta	Acropleustophyta
	Liliopsida	Alismatales	Areceae	<i>Pistia stratiotes</i>	6,4	0	Planophyta	Acropleustophyta
	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	9,6	21,6	Planophyta	Acropleustophyta
	Magnoliopsida	Nymphaeales	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea sp</i>	12	0	Rhizophyta	Ephydata
	Liliopsida	Cyperales	Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	0	8	Rhizophyta	Helophyta
	Liliopsida	Cyperales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	4,8	0	Rhizophyta	Helophyta
	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Typha dominguensis</i>	30,4	40	Rhizophyta	Helophyta
	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomesa sp</i>	0	4	Rhizophyta	Helophyta

El punto de muestreo P1 agrupó 7 especies de ellas las de mayor importancia en cuanto al la cobertura fueron *Typha dominguensis* con el 30,4% seguida de *Utricularia foliosa* con el 19,2% y *Eichhornia crassipes* con el 17,6%, estas se ubicaron en la zona limnetica. Hacia P2 se presentó una mayor cobertura de la especie *Typha dominguensis* con el 40% de cobertura, seguida de *E. crassipes* con el 26,4% y *Ludwigia helminthorrhiza* con el 21,6% (Figura 110).

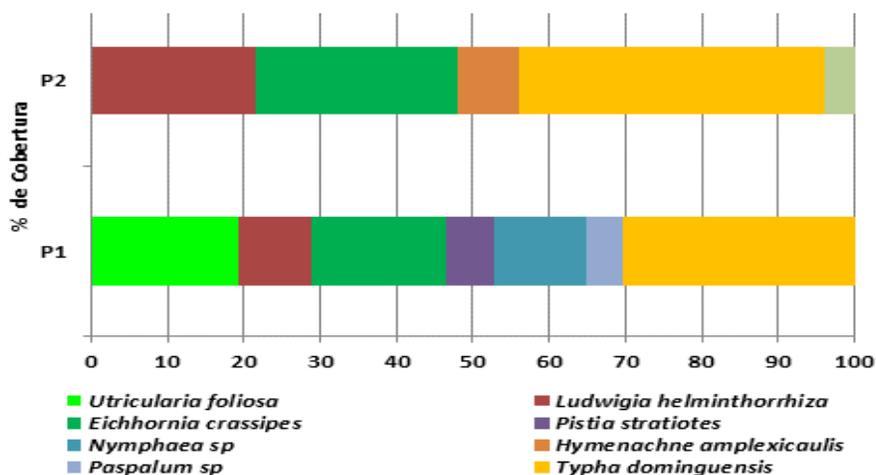


Figura 110. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga del Totumo.

De acuerdo a la forma de vida de la vegetación acuática el grupo mejor representado en los puntos de muestreo fue el de las Rhyzophytas con el 56% seguida del grupo de las Planophytas con el 44% y el biotipo de las Helophytas agruparon el 45% del total de especies seguidas de las Acropleustophytas con el 33%, el resto de biotopos agruparon el 11% cada una.

Ictiofauna. La composición íctica estuvo representada por 401 individuos pertenecientes a cuatro (4) especies agrupadas en igual número de órdenes como de familias, donde Perciformes fue el grupo más representativo tanto en abundancia como en biomasa y domina en número de especies sobre los Characiformes (Tabla 86).

Tabla 86. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga El Totumo época seca junio-julio del 2014

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P-1	P-2	Total
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Roeboides dayii</i>	10	1	11
		<i>Andinoacara pulcher</i>	27	72	99
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i>	150	133	283
		<i>Oreochromis niloticus</i>		8	8

Las abundancias relativas estuvieron dominadas por la familia Cichlidae con 390 individuos pertenecientes a tres especies *Andinoacara pulcher* (mojarra azul), *Caquetaia kraussii* (mojarra amarilla) y *Oreochromis niloticus* (mojarra lora), estas especies son propias de sistemas eutrofizados y fuertemente intervenidos antrópicamente. Los pescadores de este sector aprovechan de forma permanente la oferta de estos cíclidos para su autoconsumo y comercialización a nivel local. Sin embargo la riqueza de especies puede llegar a ser más representativa si se realizan monitoreos con mayor frecuencia en el año, esto corroborado por los pescadores de la región los cuales manifiestan que existen en esta ciénaga más especies entre las cuales figuran el moncholo, el chipe, el coroncoro, la cachama negra y hasta la anguila de agua dulce, al igual que especies de carácter eurihalino como la liza, robalo, el chivo mapale y el lebranche entre otras, las cuales se han diezmado debido a la interrupción del canal que comunicaba esta ciénaga con el mar. Las abundancias y las riquezas se pueden apreciar en la Figura 111.

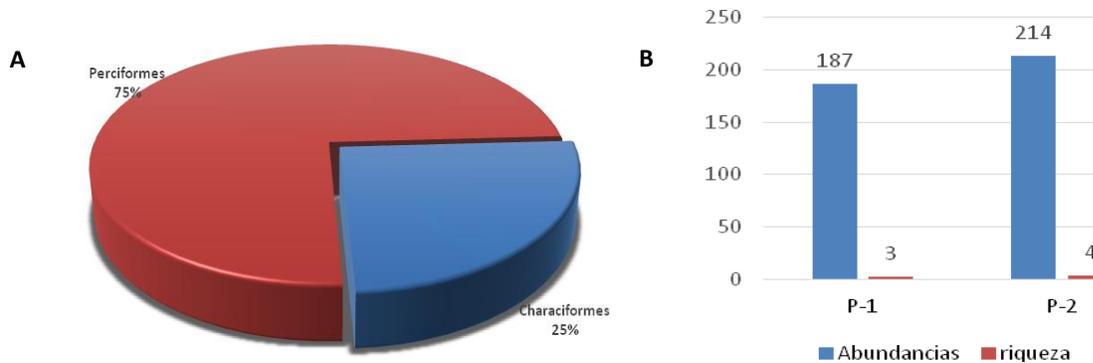


Figura 111. A) Distribución de las especies según los órdenes encontrados en la Ciénaga del Totumo. B) Abundancias y riquezas por punto en la Ciénaga del Totumo.

De las especies registradas, *C. kraussii* representa la mayor parte de la biomasa capturada, con el 68,4% del peso registrado. Esta especie además representó el 71% de la abundancia relativa en número, destacándose como la especie dominante en el sistema (Figura 112). La dominancia de *C. kraussii* posiblemente está relacionada con sus capacidades competitivas, ya que es una especie fuertemente territorialista, presenta cuidado parental y es resistente a la contaminación. De acuerdo con Ramírez y Viña (1998), esta especie tolera ambientes con un porcentaje de saturación de oxígeno entre el 5% y la anoxia, siendo los ambientes eutróficos con abundante materia orgánica y mineralizada su condición ambiental preferida.

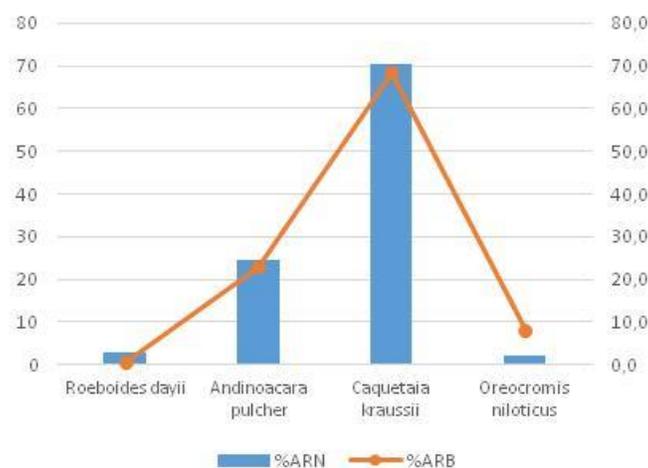


Figura 112. Porcentajes de biomasa y abundancia relativa por especies.

El ensamblaje presentó una alta dominancia y baja riqueza específica, dando como resultado valores muy bajos de diversidad H' , donde la composición de la fauna íctica se encuentra mejor distribuida en P2, posiblemente por las diferencias estructurales y de profundidad en relación con P1 el cual se encuentra ubicado en el centro de la ciénaga, sector caracterizado por ser más profundo y al mismo tiempo con poca interacción con los demás microhabitats de la ciénaga, en los cuales su zona litoral abunda vegetación flotante y presencia de mangle (Tabla 87).

Tabla 87. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga del Totumo.

Estaciones	S	N	J'	$H' (\log e)$	$H' (\log 10)$	Dominancia λ
P-1	3	187	0,558	0,613	0,266	0,667
P-2	4	214	0,584	0,810	0,352	0,501

Macroinvertebrados bentónicos. Se registro un total de 1680 individuos pertenecientes a los géneros pomácea y malanoides , los dos pertenecientes al orden mesogastropoda, en P1 se registro el mayor numero de individuos 1561 y un 93% de los organismos colectados, y en P2 119 individuos equivalente al 7% (Tabla 88 y Figura 113).

El género Melanoides es un gasterópodo dioico de reproducción rápida y partenogénico y con capacidad vivípara u ovovivípara, por ello fácilmente ha colonizado diferentes cuerpos de agua con relativa facilidad, desplazando a otros moluscos, aunque se alimentan de microalgas y plantas acuáticas, en algunas ocasiones pudiera comportarse como detritívoro. Además, tiene un alto poder competitivo, (Lannacone & Alvariño, 1999). Esta alta capacidad de adecuación y dispersión en diferentes tipos de ambientes para el género Melanoides lo hacen tener una amplia distribución en los cuerpos de agua.

Tabla 88. Macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga del Totumo.

Puntos de Monitoreo	Orden	Familia	Género	Número de Individuos
P1	Mesogastropoda	Ampullaridae	<i>Pomacea</i>	2
		Thiaridae	<i>Melanoides</i>	1559
P2	Mesogastropoda	Ampullaridae	<i>Pomacea</i>	1
		Thiaridae	<i>Melanoides</i>	118

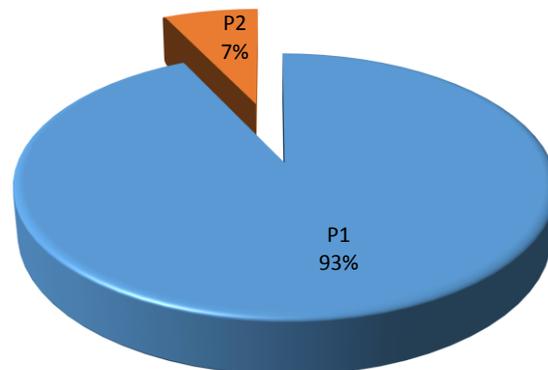


Figura 113. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por puntos de muestreo en la Ciénaga del Totumo.

6.3.2 Ciénaga Los Manatíes.

Ubicada en la cuenca litoral, es un cuerpo de agua que se caracteriza por las siguientes condiciones:

Características fisicoquímicas (Figura 114). La Ciénaga Los Manatíes presenta valores promedio de oxígeno disuelto entre 5.81 mg/mL y 6.81 mg/L en los puntos P1 y P2 respectivamente, lo cual se encuentra dentro de lo normal para el establecimiento de la vida acuática.

Los valores de DBO₅ y DQO se consideran altos con promedio general de 15.08 mg/L y 188.87 mg/L respectivamente. El alto contenido de materia orgánica que sugieren estos valores puede estar asociado al carácter de este tipo de sistemas en los que los detritus aportados por los afluentes continentales, en este caso las escorrentías y los productos de descomposición del material vegetal principalmente el manglar constituyen una de las principales y más abundantes fuentes de energía, y que por esa misma abundancia y la dinámica que mantienen de exportación de energía hacia el ecosistema marino los convierte en uno de los sistemas más productivos. De acuerdo con la CRA-INVEMAR (2005), los alrededores de la ciénaga de Manatíes, junto con Balboa y Mallorquín, son los sectores que registran las mayores coberturas de manglar en el departamento.

Se registraron valores de pH con tendencia a la basicidad, cuyos promedios fueron de 8.73 en P1 y 8.78 en P2, lo cual responde a la influencia del ecosistema marino y la naturaleza geoquímica del terreno, mostrando estabilidad en la distribución cuando se comparan los registros diarios. De ahí se deduce una alta capacidad de amortiguación, lo cual es propio de las aguas costeras.

La conductividad es elevada, con valores promedio de 87786.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 y 88210 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P2. La alta conductividad por un lado está relacionada directamente con la composición iónica y la influencia de las aguas marinas, sin embargo en el mar la conductividad suele estar alrededor de 50000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que insinúa que la ciénaga de los Manatíes se encuentra en un período de balance hídrico negativo en el que la alta evaporación es superior a las entradas naturales de agua, particularmente las escorrentías continentales que ayudan a diluir las sales del sistema. Tal circunstancia es propiciada por la sequía extendida; tal aumento en la conductividad por estar relacionada con la cantidad de sales disueltas podría en determinado momento representar un factor limitante para la vida acuática, particularmente por su incidencia en los procesos de osmoregulación.

Asociada a la conductividad se registraron concentraciones promedio muy altas de sulfatos, con valores de 4550 mg/L en P1 y 4484.20 mg/L, que representan la influencia del medio marino, en el que los sulfatos pueden llegar a representar alrededor del 7% de la composición.

Los sólidos suspendidos totales tuvieron concentración promedio de 56.65 mg/L en el punto P1 y de 75.85 mg/L en P2 superando los valores establecidos como objetivo de calidad propuestos por la CRA (30 mg/L). Debido a la ausencia de descargas directas evidentes e el muestreo, se atribuyen estas estimaciones a la escasa profundidad y la remoción de sólidos generada por la turbulencia.

Finalmente la calidad microbiológica de las aguas de esta ciénaga es relativamente buena y no se superan los límites establecidos como objetivo de calidad (Figura 114-H).

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO



Figura 114. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga Los Manatíes.

Índices de contaminación. Los valores de los índices de contaminación ICOPH, ICOSUS e ICOMO, muestran que la Ciénaga Los Manatíes presenta una contaminación baja (Tabla 89).

Tabla 89. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga Los Manatíes.

Puntos de Monitoreo	ICOPH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,277	0,15	0,335
P2	0,314	0,208	0,296
ESCALA	INTERPRETACIÓN		
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN		
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA		
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA		
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA		
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA		

Características Hidrobiológicas.

Fitoplancton. El fitoplancton en la ciénaga reportó un total de 10 taxones (Tabla 90), las diatomeas constituyeron el grupo más diversificado con 4 taxa. La densidad registró un promedio de 47224 Ind/L aportados mayoritariamente por los dinoflagelados con el 99.35% de los individuos (Figura 115), las demás divisiones realizaron contribuciones inferiores al 0,04% de la abundancia.

Tabla 90. Clasificación taxonómica y abundancia relativa del fitoplancton en la Ciénaga Los Manatíes.

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaenopsis sp</i>	0,0709	0,0273
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	0,0140	0,0000
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomona sp</i>	0,0000	0,1259
			Phacaceae	<i>Phacus sp</i>	0,0710	0,2565
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Entomoneis alata</i>	0,0369	0,0000
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Pseudonitzschia sp</i>	0,3693	0,2539
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	0,0000	0,0215
			Pleurosigmaaceae	<i>Pleurosigma sp</i>	0,0000	0,0215
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridinaceae	<i>Protoperidinium sp</i>	58,3832	82,0239
		Peridinales	Peridinaceae	<i>Peridinium sp</i>	41,0546	17,2696

En las lagunas costeras el dominio de organismos fitoplanctónicos está ligado a la hidrodinámica del sistema, en Los Manatíes la principal entrada de agua la constituye el mar y las escorrentías de agua formadas durante el período de lluvia, favoreciendo la proliferación de organismos de origen marino.

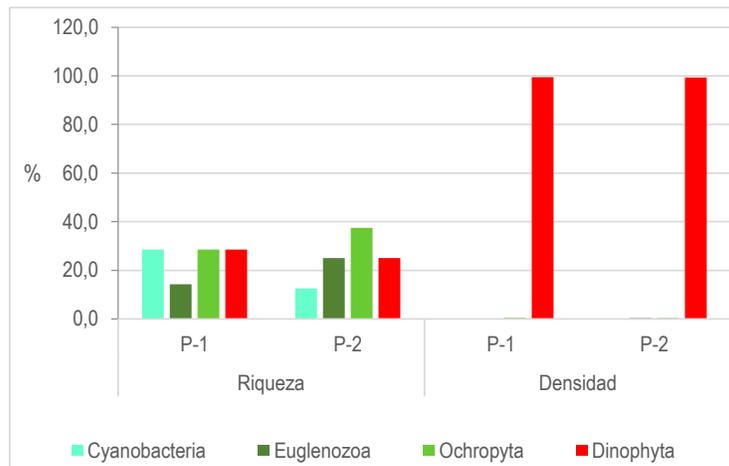


Figura 115. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga Los Manatíes.

La Ciénaga Los Manatíes es un cuerpo de agua pequeño, homogéneo tanto en sus características fisicoquímicas como en la composición y estructura de la comunidad fitoplanctónica (81% de similaridad) representada por una baja diversidad y la mínima expresión de equidad (0) relacionada con el alto predominio (Tabla 91) de *Protoberidinium sp* y *Peridinium sp*, especialmente en P2. Estos géneros se presentan comúnmente en aguas costeras tropicales someras (Hernández Becerril & Navarro, 1996) y su dominancia se puede asociar a la época seca en la que se presentan incrementos en los niveles de salinidad.

Tabla 91. Índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson), equidad (J') y dominancia (1-λ) para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga Los Manatíes.

Puntos de Monitoreo	Taxa	Ind/L	J'	H' (loge)	H' (log10)	λ	1-λ
P1	7	56324	0	0,71	0,31	0,51	0,49
P2	8	38124	0	0,51	0,22	0,70	0,30

Zooplankton. El ensamble zooplanctónico en esta ciénaga estuvo constituido por 14 morfoespecies, distribuidas taxonómicamente en 12 géneros, 11 familias, 7 órdenes, 5 clases y 4 phyla (Tabla 92).

Tabla 92. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga Los Manatíes en junio de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie
Rotífera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus	<i>Brachionus plicatilis</i> <i>Brachionus calyciflorus</i>
			Lepadellidae	Lepadella	<i>Lepadella</i> sp
			Asplanchnidae	Asplanchnopus	<i>Asplanchnopus</i> sp
			Proalidae	Proales	<i>Proales</i> sp
			Euchlanidae	Euchlanis	<i>Euchlanis</i> sp
Mollusca	Gastropoda	-----	-----	-----	Larvas de gasteropodos
Annelida	Polychaeta	-----	-----	-----	Larvas de poliquetos
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-----	-----	Cyclopoida indeterminado
		Harpacticoida	-----	-----	Nauplio indeterminado
		Harpacticoida	-----	-----	Harpacticoida indeterminado
		Harpacticoida	-----	-----	Nauplio Harpacticoida indeterminado
		Cirripedia	-----	-----	Cirripedio indeterminado
		Metacopina	-----	-----	Ostrácodo indeterminado

Los artrópodos y los rotíferos con igual número de morfoespecies representaron las mayores riquezas en la ciénaga, cada una con el 43% de los registros. Por otra parte, los phylla Anellida y Mollusca estuvieron pobremente representados con una morfoespecie cada uno, lo que significa que individualmente constituyen el 7% de la riqueza (Figura 116).

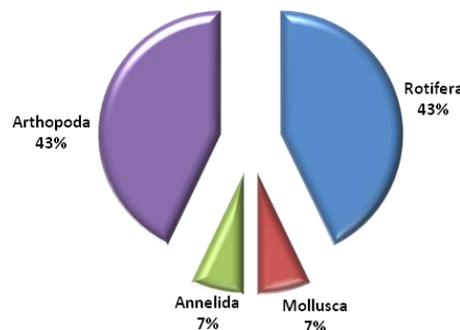


Figura 116. Riqueza de zooplancton por phylum en la Ciénaga Los Manatíes en junio de 2014.

Se registró un total de 64.4 Ind/L en P1 y 54.7 Ind/L en P2. Encontrándose mejor representada en P1 la morfoespecie *Proales* sp con 18.3 Ind/L y en P2 los nauplios indeterminados de copépodos con un total de 15.7 Ind/L (Tabla 93), siendo estas morfoespecies de carácter euróico y cosmopolita.

Tabla 93. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga Los Manatíes.

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio	
	P1	P2
<i>Brachionus plicatilis</i>	11,3	5,6
<i>Brachionus calyciflorus</i>	1,1	0,0
<i>Lepadella</i> sp	4,1	2,1
<i>Asplanchnopus</i> sp	0,4	0,7
<i>Proales</i> sp	18,3	11,5
<i>Euchlanis</i> sp	0,0	0,4
Larvas de gasteropodos	5,4	7,2
Larvas de poliquetos	1,1	0,3
Cyclopoida indeterminado	1,1	1,5
Nauplio indeterminado	6,6	15,7
Harpacticoida indeterminado	8,1	5,6
Nauplio Harpacticoida indeterminado	2,7	3,4
Cirripedio indeterminado	4,2	0,0
Ostrácodo indeterminado	0,0	0,7
Total (Ind/L)	64,4	54,7

No hay diferencias en cuanto a riqueza específica y poca variación entre las abundancias totales de los dos puntos monitoreados, por lo que se puede deducir que las aguas de la ciénaga presentan características medioambientales uniformes y que esto se manifiesta en valores parecidos de los índices ecológicos (Tabla 94).

Tabla 94. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en Ciénaga Los Manatíes

Puntos de Monitoreo	Índices ecológicos							
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda	1-Lambda
P1	12	64,4	2,641	0,842	2,091	0,908	0,156	0,844
P2	12	54,7	2,748	0,802	1,992	0,865	0,171	0,828

Ictiofauna. Su composición estuvo representada por 150 individuos de siete especies, agrupadas en seis, familias y cinco ordenes, de los cuales los Perciformes en términos de riqueza de especies constituyó el grupo más representativo con tres taxa (Tabla 95). Sin embargo al igual que en la ciénaga de Mallorquín y Balboa, los Mugiliformes con su género *Mugil* constituyó el grupo más abundante y mejor distribuido en este sector. Se resaltan los aportes del orden Siluriformes los cuales hacen presencia en este sistema con la especie *Notarius bonillai* (chivo cabezón), que junto con *Megalops atlanticus* (sábalo) y *Centropomus undecimalis* (robalo) conforman el grupo de las especies con algún grado de amenaza según Mejía y Acero (2002).

Tabla 95. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga Los Manatíes época seca junio-julio del 2014.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P-1	P-2	Total
MUGILIFORMES	Mugilidae	<i>Mugil incilis</i>	51	55	106
		<i>Mugil liza</i>	3	1	4
ELOPIFORMES	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>		2	2
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Eugerres plumieris</i>	1	2	3
	Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	2	1	3
OPHIDIIFORMES	Ophidiidae	<i>Lepophidium sp</i>		1	1
SILURIFORMES	Ariidae	<i>Notarius bonillai</i>	18	13	31

Los mayores valores de abundancia relativa se asocian a las familias Mugilidae, (73%) con 106 individuos representados por dos (2) especies, *Mugil incilis* (liza) y *Mugil liza* (lebranche), seguida de la familia Ariidae (21%) con 31 individuos de una especie *Notarius bonillai* (chivo cabezón). El resto de las familias encontradas presentaron menos del 5% de la abundancia.

El punto P2 presentó la mayor riqueza específica con un total de siete (7) especies. Mientras que las abundancias en ambos puntos fue la misma con 75 individuos (Figura 117). Todas las especies de carácter eurihalino pero de preferencia marina, presentando la diversidad cierto grado de homogeneidad en la distribución de las abundancias entre puntos. Sin embargo, este cuerpo de agua costero en la actualidad presenta poca profundidad y extensión, con fondos fuertemente sedimentados y severo caso de antropización de sus orillas en la parte sur y occidente, donde los parches de mangle han sido reducidos y la interacción directa con las aguas de la ciénaga deja ver una zona litoral deseca y amplia producto la pérdida constante de profundidad y acción de los fuertes vientos en el sector. Sin embargo P2 presentó una estructura un poco más compleja al igual que una mayor riqueza de especies, mientras que P1 ubicada en el área de influencia de la barra es la zona menos profunda y cambiante afectada directamente por la dinámica de las mareas constituyendo un factor limitante para las especies en este sector debido a la falta de refugios y habitats propicios para el mantenimiento de las especies.

Esta ciénaga es poco apreciada por los pescadores de la región para la pesca comercial artesanal, debido a su poca oferta de productos comercializables dado el escaso tamaño de los peces por su función como sala-cuna, sin embargo es utilizada para capturar carnada para pesca de bagres en el mar o en otras ciénagas de la región. Además se registran actividades de carácter turístico y fiestas nocturnas en sus alrededores los cuales son de carácter privado.

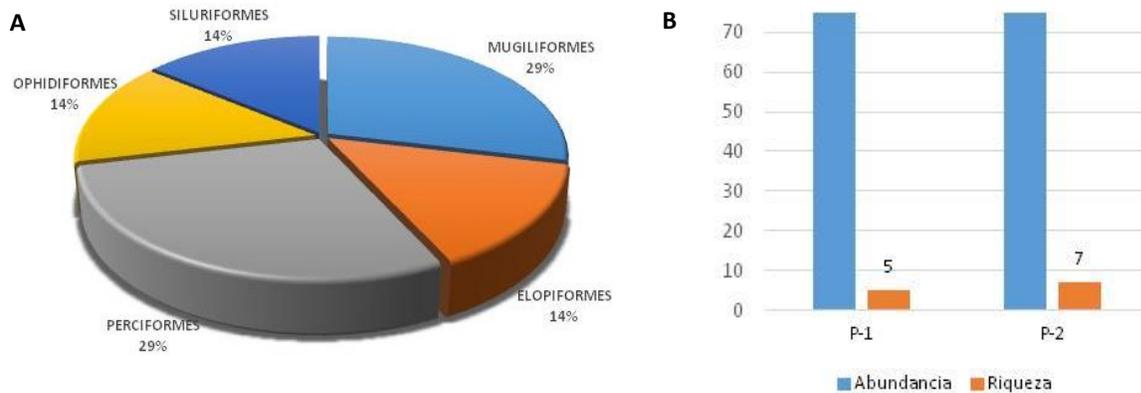


Figura 117. A) Porcentaje de distribución del número de especies por orden en la Ciénaga Los Manatíes. B) Distribución de las abundancias y riquezas por punto.

En cuanto a la biomasa cabe resaltar los aportes en peso del chivo cabezón y el lebranche representaron en conjunto el 34% de la biomasa total, sin embargo al igual que en las anteriores ciénagas del litoral costero monitoreadas los mayores aportes son producto de las capturas de la liza. En cuanto a la distribución de los valores de biomasa encontramos que P1 presentó el mayor valor con 7.132 g producto de los mugilidos y el robalo, las cuales en comparación con el resto de las especies presentan mayores tallas. El total del peso capturado fue 13.096 g (Figura 118).

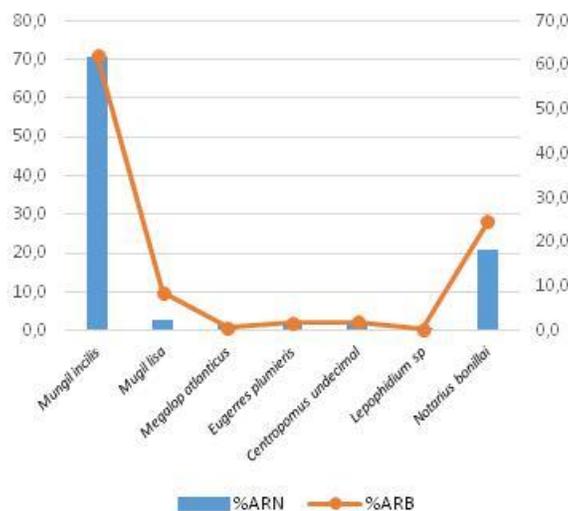


Figura 118. Distribución de los porcentajes de biomasa y abundancias relativas por especies de peces en la Ciénaga Los Manatíes.

El análisis de los índices de diversidad, muestran al igual que otras ciénagas similares una baja diversidad, asociado a una estructura relativamente pobre y dominancia alta (Tabla 96). Este carácter es típico en sistemas de este tipo cuando se hacen análisis puntuales, sin embargo la dinámica temporal muestra una riqueza específica y estructura más compleja, debido a los recursos y condiciones que ofrece este ambiente en sus diferentes momentos que dependen de factores climáticos y la conectividad con el río y el aporte de las escorrentías o tributarios de aguas continentales. Estos cambios sobrellevan igual variación en la composición y abundancia de las especies que logran aprovechar mejor los recursos de acuerdo a sus características fisiológicas y evolutivas.

Tabla 96. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga Los Manatíes.

Puntos de Monitoreo	S	N	J'	H' (loge)	H'(log10)	Dominancia λ
P-1	5	75	0,552	0,888	0,386	0,522
P-2	7	75	0,461	0,897	0,390	0,570

Macroinvertebrados Bentónicos. En la Ciénaga Los Manatíes los invertebrados bentónicos fueron agrupados en 3 familias y dos órdenes, los organismos colectados pertenecen a los órdenes poliquetos y mesogastropodos, los primeros aportan dos familias; Naididae y Hesionidae y los mesogastropodos con una familia representante como lo es Hydrobiidae (Tabla 97).

Tabla 97. Macroinvertebrados de la Ciénaga Los Manatíes.

Puntos de Monitoreo	Orden	Familia	Género	Número de Individuos
P1	Polychaeta	Naididae		3
	Mesogastropoda	Hydrobiidae	<i>Amnicola</i>	1
P2	Polychaeta	Hesionidae		8

6.3.3 Ciénaga de Balboa.

Es otro cuerpo de agua asociado a la cuenca litoral, con influencia de la comunidad aledaña. Tiene una forma alargada y se prolonga a lo largo de la costa del noreste al suroeste y comprende dos cuerpos de agua que se comunican por un canal que tiene en promedio 100 metros de ancho y unos 450 metros de largo. El humedal se encuentra delimitado en su parte sur por colinas y en la parte norte por playas, rodeada casi totalmente por mangle excepto una franja que se prolonga desde el muelle de Puerto Colombia, por la playa hasta la boca del canal la cual se encuentra sin vegetación. Por el costado oeste se extiende una gran área de terrenos de bajamar mostrando alturas promedio de 0.6 metros. En la época de invierno se abre una boca en la barra de arena por la cual drena sus aguas al mar, siendo los arroyos Grande, Nisperal, Tubará, Juaruco y Boca Caña los que aportan sus aguas a esta ciénaga. La longitud total de la ciénaga es de unos 4000 metros y 650 metros de largo con una extensión aproximada de 132 Ha. (CRA & Fundación Herencia Ambiental Caribe, 2011). La problemática de esta ciénaga está ligada a la erosión del litoral y modificación de la línea de costa por una dinámica alta, disminución de su capacidad (volumen), colmatación del vaso de agua con profundidad entre 0.3 m y 2.71 m, deterioro de la producción pesquera de subsistencia, vertimiento de residuos sólidos y aguas residuales, alteración de los caudales de los arroyos, rellenos de la expansión urbana sin control y sin infraestructura de servicios públicos (FEDEC, 2003).

Esta ciénaga presentó las siguientes características durante el presente monitoreo:

Características físico-químicas. Se caracterizó por presentar aguas con pH neutro, con valores medios de 7.22 unidades y 7 unidades en los puntos P1 y P2 respectivamente.

Se registraron altas concentraciones de oxígeno disuelto con promedios de 9.52 mg/L y 9.58 mg/L en los puntos P1 y P2 respectivamente, que puede deberse en buena medida al intercambio gaseoso activo propiciado por la turbulencia de las aguas siendo más bien pobre la densidad de organismos fitoplanctónicos en comparación con otros sistemas más productivos y dependientes de esta comunidad para el ingreso de oxígeno.

A pesar de los antecedentes de esta ciénaga y la contaminación por aguas residuales, se registraron cantidades aceptables de materia orgánica determinada de manera indirecta a través de la DBO5 y

DQO que registraron valores medios generales para todo el cuerpo de agua de 4.55 mg/L y 45.48 mg/L respectivamente, lo cual representa una medida inferior que para los otros cuerpos de agua de la misma cuenca y en el caso de la DBO cumple con los objetivos de calidad para este período de monitoreo (Figura 119-D).

Los valores de conductividad y sulfatos son indicadores de la influencia marina, sin embargo a diferencia de otros cuerpos de agua como la ciénaga de Manatíes, presenta un medio más diluido y aparentemente con mejor intercambio con el medio marino, aunque padece de los rigores de las anomalías climáticas que han caracterizado el período.

Se registraron sólidos suspendidos alrededor de los 100 mg/L en las dos estaciones de monitoreo, lo cual está asociado, como en otros cuerpos de agua someros, a la escasa profundidad y la remoción de sólidos por turbulencia. En esta ciénaga no se evidenciaron escorrentías en el período, que como se mencionó, se debe principalmente a arroyos temporales que durante esta época no aportan alguna carga al cuerpo de agua, de ahí que los valores de Coliformes totales y fecales hayan sido bajos, puesto que estas variables microbiológicas suelen aumentar en presencia y concentración cuando las escorrentías están activas principalmente durante el período lluvioso.

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

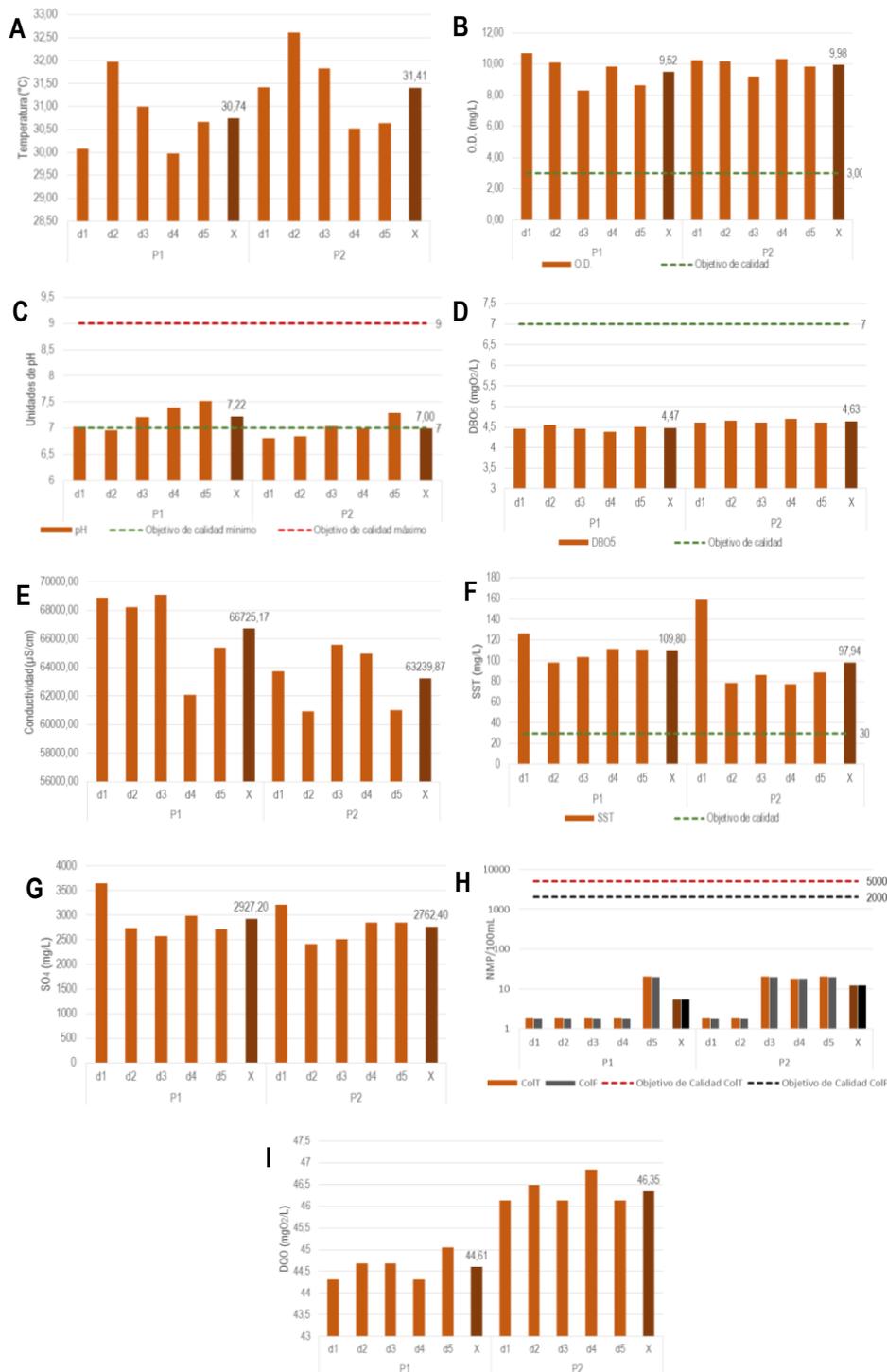


Figura 119. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Balboa.

Índices de contaminación. Los índices de contaminación ICOSUS e ICOMO, ubican a la Ciénaga de Balboa con aguas de una baja contaminación, y el ICOpH lo ubican como aguas sin contaminación (Tabla 98).

Tabla 98. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga de Balboa.

Puntos de Monitoreo	ICOpH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,002	0,309	0,225
P2	0,001	0,274	0,242
ESCALA		INTERPRETACIÓN	
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN		
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA		
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA		
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA		
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA		

Características Hidrobiológicas.

Fitoplancton. Se reportaron 21 taxa: 9 de ocofitas, 3 dinoflagelados, 4 cianobacterias, 2 euglenofitas y dos de otros grupos (Tabla 99), la densidad en la ciénaga registró un promedio de 1529 Ind/L aumentando de P2 (739,6 Ind/L) al P1 (2307,9 Ind/L).

Tabla 99. Clasificación taxonómica y densidad relativa del fitoplancton en la Ciénaga de Balboa.

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaenopsis sp</i>	0,46	0,00	
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp</i>	14,32	1,31	
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp</i>	0,78	0,00	
		Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis sp</i>	0,00	0,94	
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	5,54	1,02	
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp1</i>	0,00	0,56	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina sp</i>	0,00	0,19	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomona sp</i>	1,31	0,00	
				<i>Strombomona sp</i>	0,92	1,86	
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Entomoneis alata</i>	0,67	0,00	
			Surirellaceae	<i>Surirella sp</i>	0,26	0,00	
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	0,00	17,94	
			Pleurosigmaaceae	<i>Pleurosigma sp</i>	3,40	2,45	
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzchia sp</i>	2,18	0,00	
				<i>Pseudonitzchia sp</i>	0,33	0,33	
		Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Asterionellopsis sp</i>	0,00	33,56
		Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>	0,22	0,33

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
		Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros sp</i>	3,37	10,98
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridinaceae	<i>Protoperidinium sp</i>	56,53	25,52
				<i>Peridinium sp</i>	7,61	3,02
		Gonyaulacales	Ceratiaceae	<i>Ceratium sp</i>	2,12	0,00

En la Figura 120 se observa la proporción de las taxa y los porcentajes de abundancia por grupo taxonómico en cada una de las estaciones identificando a las diatomeas y dinoflagelados como los grupos más abundantes. Entre las diatomeas dominantes en P2, sobresalieron *Asterionellopsis sp* con el 33,4% de los individuos y *Navicula sp* con 17,8%, la abundancia de estas diatomeas confirman la influencia marina en el sistema especialmente *Asterionellopsis* característico de esta condición, al igual que la presencia del género *Navicula* quien reporta numerosas especies de origen marino o tolerantes a altas salinidades (Ramírez, 2000).

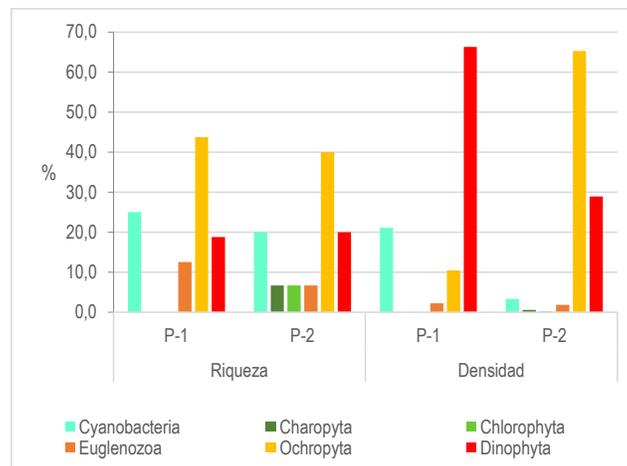


Figura 120. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Balboa.

Los dinoflagelados con más del 65% de la densidad en P1 reportaron la morfoespecie de estirpe marina *Protoperidinium sp* como de la mayor abundancia (56,53%), e importantes también en P2 (25,52%). En la estación P2 también se encontró el principal aporte de las cianobacterias con el género *Oscillatoria* (14,32%) que posee especies de agua dulce, algunas asociadas con polución salina (Ramírez, 2000) y otras presentes en sistemas mesohalinos como la Ciénaga Grande de Santa Marta (De la Hoz, 2004; Vidal, 2010). *Protoperidinium sp* y *Oscillatoria sp* han sido reportadas como formadoras de floraciones y son potencialmente tóxicas.

Al comparar la composición y las abundancia entre los puntos de muestreo se registran diferencias importantes (38,6% similitud de Bray Curtis) relacionadas con el mayor intercambio de agua de mar y la cercanía a la laguna de oxidación en P1. Por otra parte influye que los dinoflagelados prefieren aguas de alta salinidad y que los procesos de mezcla interfieren con la permanencia de las diatomeas por lo que se favorece el desarrollo de organismos tolerantes a la turbulencia como *Trachelomonas sp* y *Nitzschia sp* (Pinilla, 1998), incluso *Protoberidinium sp* cuyos quietes pueden eclosionar como efecto de los cambios en nutriente e irradiación ocasionados por la turbulencia (Mucii'o-Mirquez, *et al.*, 2014).

Aunque el fitoplancton en la ciénaga presentó un comportamiento heterogéneo, los índices de diversidad, equidad y dominancia (Tabla 100) reportaron valores similares entre las dos estaciones, de tal forma que los valores de la diversidad y la equidad fueron intermedios asociadas a aguas medianamente contaminadas (Roldan y Ramírez, 2008).

Tabla 100. Índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson), equidad (J') y dominancia (λ) para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Balboa.

Puntos de Monitoreo	Taxa	Ind/L	Equidad (J')	Shannon-Wiener (H'loge)	Shannon-Wiener (H'log10)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson (1- λ)
P1	16	739,6	0,57	1,60	0,69	0,35	0,65
P2	15	2307,7	0,66	1,76	0,76	0,22	0,77

Zooplankton. Se registró un total de 10 morfoespecies pertenecientes a igual número de géneros y familias, 8 órdenes, 4 clases y 4 phyla (Tabla 101).

Tabla 101. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplankton registradas en la Ciénaga de Balboa en julio de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie
Ciliophora	Ciliata	Oligotrichida	Ptychocylididae	Favella	<i>Favella sp</i>
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus	<i>Brachionus rotundiformis</i>
			Epiphanidae	Epiphanes	<i>Epiphanes sp</i>
		Calanoida	Diaptomidae	Notodiaptomus	<i>Notodiaptomus maracaibensis</i>
			Clausocalanidae	Microcalanus	<i>Microcalanus pygmaeus</i>
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Mesocyclops	<i>Mesocyclops brasilianus</i>
		Harpacticoida	-----	-----	Harpacticoida indeterminado
			-----	-----	Nauplio indeterminado
			Cirripedia	-----	Cirripedio indeterminado
Annelida	-----	-----	-----	-----	Larvas de poliquetos

La clase Maxillopoda, representada por copépodos y cirripedios, constituyó el 60% de la riqueza, seguida de los rotíferos que conformaron el 20% y las clases Ciliophora y Annelida individualmente con el 10% cada una (Figura 121).

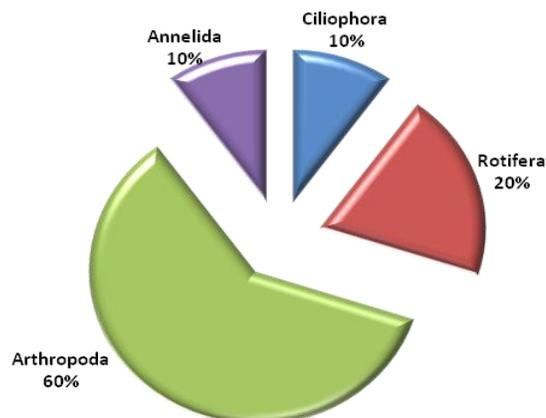


Figura 121. Riqueza de zooplancton por phylum en la Ciénaga de Balboa en julio de 2014.

La especie *Brachionus rotundiformis* es la especie dominante en la ciénaga con 151.88 Ind/L en P1 y 64.40 Ind/L en P2, lo que confiere una similitud entre los dos puntos del 55%.

Estudios realizados en laboratorio por Cabrera (2008) muestran que la abundancia de esta especie varía con la densidad de las algas, no obstante, no registran ningún patrón temporal fijo. La cantidad de alimento ha sido considerada el factor más significativo que determina el tamaño poblacional en las comunidades zooplantónicas y es bien sabido que para algunas las especies como las del género *Brachionus*, uno de los más abundantes en este monitoreo, cuando se encuentran sometidas a niveles variables de alimento cambia sus patrones reproductivos y la duración de su vida (Yoshinaga *et al.*, 2003).

Es de destacar que en P1, además de los altos valores de abundancia de *B. rotundiformis*, también se registro una alta abundancia del ciliado *Favella* sp con 61.64 Ind/L, lo que estaría asociado con la presencia de materia orgánica proveniente de la laguna de oxidación, cuya descarga se encuentra cercana a este punto (Tabla 102).

Tabla 102. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Balboa en julio de 2014.

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio	
	P1	P2
<i>Favella</i> sp	61,64	9,34
<i>Brachionus rotundiformis</i>	151,88	64,40
<i>Epiphanes</i> sp	6,88	0,00
<i>Notodiptomus maracaibensis</i>	4,24	0,93
<i>Microcalanus pygmeaus</i>	0,37	2,83
<i>Mesocyclops brasilianus</i>	0,70	0,37
Harpacticoida indeterminado	0,15	0,37
Cirripedio indeterminado	0,18	1,76
Nauplio indeterminado	8,95	15,15
Larvas de poliquetos	12,20	12,37
Total (Ind/L)	247,20	107,52

Los valores de los índices ecológicos utilizados para la comunidad de zooplancton en los dos puntos monitoreados en la Ciénaga de Balboa manifiestan que es muy probable que en este ecosistema se presenten condiciones ambientales similares en todo el espejo de agua, lo que se ve reflejado en condiciones semejantes de riqueza, diversidad, dominancia y uniformidad del ensamble zooplanctónico (Tabla 103).

Tabla 103. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en la Ciénaga de Balboa en julio de 2014.

Puntos de Monitoreo	Índices ecológicos							
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda	1-Lambda
P1	10	247,19	1,633	0,486	1,119	0,486	0,444	0,555
P2	9	107,52	1,710	0,586	1,287	0,559	0,400	0,599

Ictiofauna. Estuvo representada por 175 individuos de 8 especies, agrupadas en cinco, familias y tres órdenes, de los cuales los Perciformes en términos de riqueza de especies constituyó el grupo más representativo con cuatro taxa. Sin embargo al igual que en la ciénaga de Mallorquín, los Mugiliformes con su género *Mugil* fueron el grupo más abundante debido a sus características eurihalinas y su dependencia de la dinámica de la ciénaga en la que los detritus son abundantes con una estructura física separada del mar intermitentemente por una barra de arena por donde ocurren los principales intercambios bióticos en estos sistemas (Tabla 104, Figura 122).

Tabla 104. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga de Balboa época seca junio-julio del 2014.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P-1	P-2	T. ARN
MUGILIFORMES	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	1		1
		<i>Mugil curema</i>	1		1
		<i>Mugil incilis</i>	66	74	140
PERCIFORMES	Carangidae	<i>Caranx crysos</i>	1		1
		<i>Caranx hippo</i>	3	3	6
	Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>		6	6
	Gerreidae	<i>Eugerres plumieris</i>	3	1	4
OPHIDIFORMES	Ophidiidae	<i>Lepophidium sp</i>	5	11	16

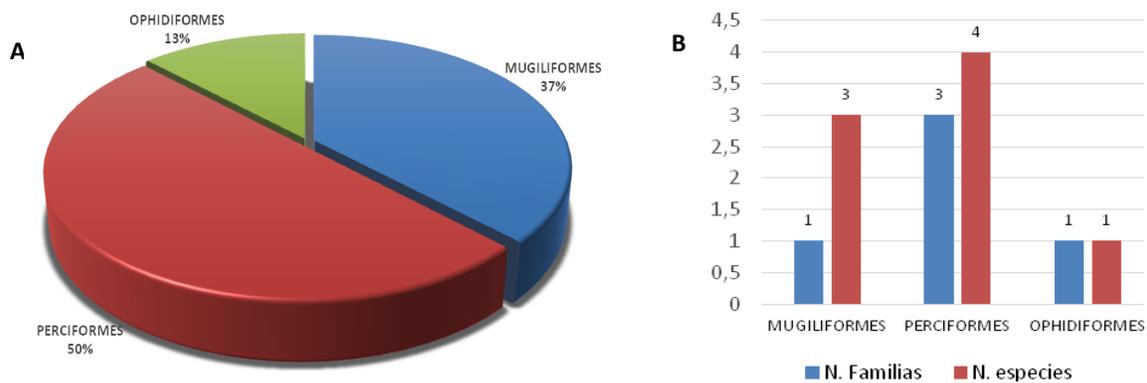


Figura 122. A) Porcentaje de distribución del número de especies por orden. B) Distribución del número de familias y especies según los órdenes encontrados.

Los mayores valores de abundancia relativa pertenecen a las familias Mugilidae, (81%) con 140 individuos representados por tres (3) especies, *Mugil curema* (anchoa), *Mugil incilis* (liza) y *Mugil liza* (lebranche) seguida de la familia Ophidiidae (9%) con 16 individuos de una especie *Lepophidium sp* (pábilo). El resto de las familias encontradas presentaron menos del 5% de la abundancia (Figura 123-A).

P1 presentó la mayor riqueza específica con un total de siete (7) especies. En términos de abundancia relativa los mayores valores fueron encontrados en P2 con un total de 95 individuos repartidos en cinco (5) especies (Figura 123-B). Notándose la influencia directa y dominante de especies marinas de carácter eurihalino como la liza, el robalo y la mojarra blanca. Aunque la estructura en general es pobre y dominante, se registran algunas diferencias entre los sectores monitoreados lo cual puede estar sujeto a las condiciones de cada uno, por ejemplo, en P1 donde la riqueza es mayor, se encuentra más expuesto a la dinámica de la barra de arena, siendo aquí la franja más angosta con mayor influencia del mar, aunque en este sector de la ciénaga los parches de mangle y vegetación son reducidos por efecto de la antropización y del componente de sus suelos con elevaciones dominantes en la parte sur. Mientras que P2 parece ser más dependiente del sector P1 con el cual se comunica a través de una especie de canal, mencionado en la descripción de la ciénaga, un manglar más desarrollado probablemente repercutirá en un mayor aporte de materia orgánica y detritus que aprovecharían mejor poblaciones de especies dependientes de este sustrato (detritívoros 9 como las lisas, que aquí fueron más abundantes. De hecho, lo análisis de calidad de aguas, indican que la materia orgánica en P2 es más abundante y es aquí donde las lisas registraron las mayores capturas.

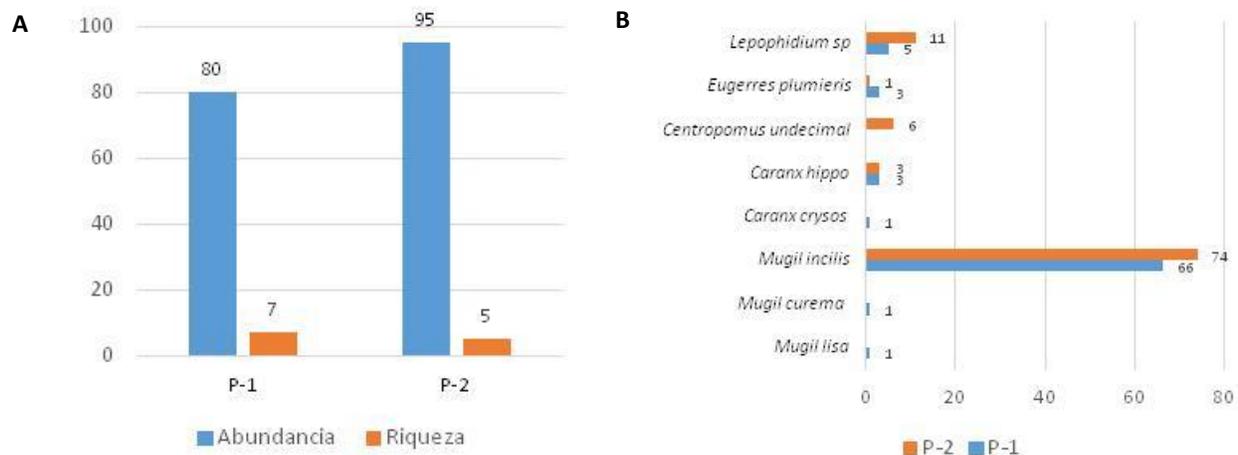


Figura 123. A) Distribución de las abundancias y riquezas por punto en la Ciénaga de Balboa. B) Número de individuos por especie en cada punto sobre la Ciénaga de Balboa.

La biomasa capturada en esta ciénaga está compuesta por los pesos de individuos de poco tamaño en sus primeros estadios de vida lo que confirma el grado de importancia que este tipo de sistema posee por su función como sitio de resguardo y sala cuna de las principales especies marinas propias de la región. Estos porcentajes de biomasa estuvieron mejor representados por la liza *M.*

incilis, con un 63%. Al igual que las abundancias en número en P2 se capturó la mayor representatividad de biomasa (1.846 g). El total del peso capturado fue de 2.756 g.

La expresión de los índices ecológicos dejan ver un ensamblaje de baja diversidad y dominancia alta aportada por la lisa (Tabla 105).

Tabla 105. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga de Balboa.

Estaciones	S	N	J'	H' (loge)	H'(log10)	Dominancia λ
P1	7	80	0,3816	0,7426	0,3225	0,6878
P2	5	95	0,482	0,7757	0,3369	0,6253

Macroinvertebrados bentónicos. No se registró ningún organismo en las muestras colectadas para el análisis de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Balboa. La escasa representatividad de este componente se refleja en la minoritaria representatividad de componentes de la ictiofauna que aprovechan los invertebrados bentónicos como las mojarras (Gerridae) que se caracterizan por incluir invertebrados como los poliquetos en su dieta. Estos organismos probablemente se encuentran pobremente desarrollados debido al carácter anóxico de los sedimentos.

6.3.4 Ciénaga de Mallorquín

La cuenca de la Ciénaga de Mallorquín tiene una superficie aproximada de 296.2 Km² y está constituida por los arroyos Grande y León, administrativamente vinculada al Distrito de Barranquilla y los municipios Puerto Colombia, Galapa, Tubará y Baranoa; hace parte de esta cuenca la ciénaga de Mallorquín. Toda la cuenca muestra una serie de factores y macrovectores de afectación que ponen seriamente en riesgo la permanencia de muchos de sus valores sobresalientes y, lo que es más preocupante, los bienes y servicios ambientales que presta desde hace mucho tiempo a la población humana asentada en esta superficie (CRA, 2006).

La ciénaga de Mallorquín es la laguna costera de tipo estuarino más representativa del departamento del Atlántico y hace parte de la llanura aluvial septentrional inundable del Río Magdalena (Galvis et al., 1992). Con una extensión aproximada de 857 hectáreas (8,57 km²) y una profundidad entre 1,2 y 1,5 m, colinda sobre el costado nororiental con el tajamar occidental de Bocas de Ceniza, al suroriente con la población del barrio Las Flores, al suroccidente con el corregimiento de La Playa, al noroeste con la barra de arena que lo separa del mar Caribe, y al

occidente con la desembocadura del arroyo Grande (Arroyo León) (CRA, 2006; CORMAGDALENA-CRA-UNINORTE, 1998). Entre los aspectos más sobresalientes de su deterioro, el cual ha llevado a considerar este humedal fluviocostero como uno de los más amenazados del país, están los relacionados con la modificación completa de regímenes hidráulicos, la contaminación físico-química, la sobre explotación del recurso biológico y la apropiación indebida del sistema cenagoso-ribereño (CRA, 2006).

Características físico-químicas. La Ciénaga de Mallorquín se caracterizó por presentar valores aceptables de oxígeno disuelto en lo relacionado con la sobrevivencia de la biota acuática, que en promedio registran un valor de 5.41 mg/L. Las concentraciones fluctuaron entre 4.71 mg/L y 6.96 mg/L en promedio con la estimación más baja hacia el sector del arroyo León, mientras que el más alto se registró en el sector de mezcla con aguas del río que entran a través de los tubos que atraviesan el tamar occidental. Esta distribución sugiere que en cuanto a esta variable, el sector occidental de la ciénaga se encuentra fuertemente influido por las descargas del arroyo León, principalmente por su contenido en materia orgánica producto del tratamiento de aguas residuales a las que se adicionan otras fuentes sin tratamiento en su recorrido. En cambio, la mezcla con aguas del río parece ofrecer una mejora en ciertas condiciones por lo que resulta importante mantener la conectividad de la ciénaga con el río Magdalena, a lo que sobrevendrá una mejor dinámica de conexión con el ecosistema marino, logrando el equilibrio que caracteriza el ecosistema lagunar estuarino. No obstante habrá que tener en cuenta otros aspectos de la calidad del agua relacionados con la entrada de agua del río que ya en su mismo mantiene una carga contaminante que puede llegar a afectar la ciénaga.

Los efectos del arroyo León que se acaban de mencionar se demuestran a través de los datos de DBO5 y DQO, que a pesar de registrar valores relativamente altos en toda la ciénaga con estimaciones que van en promedio para las estaciones monitoreadas desde 4.3 mg/L hasta 7,1 mg/L de DBO5 y 43.7 mg/L y 71 mg/L de DQO en las estaciones P4 que representa el sector central del sistema y P3 que está asociada a la desembocadura del arroyo León. Debe mencionarse que parte de la carga orgánica se debe a la presencia de abundante vegetación macrófita que el arroyo cuenta en especial en su trayecto final, pero es evidente un aporte importante de aguas residuales tratadas y sin tratamiento, que aumentan el consumo de oxígeno disuelto para la oxidación bacteriana de la materia orgánica. Particularmente en este sector se supera el valor límite establecido como objetivo de calidad, no así para el cuerpo de agua en su conjunto.

El pH se mantuvo en niveles de basicidad con valores medios por sector entre 7.66 y 8,46 en P3 (desembocadura del arroyo León) y P2 (mezcla con aguas del río Magdalena) respectivamente, lo cual se encuentra dentro de los objetivos de calidad y se considera apropiado para el desarrollo de la

biota. No obstante, los niveles de oxígeno disuelto, y la carga orgánica relativamente alta, aunque dentro de los límites de los objetivos en general, sugieren que el ecosistema se encontraba en un estado heterotrófico, en atención a las evidencias sobre el balance entre producción y respiración. Otra evidencia de lo mencionado es la baja densidad fitoplanctónica, propia de sistemas oligotróficos, lo que indica una baja productividad primaria de este componente.

Todas las determinaciones de sólidos suspendidos totales estuvieron por encima del objetivo de calidad (30 mg/L) con valores medios entre 52.6 mg/L y 301.87 mg/L en los sectores de las estaciones P3 y P4 respectivamente, dejando al sector central como el más afectado por las altas concentraciones de sólidos suspendidos. Si bien este componente puede afectar la producción fitoplanctónica por interferencia lumínica para los procesos fotosintéticos, no se observa a primera vista una distribución de las densidades del fitoplancton, como se verá más adelante, que insinúe claramente una relación con los SST. No obstante no se puede desvincular que el proceso de intervención mediante el dragado no tenga influencia sobre los valores de SST, aunque también influye la turbulencia natural del sistema.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta otras condiciones que imponen limitantes al desarrollo de los organismos incluyendo el fitoplancton, como la salinidad, por lo que solo aquellas especies adaptadas fisiológicamente para soportar los cambios osmóticos del sistema serán las que prosperen y se desarrollen. La conductividad, siendo una variable relacionada directamente con la salinidad, registró estimaciones alrededor de los 22000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en todos los puntos de muestreo, excepto en el punto P3 donde se mezclan las aguas del arroyo León, donde la conductividad tuvo un promedio de 4008.38 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En este último sector la densidad fitoplanctónica fue la más alta registrada. Junto con esta variable, los sulfatos, en concentraciones relativamente altas (164.5 – 900 mg/L), se relaciona con los procesos de mezcla de aguas continentales y las aguas del ecosistema marino adyacente, cuya dinámica es propia del ambiente lagunar estuarino.

Por otra parte, en cuanto a la calidad microbiológica de la ciénaga se registraron concentraciones de coliformes que indican presencia de materia fecal, aunque en la mayoría de los sectores y ocasiones por debajo de los objetivos de calidad, excepto en algunas mediciones en el sector de la desembocadura del arroyo León (Figura 124-H).

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO



Figura 124. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga de Mallorquín.

Índices de Contaminación. La aplicación de los índices de contaminación en la Ciénaga de Mallorquín nos muestra los siguientes resultados; ICOpH, categoriza al sistema dentro del rango de cero contaminación; El ICOSUS presenta variaciones en los puntos muestreados, el punto 1 y 2 aguas medianamente contaminadas, el P3 aguas sin contaminación, y P4 cataloga al sistema dentro del rango de aguas con una contaminación muy alta, esto por el aumento de los sólidos suspendidos en este punto. El índice ICOMO ubica al sistema en P1 y P4 dentro de aguas con una baja contaminación, P2 sin contaminación, y P3 con una contaminación media (Tabla 106).

Tabla 106. Valores de los índices de contaminación en la Ciénaga de Mallorquín.

Puntos de Monitoreo	ICOpH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,034	0,254	0,284
P2	0,133	0,355	0,198
P3	0,009	0,138	0,437
P4	0,035	0,886	0,245

ESCALA	INTERPRETACIÓN
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA

Características Hidrobiológicas.

Fitoplancton. La Tabla 107 muestra las morfoespecies del fitoplancton registrada en la ciénaga, en total se encontraron 26 morfoespecies la mayoría de ellas pertenecientes a las clorófitas (26,9%), euglenofitas, cianobacterias y ocrofitas (19,2% cada una).

Tabla 107. Clasificación taxonómica del fitoplancton en la Ciénaga de Mallorquín.

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthospira sp</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp</i>
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>
			Microcystaceae	<i>Microcystis sp</i>
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp</i>
Charophyta	Conjugatopyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp</i>
			Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp</i>
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp</i>
			Chlorellaceae	<i>Micractinium pusillum</i>
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus communis</i>

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie
				<i>Desmodesmus sp</i>
				<i>Coelastrum sp</i>
			Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp</i>
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina sp</i>
			Phacaceae	<i>Lepocinclis sp</i>
				<i>Phacus sp</i>
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales		<i>Euglena oxyurus</i>
			Euglenaceae	<i>Euglena sp</i>
				<i>Trachelomona sp</i>
		Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>
	Coccinodiscophyceae	Coccinodisciales	Coccinodiscaceae	<i>Coccinodiscus sp</i>
Ochrophyta		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp</i>
	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp1</i>
				<i>Navicula sp2</i>
			Protoperidineeae	<i>Protoperidinium minutum</i>
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridineae	<i>Peridinium sp</i>

La densidad fue baja, P1 y P2 fueron los sectores que presentaron las densidades más bajas (185 y 169 Ind/L) mientras P3 reportó la mayor densidad (15182 Ind/L). Considerando la densidad para establecer el nivel trófico, el sistema se comporta como oligotrófico aunque los grupos dominantes euglenófitos y cianobacteria (Figura 125) sean frecuentes en sistemas eutróficos (Ramírez y Viña 1998) probablemente por la capacidad de tolerar las condiciones de estres.

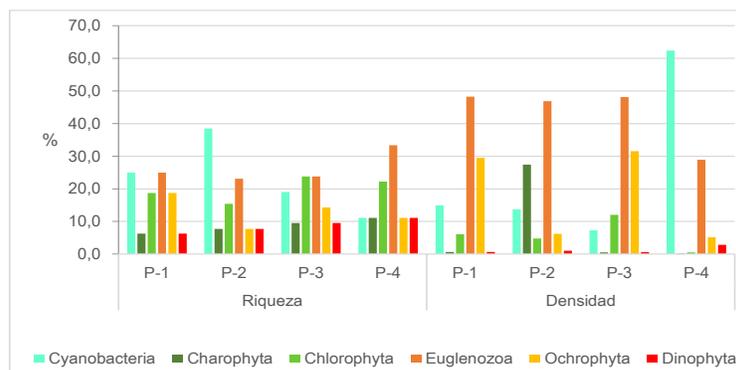


Figura 125. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mallorquín.

Las euglenoficeas, con aportes importantes a la riqueza de especies se caracterizaron por ser el grupo más abundante en los puntos P1, P2 y P3 constituyendo del 46,6% al 48,2% de los individuos. La presencia de estos organismos en los sistemas lagunares costeros ha sido asociada al período de lluvias por la disminución en la salinidad (De La Hoz, 2004) y a estaciones con influencia de agua dulce (Vasquez-Cardenas, 2006) pero en densidades no significativas.

La proliferación de este grupo en la Ciénaga de Mallorquín se puede relacionar con los aportes de sus principales afluentes continentales: el Arroyo León (P3) y el Río Magdalena (P2), cuyas aguas están contaminadas con sólidos suspendidos y materia orgánica, condiciones de las cuales se le consideran bioindicadoras a las morfoespecies dominantes en la ciénaga *Euglena oxyuris* y *Trachelomona sp* las cuales reportan también resistencia a altas conductividades (Pinilla, 1998, Ramírez, 2000) (Tabla 108).

Las cianobacterias registraron la mayor proporción de individuos (63,2%) en la estación P4 con *Microcystis sp* como la morfoespecie más representativa, posiblemente por su facilidad para desplazarse en la columna de agua en razón a las condiciones de luminosidad y nutrientes.

Las charofitas, fueron importantes en P2 con *Closterium sp* como la morfoespecie sobresaliente (27,4% de los individuos). Especies del género *Closterium* han sido reportadas en aguas mesotrofia y oligotróficas (Pinilla 1998) en lagos eutróficos tropicales y subtropicales por ejemplo *Closterium gracile* (Roldan y Ramírez, 2008), en las lagunas costeras o ambientes con influencia marina se registra cerca a las desembocadura de los ríos (De La Hoz, 2004), para el caso; cerca a la interconexión con Río Magdalena.

Tabla 108. Densidad relativa (%) de las morfoespecies fitoplanctónicas en la Ciénaga de Mallorquín por punto de muestreo.

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4
<i>Arthospira sp</i>	3,69	0,72	0,00	0,00
<i>Oscillatoria sp</i>	1,96	2,18	5,96	0,00
<i>Chroococcus sp</i>	0,00	1,01	0,33	0,00
<i>Microcystis sp</i>	0,66	3,03	0,94	62,37
<i>Merismopedia sp</i>	8,59	6,79	0,04	0,00
<i>Closterium sp</i>	0,66	27,40	0,19	0,18
<i>Cosmarium sp</i>	0,00	0,00	0,32	0,00
<i>Oocystis sp</i>	1,32	0,00	8,86	0,00
<i>Micractinium pusillum</i>	0,00	0,00	0,02	0,00
<i>Desmodesmus communis</i>	3,18	2,92	2,48	0,18
<i>D. sp</i>	1,59	0,00	0,00	0,36
<i>Coelastrum sp</i>	0,00	0,00	0,47	0,00

Morfoespecie	P1	P2	P3	P4
<i>Golenkinia sp</i>	0,00	1,84	0,00	0,00
<i>Pandorina sp</i>	0,00	0,00	0,16	0,00
<i>Lepocinclis sp</i>	0,00	0,00	0,60	0,00
<i>Phacus sp</i>	0,66	0,00	0,26	0,18
<i>Euglena oxyurus</i>	17,22	21,81	45,89	8,96
<i>Euglena sp</i>	0,65	3,03	0,08	0,00
<i>Trachelomona sp</i>	29,69	22,04	1,28	19,80
<i>Cyclotella sp</i>	1,29	0,00	0,00	0,00
<i>Coscinodiscus sp</i>	0,00	0,00	0,27	0,00
<i>Melosira sp</i>	0,00	0,00	31,11	0,00
<i>Navicula sp1</i>	18,62	6,24	0,18	5,13
<i>N. sp2</i>	9,55	0,00	0,00	0,00
<i>Protoperdinium minutum</i>	0,66	1,01	0,49	2,83
<i>Peridinium sp</i>	0,00	0,00	0,08	0,00

La estructura de la comunidad evaluada a través de los índices de diversidad consignados en la Tabla 109, revela diferencias significativas en las abundancias del fitoplancton entre estaciones, las cuales se proyectan en los resultados del análisis de clasificación de Bray Curtis de la Figura 126 que asocia las estaciones P1 y P2 (60% similitud) por registrar el menor número de individuos, alta equidad por tanto bajo predominio y la mayor diversidad (H') de la ciénaga, aunque con valores considerados de una diversidad moderada (Roldan y Ramírez, 2008).

Tabla 109. Índices de diversidad para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mallorquín. Shannon-Wiener (H'), Simpson ($1-\lambda$), equidad (J') y dominancia (λ).

Puntos de Monitoreo	Taxa	Ind/L	J'	H' (loge)	H' (log10)	λ	$1-\lambda$
P1	16	185	0,74	2,06	0,90	0,17	0,83
P2	13	169	0,77	1,98	0,86	0,18	0,82
P3	21	15182	0,49	1,50	0,65	0,32	0,68
P4	9	614	0,52	1,14	0,49	0,44	0,56

Segregadas del clúster se hallan las estaciones P3 y P4 que se caracterizaron por presentar baja diversidad, mayor dominancia, valores extremos de riqueza de especies e incrementos en el número de individuos principalmente P3 en donde probablemente los menores niveles de conductividad, sulfatos y sólidos suspendidos contribuyeron al aumento en la riqueza de especies y densidad.

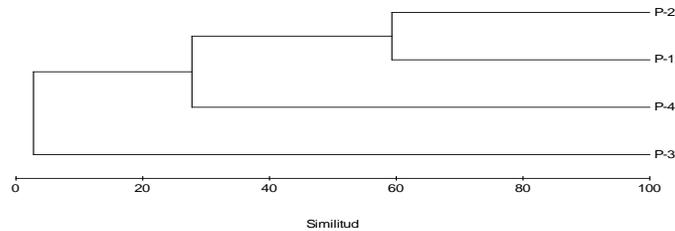


Figura 126. Dendrograma de similitud entre los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mallorquín; basado en el índice de Bray Curtis para el fitoplancton.

Zooplancton. La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por 15 morfoespecies, 10 géneros, 10 familias, 8 órdenes, 4 clases y 4 phylla (Tabla 110).

Tabla 110. Clasificación taxonómica de las morfoespecies de zooplancton registradas en la Ciénaga de Mallorquín en junio de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie	
Rotífera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus	<i>Brachionus havanaensis</i>	
					<i>Brachionus plicatilis</i>	
					<i>Brachionus caudatus</i>	
			Asplanchnidae	Asplanchnopus	<i>Brachionus angularis</i>	
					<i>Brachionus calyciflorus</i>	
					<i>Asplanchnopus</i> sp	
Mollusca	Gastropoda	Flosculariaceae	Filinidae	Filinia	<i>Proales</i> sp	
					<i>Filinia terminalis</i>	
					Larvas de gasteropodos	
Annelida	Polychaeta	Calanoida	Acartiidae	Acartia	Larvas de poliquetos	
					<i>Acartia</i> sp1	
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	-----	-----	<i>Acartia</i> sp2	
					-----	Cyclopoida indeterminado
					-----	Nauplio indeterminado
		Cirripedia	-----	-----	Cirripedio indeterminado	

Los rotíferos constituyeron la mayor riqueza con el 53% de las morfoespecies, seguida de los artrópodos con el 33% y los anélidos y moluscos cada uno con el 7% de la riqueza (Figura 127).

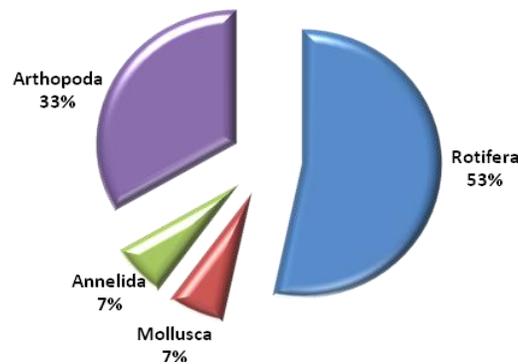


Figura 127. Riqueza de zooplancton por phylum en la Ciénaga de Mallorquín en junio de 2014.

Las condiciones en los diferentes puntos de este ecosistema son muy variadas y repercute en las poblaciones biológicas ahí asentadas, por lo cual se pueden registrar abundancias y riquezas versátiles, por ejemplo, para estos monitoreos, en P3 donde probablemente hay entrada de materia orgánica por parte del Arroyo León se registró un total de 931.8 Ind/L, lo que contrasta con los 72.2 Ind/L registrados en P1 y los 57.2 Ind/L en P2, estaciones caracterizadas por poseer las más altas conductividades y valores altos de sólidos suspendidos (Tabla 111).

Zoppi de Roa (1974), indica que la composición planctónica en las lagunas costeras se caracteriza por la pobreza en variedades típicas de aguas salobres, además plantea que las variaciones de la abundancia y distribución del plancton tienen una íntima vinculación con las fluctuaciones de los períodos de lluvias y sequía. En consecuencia, las principales causas que condicionaban la pobre diversidad y que limita el tipo de plancton, producción y desarrollo, dependen de las variaciones de la salinidad.

Tabla 111. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga de Mallorquín en junio de 2014.

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio			
	P1	P2	P3	P4
<i>Brachionus havanaensis</i>	0,2	0,0	0,0	0,6
<i>Brachionus plicatilis</i>	0,5	0,3	749,9	9,2
<i>Brachionus caudatus</i>	0,4	0,0	1,0	0,0
<i>Brachionus angularis</i>	0,0	0,0	124,2	3,7
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,0	0,0	21,6	0,6
<i>Asplanchnopus</i> sp	0,0	0,0	4,0	0,0
<i>Proales</i> sp	0,7	0,0	0,3	0,0
<i>Filinia terminalis</i>	0,0	0,0	17,4	1,4
Larvas de gasteropodos	15,1	8,2	1,6	41,4

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Morfoespecie	Individuos/Litro Promedio			
	P1	P2	P3	P4
Larvas de poliquetos	11,3	9,7	0,0	11,9
<i>Acartia</i> sp1	0,5	0,0	2,7	2,3
<i>Acartia</i> sp2	2,0	2,1	0,0	0,0
Cyclopoida indeterminado	0,0	0,0	0,0	0,6
Nauplio indeterminado	37,3	33,5	9,0	47,3
Cirripedio indeterminado	4,0	3,4	0,0	9,0
Total (Ind/L)	72,2	57,2	931,8	128,1

Las diferencias registradas en cada punto se evidencian con los resultados de los índices ecológicos donde claramente está establecida la estación P3 como la menos equitativa debido a que más del 81% de los individuos de la estación pertenecen a una especie (*Brachionus plicatilis*), además se registra este mismo punto como la estación más diversa y dominante (Tabla 112).

Tabla 112. Índices ecológicos para el zooplancton registrado en Ciénaga de Mallorquín en junio de 2014.

Puntos de Monitoreo	Índices ecológicos						
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda
P1	10	72	2,104	0,598	1,378	0,598	0,341
P2	6	57,2	1,235	0,674	1,209	0,525	0,397
P3	10	931,7	1,316	0,308	0,711	0,308	0,667
P4	11	128	2,061	0,679	1,629	0,707	0,261

La aplicación del índice de Bray-Curtis demuestra que P1 y P2 poseen una similitud superior al 88%, lo que quiere decir que estas estaciones poseen características ambientales parecidas que permiten un desarrollo semejante del zooplancton. Además, se logra apreciar de manera clara que P3 es totalmente disímil con los demás, gracias a que en este sitio se dan algunas perturbaciones, entre ellas la entrada de aguas del Arroyo León con abundante materia orgánica, que favorecen el desarrollo de ciertas especies (Figura 128).

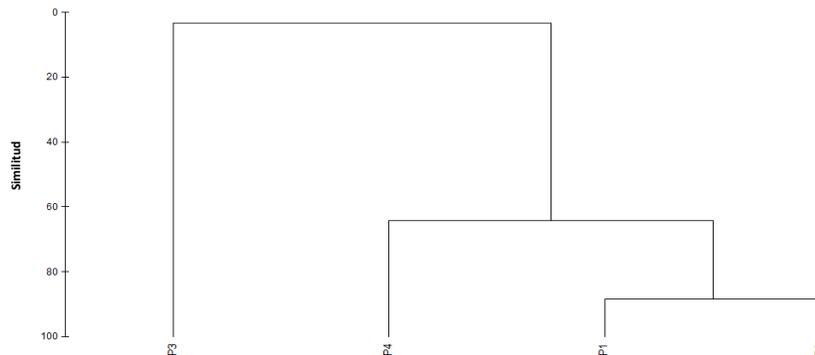


Figura 128. Clúster de similitud de Bray-Curtis para la abundancia de zooplancton registrado en Ciénaga de Mallorquín en junio de 2014.

Macrófitas. En la Ciénaga de Mallorquín se registraron 3 especies de macrófitas estas se ubicaron en P1 cercano a la desembocadura del Arroyo León (Tabla 113). En este punto de muestreo está caracterizado por el vertimiento de aguas residuales del arroyo donde se percibe fuertes olores a materia orgánica en descomposición, aquí la cobertura es dominada en gran parte por la especie *Eichhornia crassipes* con el 72.8% seguida de la enea (*Typha dominguensis*) 25,6% y en menor proporción *Paspalum* sp. La forma de vida de la vegetación predominante en esta área son las errantes perteneciente al grupo de las Planophytas, de aquí el biotipo dominante fue la Helophyta con 2 especies y el biotipo de las Acropleustophyta estuvo representado por la especie *Eichhornia crassipes*. El resto de estaciones presentaron en su zona de influencia una vegetación conformada por vegetación de manglar.

Tabla 113. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga de Mallorquín.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	% de Cobertura P1	Grupo	Biotipo
Magnoliophyta	Liliopsida	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	72,8	Planophyta	Acropleustophyta
		Cyperales	Poaceae	<i>Paspalum</i> sp	1,6	Rhizophyta	Helophyta
		Typhales	Typhaceae	<i>Typha dominguensis</i>	25,6	Rhizophyta	Helophyta

Ictiofauna. Como resultado del monitoreo realizado en las cuatro estaciones sobre la Ciénaga de Mallorquín se registraron en total 435 individuos correspondientes a 11 especies, agrupadas en 8 familias y 6 órdenes (Tabla 114). Dos de estas especies, *Notarius bonillai* (chivo cabezón) y *Eugerres plumieri* (mojarra blanca), se encuentran amenazadas a nivel nacional, según Mejía y

Acero (2002). Todas las especies registradas son consideradas marino-estuarinas, con diferentes hábitos de permanencia dentro del sistema, lo que destaca la conectividad del sistema con el mar y el río, fenómeno dependiente de las diferentes épocas climáticas presentes en el sector.

Tabla 114. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga de Mallorquín época seca junio-julio del 2014.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P1	P2	P3	P4	TOTAL
MUGILIFORMES	Mugilidae	<i>Mugil incilis</i>	51	59	136	104	350
		<i>Mugil curema</i>	2	4			6
CUPLEIFORMES	Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i>			1		1
	Carangidae	<i>Oligoplites saurus</i>	2	1	1	1	5
PERCIFORMES	Gerreidae	<i>Eugerres plumieris</i>	2	3	2	3	10
		<i>Diapterus rhombeus</i>	3	5	13		21
	Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i>	1				1
SILURIFORMES	Ariidae	<i>Notarius bonillai</i>	5	6	2	4	17
		<i>Cathorops spixii</i>	4	5	5	3	17
PLEURONECTIFORMES	Cynoglossidae	<i>Symphurus plagusia</i>			1	1	2
TETRAODONTIFORMES	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides testudineus</i>	1		4		5

De los seis órdenes encontrados; Cupleiformes, Mugiliformes, Perciformes, Pleuronectiformes, Siluriformes y Tetraodontiformes; en términos de diversidad el mayor rango de importancia lo aporta el orden Perciformes con un 37% representado por tres (3) familias y (4) especies, mientras que los órdenes Siluriformes y Mugiliformes ocupan el segundo lugar de importancia con un 18%, representados con una familia y dos (2) especies respectivamente. Los órdenes Cupleiformes, Pleuronectiformes y Tetraodontiformes también comparten el mismo porcentaje 9% y son representados por una familia y una especie (Figura 129-A). Sin embargo en términos de abundancia los valores más representativos fueron aportados por la familia Mugilidae (82%) con 356 individuos representados por dos especies, *Mugil curema* (anchoa) y *Mugil incilis* (liza), seguida de la familia Ariidae (8%) con 34 individuos y dos especies, *Cathorops spixii* (chivo mapale) y *Notarius bonillai* (chivo cabezón). Se destacan los aportes de la familia Gerreidae con el 7% de la abundancia representados por 31 individuos de dos especies *Eugerres plumieri* (mojarra blanca) y *Diapterus rhombeus* (mojarra plateada). El resto de las familias presentaron menos del 2% de la abundancia entre uno y cinco individuos y una especie (Figura 129-B).

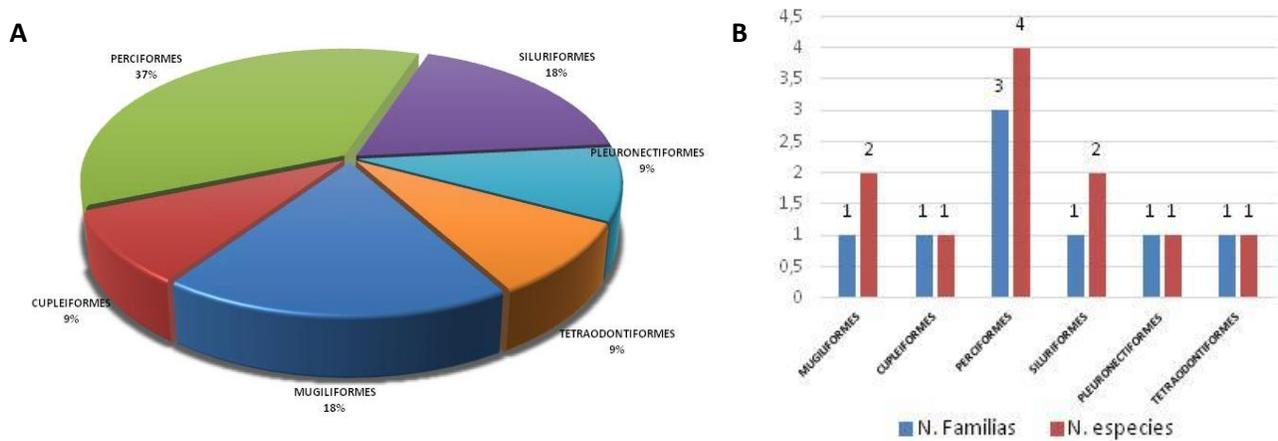


Figura 129. A) Porcentaje de distribución del número de individuos por orden de peces. B) Distribución del número de familias y especies según los órdenes de peces encontrados.

Las especies más abundantes, *M. incilis*, *O. saurus*, *C. spixii* y *N. bonillai* (Figura 130) se distribuyen ampliamente en el ecosistema, en este caso determinado por la adaptación y capacidad fisiológica de regulación osmótica que les permite distribirse en todos los gradientes de salinidad propios de esta ciénaga, pues estas especies son eurihalinas, y fueron considerados por Arrieta y De La Rosa (2003) como residentes permanentes, en particular la lisa que se encuentra en todos los sectores con diferente grado de mezcla aprovechando la abundancia de detrito y fitoplancton propio de este sistema los cuales hacen parte de sus preferencias tróficas. Mientras que los carnívoros o consumidores de tercer orden aportaron más del 60% de las especies, siendo el gremio dominante en la estructura trófica de esta ciénaga durante el presente monitoreo. Teniendo en cuenta lo anterior podemos decir que el flujo de energía dentro de los diferentes niveles tróficos encontrados en la ciénaga de Mallorquín posee un comportamiento natural, donde la producción primaria es aprovechada por los peces de primer orden y luego pasa en forma de energía a través del siguiente eslabón de la cadena trófica donde se encuentran los organismos depredadores o carnívoros. Lo que convierte a este cuerpo de agua en el lugar propicio de reclutamiento y alimentación de peces eurihalinos y estenohalinos al encontrar una oferta alimenticia permanente y una cobertura o área de refugio para sus primeros estadios de vida.

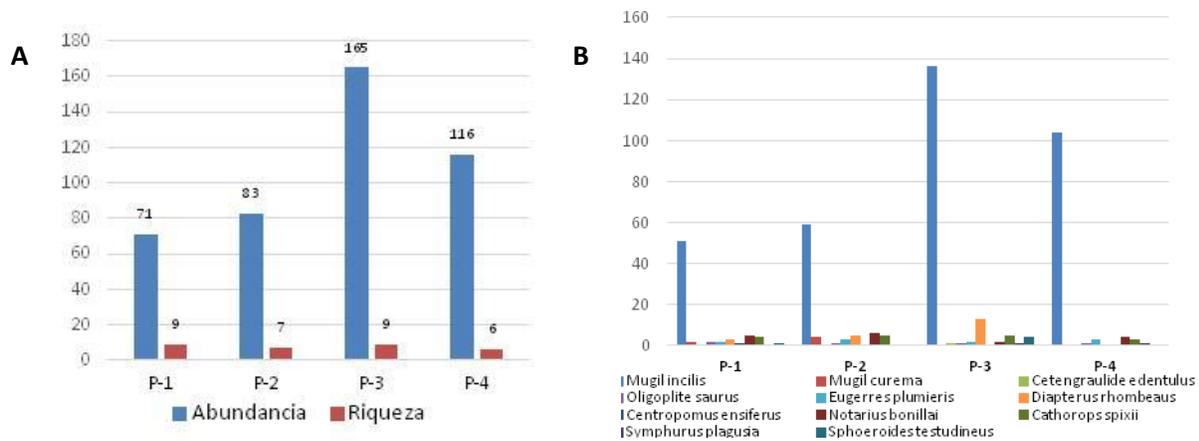


Figura 130. A) Distribución de las abundancias y riquezas de peces para cada punto sobre la Ciénaga de Mallorquín. B) Número de individuos por especie de peces en los cuatro puntos sobre la Ciénaga de Mallorquín.

Los aportes más importantes de biomasa fueron realizados por *M. incilis* (liza) con un 82% de la biomasa total, y estuvo mejor representada en P3 con 9.150g, mientras que P1 con 4.415g, fue el punto con el menor aporte de biomasa y con menor abundancia de especies. El total del peso capturado fue 28.556g (Figura 131).

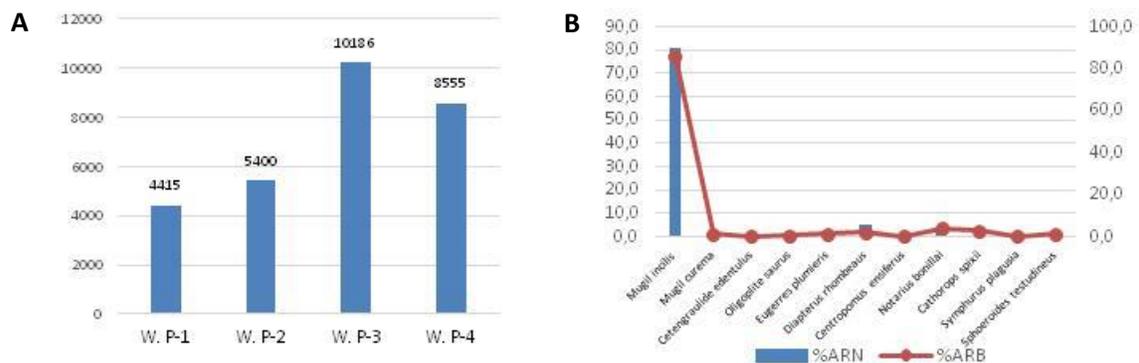


Figura 131. A) Distribución de los pesos de los peces por punto en la Ciénaga de Mallorquín. B) Distribución de los aportes a la biomasa y abundancia relativa por especies de peces en la Ciénaga de Mallorquín.

La Tabla 115 nos muestra una diversidad baja en, donde el número de taxa tiene relación directa con el comportamiento del índice de diversidad (H') cuyo máximo valor es reportado en P1 (1,142 bits), obedeciendo a la expresión de la equidad (J') y dominancia (λ) compartiendo el mismo valor 0.52. Lo anterior sugiere una distribución de la abundancia y riqueza mejor estructurada sobre este

punto. Mientras que los puntos con valores de abundancias más elevados, mantienen una elevada dominancia, lo que posiblemente obedezca a que en lagunas costeras como Mallorquín los regímenes de mezclas de agua de mar y dulce, son los encargados de condicionar la distribución espacial de las diferentes especies en torno al gradiente de salinidad, profundidad y tipo de sustrato. Este proceso también da origen a zonas características dentro de la ciénaga donde solo habitan especies estenohalinas y otras zonas más definidas donde los organismos acuáticos eurihalinos encuentran las condiciones ideales para su mantenimiento. De tal manera que los atributos de diversidad como la riqueza de especies, las abundancias relativas y la distribución en general parecen en este caso, estar en función de la mezcla de aguas y los gradientes de salinidad propios de este cuerpo de agua.

Tabla 115. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga de Mallorquín.

Puntos de Monitoreo	S	N	J'	H' (loge)	H'(log10)	Dominac λ
P1	9	71	0,52	1,142	0,496	0,5287
P2	7	83	0,56	1,09	0,4736	0,5216
P3	9	165	0,344	0,7555	0,3281	0,6875
P4	6	116	0,271	0,485	0,2106	0,8065

El índice de similitud de Bray-Curtis muestra una distribución con un alto grado de semejanza donde se forman 2 grupos débilmente jerarquizados a un nivel de comparación superior al 70%, el primero y mejor asociados ocurre entre los puntos P1 y P2, el segundo entre P3 y P4 (Figura 132).

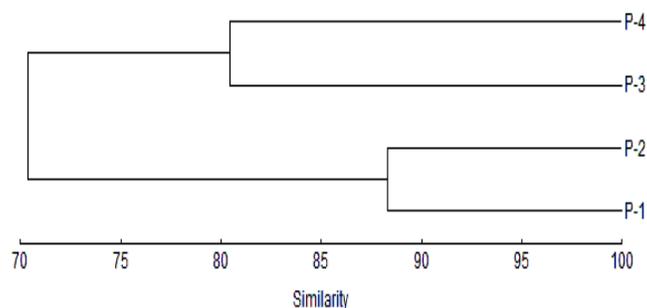


Figura 132. Dendrograma de similitud basado en el índice de Bray-Curtis para las abundancias de peces en la Ciénaga de Mallorquín.

Macroinvertebrados Bentónicos. Se registro un total de 26 individuos, agrupados en 9 familias, y 8 órdenes (Tabla 116). Las familias presentes pertenecen a los órdenes Oligochaeta, Mesogastropoda y Amphipoda. Los oligoquetos fueron los que presentaron la mayor distribución y el mayor número de individuos, estos se caracterizan por habitar aguas muy contaminadas. Los mesogastropodos encontrados son tolerables a aguas con procesos de eutrofización. Las abundancias en los puntos de muestreo fueron homogéneas, con valores promedio de 23% en P1 y P2 y 27% en P3 y P4 (Figura 133).

Tabla 116. Macroinvertebrados de la Ciénaga de Mallorquín.

Puntos de Monitoreo	Orden	Familia	Número de Individuos
P1	Oligochaeta	Spintheridae	1
		Capitelidae	3
	Mesogastroopoda	Thiaridae	2
P2	Oligochaeta	Capitelidae	5
	Mesogastropoda	Hydrobidae	1
P3	Oligochaeta	Capitelidae	5
	Mesogastroopoda	Hydrobidae	1
	Amphipoda	-----	1
P4	Oligochaeta	Maldanidae	7

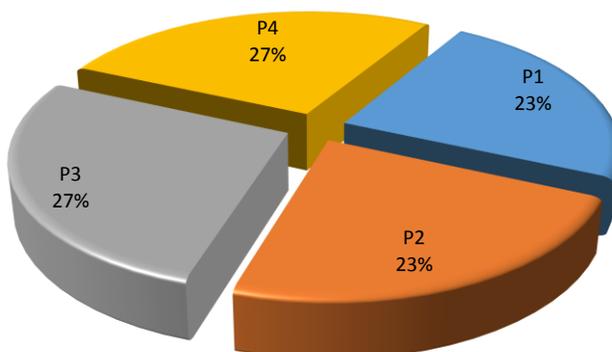


Figura 133. Porcentajes de abundancia de macroinvertebrados bentónicos por puntos de muestreo en la Ciénaga de Mallorquín.

6.3.5 Ciénaga del Rincón.

Es un cuerpo de agua de poca extensión, aislado de la línea de costa, pero que hace parte de la Cuenca Litoral. Generalmente utilizado para actividades deportivas y de recreación, presentando las siguientes condiciones:

Características fisicoquímicas. En los diferentes días de monitoreo se logró apreciar temperaturas con un máximo de 32°C y un mínimo de 25,7 °C, estando el promedio en los puntos monitoreados alrededor de los 27 °C, lo cual se encuentra dentro de los rangos de temperaturas normales de las aguas superficiales tropicales (Figura 134-A).

La época climática en la cual se realizaron los monitoreos, como es habitual, influyó sobre las variables analizadas. En el caso de la conductividad (Figura 134-E), se observa que a medida que avanzaron los días de monitoreo, aumentaron sus valores, por aumento de iones en el agua provenientes del lavado de los suelos por la escorrentía provocada por algunas lluvias ligeras presentes los días de monitoreo, además, es probable que los fuertes vientos ocurridos en los últimos dos días de monitoreos resuspendieran sedimentos con alto contenido iónico, sumado al estado trófico que en esos momentos registraba la ciénaga, el escaso volumen y la poca profundidad de la columna de agua.

Roldan y Ramírez (2008) plantean que los valores habituales de conductividad son menores de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en aguas de bajo contenido iónico y de 500 hasta 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para las fuertemente mineralizadas. Para estos monitoreos, el valor más alto registrado de esta variable fue de 1997 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual indica que para este periodo las aguas de la Ciénaga El Rincón se encontraban mineralizadas.

En estos ecosistemas costeros poco profundos, los vientos ejercen una fuerte influencia, y junto con la producción primaria fitoplanctónica ayudan a elevar las concentraciones de oxígeno disuelto, que para estos monitoreos, exceptuando los valores mínimos registrados, superaron el criterio mínimo de calidad para la destinación del recurso en la preservación de flora y fauna (Decreto 1594/1984). Así mismo, excluyendo algunos valores mínimos, las concentraciones superaron el objetivo mínimo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe, para el periodo 2011-2020 (CRA, 2011) manteniendo valores adecuados para el desarrollo de los organismos acuáticos aerobios (Figura 134-B).

De otro lado, el pH registró algunos valores máximos que sobrepasan los rangos de objetivo de calidad establecidos pero en el valor promedio no se supera el límite de 9 unidades (Figura 134-C). Del mismo modo, se observó que estos valores máximos tampoco cumplen con los criterios de calidad para la destinación del recurso con fines de consumo humano y doméstico, agrícola, recreativo y para preservación de flora y fauna del Decreto 1594 de 1984, pero no así en el promedio de los días monitoreados.

Con respecto a la DBO_5 , las concentraciones superaron en algunos de los días de muestreo el límite máximo de los objetivos de calidad para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe, para el periodo 2011-2020, no obstante el promedio se mantiene por debajo del límite, pero muy cerca de este (Figura 134-D). Es evidente que la disminución del volumen de agua en la ciénaga y su poca circulación, son las causas primordiales del aumento de las concentraciones de materia orgánica biodegradable. Así mismo, se observan altas concentraciones de DQO, que entre otras cosas, son producto del déficit hídrico presente en este periodo.

La poca profundidad de la ciénaga y la influencia de los vientos, provocaron que se observara un agua completamente oscura, cargada de material sedimentario, lo que llevo a que no se cumpliera con el objetivo de calidad establecido para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe, periodo 2011-2020 (concentraciones <30 mg/L) (Figura 134-F). No obstante, autores como Ramírez y Viña (1998) establecen como valor límite permisible el de 150 mg/L, por encima del cual las aguas naturales se pueden considerar contaminadas, es decir, según este concepto, las aguas de la Ciénaga El Rincón, a pesar de su aspecto, aún no pueden ser consideradas completamente perturbadas.

Hay que tener en cuenta que estas características presentadas en la ciénaga, aunque en este año han sido un poco más marcadas debido a los fenómenos ocasionados por el cambio climático, son propias de los cuerpos de agua del Departamento del Atlántico en época seca. Sin embargo, las anomalías climáticas persistentes llevaron a una desecación casi completa del cuerpo de agua con la evidente alteración de todos los procesos biológicos.

En cuanto a los sulfatos, los valores obtenidos pueden ser considerados altos, observándolos desde la perspectiva del consumo humano, teniendo en cuenta que contenidos superiores a 300mg/L pueden causar trastornos gastrointestinales; los sulfatos de sodio y magnesio tienen acción laxante (Orozco *et al.*, 2005). Los sulfatos en el agua pueden tener su origen en el contacto de ella, con terrenos ricos en yesos, así como por la contaminación con aguas residuales industriales (Orozco *et al.*, 2005). Cabe resaltar que en lugares donde pueda aumentar la concentración de fitoplancton, se pueden presentar zonas anaerobias debido a la descomposición de materia orgánica, en las que las bacterias afines al sulfato se activan. Estas bacterias toman el oxígeno de los sulfatos formando sulfuro de hidrógeno, el cual es un compuesto de olor desagradable y altamente tóxico que elimina muchos organismos del medio, excepto las bacterias anaeróbicas del ecosistema (Aguilera *et al.*, 2010).



En cuanto a la calidad microbiológica, la presencia de bacterias coliformes se interpreta como un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición; generalmente, los coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo (Munn, 2004). En estos monitoreos, las variables coliformes totales y coliformes fecales no fueron representativas, por lo cual se descarta contaminación por aguas servidas durante este período, lo cual obedece a la extrema sequía y ausencia de aportes de fuentes contaminantes, como el arroyo León que por transvase en época de lluvias puede alterar la calidad microbiológica del agua en la ciénaga.

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

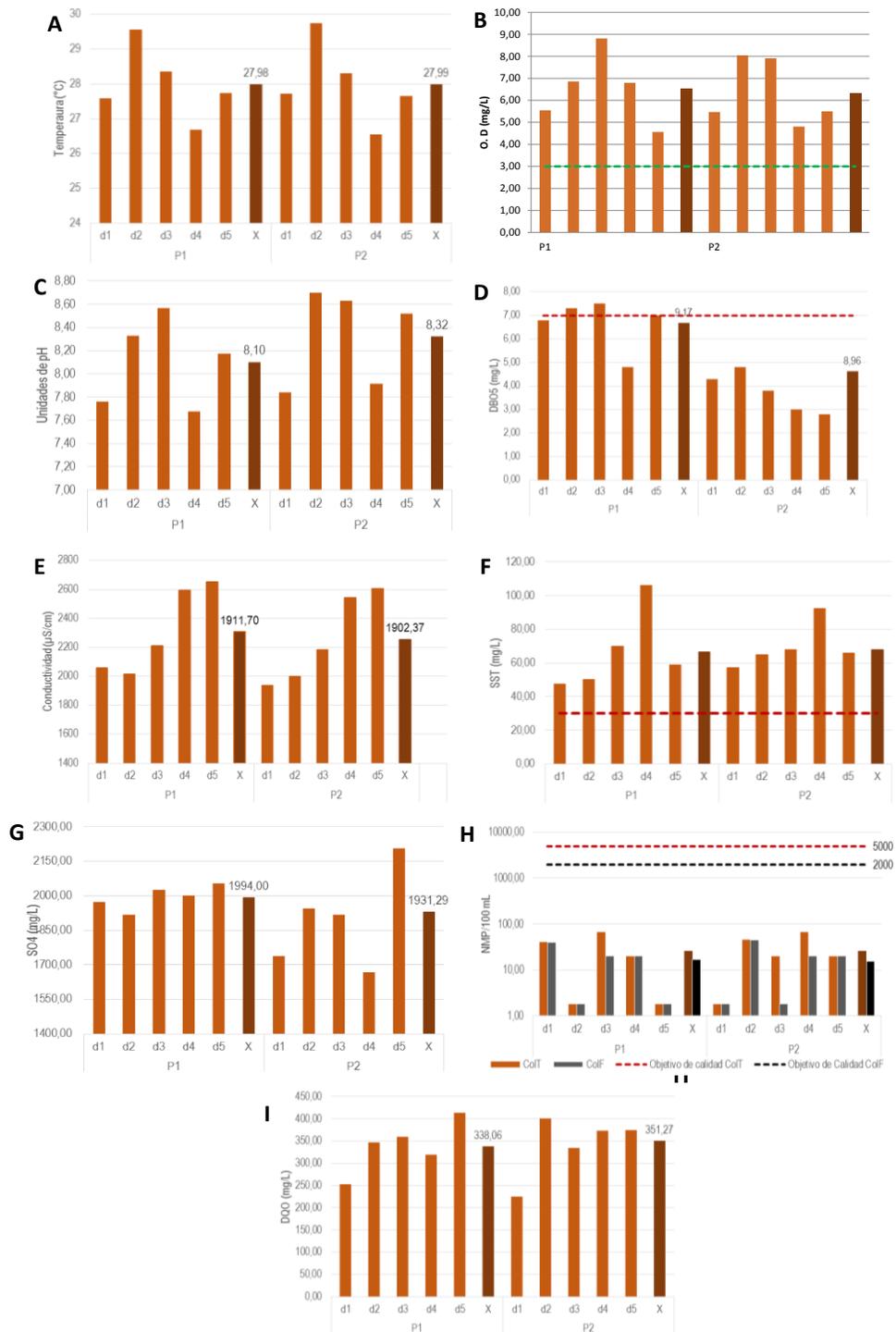


Figura 134. Gráficas de las características físico-químicas en la Ciénaga del Rincón.

Índices de contaminación. La aplicación de los índices de contaminación en la Ciénaga del Rincón, muestra que el ICOMO ubica al sistema dentro del rango de agua con una baja contaminación durante el período de estudio. Mientras que los índices ICOpH e ICOSUS ubican al sistema sin contaminación alguna (Tabla 117). No obstante, cabe señalar

Tabla 117. Valores de índices de contaminación en la Ciénaga del Rincón.

Puntos de Monitoreo	ICOpH	ICOSUS	ICOMO
P1	0,054	0,18	0,252
P2	0,085	0,183	0,257
ESCALA		INTERPRETACIÓN	
0-0,2	SIN CONTAMINACIÓN		
0,2-0,4	CONTAMINACIÓN BAJA		
0,4-0,6	CONTAMINACIÓN MEDIA		
0,6-0,8	CONTAMINACIÓN ALTA		
0,8-1	CONTAMINACIÓN MUY ALTA		

Características Hidrobiológicas.

Fitoplancton. Se encontraron 20 taxones fitoplanctónicos en la ciénaga (Tabla 118) el 35% correspondió a las Ochrophytas, las Cyanobacterias el 25%, las Dinophyta y Chlorophyta agruparon cada uno el 15% finalmente Euglenophyta y Charophyta aportaron cada una un 5%. A nivel espacial, la distribución de la riqueza específica entre las divisiones fue similar a la composición general (Figura 135) por la diversidad de diatomeas (Ochrophytas) particularmente en P2.

Tabla 118. Composición taxonómica y densidad relativa del fitoplancton en la Ciénaga del Rincón.

Phyla	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp</i>	0,29	0,07
		Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis sp</i>	62,38	57,21
			Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp</i>	0,00	0,35
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>	0,21	0,10
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp</i>	0,12	0,09
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp</i>	0,03	0,06
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus sp</i>	0,02	0,10
			Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>	0,00	0,08
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp</i>	0,02
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomona sp</i>	1,08	0,03
Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp</i>	0,06	0,06
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp</i>	9,61	3,24

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Phyla	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	P1	P2			
Bacillariophyceae		Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Entomoneis alata</i>	0,00	0,11			
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	0,00	0,30			
			Pleurosigmaaceae	<i>Pleurosigma sp</i>	1,07	0,08			
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp</i>	6,94	5,52			
Fragilariophyceae		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp</i>	0,00	1,12			
Dinophyta				Dinophyceae	Peridinales	Peridinaceae	<i>Peridinium sp1</i>	9,61	19,21
							<i>Peridinium sp2</i>	7,73	10,88
							<i>Gymnodinium sp</i>	0,84	1,38

La densidad fitoplanctónica durante el estudio registró una notable variación entre los puntos de muestreo (21,89% similitud de Bray Curtis), oscilando de 49852 Ind/L en P1 a 400296 Ind/L en P2 con una menor profundidad para un estado trófico según el número de individuos correspondiente a eutrofia.

Las Cyanobacterias fueron importantes con más del 50% de los organismos en ambos puntos siendo *Microcystis sp* de mayor densidad con valores que oscilaron entre 31100 Ind/L P1 y 229019 Ind/L P2 lo que podría estar denotando un bloom. Esta morfoespecie es cosmopolita y tolerante a condiciones ambientales diversas; su capacidad para formar vacuolas de gas asociada a condiciones de estabilidad de la columna de agua, propia en épocas de verano, favorece la concentración de los organismos en la superficie y el desarrollo de la floración. Puede crecer en condiciones de alcalinidad (pH > 7) y baja concentración de nutrientes, situación frecuente en sistemas estratificados al final del verano (Reynolds, 1984), gracias a su capacidad de almacenar fósforo como gránulos de polifosfato y nitrógeno como gránulos de cianoficina (Paerl, 1988).

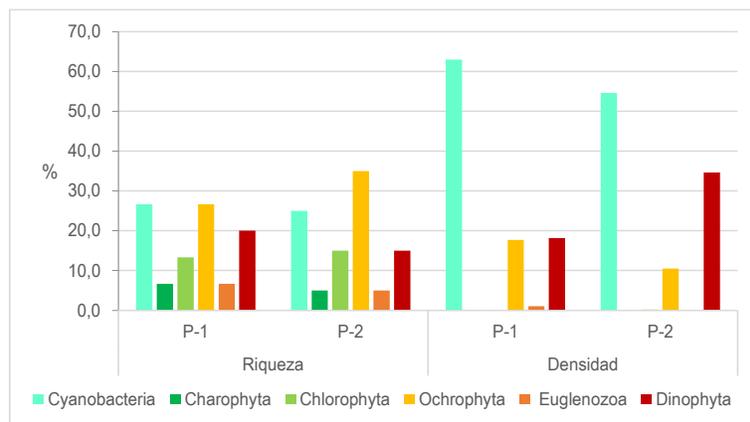


Figura 135. Contribución de las divisiones fitoplanctónicas a la riqueza y densidad por puntos de muestreo en la Ciénaga del Rincón.

Las floraciones de *Microcystis* se dan generalmente en condiciones de poco o nulo viento y en un amplio rango de temperatura (Parra et al.1986). Cuando la floración desaparece, algunos organismos de este género sobreviven durante largos períodos de tiempo, incluso años, como colonias de células vegetativas depositadas sobre el sedimento, aparentemente sin luz ni oxígeno. Estas colonias actúan como propágulos y vuelven a la columna de agua cuando las condiciones ambientales son favorables para su desarrollo (Reynolds, 1987; Reynolds et al.1981).

Las Dynophytas también realizaron un aporte significativo a la densidad con morfoespecies del género *Peridinium* con densidades entre 9066 Ind/L y 125970 Ind/L P2, es importante destacar las morfoespecies pertenecientes a la Ochrophytas *Nitzschia* sp y *Entomoneis alata* presentado altas densidades en P2 con 12950 Ind/L y 22099Ind/L respectivamente. La presencia del phylum Chlorophytas fue escasa, aunque comparada con los Phyla Charophyta y Euglenozoa fue superior.

Los índices de diversidad de la Tabla 119 muestran una estructura similar entre los puntos de muestreo, las abundancias se concentraron en pocos taxones por eso la equidad y dominancia reportaron valores intermedios y la diversidad fue baja.

Tabla 119. Índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson), equidad (J') y dominancia (λ) para el fitoplancton en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Rincón.

Puntos de muestreo	Taxa	Ind/L	J'	H' (loge)	H' (log10)	λ	1- λ
P1	15	49852,9	0,48	1,31	0,57	0,42	0,58
P2	20	400295,7	0,45	1,35	0,59	0,38	0,62

Zooplancton. El zooplancton estuvo constituido por 14 morfoespecies, distribuidas taxonómicamente en 10 géneros, 9 familias, 5 órdenes, 4 clases y 3 phylla (Tabla 120).

Tabla 120. Composición taxonómica del zooplancton registrado en la Ciénaga del Rincón en julio de 2014.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie		
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus	<i>Brachionus angularis</i>		
					<i>Brachionus budapestinensis</i>		
					<i>Brachionus plicatilis</i>		
					Lepadellidae		<i>Lepadella</i> sp
					Proalidae	Proales	<i>Proales</i> sp
					Synchaetidae	Polyarthra	<i>Pseudoploesoma</i> sp
					Euchlanidae	Euchlanis	<i>Euchlanis</i> sp
							<i>Lecane murrayi</i>
					Lecanidae	Lecane	<i>Lecane tudicola</i>

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Morfoespecie
					<i>Lecane cornuta</i>
Annelida	Polychaeta	-----	-----	-----	Larvas de poliquetos
		Cyclopoida	Cyclopidae	Mesocyclops	<i>Mesocyclops</i> sp
Arthropoda	Maxillopoda	-----	-----	-----	Nauplio indeterminado
	Ostracoda	Metacopina	-----	-----	Ostrácodo indeterminado

Los rotíferos de la clase Monogononta representaron la mayor riqueza en el zooplancton con 10 morfoespecies, mientras que Maxillopoda constituyó el 14% y Ostracoda y Polychaeta el 7% cada una (Figura 136).

Los rotíferos, según Roldan y Ramírez (2008) exhiben una gran diversificación en agua dulce. No obstante, en los lagos tropicales no se ha hallado una relación precisa entre los rotíferos planctónicos y el nivel trófico de los lagos y pueden encontrarse en cualquier ambiente, independientemente del nivel trófico.

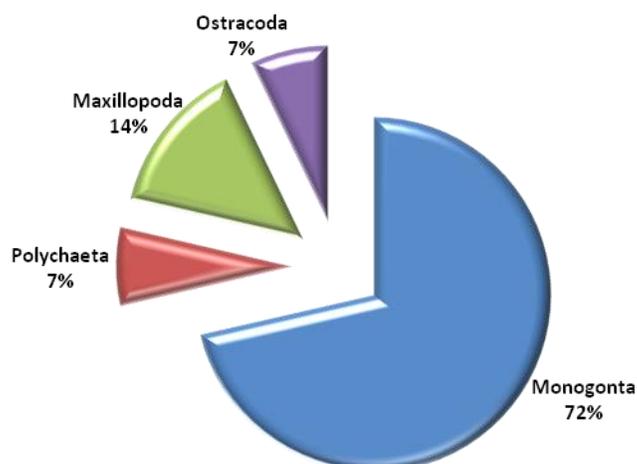


Figura 136. Riqueza de zooplancton por clase, en la Ciénaga del Rincón en julio de 2014.

La morfoespecie *Brachionus plicatilis* obtuvo las mayores abundancias, con los promedios de Individuos/Litro que se observan en la Tabla 121. Esta es una morfoespecie eurihalina, soporta amplios rangos paramétricos y está ampliamente distribuida, lo que se debe a la alta longevidad y resistencia de huevos latentes. Los rangos de salinidad que soporta van desde 1 a 97 ppm (Ruttner-Kolisko, 1974). Además, es conocido que las morfoespecies del género *Brachionus*, resisten pH

elevado y aguas abundantes en calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos, por lo que se han tomado como indicadores de aguas altamente eutrofizadas (Roldan y Ramírez, 2008).

Brachionus plicatilis es una morfoespecie que no selecciona su alimento (polífago) y es considerada un filtro-alimentador que se puede alimentar de diferentes microalgas (Cianofíceas, Chlorofíceas, Pheofíceas, entre otras), bacterias y levaduras (Hirayama et al. 1973).

Igualmente, fueron registrados de manera abundante formas larvales de copépodos (nauplios), cuya cantidad podrían estar relacionada con el desarrollo de aquellos huevos de resistencia que se formaron en época desfavorable y que eclosionaron a partir de las lluvias registradas durante los días de monitoreo. Así mismo, se obtuvo una cantidad alta de larvas de anélidos que lo más probable es que esté relacionada con altas concentraciones de materia orgánica.

Tabla 121. Promedio de Individuos/Litro de zooplancton registrado en la Ciénaga del Rincón durante 5 días seguidos de monitoreo en el mes de julio de 2014.

Morfoespecie	Total (Individuos/Litro)	
	P1	P2
<i>Brachionus angularis</i>	1,0	1,6
<i>Brachionus budapestinensis</i>	-	0,7
<i>Brachionus plicatilis</i>	252,4	288,4
<i>Lepadella</i> sp	4,2	-
<i>Proales</i> sp	6,9	1,7
<i>Pseudoploesoma</i> sp	3,7	1,1
<i>Euchlanis</i> sp	4,9	11,5
<i>Lecane murrayi</i>	23,0	4,5
<i>Lecane tudicola</i>	14,2	-
<i>Lecane cornuta</i>	2,9	-
Larvas de poliquetos	76,5	35,7
<i>Mesocyclops</i> sp	9,7	5,1
Nauplio indeterminado	133,3	111,2
Ostrácodo indeterminado	-	1,1
Total (Individuos/Litro)	532,9	462,7

Los valores obtenidos de la aplicación de los índices ecológicos a la abundancia del zooplancton muestran un grupo constituido de manera homogénea. No se observan diferencias considerables entre las poblaciones de un punto y otro, debido a que el poco volumen de agua presente en la ciénaga era constantemente mezclado por los vientos, que producían una homogenización de la composición planctónica de todo el espejo de agua (Tabla 122).

Tabla 122. Índices ecológicos del zooplancton registrado en la Ciénaga del Rincón en el mes de julio de 2014.

Puntos de Monitoreo	Índices ecológicos							
	S	N	d	J'	H'(loge)	H'(log10)	Lambda	1-Lambda
P1	12	532,7	1,75216197	0,60236088	1,49681056	0,65005657	0,31104137	0,68895863
P2	11	462,6	1,62949709	0,45886478	1,10030968	0,47785842	0,45328001	0,54671999

*S = Riqueza; N = Número de individuos; d = Riqueza de Margalef; J' = Equidad; H' = Diversidad de Shannon; Lambda = Dominancia de Simpson

Perifiton. El perifiton en los puntos de muestreo (P1 y P2) estuvo conformado por 12 morfoespecies, agrupadas en 5 clases distribuidas en 4 phyla. Las diatomeas (Ochrophytas) agruparon el mayor número de morfoespecies con 4 taxa equivalentes al 35% de la riqueza específica total. Le siguieron los phyla Cyanobacteria y Euglenozoa con el 25% cada uno agrupando 3 morfoespecies en cada caso; el phylum de las Chlorophytas agrupó el 17% de las morfoespecies (Figura 137).

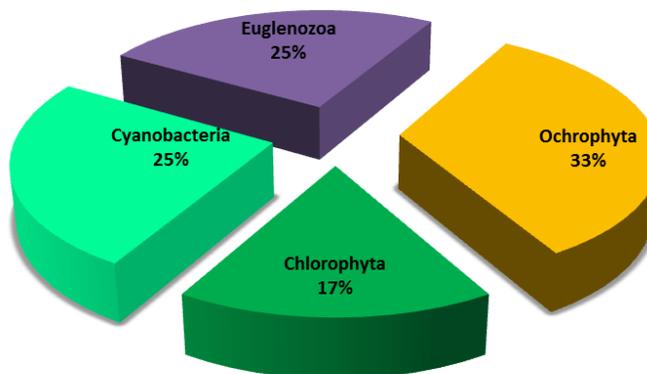


Figura 137. Distribución porcentual de los phyla del perifiton en la Ciénaga del Rincón

La riqueza específica registró proporciones muy similares en cada uno de los phyla presentes en cada punto de muestreo, todos los phyla presentaron el mismo número de morfoespecies a excepción de P1 donde el phylum Euglenozoa estuvo representado por 1 morfoespecie mientras que P2 registró 3 morfoespecies. La densidad promedio fue de 3152 Ind/cm² con valores que oscilaron entre 1542 Ind/cm² en P1 y 4778 Ind/cm² en P2. El phylum Ochrophyta aportó la mayor densidad en todos los casos de muestreo con porcentajes del 46% en P1 y 44% en P2 (Figura 138). Las especies del género *Navicula* tuvieron los mayores aportes a la densidad del perifiton, destacándose *Navicula bory* cuya densidad fue de 1633 Ind/cm² en P2. Las morfoespecies *Eunotia* sp 1 y *Gomphonema* sp1 tuvieron bajos aportes a la densidad. Las Cyanobacterias realizaron un considerable aporte a la densidad en cada uno de los puntos de muestreo con porcentajes entre 22% en P1 y 32% en P2 siendo en este punto las morfoespecies *Oscillatoria* sp y *Lymbia* sp las

más abundantes con 726 Ind/cm² y 423 Ind/cm² respectivamente. Las Chlorophytas aportaron significativamente a la densidad total sobresaliendo la morfoespecie *Ulothrix* sp que reportó valores entre 314 Ind/cm² en P1 y 423 Ind/cm² en P2.

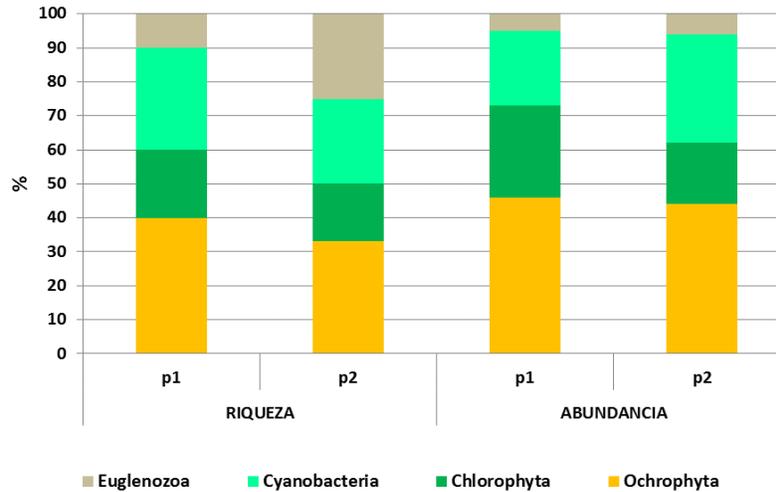


Figura 138. Distribución de la riqueza y abundancia del perifiton en la Ciénaga del Rincón.

Las abundancias de los principales phyla del perifiton dentro de la ciénaga fueron mayores en P2. La abundancia del fitoplancton presentó la misma tendencia lo que podría ser resultado de la poca profundidad registrada en P1 comparado con P2 que reportó una mayor profundidad y mayor concentración de macrófitas flotantes. Aunque la vegetación acuática puede imponer limitaciones para el desarrollo de las comunidades microalgales por competencia de nutrientes y radiación, los grupos como las diatomeas que incluyen especies de hábito bentónico y con adaptaciones para fijarse a los sustratos naturales pueden desarrollarse bien, al igual que las cyanobacterias que logran desarrollarse mejor que otras microalgas en ambientes con iluminación deficiente.

Los índices ecológicos (Tabla 123) muestran una homogeneidad espacial del perifiton en la ciénaga a pesar que las densidades no fueron muy similares, sin embargo los valores de diversidad (H'loge) fueron iguales en cada punto de muestreo con una baja dominancia (λ) y valores relativamente altos de equidad (J). La diversidad fue intermedia debida a la homogeneidad en las abundancias, aunque la riqueza específica fue más bien moderada para esta comunidad. Las principales diferencias entre los puntos de muestreo estuvieron determinadas por la densidad de organismos más que por su composición. La densidad, como se mencionó, pudo estar relacionada con el nivel del agua y la disponibilidad de sustratos. En P1 donde el nivel de la ciénaga fue muy bajo, se registró la menor densidad, tal vez por el rigor de las condiciones que impone la escasa profundidad donde puede aumentar significativamente la temperatura durante el día en detrimento del desarrollo de la matriz

perifítica que además se encuentra más expuesta a los cambios de nivel del agua. Además, en los sectores de escasa profundidad la intensidad de la radiación puede tener efectos estresantes en el desarrollo de la comunidad microalgal, cuando se sobrepasa la intensidad de saturación, que es la cantidad de luz necesaria para mantener una fotosíntesis máxima, se produce una inhibición de las funciones fotosintéticas (Raymont, 1980). Los bajos niveles de la Ciénaga debido a la sequía extensa, y la falta de entradas naturales de agua, generan condiciones adversas que afectan todas las comunidades hidrobiológicas, que en algunos sectores alcanza el desecamiento total.

Tabla 123. Índices ecológicos del ensamblaje perifítico en los puntos de muestreo de la Ciénaga del Rincón.

Puntos de Monitoreo	S	N	Equidad (J')	Shannon-Wiener (H'log _e)	Dominancia (λ)	Diversidad de Simpson (1-λ)
P1	10	1542,0	0,9	2,1	0,1	0,9
P2	12	4777,8	0,8	2,1	0,2	0,8

Macrófitas. La vegetación acuática en la ciénaga estuvo representada por 6 especies, 2 clases y 1 phylum (Tabla 124). Durante el monitoreo esta ciénaga presentaba los niveles más bajos de profundidad y pérdida del espejo del agua.

Tabla 124. Especies de macrófitas acuáticas registradas en la Ciénaga del Rincón.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	% de Cobertura		Grupo	Biotipo
					P1	P2		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	8	0	Planophyta	Acropleustophyta
				<i>Typha dominguensis</i>	32	32		
	Liliopsida	Cyperales	Cyperaceae	<i>Cyperus sp</i>	2,4	0	Rhizophyta	Helophyta
				<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	5,6	0		
		Cyperales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	4	0	Rhizophyta	Helophyta
				<i>Eichhornia crassipes</i>	48	68		

El punto P1 registró 6 especies y en P2 se identificaron 2 especies. Las especies que tuvieron una mayor cobertura en los puntos de muestreo fueron *Eichhornia crassipes* (taruya) con el 48% para P1 y el 68% para P2, *Typha dominguensis* (enea) tuvo un 32% de cobertura en cada uno de los puntos de muestreo mientras que las otras especies registraron valores de cobertura menores del 10% (Figura 139). Las condiciones extremas del período climático han permitido que la especie *Eichhornia crassipes* domine la cobertura de la vegetación de la ciénaga.

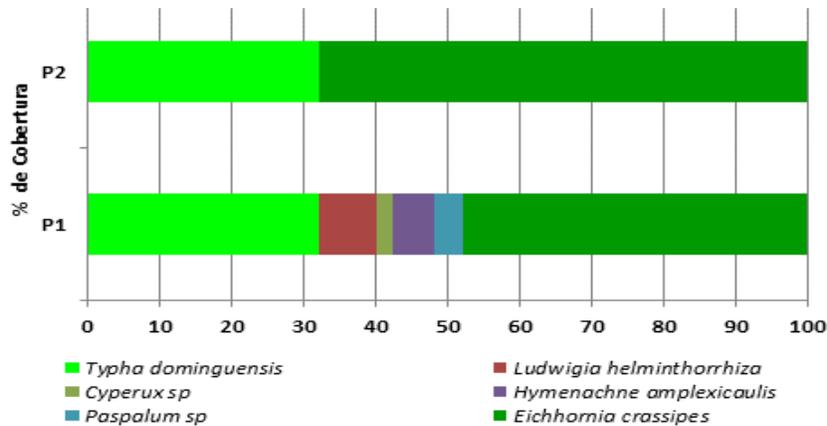


Figura 139. Porcentaje de cobertura de la vegetación de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo en la Ciénaga del Rincón.

La forma de vida de la vegetación acuática que domina la ciénaga en un 67% es el grupo de las Rhizophytas seguida de las Planophytas con el 33%. El biotipo de las Helophytas con el 67% agrupó el mayor número de especies con 4 taxa, seguida del biotipo de las Acropleustophytas con el 33% agrupando 2 especies (Figura 140).

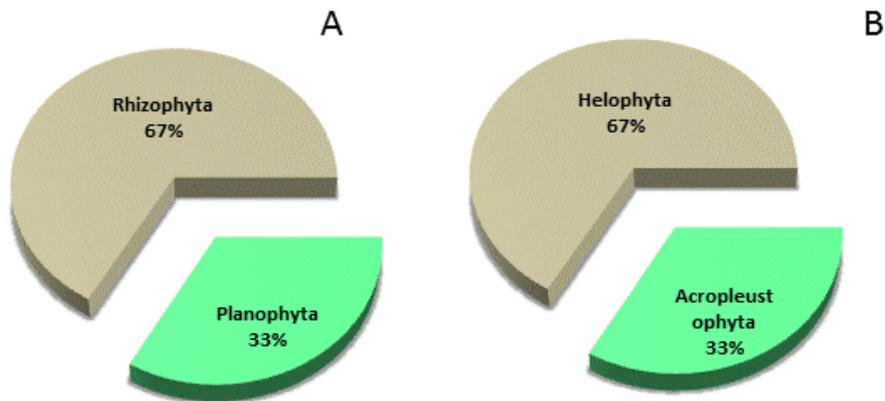


Figura 140. Grupos y Biotopos de las macrófitas en los puntos de la Ciénaga del Rincón.

Ictiofauna. Como resultado de las faenas de pesca durante los cinco días de monitoreo se capturaron un total de 238 individuos pertenecientes a 6 especies, agrupadas en 4 familias y 3 órdenes. En la Tabla 125 se encuentra la clasificación y el total de individuos por especies en cada estación.

Tabla 125. Clasificación y abundancia absoluta en número (AAN) de la ictiofauna capturada en la Ciénaga del Rincón.

Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta		
			P1	P2	Total
Characiformes	Characidae	<i>Roeboides dayi</i>	1	-	1
	Curimatidae	<i>Cyphocarax magdalenae</i>	4	-	4
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia gilis</i>	1	-	1
		<i>Andinoacara pulcher</i>	53	60	113
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i>	47	70	117
		<i>Oreochromis niloticus</i>	-	2	2

De los tres órdenes registrados (Characiformes, Perciformes y Cyprinodontiformes), en términos de riqueza específica y abundancia absoluta, el mayor rango de importancia fue para el orden Perciformes con un 97,48%, representado por 1 familia, 3 especies y 232 individuos. Le sigue el orden decreciente Characiformes con 2 familias e igual número de especies, con 5 individuos (2,10%) y por último, el orden Cyprinodontiformes con el 0,42%, representados por 1 familia, 1 especie y 1 individuo, siendo el grupo menos diverso (Figuras 141-A y 141-B).

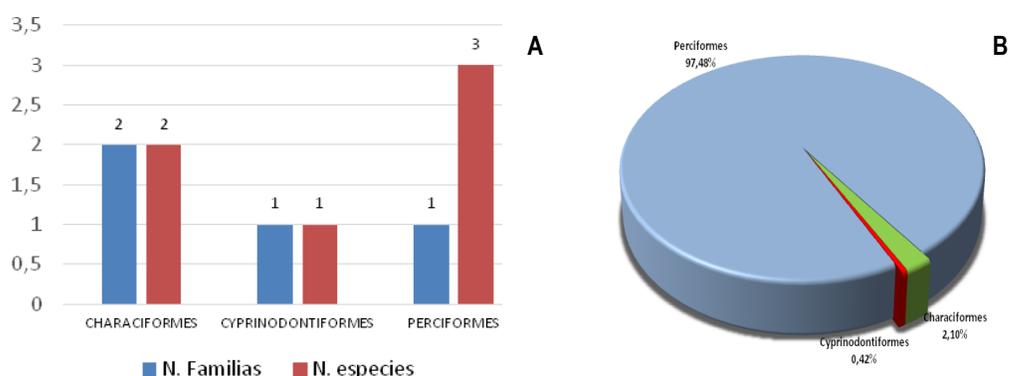


Figura 141. A) A) Distribución del número de familias y especies de peces según los órdenes encontrados en la Ciénaga del Rincón. B) Porcentaje de distribución del número de individuos de peces por orden en la Ciénaga del Rincón.

Los mayores valores de abundancia relativa pertenecen a las familias Cichlidae (98%) con 232 individuos representados por tres especies; *Caquetaia kraussii* (mojarra amarilla), *Andinoacara pulcher* (cabeza e´ piedra) y *Oreochromis niloticus* (mojarra lora). En segundo lugar se encuentra la familia Curimatidae con el 2%, cuatro individuos de la especie *Cyphocarax magdalenae* (pincho). Por otro lado, las familias Poeciliidae y Characidae solo estuvieron representadas por una especie y un solo individuo respectivamente (Figura 142).

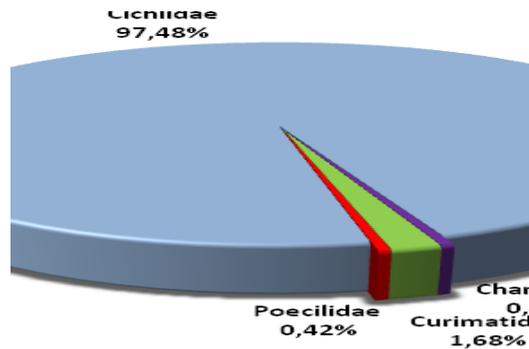


Figura 142. Porcentaje de distribución del número de individuos según las familias de peces registradas en la Ciénaga del Rincón.

La cuantificación se basó en el registro total de la captura para cada una de las estaciones. Con base a este registro individual se puede presentar el panorama que se describe a continuación: P1 presentó la mayor riqueza específica con 5 especies. En términos de abundancia relativa los mayores valores fueron encontrados en P2 con un total de 132 individuos repartidos en tres especies (Figura 143). Cabe anotar que la mayoría de las especies encontradas realizan migraciones laterales a través de los diferentes sectores de esta ciénaga y estas son atribuidas a la busca de alimento, a los diferentes niveles de profundidad del agua y sitios de refugios propicios y también por procesos reproductivos, comportamiento que pudo verse afectado por las condiciones de intensa sequía que dominaron durante el monitoreo.

Las especies capturadas son consideradas como de gran rango de tolerancia a condiciones adversas y comunes en sistemas donde la eutrofia por efecto de pérdida de profundidad y colmatación de sedimentos es el comportamiento más conspicuo observado durante la época seca.

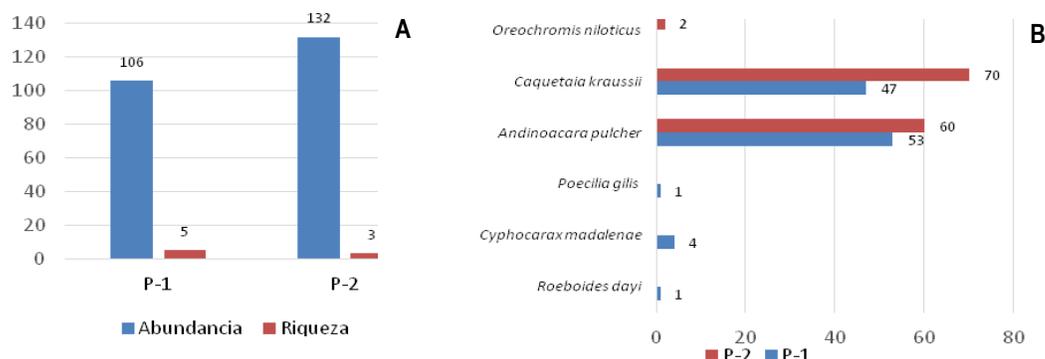


Figura 143. A) Distribución de la abundancia y riqueza de peces por punto en la Ciénaga del Rincón. B) Distribución del número de individuos por especies de peces en la Ciénaga del Rincón.

Teniendo en cuenta la distribución de las abundancias relativas de biomasa (ARB) y la abundancia relativas en números de individuos (ARN) de las especies capturadas, encontramos que los porcentajes más representativos son aportados por la especie *C. kraussii* (mojarra amarilla) con 53%, y *A. pulcher* con 42.6%, convirtiéndose en las dos especies con mayor aporte de biomasa en la ciénaga durante el presente monitoreo (Figura 144). El peso total de la ictiofauna capturada en los dos puntos sobre la Ciénaga del Rincón arrojó un total de 5929 g, siendo P2 el que aportó los valores más altos de biomasa con un total de 4031 g.

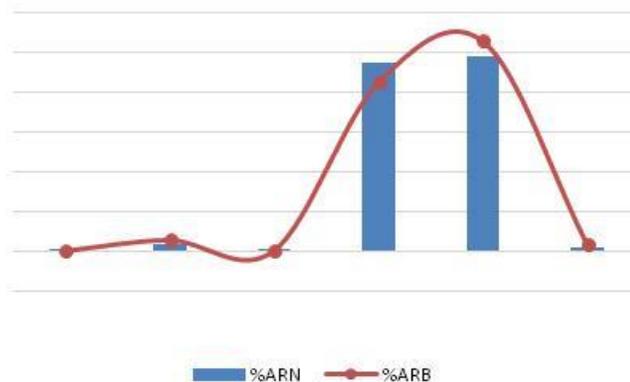


Figura 144. Distribución de los porcentajes de abundancia y biomasa para las especies icticas capturadas en la Ciénaga del Rincón.

En la Tabla 126, se encuentran relacionados los resultados de los índices ecológicos desarrollados para el análisis general del ensamblaje ictico de los puntos sobre la Ciénaga del Rincón. Los valores de diversidad fueron bajos ($H' = 0,918$ y $0,7582$ bits). En general el comportamiento de los atributos ecológicos para el ensamblaje de peces es moldeado por los valores de dominancia (λ). Sin embargo, este cuerpo de agua presenta una intrincada problemática ambiental producto del desecamiento de más del 40% de su espejo de agua, reduciendo las zonas de interacción de la fauna ictica con la zona litoral, donde ocurren las principales asociaciones tróficas y fisiológicas, dando como resultado que los atributos de dominancia en esta ciénaga controlen la distribución de las pocas especies resistentes a los tensores físicos que soporta actualmente el sistema.

Tabla 126. Índices ecológicos que describen el ensamblaje íctico en la Ciénaga del Rincón.

Puntos de Monitoreo	Taxas	N	Equidad J'	H' (loge)	H'(log10)	Dominancia λ
P1	5	106	0,5709	0,9188	0,399	0,4482
P2	3	132	0,69	0,7582	0,3293	0,4881

El dendograma de similitud basado en el índice de Jaccard, muestra un ensamblaje con una similitud baja entre ambos puntos lo cual se debe a la escasa riqueza específica del ambiente, haciendo susceptibles las diferencias entre los sectores monitoreados cuando aparecen especies consideradas raras en el muestreo con abundancia numérica muy baja como en el caso de *R. dayi* y *P. gillis* con un individuo cada una en la estación P1. No obstante, al comparar los sectores utilizando el índice de Bray-Curtis que tiene en cuenta las abundancias relativas y resta importancia a las especies raras o con densidades muy bajas, se tiene una similitud superior al 80% (Figura 145).

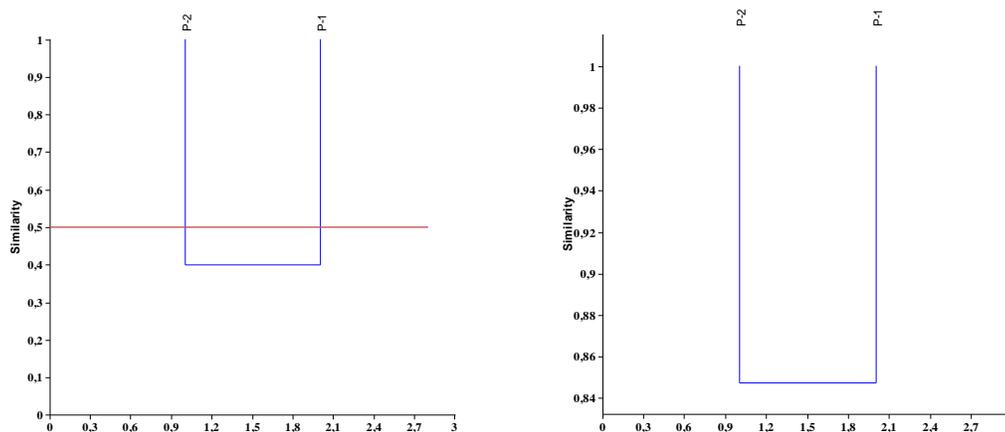


Figura 145. Dendogramas de similitud para la abundancia de peces en la Ciénaga del Rincón. A) Índice de Jaccard. B) Índice de Bray-Curtis.

Macroinvertebrados Bentónicos. Los grupos encontrados en ambos puntos de muestreo presentan gasterópodos como los principales representantes del bentos, algo que es común en cuerpos de agua cenagosos poco profundos; sin embargo solo se encuentran grupos de aguas biológicamente buenas; aclarando que un solo grupo no es suficiente para emitir una evaluación definitiva, más aun cuando en el bentos se encuentra un individuo del orden odonata que es comúnmente encontrado en aguas oligomesotróficas y asociado a la vegetación, lo que sería indicativo de un sistema que

está en estiaje y que permite que fácilmente la fauna asociada a las macrófitas quede atrapada en el bentos o sea capturada en este de forma accidental (Tabla 127).

Tabla 127. Macroinvertebrados Bentónicos de la Ciénaga del Rincón.

Puntos de Monitoreo	Orden	Familia	Género	Número de Individuos
P1	Mesogastroopoda	Hydrobiidae	<i>Hidrobiosidae sp</i>	13
	Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion sp1</i>	1
P2	Mesogastroopoda	Hydrobiidae	<i>Hidrobiosidae sp</i>	7
			<i>Amnicola sp</i>	1

7. CONSIDERACIONES FINALES

Las ciénagas hoy son reconocidas como humedales fundamentales en el mantenimiento del equilibrio hidrológico de las cuencas, lo que determina la importancia en el estudio de su dinámica, más aun en el Departamento del Atlántico donde el déficit hídrico es alto y se requiere del uso eficiente del recurso agua y el mantenimiento de sus fuentes.

Estos sistemas funcionan en total dependencia de los períodos de lluvia y sequía, que son los determinantes para la captación o evaporación de sus aguas. En el Departamento del Atlántico, las ciénagas, como en todas las cuencas bajas de los ríos, se ubican formando complejos y por tal motivo no se pueden considerar sistemas aislados; se requiere entonces que su estudio y seguimiento se realice por cuencas.

A diferencia de los sistemas lóticos, se consideran aspectos relevantes, la disposición formando complejos cenagosos mediante interconexiones, la temporalidad o período climático y además la integralidad en el análisis de sus matrices para poder emitir conclusiones acertivas al respecto de su dinámica. En este orden de ideas, la caracterización, permite concluir que:

La caracterización del Complejo de ciénagas de la Cuenca del Río Magdalena, muestra como la mayoría de los factores físico-químicos experimentan cambios significativos y en algunos casos muy marcados en el período de estiaje (período de estudio), que este año, correspondió a un período de sequía que se prolongó desde inicios del 2014 y donde se encontraron niveles de agua muy bajos. Las condiciones del entorno desde la óptica de las características físico-químicas, muestra que para el caso de las ciénagas estudiadas, que se encuentran en la margen occidental del Río Magdalena (Mesolandia. Malambo, Uvero y La Poza), a pesar de su cercanía con el casco urbano del municipio en el que se ubican, no mostraron niveles de Coliformes por encima de los valores establecidos para cumplir con el objetivo de calidad de agua para establecimiento de la vida (calidad biológica) y excepto en el caso de una estación en la Ciénaga de Malambo, tampoco mala calidad sanitaria. Lo que se apoya en los índices de contaminación, que si bien es cierto muestran un incremento significativo en los sólidos suspendidos y la DBO₅, esto responde a procesos de eutrofización que son propiciados por la concentración de nutrientes (por disminución del volumen de agua) y por la remoción del material del sedimentario; coadyuvado por la mezcla de la interfase agua-sedimento, debido a una columna de agua disminuida y la acción del viento.

La Ciénaga de Mesolandia presenta aguas con evidentes efectos de contaminación por materia orgánica como lo muestran los índices de contaminación y el no cumplimiento de los valores

contemplados en los objetivos de calidad, a diferencia de la Ciénaga de Malambo y El Uvero, en donde la mayor contaminación se da por altos valores de pH.

En estos sistemas una característica fundamental en su morfología es la poca profundidad, y debido a esto, la acción del viento desplazando la capa superficial del agua permite el aporte físico de oxígeno por acción del viento, es quizá ésta, una de las causas relevantes en la capacidad de autodepuración de los sistemas cenagosos; evidenciándose, en los altos valores de oxígeno que pueden ser registrados y como se superan otras condiciones que pueden ser adversa en el establecimiento de la vida.

Las ciénagas ubicadas en la cuenca del Canal de Dique, presentan una dinámica hidrológica que no depende directamente del río, por lo que su limnología es correspondiente a tipos cenagosos III y IV, en donde los aportes de agua fluctúan por la influencia de cuerpo de agua como el Embalse del Guájaro que depende del aporte del Canal del Dique (condicionado por las compuertas) o por la llegada de las escorrentías a través de arroyos temporales como es el caso de las ciénagas de Luruaco y Tocagua.

Estas ciénagas se caracterizan por presentar la mayor parte del año valores de pH más altos, que incluso superan los valores máximos de cumplimiento de los objetivos de calidad, más aun en período seco donde la concentración de iones y compuestos básicos es mayor. Cabe resaltar que las características edafológicas en el centro-sur del departamento, permiten la liberación de gran cantidad de carbonatos y bicarbonatos, junto a sales magnésicas provenientes de los propios sedimentos y de las formaciones alrededor de estos cuerpos de agua.

El Embalse del Guájaro se caracteriza por ser el sistema cenagoso más conductivo del departamento, como lo demuestran estudios realizados por los investigadores de estos sistemas (Castellanos, 2003, 2009; Gutierrez, 2000) y por eso es también uno de los mas productivos y con mayor biodiversidad. Esto debido a la interacción de las aguas más conductivas del norte y centro y menos conductivas al sur del Embalse, que forman un gradiente que propicia el establecimiento de diferentes organismos que pueden distribuirse acordes a este gradiente. Además por la amplitud de su espejo de agua, mantiene promedios diarios de oxígeno por encima de los valores esperados en un sistema léntico (80% de saturación).

Este cuerpo de agua también se encuentra rodeado de asentamientos humanos que corresponden a cascos urbanos o área rural, que afectan directamente la calidad de sus aguas; sin embargo, las condiciones antes descritas permiten que alcance una capacidad de autodepuración, que permite mantener buena o aceptable calidad biológica y sanitaria de sus aguas.

El Departamento del Atlántico se encuentra limitado al rededor de todo su perímetro por sistemas acuáticos, y hacia el norte y noroccidente, este límite lo constituye el Mar Caribe, hasta donde desembocan desde el Río Magdalena, hasta los Arroyos, en su mayoría temporales que junto a las agua marinas, constituyen otra cuenca con características que difieren de las del límite oriental y el sur del Departamento, en su dinámica limnológica, pero que no dejan de ser de gran importancia para las comunidades, incluso que se ubican mas alejadas de estas ciénagas.

Esta Cuenca, denominada, cuenca litoral está representada por varias ciénagas, entre ellas, Totumo, Manatías, Balboa y Mallorquín. Ubicadas en la zona de influencia marina, presentan condiciones vinculadas a la salinidad aportada por el agua de mar o por los sedimentos que las integran.

La Ciénaga del Totumo, muestra que a pesar de no tener valores de Coliformes que superen los límites establecidos para calidad biológica y sanitaria de sus aguas, si presenta evidentes efectos de contaminación por materia orgánica, lo que se ha propiciado en este cuerpo de agua, al perder su condición de laguna costera como consecuencia de la interrupción en la comunicación de sus aguas con el agua del mar. A diferencia de Balboa, Manatías que son cuerpos de agua que reciben aguas de origen marino en mayor proporción y presentan unas condiciones de mejor calidad en sus aguas.

La Ciénaga de Mallorquín es la que mantiene comportamiento de laguna costera al conservar la dinámica de apertura y cierre de barra costera y los aportes del Río Magdalena. Evidenciando el efecto por aportes de material orgánico, lo cual impacta en mayor medida el ICOMO, con respecto al ICOSUS e ICOPH.

Salvo en la estación mas al centro, que presentó de forma puntual mayores efectos por sólidos suspendidos, el los factores fisico-químicos como Coliformes (en mayor proporción fecales) y el oxígeno disuelto (cercaos al mínimo establecido), son los que mas influncian la calidad biológica y sanitaria de este sistema costero.

Asociada a esta Cuenca Litoral, se encuentra también, la Ciénaga del Rincón, Tambien conocida como Lago del Cisne. Un sistema natural, altamente intervenido y el más alejado de la línea de costa, entre los estudiandos en esta caracterización.

Este cuerpo de agua, al ser de menor extensión y profundidad, es fácilmente impactado por las sequías prolongadas, ya que las aguas de escorrentías que llegan con arroyos temporales se ven disminuidas y el cuerpo de agua es fácilmente evaporado, tal como ocurrió este año en donde el

espejo de agua se perdió casi en su totalidad, dejando expuestos los sedimentos a la desecación, con predominio de un sistema hipóxico en el que no puede establecerse la vida por largo período, si no se recupera el espejo de agua.

En cuanto al componente hidrobiológico, es importante mencionar que atributos ecológicos como la abundancia y la composición de las diferentes comunidades es limitada por factores como la profundidad de la columna de agua, cuyo efecto es directo al describir la hidrobota representativa de cada período.

Como el caso del fitoplancton que refleja la tendencia a la eutrofia en ciénagas como la de Mesolandia, donde las cyanofíceas predominaron como indicadores de aportes de materia orgánica rica en nitrógeno. En las ciénagas de Malambo y Uvero la baja riqueza de especies, el número de individuos fitoplanctónicos y el dominio de las otras Cyanobacterias como *Microcystis sp* y *Anabaenopsis sp* respectivamente, muestran condiciones de eutrofia. En cambio, la densidad fitoplanctónica de la Ciénaga La Poza y el predominio de la Chlorophytas *Echinosphaeridium sp* la catalogan en un estado oligotrófico.

Desde este componente, el Embalse del Guájaro es un sistema que se caracterizado por ser oligotrófico, ya que la diatomea *Aulacoseira sp* predominó en las zonas sur y centro y la clorofita *Asterococcus sp* dominó en la zona norte. No obstante, la categorización trófica debe obedecer a diversos criterios y no solo or la producción fitoplanctónica, ya que la producción de otros componentes como las macrófitas acuáticas flotantes, emergentes y sumergidas pueden insinuar estados tendientes a la eutrofia.

Las ciénagas de Mallorquín, Balboa y Los Manatíes reportaron una baja concentración de individuos fitoplanctónicos asociada con condiciones de oligotrofia. En Mallorquín predominaron especies tolerantes a alta concentración de materia orgánica y conductividad: *Trachelomona sp*, *Euglena oxyuris* y *Microcystis sp*; y el dinoflagelado *Protoperidinium sp* relacionado con altas salinidades fue dominante en las ciénagas de Balboa y los Manatíes.

La Ciénaga del Rincón presentó características propias de un sistema eutrófico con *Microcystis sp* como especie dominante. La proliferación de las cianofitas *Cylindrospermopsis sp* y *Raphidiopsis curvata* en las ciénagas de Luruaco, Tocagua y el Totumo junto a las altas densidades ratifican la condición eutrófica de los sistemas. Esto sin mencionar que Totumo, cada vez presenta condiciones más disímiles a las de los otros cuerpos de agua de la misma cuenca.

Al igual que con el fitoplancton, el zooplancton experimenta variaciones en las abundancias, las cuales son influenciadas por el fitoplancton mismo. En época seca las condiciones ambientales son hostiles, desarrollándose una comunidad con especies más tolerantes, mientras que en el período de lluvias, la entrada de agua propicia flujo de nutrientes y la renovación de las comunidades planctónicas.

La comunidad zooplanctónica, también refleja el estado eutrófico de las ciénagas de la Cuenca del Río Magdalena, por la presencia simultánea de varias especies del género *Brachionus*, teniendo en cuenta que Mageed (2008) y Uzma (2009) indican que la presencia de más de 5 especies de *Brachionus* está relacionada con cuerpos de agua eutrofizados.

El dominio de la especie *Mesocyclops brasiliensis* en el Embalse del Guájaró, *Brachionus plicatilis* en la Ciénaga de Luruaco y la presencia de un 42% del total de las especies de la Ciénaga de Tocagua pertenecientes al género *Brachionus* permiten inferir que el estado de eutrofización de estos cuerpos de agua, en la época de monitoreo, es alto.

El zooplancton de las lagunas costeras (ciénagas de Mallorquín, Los Manatíes, Balboa y El Totumo) se caracteriza por poseer alta tolerancia a cambios en variables físicoquímicas como el pH y el oxígeno disuelto, entre otras.

La vegetación acuática estuvo caracterizada por presentar una baja riqueza de especies y dominio de la especie *Eichhornia crassipes* (taruya) presentando las mayores coberturas en las ciénagas de la Cuenca del Río Magdalena.

Para Mesolandia en la zona litoral de ciénaga, la forma de vida dominante de la vegetación representada en la Helophyta. En la Ciénaga de Malambo, la característica fue un bajo número de especies (4), la cobertura de la vegetación fue dominada por la especie *Eichhornia crassipes* con porcentajes mayores al 84% en cada punto de muestreo, el Biotipo dominante fue la Acropleustphyta representada por la taruya. Para La Poza, sobresalieron *Ipomea* sp y *Typha domingensis* que presentaron la mayor cobertura, e igualmente el biotipo dominante fue Helophyta donde se agrupan el 86% de las especies registradas.

En la Ciénaga El Uvero el estado somero de sus aguas permitió la invasión de la zona litoral de la ciénaga donde la especie *Eichhornia azurea* dominó la vegetación presentando los mayores porcentajes de cobertura con más del 70% en los puntos de muestreo.

Para la cuenca del Canal de Dique, el componente vegetal, registró mayor diversidad (18 especies de macrófitas). En el Embalse del Guájaro, donde las coberturas fueron dominadas por las especie *Eichornia crassipes*, el biotipo dominante fue el de las Helophytas que agrupan el 78% de las especies registradas. Siendo el sector sur del Embalse del Guájaro, el que registró un mayor número de especies y la cobertura en los puntos sur del Embalse fue homogénea a comparación de sectores central y norte.

Eichornia crassipes también dominó en las Ciénagas de Luruaco y Tocagua, sin embargo es importante el aporte a la cobertura las especies *Typha dominguensis* y *Eleocharis sp* que dominan las zonas inundables de la ciénaga.

Para la Cuenca Litoral, se registraron 11 especies en los puntos de muestreo, las especies con mayor cobertura fue *Typha dominguensis* (enea) con coberturas entre 30% y 40%, con el biotipo de las Helophytas fue la más importante que agruparon el 45% del total de las especies. En la Ciénaga de Mallorquín, la vegetación de macrófitas acuáticas se presentó en el sector de la desembocadura del Arroyo León siendo la especie *Eichornia crassipes* la más importante por su carácter de invasión sobre este punto.

En la Ciénaga del Rincón, al igual que en las otras ciénagas, la especie dominante fue *Eichornia crassipes* en cada punto de muestreo en lo que quedaba en la zona limnetica, mientras que en el litoral dominó la enea (*Typha dominguensis*).

La composición y presencia de la ictiofauna en las ciénagas es producto de las interrelaciones entre las fuentes de producción primarias y energía (fitoplancton y detritos), reflejando la abundancia de especies con preferencia trófica por este tipo de fuente.

Mesolandia, es la ciénaga mas diversa en recurso íctico de la cuenca del Río (19 especies) y al mismo tiempo, posee el mayor número de especies ícticas con algún grado de amenaza, con una dominancia de los órdenes Characiformes, Perciformes y Siluriformes en términos de riqueza de especies, los cuales son los grupos ícticos mejor representados en el neotropico. La especie más dominante tanto en abundancia como en biomasa fue la mojarra amarilla *C. kraussii*, preferente de aguas eutrofizadas como las encontradas en esta ciénaga.

Los índices ecológicos sugieren estructuras dominantes de baja diversidad con características de heterogeneidad, lo que puede estar relacionado con la evolución de los factores de estrés que caracterizan la eutrofización de los sistemas acuáticos.

La extracción de este recurso en las ciénagas se realiza a nivel artesanal sin ningún tipo de control por parte de las autoridades ambientales, el uso frecuente de artes de pesca ilícitas como el trasmallo y el boliche de ojos de mallas con tamaños no permitidos impacta en gran manera las comunidades de peces en esta ciénaga, situación observada durante todos los días del monitoreo al igual que la comercialización de peces en tallas excesivamente menores a las permitidas, a esto se le suma estrés hídrico propio del sistema al no tener durante esta temporada ningún tipo de conexión con su principal afluente, el Río Magdalena, producto de la fuerte sequía de mitad de año y al efecto de los vertimientos que ingresan en ella, que constituyen un factor de contaminación constante.

La Ciénaga de Malambo, en niveles los tróficos superiores, el dominio fue del *H. magdalenae* (chipe), lo cual posiblemente está relacionado con sus preferencias de hábitat y tolerancia a aguas eutrofizadas, con carga orgánica y a la abundancia de macroinvertebrados de la familia Chironomidae y Tubificidos; junto con *T. pectoralis* (la barbona), son especies adaptadas a sistemas hipertrófico y de condiciones de anoxia debido a sus estructuras fisiológicas con las cuales respiran aire atmosférico. El actual estado de esta ciénaga, la cataloga como la más antropizada debido a la baja calidad de sus componentes hidrobiológicos tanto así que su fauna íctica no es apreciada en la pesca artesanal comercial por las poblaciones aledañas a ella, aunque si lo es para el auto-consumo. Los índices muestran una diversidad pobre debido a la escasa riqueza específica la cual es mejor representada en su parte norte donde la estructura de los habitats y la cercanía a la zona litoral juegan un papel esencial en la distribución de las poblaciones ícticas.

Para la Cuenca del Canal del Dique y para el Atlántico en general, el Embalse del Guájaro, es el cuerpo de agua más representativo, por su extensión y abundancia ictiológica, entre los sistemas dulceacuícolas. Los peces más abundantes fueron los cíclidos, entre los que figuran *Oreochromis niloticus* (mojarra lora), *Caquetaia kraussii* (mojarra amarilla) y *Andinoacara pulchers* (cabeza e piedra); quienes también dominan los aportes de biomasa. Sin embargo, al igual que en anteriores estudios, las especies muestran una distribución heterogénea la cual es influenciada por los diferentes gradientes de los factores físico-químicos que son característicos de este cuerpo de agua; presentando mejor distribución en este caso hacia la zona norte, la cual es dominada por altos valores de conductividad por lo que los cíclidos asimilan mejor que el resto de las especies los intercambios osmóticos y procesos fisiológicos, que son limitantes para la gran mayoría de las especies dulceacuícolas cuyos procesos fisiológicos de mantenimiento diario ocurren mejor en condiciones hipotónicas.

En general el comportamiento de los atributos ecológicos para el ensamblaje de peces muestra que la mayor integridad estructural en función de los índices de diversidad (H') y equidad (J) se presenta

en la zona norte del Embalse, en donde la expresión de la dominancia (λ) presentó los menores valores.

Es característico entonces desde la ictiofauna, que el Embalse del Guájaro, presente una distribución sectorizada de la diversidad durante la temporada seca y con mejores asociaciones interespecíficas en los puntos ubicados en la zona norte del embalse, pero al mismo tiempo la dominancia de las especies es un factor característico, destacándose *O. niloticus*, que resulta ser uno de los recursos pesqueros más importantes y mejor aprovechados por la comunidad de pescadores.

En la Ciénaga de Tocagua, la ictiofauna registró una baja riqueza, dominada por la especie *Aequidens pulcher* (mojarra azul). La baja riqueza y la pobre estructuración de este ensamblaje pueden estar relacionada con la escasa conectividad que presenta este cuerpo de agua con otros ecosistemas acuáticos, pues la mayor parte del agua que contiene es aportada por la escorrentía.

La Cuenca litoral, mostró que ciénagas como la del Totumo, se caracterizan porque en niveles tróficos superiores la ictiofauna, tiene una baja riqueza específica, lo cual estaría definida por los problemas de conectividad del cuerpo de agua. Una alta dominancia y baja riqueza específica corroboran los bajos valores de diversidad. Para la Ciénaga del Totumo, el ensamblaje estuvo dominado por los cíclidos *Caquetaia kraussii* (mojarra amarilla) y *Andinoacara pulcher* (mojarra azul). En general estos cíclidos como los demás de su familia se consideran muy territoriales y competitivos, en especial *C. kraussii* que a pesar de ser carnívoro tiene una dieta amplia que varía entre peces y diversos invertebrados, y además es resistente a fluctuaciones del sistema, teniendo como ambiente preferente las aguas eutrofizadas y con abundante materia orgánica.

Las Ciénagas de Manatés y Balboa, estuvieron dominadas por los aportes del orden Mugiliformes, específicamente por la liza *Mugil incilis*, tanto en biomasa como en abundancia. Todas sus especies son de origen marino y representativas de los primeros estadios de desarrollo, lo que implica la presencia de comunidades jóvenes y especies de poca talla que aprovechan este tipo de ambiente marino costeros para alimentarse y encontrar refugio.

Una baja diversidad, asociada al comportamiento de la dominancia de especies, a las diferentes asociaciones en torno a sus características ecológicas las cuales denotan una mejor distribución de las especies en las zonas mejor estructuradas y asociadas a los pequeños parches de manglar existentes en sus orillas. En general la pesca artesanal es poco representativa debido al escaso tamaño de las especies y lo reducido de su profundidad por efecto de colmatación de sedimentos y

la dinámica pobre de su barra de arena y el intercambio con el mar. Alguna actividad de pesca tiene como objetivo la captura de individuos como carnada y a veces como auto-consumo.

En la Ciénaga de Mallorquín, la composición íctica, estuvo representada por 11 especies todas marinas y de carácter eurihalino, las cuales se distribuyen en la ciénaga dependiendo de los diferentes gradientes de dilución de salinidad en sus aguas. Dejando en este caso y como en los anteriores monitoreos a la especie *Mugil incilis* (liza) como la más abundante y de más amplia distribución en el sistema, debido a su hábito asociado a los detritus lo que indica que este tipo de materia funciona como una de las principales fuentes primarias de energía. Más del 50% de las especies capturadas son consideradas como residentes permanentes entre las cuales domina el gremio trófico carnívoro. En general los índices muestran una distribución heterogénea de las especies la cual es condicionada en gran manera por los gradientes de dilución en torno a la salinidad y a la presencia de componentes como el plancton y los detritus.

La pesca artesanal en esta ciénaga es un factor social de gran importancia, sin embargo las capturas diarias y las artes de pesca utilizadas no cuentan con ningún tipo de seguimiento institucional con respecto a las tallas de comercialización que en gran parte están por debajo de las mínimas permitidas.

Uno de los componentes bióticos más usados para indicar condiciones de calidad en las aguas es el bentos, y en particular los macroinvertebrados que allí se establecen. Los organismos de hábito bentónico, requieren de un sustrato rico en detritus y pueden tolerar mayores concentraciones de materia orgánica y menos oxígeno disuelto que los ubicados en otros coriotos (Prat 1998). Sin embargo existen grupos dentro de estos que son eurytolerantes a las condiciones de estiaje extremo, siendo los que aun en la desecación total del espejo de agua se pueden encontrar. Esto permite evaluar aun después de mucho tiempo de estar sometido a condiciones adversas, el estado anterior del sistema.

En el período, se presenta en el complejo de ciéngas de la Cuenca del Río Magdalena, en especial en Mesolandia y Malambo, una disminución de la diversidad y la abundancia reportadas (Castellanos *et al.*, 2009) que permite el dominio de algunas de las especies del orden Gasterópoda, con representantes en diversas familias, todas estenotolerantes a las condiciones y que no se esperarían que disminuyan en un sistema con cambios significativos de las condiciones, sino que por el contrario, son aumentados en número de especies y de individuos, ya que se ven favorecidas por las formas finales de la composición de la materia orgánica que se produce en el sistema en el proceso de vaciado, producto de la dinámica hidrológica.

A estos grupos se presentan asociados los tubificidos, como otro grupo tolerante de variaciones de pH, altas concentraciones de materia orgánica y otros cambios significativos. Pero también se encontraron representantes de taxones (Coleóptera: Hydrophilidae; Diptera: Ceratopogonidae), conocidos por ser exclusivos del coriótopo asociado a las macrófitas, sin embargo hay evidencias de que con la disminución del espejo de agua, al entrar en contacto con el sedimento, pueden alternar y utilizar de manera simultánea ambos coriótopos, donde utilizan a las macrófitas para garantizar la permanencia. Caso particular, el de la Ciénaga El Uvero, que aun presenta organismos del orden hemiptera, los cuales son ligeramente más sensibles a las variaciones de pH y al incremento de los sólidos y la conductividad.

Para la Cuenca del Canal del Dique, es importante recordar que según Castellanos y otros (2001; 2009) el coriótopo correspondiente al bentos es el que permite evaluar con mayor fidelidad la calidad biológica del agua en la dimensión espacial, cuando de sistemas lénticos se trata. Mientras que los cambios temporales, son fácilmente entendidos desde los organismos que se asocian a las macrófitas.

Para el Embalse del Guájaro, el comportamiento que muestran los macroinvertebrados en este período climático, es consecuente con un período de estiaje; reflejando una disminución de la columna de agua y reducción del espejo total. Caracterizando al sistema a la luz de los macroinvertebrados, como un sistema mesotrófico, que muestra lo característicos de sus aguas y como las poblaciones de macroinvertebrados reflejan a esas condiciones que son propias (conductividad, profundidad, transparencia).

En el caso de la Cuenca Litoral, la Ciénaga del Totumo, constituye un sistema diferenciado de las otras ciénagas de esta cuenca, ya que no presentó poliquetos de aguas saladas, sino macroinvertebrados presentes en las cuencas dulceacuícolas (*Melanoides* y *Pomacea*), registrando escasa riqueza pero abundancias altas de estos taxa dominantes. Esto es consecuente con el nivel de aislamiento de la ciénaga con respecto al medio marino.

La Ciénaga de Manatías, presentó organismos característicamente marinos (Naididae, Hesionidae) y una familia que posee representantes dulceacuícolas y marinos (Hidrobidae). En el caso de la Ciénaga de Mallorquín, lo característico fueron los oligoquetos (Spintheridae, Capitelidae, Maldanidae), acompañados de los gasterópodos dulceacuícolas (*Melanoides*, *Amnicola*, *Hidrobidae*, *Melanoides*) que son euritolerantes a las condiciones físico-químicas.

En la Ciénaga del Rincón, los grupos encontrados presentan también a los gasterópodos como representantes del bentos, algo que es común en cuerpos de agua cenagosos poco profundos; sin



embargo, solo se encuentran grupos de aguas biológicamente buenas; aclarando que un solo grupo no es suficiente para emitir una evaluación definitiva, más aun cuando en el bentos se encuentra un individuo del orden odonata que es comúnmente encontrado en aguas oligomesotróficas y asociado a la vegetación, lo que sería indicativo de un sistema que está en estiaje y que permite que fácilmente la fauna asociada a las macrófitas quede atrapada en el bentos o sea capturada en este de forma accidental.

8. REFERENCIAS

ABRIL, R.G.; POSADA, J.A.; PARRA, S.L.N.; VELÁSQUEZ, C.A.; RISS, W. Y OSPINA, T.R. 2004. Los macro-invertebrados acuáticos del Páramo de Frontino (Antioquia, Colombia): Estudio Preliminar. En: Resúmenes XXXI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN, Bogotá. pp.75.

AGUILERA, I; PÉREZ, R & MARAÑÓN, A. 2010. "Determinación de sulfato por el método turbidimétrico en aguas y aguas residuales. Validación del método". Rev. Cub. Qca. (Cuba). Vol. 22, No. 3, pp. 39-44.

ALBA-TERCEDOR, J. Macroinvertebrados acuáticos y Calidad de las aguas de los ríos. En: IV Simposio del agua en Andalucía. SIAGA., Almeria. 1996. Vol II: p.203-213.

ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE LURUACO. 2001. Citado por: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (CRA). Plan de acción 2012-2015. Desarrollo con sostenibilidad ambiental. Capítulo 2: Síntesis Ambiental. Barranquilla – Colombia. p 5.

ALCALDIA DE MALAMBO. Plan de ordenamiento territorial municipio de Malambo 2001-2009 "Malambo ciudad industrial y agroindustrial del Atlántico". Citado por: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (CRA) – CORMAGDALENA – CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca hidrográfica del Río Magdalena en el Departamento del Atlántico. Barranquilla. 2007. p 237.

ÁLVAREZ, C. M. & T GALLARDO.1989. Una revisión sobre la biotecnología de las algas. *Botánica Complutensis* 15: 9-60.

ÁLVAREZ-LEÓN, R. 2003. Ictiofauna del complejo fluvio-lagunar-estuarino de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia), antes de las obras civiles de recuperación de los caños. *Dahlia*. Rev. Asoc. Colomb. Ictiol. 6:79-90.<http://www.acictios.org/Dahlia%206/Revista%206,%20Art.5.%20Alvarez-Leon.%20ICTIOFAUNA%20DEL%20COMPLEJO%20FLUVIO-LAGUNARESTUARINO.pdf>

ANGELI, N. 1976. Influence de la pollution sur les elements du plancton. In: Pesson P. (ed.), "La Pollution Oles Eaux Continentales", Ed. GauthierVillars. pp 97-133.

APHA. 2012. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 22 Ed. Washington: Amer Pub Health Ass. Washington, DC.

ARAUJO, F. 1998. Adaptation of the index of biotic integrity based on fish assemblages in the Paraiba do Sul R i v e r, RJ, Brazil. R e v. Bras. Biol. (online). Nov. 1998, vol. 58, núm. 4.

ARDILA, M & GÁLVIS, R. 1997. Limnología: Peces de ecosistemas de ríos y lagos. Academic Press Elsevier. Third Edition. United States of America. 980p.

BLANCO, V; SOLIPÁ, G; & OLAYA, N. 2003. Crecimiento y mortalidad de la yalúa (*Cyphocharax magdalenae*, Steindachner, 1878) en el río Sinú, Colombia. MVZ-Córdoba 8(2):332. <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/MVZ-82/332.pdf>

BOHÓRQUEZ, A. y ARDILA, J. Ecología de aguas continentales. Bogotá. UNINCCA. 1996. 31p.

BOUVY, M; NGANSOUMANA, B; SAMBA, K; SEYNI, S; PAGANO, M; ROBERT, A. 2006. Phytoplankton community structure and species assemblage succession in a shallow tropical lake (Lake Guiers, Senegal). *Aquatic Microbiology Ecology*, 45: 147-161.

BOWEN, S. 1983. Detritivory in neotropical fish communities. *Environmental Biology of Fishes*, 9: 137-144.

BUITRAGO, S & BROOKS, M. 2007. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa* 1512: 1-38. Dahl, G. 1971. Los peces del Norte de Colombia. INDERENA. Bogotá D.E. 391 p.

BURGOS, M. 2010. Atlas de organismos planctónicos en los Humedales de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. pp251. URL: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/rediam/contenidos_ordenacion/PDF/Atlas_Org_Planctonicos_1.pdf.

CABRERA, María. 2008. Tasa de crecimiento poblacional del rotífero *Brachionus rotundiformis* (Rotifera: Brachionidae) en un quimiostato de dos cámaras. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 56 (3): 1149-1157.

CALA, P. 2001. Ictiofauna de agua dulce de Colombia en el contexto global neotropical y su estado actual: una revisión bibliográfica. *Dahlia (Rev. Asoc. Colombiana. Ictiol.)* 4: 3- 14.

CALDELAS, C; IGLESIA-TURIÑO, S; ARAUS, J; BORT, J & FEBRERO, A. 2009. Physiological responses of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms to the combined exposure to excess nutrients and Hg. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 21: 1–12.

CAMACHO, A; GILES, M; ORTEGÓN, A; PALAO, M; SERRANO, B & VELÁZQUEZ, O. 2009. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México. 17 p.

CAMARGO, AFM., Pezzato, MM. y HENRY-SILVA, GG. 2003. fatores limitantes una produção Primária de macrófitas aquáticas. En THOMAZ, SM. y BINI, LM., orgs. *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Maringá: UEM.

COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 3930 de octubre 25 de 2010. Por medio del cual se reglamenta parcialmente el Título I de la ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II del Decreto – ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

COMAS, A. Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba. Stuttgart: J. Cramer. 1996

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA). 2010. Escala de clasificación de la calidad del agua conforme a la Demanda Química de oxígeno (DQO).

CONDE-PORCUNA, J.M., RAMOS-RODRÍGUEZ, E., MORALES-BAQUERO, R. 2004. El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. Instituto del Agua, Universidad de Granada, Ramón y Cajal 4, 18071 Granada, España. *Ecosistemas* 13 (2): 23-29.

CONSEJERIA DEL MEDIO AMBIENTE - JUNTA DE ANDALUCÍA (CMA). 2005. Manual de restauración de ecosistemas mediterráneos. Andalucía – España. 232 p.

CONTRERAS-BALDERAS, S; EDWARDS, R; LOZANO-VILANO, M & GARCÍA- RAMÍREZ, M. 2002. Índice biológico de integridad en el río Sabinas, Coahuila, México. Res. VII Cong. Nal. de Ict., Puerto Ángel, Oaxaca, México, 3 pp.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (CRA). Plan de acción 2012-2015. Desarrollo con sostenibilidad ambiental. Capítulo 2: Síntesis Ambiental. Barranquilla – Colombia. p 4.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (CRA) – CORMAGDALENA – DAMAB. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca hidrográfica de la Ciénaga de Mallorquín. Barranquilla. 2006. p 31.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL DELTA DEL MAGDALENA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO MAGDALENA – CAR BAJO MAGDALENA. Resolución No. 000253. “Por la cual se declara en ordenación la Cuenca Caribe o Zona Costera localizada en la parte noroccidental del Departamento del Atlántico y una parte de la zona norte del Departamento de Bolívar”. Barranquilla – Colombia. 2011. p 5.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (CRA) – CARDIQUE - CORMAGDALENA – CARSUCRE – PARQUE NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA - CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca hidrográfica del Complejo de Humedales del Canal del Dique. Barranquilla. 2007. p 62.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (CRA). 2007. Documentación del estado de las cuencas hidrográficas en el Departamento del Atlántico. Barranquilla – Colombia. 2007. p 8.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (CRA) – CORMAGDALENA – CONSERVACION INTERNACIONAL. 2007. Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del Río Magdalena en el departamento del Atlántico. 732 p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (CRA). 2007. Documentación del Estado de las Cuencas Hidrográficas en el departamento del Atlántico.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (CRA). 2011. Resolución 000258 del 13 de abril de 2011. Por el cual se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. 9 p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (CRA)., DAMAB., CORMAGDALENA y C.I. 2006. Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica de la Ciénaga de Mallorquín.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO & INVEMAR. 2005. Actualización y ajuste del diagnóstico y zonificación de los manglares de la zona costera del departamento del Atlántico – Caribe colombiano. Editado por A. López y P.C. Sierra-Correa- Invemar-CRA, Santa Marta 191 p + Anexos.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO & FUNDACIÓN HERENCIA AMBIENTAL CARIBE. 2011. Plan de ordenamiento y manejo de la Cuenca de los arroyos que drenan directamente al mar Caribe, en jurisdicción del departamento del Atlántico. Convenio 002 de 2010. 1048 p.

COVICH, A & THORP, J. 1991. Crustacea: Introducción and Peracarida. En: THORP, J & COVICH, A (Eds). Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates. Academic Press Inc. San Diego, California. pp 665-689.

DAHL, G. 1971. Los peces del Norte de Colombia. INDERENA. Bogotá D.E. 391 p.

DARRIGRAN, G. 2002. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. Biological Invasions. 4: 145-156.

DE LA HOZ ARISTIZÁBAL, M. 2004. Dinámica del fitoplancton de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. En: bol. invemar vol.33 no.1 Santa Marta Jan./Dec. ISSN 0122-9761

DE LA LANZA E. G., J. ALCOCER-DURAND, J. L. MORENO-RUIZ Y S. P. HERNÁNDEZ-PULIDO. 2008. Análisis químico-biológico para determinar el estatus trófico de la Laguna de Tres Palos Guerrero, México. Hidrobiológica 18 (1): 21-30.

DOMINGUES, C.D. & TORGAN, L.C. 2012. Chlorophyta de um lago artificial hipereutrófico no sul do Brasil. Iheringia. Serie Botânica 67: 75-91

DOUGLAS RODRÍGUEZ-Olarte, Jorge Coronel, Ahyran Amaro y Donald C. Taphorn B. Línea base para la estimación de la integridad en comunidades de peces en la cuenca del río Tocuyo, vertiente del Caribe Venezuela; Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales ISSN 0037-8518 *versión impresa* v.66 n.165 Caracas ene. 2006.

EDMONDSON, W. 1959. Freshwater Biology. 2ª edición - John Wiley. 1248 p.

EHRENHAUS Y VIGNA, 2006; Cambios en el fitoplancton del Lago del Planetario luego de un proceso de restauración. Darwiniana 44(2): 319-328.

EIGENMANN. C. 1922. The fishes of Northwestern South America, Part I. The freshwater fishes of Northwestern South America, including Colombia, Panamá, and the Pacific slopes of Ecuador and Perú, together with an appendix upon the fishes of the Río Meta in Colombia. Mem. Carnegie Mus., 9 (1): 1-346

ESTEVEZ, F. 1998. Fundamentos de Limnología. Editorial interciencia Ltda. Río de Janeiro. Brasil.

ESTEVEZ, F.A. 1998. *Fundamentos de Limnología*. Río de Janeiro: Interciencia. gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. Revista Brasileira do Botanica 24:235-248.

FABRI, R & LECLERQ, L. 1986: Végétation de diatomées des rivières du nord de l'Ardenne (Belgique): types naturels et impact des pollutions. In: RICARD M. (ed.). Proceedings of the 8th International Diatom Symposium. Paris 1984. Otto Koeltz, Koenigstein.

FEDEC. 2003. Estudio para la evaluación del estado ambiental actual de la ciénaga de Balboa localizada en el municipio de Puerto Colombia, dentro del proyecto recursos Hídricos FEDEC-CRA. Informe final. 219 p.

FORRÓ, L., KOROVCHINSKY, N. M., KOTOV, A. A., & PETRUSEK, A. 2008. Global diversity of cladocerans (Cladocera; Crustacea) in freshwater. In Freshwater Animal Diversity Assessment (pp. 177-184). Springer Netherlands. URL: <http://decapoda.nhm.org/pdfs/27704/27704.pdf>.

GALVIS, G; MOJICA, J & CAMARGO, M. 1997. Peces del Catatumbo. Ecopetrol-Oxy-Shell-Asociación Cravo Norte, D'Vinni Edit. Ltda., Bogotá D.C., Colombia. 188 p.

GARCÍA-PADILLA, M & MOREIRA, J. Atlas de los organismos planctónicos de Andalucía. Primera edición. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla – España. 2010. 251 p. ISBN 9788492807574.

GAVILÁN-DÍAZ, R. 2000. Limnológica comparativa de tres lagos Neotropicales del Magdalena Medio Santandereano, (Colombia), con énfasis en un estudio da diversidad de comunidades zooplanctónica y su relación con la dinámica hidrológica los sistemas regionales. Tesis (Doctoral). Universidad Federal de San Carlos, Brasil.

GENKAI-KATO, M. 2007. Macrophyte refuges, prey behavior and trophic interactions: consequences for lake water clarity. *Ecol. Lett.* 10: 105-114.

GOBERNACIÓN DEL ATLÁNTICO. "Manejo integral para el saneamiento ambiental y la recuperación productiva de la Cuenca del Embalse del Guájaro, Departamento del Atlántico". Gobernación del Atlántico – Conservación Internacional Colombia. Barranquilla – Colombia. 2009. p 7.

GOBERNACIÓN DEL ATLÁNTICO. "Manejo integral para el saneamiento ambiental y la recuperación productiva de la Cuenca del Embalse del Guájaro, Departamento del Atlántico". Gobernación del Atlántico – Conservación Internacional Colombia. Barranquilla – Colombia. 2009. p 7.

GRANADO, C; HERNÁNDEZ, A; CARVAJAL, J; JIMÉNEZ, L; GULFO, A & ÁLVAREZ, F. 2012. Regionally nested patterns of fish assemblages in floodplain lakes of the Magdalena River (Colombia). Department of Plant Biology and Ecology, Faculty of Biology, University of Sevilla, Box 1095, 41080 Sevilla, Spain. Ichthyology Group; Sciences Institute, University of Antioquia, Medellin, Colombia.

GRIJALVA – PINEDO, Alfredo. 2006. Flora útil, Etnobotánica de Nicaragua. GOBIERNO DE NICARAGUA - MINISTERIO DE AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES, EMBAJADA DE ESPAÑA EN NICARAGUA. Primera edición. Managua – Nicaragua. 352 p. ISBN 99924-903-8-1.

GROWNS, I., 1999. Is genus or species identification of periphytic diatoms required to determine the impacts of river regulation? *Journal of Applied Phycology*, 11: 273-283.

HARPER, D. 1992. Eutrophication of Freshwaters. Principles, problems and restoration. Chapman & Hall. 327 pp. London.

HERNÁNDEZ-BECERRIL, D. U. & N. R. NAVARRO. 1996. Thecate dinoflagellates (Dinophyceae) from Bahía Fosforescente, Puerto Rico. *Revista de Biología Tropical* 44(2): 465-47

HERNÁNDEZ-MARINÉ, M., ROLDÁN, M., CLAVERO, E., CANALS, A., ARIÑO, X. 2001, *Nova Hedwigia Beih.*, 123, 235.

HIMAT, Zonificación Hidrológica del departamento del Atlántico, 1987. Citado por: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (CRA). Documentación del estado de las cuencas hidrográficas en el Departamento del Atlántico. Barranquilla – Colombia. 2007. p 5.

HIRAYAMA, K; WATANABE, T & KUSANO, T. 1973. Fundamental studies on physiology of rotifer for mass culture III. Influence of phytoplankton density on population growth. Bull. Japan. Soc. Sci.Fish. 39 (11): 1123-1127.

HOAGLAND, K.D.; ROEMER, S.C. & ROSOWSKI, J.R. 1982. Colonization and community structure of two periphyton assemblages, with emphasis on the diatoms (Baccillariophyceae). Am. J. Bot. 69: 188-213.

HUDON, C. & LEGENDRE, P. 1987. The ecological implications of growth forms in epibenthic diatoms. J. Phycol., 23: 393-399.

IANNACONE, J & ALVARIÑO, L. 2007. Diversidad y abundancia de comunidades zooplanctónicas litorales del humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú. Gayana (Concepción), 71(1), 49-65.

IANNACONE J. & ALVARIÑO L. 1999. Ecotoxicidad aguda de metales pesados empleando juveniles del caracol de agua dulce *Physa venustula* (Gould, 1847) (Mollusca). Gayana. 63: 101-110.

INGER, D; DELUQUE, J; REYES, S & SIERRA, T. 2004. Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados a las macrófitas de la Ciénaga del cerro San Antonio. VI Seminario Colombiano de Limnología, Montería, Colombia.

IZAGUIRRE, I & VINOCUR, A. 1994. Algal assemblages from shallow lakes of the Salado river basin (Argentina). Hydrobiologia 289: 57-64.

JARAMILLO-LONDOÑO, Juan & Aguirre-Ramírez, Néstor. 2012. Fluctuación de los Ensamblajes Planctónicos en la Ciénaga de Ayapel (Córdoba, Colombia) durante un ciclo semanal. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 11, No. 21 pp. 63-76 - ISSN 1692-3324.

JEPPESEN, E; LAURIDSEN, T; KAIRESSALO, T & PERROW, M. 1998. Impact of submerged macrophytes on fishzooplankton relationships in lakes. In E. Jeppesen, Ma. Søndergaard, Mo. Søndergaard & K Christoffersen (eds.). The structuring role of submerged macrophytes in lakes. Ecological Studies Volume 131, 1998, pp 91-114. URL: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-0695-8_5

JIMÉNEZ-SEGURA, L; GRANADO-LORENCIO, C; GULFO, A; CARVAJAL, J; HERNÁNDEZ, A; ÁLVAREZ, F; ECHEVERRY, J; MARTÍNEZ, A & PALACIO, J. 2011. Uso tradicional de los recursos naturales pesqueros y conservación de la biodiversidad en regiones tropicales subdesarrolladas: hacia un modelo de Ecología de la Reconciliación. Informe final. Universidad de Antioquia, Universidad de Sevilla, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, Cormagdalena. 170 pág.

JUNK, W; BAYLEY, P; SPARKS, R. 1989. The "flood pulse" concept in river floodplain systems. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 106: 110-127.

- KARR, R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities Fisheries 6(6):21-27.
- KILHAM, P & HECKY, R. 1988. Comparative ecology of marine and freshwater phytoplankton. Limnology and Oceanography 33:776-795
- KOCIC,A.;HENGL,T. y HORVATIC,J. 2008. Las concentraciones de nutrientes del agua en los canales, en relación a la aparición de plantas acuáticas: un estudio de caso en el este de Croacia. *Hydrobiologia* 603:253-266
- LUGO & MORRIS 1982. Los sistemas Ecológicos y la humanidad. Secretaria General de la OEA / Programa de desarrollo científico monografía N° 23, serie biología. Washintong, DC pp 23 – 30, 58 – 59.
- LUGO AE, MORRIS GL. 1982. Los Sistemas Ecológicos y la Humanidad. Secretaria general de la OEA, Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico. Monografía numero 23, serie de Biología. Washington, D.C. pp. 23-30, 58-59.
- MAGEED, A. 2008. Distribution and long-term historical changes of zooplankton assemblages in Lake Manzala (south Mediterranean Sea, Egypt). *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 33 (1): 183-192.
- MAJEWSKI-ALGARTE, V; MORESCO, C; RODRIGUES, L. 2006. Algas do perifiton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Sci. –Biol. Sci.* 28(3):243-251.
- MALDONADO-OCAMPO, J.A., VARI, R.P. Y USMA, J.S. 2008. Checklist of the Freshwater Fishes of Colombia. *Biota Colombiana* 9 (2) 143-237.
- MALDONADO-OCAMPO, J.A.; ORTEGA-LARA, A.; USMA O., J.S.; GALVIS V., G.; VILLA-NAVARRO, F.A.; VÁSQUEZ G., L.; PRADA- PEDREROS, S. Y ARDILA R., C. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». Bogotá, D.C. – Colombia 346 pp.
- MANSUR, M; CALLIL, C; CARDOSO, F & IBARRA, J. 2004. Um retrospectiva e mapeamento da Invasão de espécies de *Corbicula* (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae) oriundas do Sudeste Asiático, na América do Sul. En Silva, JSV y Souza, RCCL Água de Lastro e bioinvasão. *Interciencia*. pp39-58.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnología*. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- MARIN R .2003. *Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos, tratamiento y control de calidad de aguas*. Ediciones Diaz de Santos. Madrid.
- MÁRQUEZ-CALLE, G. 2008. El hábitat del hombre caimán y otros estudios sobre ecología y sociedad en El Caribe. Parque Cultural del Caribe – Universidad Nacional de Colombia. Ed. Nomos. Barranquilla, Colombia. 166 pp.

MARQUEZ G.Y GUILLOT G: 2001. Ecología y efecto ambiental de embalses. Aproximación a casos colombianos. Universidad Nacional de Colombia. ISBN.: 958-935-229-4. 218pp. Medellín Colombia.

MARTÍNEZ, L. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. AGT Editor. S.A. Ciudad de México – México. 226 p.

MATSUMURA-TUNDISI, T & Tundisi, J. 2005. "Plankton richness in an eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil)," *Hydrobiology*, vol. 542, pp. 367-378.

MEERHOFF, M. 2006. The structuring role of macrophytes on trophic dynamics of shallow lakes under a climate warming scenario. Ph.D. Thesis, Aarhus Universitet, Dinamarca.

MEERHOFF, M; MAZZEO, N; MOSS, B & RODRÍGUEZ-GALLEGO, L. 2003. The structuring role of free-floating versus submerged plants in a subtropical shallow lake. *Aquatic Ecology* 37: 377-391.

MILES, C. 1947. Los peces del Río Magdalena. Ministerio de Economía Nacional. Sección de Piscicultura Pesca y Caza. Ed. El Gráfico. Bogotá, Colombia.

MILES, C. 1947. Los peces del Río Magdalena. Ministerio de Economía Nacional. Sección de Piscicultura Pesca y Caza. Ed. El Gráfico. Bogotá, Colombia.

MITCHELL, D.S. 1974. *Vegetación Acuática y su uso y control* . Unesco.

MITCHELL, D. 1985. African aquatic weeds and their management. En: P. Denny (Ed), *The Ecology and Management of African Wetland Vegetation*, W. Junk, Dordrecht. pp 177-202.

MOJICA, J.I.; CASTELLANOS, C.; USMA, S. & ÁLVAREZ-LEÓN, R. 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias naturales Universidad nacional de Colombia, Ministerio del medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

MONTOYA, M.Y. y AGUIRRE, R.N. 2013. Estado del arte de conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Revista gestión y Ambiente* 16(3): 91-117. <http://www.bdigital.unal.edu.co/31076/2/30155-197720-2-PB.pdf>

MONTOYA-MORENO Y. Y N. AGUIRRE-RAMÍREZ. 2008. Asociación de algas perifíticas en raíces de macrófitas en una ciénaga tropical Colombiana. *Hidrobiológica* 18 (3): 189-198.

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 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321727349002>

MORALES-VELASCO, S. 2006. Caracterización de las comunidades del perifiton en tres lagos de La Meseta de Popayán y su uso como indicadores de estado trófico. Tesis de Maestría, Recursos Hidrobiológicos Continentales. Universidad del Cauca.

MORALES-VELASCO, S. Y E. PEÑA. 2008. Perifiton de tres lagos de la Meseta de Popayán, Colombia y su uso como indicadores de estado trófico. *Revista de Ciencias, Universidad del Valle* 12 (diciembre): 89-108.

MOSCHINI-CARLOS, V. 1999 Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. En: Pompêo, M. L. M. (Ed.) *Perspectivas na Limnologia do Brasil*. São Luis: União. P 91-103

MUCÍ'O-MÍRQUEZ, R. FIGUEROA-TORRES, M. y; AGUIRRE-LEÓN, A. 2014. Composición fitoplanctónica en los sistemas fluvio-lagunares Pom-Atasta y Palizada del este, adyacentes a la Laguna de Términos Campeche, México. En *Acta biol. Colomb.* vol.19 no.1 Bogotá Jan./Mar. 2014 <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v19n1.38032>

MUNN, C. 2004. *Marine Microbiology: ecology and applications*. New York: BIOS Scientific Publisher.

MURPHY, K.J. 2000. alterações Predizendo em ecossistemas Aquaticos continentais e áreas alagáveis:. O potencial de Sistemas bioindicadores funcionais utilizando macrófitas aquáticas *Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia, Comunicações e opiniões* , vol. 27, p. 07- 09.

NEIFF JJ. 1999. El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica. Pág. 99 En: Málvarez AI (ed.). *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. Impreso por la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe _ORCYT. Montevideo, Uruguay.

NEVES, I., Rocha, O., Roche, K. & Pinto, A. 2003, Zooplankton community structure of two marginal lakes of the river Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of Rotifera and Cladocera diversity. *Braz. J. Biol.*, 63: 329-343.

NICHOLLS, K. (1980). On the validity of the genes *Echinosphaeridium* Lemm.(Chlorophyceae). *British Phycological Journal*, 77-81

NURMINEN, L. 2003. La composición de especies de macrófitos que refleja los cambios de calidad del agua en los cuerpos de agua adyacentes del lago Hiidenvesi, suroeste de Finlandia. *Annales Botanici Fennici* 40:199-208.

O'FARRELL, I., G. TELL & A. PODLEJSKI 2001. Morphologicalvariability of *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (Bacillariophyceae) in the Lower Parana River (Argentina). *Limnology* 2: 6571

O'FARRELL, I.,G. TELL& A. PODLEJSKI,2001. Morphologicalvariability of *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen(Bacillariophyceae) in the Lower Parana River (Argen-tina). *Limnology* 2: 6571

OROZCO, C; PÉREZ, A; GONZÁLEZ, M, RODRÍGUEZ, F & ALFAYATE, J. 2005. Contaminación ambiental. Una visión desde la química. Ed. Thomson, España, pp. 631-650.

OSHURKOV VV. 1992. Succession and climax in some fouling communities. *Biofouling* 6:1-12.

OMS (Organización mundial de la Salud). 1998. Capítulo 7: Algas y cianobacterias en aguas dulces. 24 pp. En: Guías para ambientes seguros en aguas recreativas. Vol. 1: Aguas costeras y aguas dulces. Ginebra.

OLIVIER, S. 1965. Rotíferos planctónicos de Argentina. *Revista del Museo de La Plata (Nueva serie)* Tomo 7(63). 260 p.

OROZCO, C; PÉREZ, A; GONZÁLEZ, M, RODRÍGUEZ, F & ALFAYATE, J. 2005. Contaminación ambiental. Una visión desde la química. Ed. Thomson, España, pp. 631-650.

OSCOZ, J, GALICIA, D, MIRANDA, R. 2009. Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro: descripción de taxones y guía de identificación. Universidad de Navarra, Facultad de Ciencias, España.

PAERL, H. 1988. Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (cyanobacteria). En: Sandgren, C. (Ed.). 1988. Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cap. 7: 261-315. Cambridge. Univ. Press. 442 pg.

PADISÁK J. 1997. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement*,4:563-593.

PARRA, O; AVILÉS, D; BECERRA, J; DELLAROSSA, V & MONTOYA, R. 1986. First toxic blue-green algal bloom recorder for Chile: A preliminary report. *Gayana Bot.* 43(1-4): 15-17.

PENNING, WE., MJELDE, M., DUDLEY, B., HELLSTEN, S., HANGANU, J., KOLADA, A., VAN DEN BERG, M., POIKANE, S., PHILLIPS, G., WILLBY, N . Y ECKE, F. 2008B. El uso de índices de la comunidad de macrófitos acuáticos para definir el estado ecológico de los lagos europeos. *Ecología Acuática* , vol. 42, p. 253-264.

PINILLA, Gabriel. 2000. Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Compilación bibliográfica. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Centro de Investigaciones Científicas. Bogotá - Colombia. 67pp. ISBN: 958-9029-15-9.

PINILLA G, 1998. Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 67pp

PLASSMANN, T., Maier, G. & Stich, H. 1997. Predation impact of *Cyclops vicinus* on the rotifer community in Lake Constance in spring. J. Plankton Res., 19: 1069-1079.

POI DE NEIFF, A., J. J. Neiff, O. Orfeo y R. Carignan. 1994. Quantitative importance of particulate matter retention by the roots of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in the Paraná floodplain. Aquatic Botany 47: 213-223.

QUINTANA, X; BOIX, D; BADOSA, A; BRUCET, S; GASCÓN, S; GESTI, J; LÓPEZ-FLORES, R; POUROVIRA, Q; TROBAJO, R. & MORENO-AMICH, R. 2004. Limnología de los humedales costeros mediterráneos. El caso de Aiguamolls de l'Empordà. Ecosistemas 2004/2. URL: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=14>

RAMÍREZ J.J. (1984) Contribución Al Conocimiento De Las Condiciones Limnológicas de la Laguna del Parque Norte. Act. Biológicas, Universidad Antioquia. 16 (59)12-30.

RAMÍREZ, Alberto & VIÑA, Gerardo. 1998. Limnología Colombiana, Aportes a su Conocimiento y Estadísticas de Análisis. Panamericana, Formas e Impresos S.A. Bogotá – Colombia. 293 p. ISBN 958-9029-06-X.

RAMÍREZ, J. J. 2000. Fitoplancton de agua dulce: bases ecológicas, taxonómicas y sanitarias. Medellín: Ed. Universidad de Antioquia. Medellín Colombia. 207p. ISBN 958-655-384-8

RAYMONT, J.E. 1980. Plankton and Productivity in the Oceans. Vol 1. 2a Ed. Pergamon Press Ltda. 504 p.

REYNOLDS, C. 2006. Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press. 535 pp. New York.

REYNOLDS, C. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 384 p

REYNOLDS, C. 1996. Plant life of the pelagic. Proceedings of the International Association for Theoretical and Applied Limnology 26:97-113.

REYNOLDS, C; JAWORSKI, G; CMIECH, H & LEEDALE, G. 1981. On the annual cycle of the blue-green alga *Microcystis aeruginosa* Kütz. Emend. Elenkin. Phil. Trans. R. Soc. London. 293:419-477.

RODRÍGUEZ, Celia. 2003. Los peligros de la eutrofización de los cuerpos de agua por vertimientos de las aguas residuales. Ingeniería Hidráulica & Ambiental. Vol. XXIV, No. 2. p 7-11.

RIAL, A. 2004 b. Variabilidad espacio-temporal de las comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los Llanos de Venezuela. Revista de Biología Tropical 52 (2): 403-413.

ROCHA, F. Y NOGUEIRA I. 2010. Florística e Diversidade das Cyanophyta e Chlorophyceae Planctônicas do Lago dos Tigres durante Seca e Chuva de 2008/2009. En Anais do Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão- CONPEEX (2010)

RODRÍGUEZ-OLARTE, D; CORONEL, J; AMARO, A; DONALD, C & TAPHORN, B. Línea base para la estimación de la integridad en comunidades de peces en la cuenca del río Tocuyo, vertiente del Caribe Venezuela; Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales ISSN 0037-8518 versión impresa v.66 n.165 Caracas ene. 2006.

RODRIGUEZ L, BICUDO D. 2001. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. Revista Brasileira do Botanica 24:235-248.

ROJAS, C.P. y GUILLOT, M.G. 2006. Evaluación de las diatomeas de la comunidad del perifiton como bioindicadoras, en relación al estado trófico de tres humedales en época seca, en Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Acta Biológica Colombiana Vol 6. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/27640/28604>

ROLDÁN, Gabriel & RAMÍREZ, John. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. 2ª Edición. Colombia, Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 442 p. ISBN: 978-958-714-144-3.

ROTT, E. 1991: Methodological aspects and perspectives in the use of periphyton for monitoring and protecting rivers. In: WHITTON B.A., ROTT E. & FRIEDRICH G. (eds.) Use of algae for monitoring rivers, 9-16 pp. Institut für Botanik, Universität Innsbruck.

RUTTNER-KOLISKO, A. 1974. Plankton rotifers. Biology and taxonomy. English translation of Die Binnengewässer v. 26, part 1. 146 p.

SABATER, F. & ARMENGOL, J. 1988. Relationships between Diatom Assemblages and Physico-chemical Variables in the River Ter (NE Spain). Internationale Revue der Gesamten hydrobiologie 73 (2): 171-179.

SALAMANCA, E.J.; KINTZ, J. L. Y MUÑOS E. 2012. Evaluación de la contaminación en ecosistemas acuáticos. Estudio de caso en la Laguna del Río Cauca. Universidad del Valle y Universidad Autónoma de Occidente. ISBN978 598 765 021 1. Cali Colombia.

SANABRIA-ARANDA, L; GONZÁLEZ-BERMÚDEZ, A; TORRES, N; GUISANDE, C; MANJARRÉS-HERNÁNDEZ, A; VALOYES-VALOIS, V; DÍAZ-OLARTE, J; ANDRADE-SOSSA, C & DUQUE. S. 2008. Predation by the tropical plant *Utricularia foliosa*. Freshwater Biology. 51: 1999-2008.

SEOÁNEZ M. 2002. Manual de tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agro alimentarias. Ediciones Mundi-Prensa. España. 473p.

SLÁDECKOVA, A & SLÁDECÉK, V. 1977. Periphyton as indicator of the reservoir water quality II. Pseudoperiphyton. Arch. Hydrobiol. Berth. Limgebh. Limnol. 9.

SOUSA, R; NOGUEIRA, A; GASPAR, M; ANTUNES, C & GUILHERMINO, L. 2008. Crecimiento y muy alta producción de las especies alóctonas invasoras *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): posibles implicaciones para el funcionamiento de los ecosistemas. Estuarios, costeras y de plataforma Science. 80, 289 – 295.

SCHEFFER, M. 1998. *Ecología de lagos poco profundos*. London: Chapman & Hall

SPRINGER, Monika. 2010. Trichoptera. Capítulo 7. Rev. biol. trop vol.58. suppl.4. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442010000800007&script=sci_arttext.

STEEVES, P.A., WALDRON, M.C., & FINN, J.T. 1999. Aquatic macrophyte mapping using Thematic Mapper imagery and a geographic information system. 1999 ESRI Users Conference, San Diego, CA, July 26-30, 1999. <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap507/p507.htm>

STEINMAN, A. 1996. Effects of grazers on freshwater benthic algae. Cap 12. En: Algal ecology freshwater benthic ecosystems. Stevenson, R. & Bothwell, M. & Lowe, R. editores San Diego, California: Academic. USA . p. 341-366.

STEVENSON, R & PAN, Y. 1999. Assessing environmental conditions in rivers streams with diatoms. In: STOERMER E.F. & SMOL J.P. (eds.) The diatoms: Applications for the environmental and earth sciences, 11-40 pp. Cambridge University Press, Cambridge.

SULLIVAN, M & CURRIN, C. 2000: Community structure and functional dynamics of benthic microalgae in salt marshes. In: WEINSTEIN M.P. & KREEGER D.A. (eds.) Concepts and Controversies in Tidal marsh ecology, 81-106 pp. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

SULLIVAN, M. 1999. Applied diatom studies in estuaries and shallow coastal environments. In: STOERMER E.F. & SMOL J.P. (eds.) The diatoms: Applications for the environmental and earth sciences, 334-351 pp. Cambridge University Press, Cambridge.

SURIANI, A; FRANÇA, R & ROCHA, O. 2007. A malacofauna bentônica das represas do médio rio Tietê (São Paulo, Brasil) e uma avaliação ecológica das espécies exóticas invasoras, *Melanoides tuberculata* (Müller) e *Corbicula fluminea* (Müller). Revista Brasileira de Zoologia. 24(1): 21-32.

TERNEUS E. 2002. Comunidades de plantas acuáticas de los páramos de norte y sur del Ecuador. Caldasia, 24 (2): 379-391.

TESOLÍN, G & TELL, G. 1996. The epiphytic algae on floating macrophytes of a Paraná river floodplain lake. Hydrobiologia 333: 111-120.

THOMAZ, S.M. 2000. fatores Ecológicos Asociados Colonización y ao Desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de Manejo. *Planta Daninha* , vol. 20, p. 21-33

THOMAZ, S.M. y BINI, L.M. 1998. Ecologia e Manejo de macrófitas Aquática reservatórios em. *Acta Limnologica Brasiliensia* , vol. 10, no. 1, p. 103-116.

THORNTON, K; KIMMEL, B & PAYNE, F. 1990. Reservoir limnology: ecological perspectives. Nueva York (U. S. A.): Wiley. p. 246.

TOIVONEN, H. Y HUTTUNEN, P. 1995. Macrófitos acuáticos y los gradientes en 57 pequeños lagos en el sur de Finlandia. *Acuáticos Botánica* , vol. 51, p. 197-221.

UNEP-IETC. (2001), Planejamento e gerenciamento de lagos e reservatórios; uma abordagem integrada ao problema da eutrofização. IETC Technical Publication Series 11. Sao Paulo.

SARTORI, L., Nogueira, M., Henry, R. & Moretto, E. 2009. Zooplankton fluctuations in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil): a three-year study. *Brazilian Journal of Biology* 69(1):1-18.

UNEP-IETC. (2001), Planejamento e gerenciamento de lagos e reservatórios; uma abordagem integrada ao problema da eutrofização. IETC Technical Publication Series 11. Sao Paulo.

UZMA, A. 2009. Studies on plankton communities of some eutrophic water bodies of Aligarh. M.Sc. Thesis, Fisheries and Aquaculture Unit, Department of Zoology, Aligarh Muslim University (AMU), Aligarh, India.

VAN DAM, A. & BEVERIDGE, M & AZIM, M. & VERDEGEM, M.C.J. 2002. The potential of fish production based on periphyton. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 1–31

VEGAS, T., y Cova, M. 1993. Estudio sobre la distribución y ecología de macrófitos acuáticos en el Embalse de Guri. *Interciencia* 18 (2). Pp. 77-82.

VELÁSQUEZ, J. 1994. Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas. Pp. 992. Veloza, C., García, I., Ortega, C., y Dávila, R. 2000. Contribución al estudio taxonómico de los hidrófitos de la laguna negra de la región de Taquecitos, Páramo de Sumapaz (Colombia). *Actuak Biol* 22 (73). Pp. 177-194.

VELÁSQUEZ, R.J.O., JIMÉNEZ, G.G.J. Y SEPÚLVEDA, L.M. 2007. Determinación de la calidad ambiental de la Ciénaga Colombia Caucasia (Antioquia). *Investigación*, 10(4):187-200

VERMAAT. J.E. 2005. Periphyton dynamics and influencing factors. Cap. 3. En: *Periphyton: ecology, exploitation and management*. Azim, M.E & VerdeGem, M.C. & Van Dam, A. Editores. CABI publishing. Londres. p. 91-109.

VIDAL, L. A. 2010. Manual de fitoplancton hallado en la ciénaga Grande de Santa Marta y Cuerpos de agua alledaños. Universidad Tadeo Lozano. Bogotá Colombia

VILLABONA-GONZÁLEZ, S; AGUIRRE, N & ESTRADA, A. 2011. Influencia de las macrófitas sobre la estructura poblacional de rotíferos y microscrustáceos en un plano de inundación tropical. Revista de biología tropical, 59(2), 853-870. URL: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v59n2/a25v59n2.pdf>

VILLAMAGNA, A & MURPHY, B. 2010. Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): a review. *Freshwater Biology*. 55, 282-298.

WELCH, E.B. 1996. *Ecological Effects of Wastewater*. Chapman & Hall. London.

DE DOMITROVIC, Y. Z., & Marina, E. F. 2005. Biodiversidad de Cyanophyceae (Cyanobacteria) y especies toxigénicas del litoral fluvial argentino. En *INSUGEO, Miscelánea*, 14: 213 – 228 .Tucumán, - ISBN: 987-9390-69-5 - ISSN 1514-4836 - ISSN On-Line 1668-3242 http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_14/17.htm

WERNER, V.R., LAUGHINGHOUSE IV, H.D., FIORE, M.F., SANT'ANNA, C.L., HOFF, C., SANTOS, K.R.S., NEUHAUS, E. B., MOLICA, R.J.R., HONDA, R.Y. & ECHENIQUE, R.O. 2011. Morphological and molecular studies of *Sphaerospermopsis torques-reginae* (Cyanobacteria, Nostocales) from South American water blooms. *Phycologia* 51(2): 228-238.)

WHITTON, B. A. Y POTTS, M. [EDS.] 2000. *The Ecology of Cyanobacteria: Their Diversity in Time and Space*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands, 669 pp.

WETZEL, R. 1983. Attached algal-substrata interactions: fact, myth, and when and how? Pp: 207-215. En: Wetzel, R. (Ed.). *Periphyton of freshwater ecosystems. Proceedings of the First International Workshop on Periphyton of Freshwater Ecosystems held in Vaxjo, Sweden, 14-17 September 1982*. Dr. W. Junk Publishers. The Netherlands.

WETZEL, RG. 1990. Interfaces tierra-agua: Metabólicos y reguladores limnológicos *Verhandlungen Internationalen der Vereinigung Theoretische peles und Limnologie Angewandte* , vol. 24, p. 6-24.

WETZEL, RG. 1993. *Limnología* . Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

VYMAZAL, J. 1995. *Algae and Element Cycling in Wetlands*. Lewis Publishers. 689 pp. Boca Raton

YOSHINAGA, T., Hagiwara, A., & Tsukamoto, K. 2003. Life history response and age-specific tolerance to starvation in *Brachionus plicatilis* O.F. Muller (Rotifera). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 287: 261–271.

ZOPPI de Roa, E. 1974. Comparación de algunas características del plancton entre las Lagunas costeras de Tacarigua y Unare, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 13 (1–2): 120–146.



LABORATORIO LIMA LTDA

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA
LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO



LABORATORIO LIMA LTDA

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE ALGUNOS CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

RESPONSABLE

LUIS MENDEZ CALVO

Director Técnico

Elaborado Por: Karina Castellanos Romero / *Biólogo*

Mario Olaciregui Escalante / *Biólogo*

Pedro Mancera Quevedo / *Biólogo*

Luis Fernando Castro / *Ingeniero Sanitario*

Revisado Por: Yeisy Cabarcas / *Asistente de Calidad y Gerencia*

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LAS MUESTRAS ANALIZADAS. ESTOS NO PODRÁN SER REPRODUCIDOS PARCIAL O TOTALMENTE SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL LABORATORIO LIMA LTDA. CUALQUIER TIPO DE OBSERVACIÓN REQUERIDA POR EL CLIENTE Y RELACIONADA CON LOS RESULTADOS EMITIDOS, SOLO PODRA ACEPTARSE DENTRO DE LOS 8 DÍAS SIGUIENTES A LA ENTREGA DEL PRESENTE INFORME. DE IGUAL MANERA LAS MUESTRAS QUE LO PERMITAN, SE CONSERVARÁN DURANTE UN PERÍODO DE TIEMPO IGUAL AL ESTABLECIDO POR EL LABORATORIO PARA LA ACEPTACIÓN DE OBSERVACIONES DE PARTE DEL CLIENTE. CUMPLIDO ESTE TERMINO EL LABORATORIO PROCEDERÁ A LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS MISMAS. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN REMITIDOS POR CORREO ELECTRONICO O VIA FAX.



ANEXOS

Anexo 1. Informe de Análisis de Resultados Físico-Químicos.

Anexo 2. Resultados de Análisis y Cuantificación de Fitoplancton.

Anexo 3. Resultados de Composición y Densidades del Perifiton.

Anexo 4. Resultados de identificación y cuantificación de zooplancton.

Anexo 5. Registro Fotográfico de las principales Morfoespecies Fitoplanctónicas y del Perifiton encontradas durante el estudio.

Anexo 6. Registro Fotográfico de las principales Morfoespecies de Zooplancton encontradas durante el estudio.

Anexo 7. Registro Fotográfico de las principales Morfoespecies de Macrófitas Acuáticas.

Anexo 8. Macroinvertebrados más representativos encontrados en las Ciénagas del Departamento del Atlántico.

Anexo 9. Registro Fotográfico de las principales Morfoespecies de Peces.