



VÍA 40 # 76-206 • BARRANQUILLA- COLOMBIA • TEL.: 3600353-3690609-3606748 • FAX: 3600353 • www.lmb.com.co

**MONITOREO FÍSICOQUÍMICO, MICROBIOLÓGICO E
HIDROBIOLÓGICO SOBRE LA CALIDAD Y ESTADO
ACTUAL DE LOS CUERPOS DE AGUA LAS FUENTES
HÍDRICAS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO Y LA
CARACTERIZACIÓN DE LOS HUMEDALES
SABANAGRANDE, SANTO TOMÁS Y PALMAR DE
VARELA EN CUMPLIMIENTO DE LO ESTABLECIDO EN
EL PLAN DE ACCIÓN INSTITUCIONAL 2016 – 2019**

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

SEPTIEMBRE 2016-MARZO 2017



Renovación de la Acreditación por el IDEAM bajo NTC-ISO/IEC 17025:2005: Resolución 0241 de febrero 27 de 2015
Registro de Laboratorios para Control de Calidad de Insumos y Productos Agroquímicos según Resolución del ICA 00491 y 003489
Certificado ICONTEC 1806-1 ISO 9001:2008 • Red de Laboratorios ICONTEC
Certificado INVIMA 0402-855-03 Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de Alimentos y Bebidas
Resolución 4353 de Octubre 23 de 2013, Ministerio de la Protección Social autorización para Control de Calidad de Agua Potable
Calificación RUC del Consejo Colombiano de Seguridad – Sistema Unificado de Registro de Evaluación de Programas de Salud Ocupacional y Medio Ambiente

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-----------|
| TABLA DE CONTENIDO | 2 |
| LISTA DE TABLAS | 8 |
| LISTA DE FIGURAS | 16 |
| LISTA DE FOTOGRAFÍAS | 34 |
| LISTA DE ANEXOS | 35 |
| RESUMEN EJECUTIVO | 36 |
| CIÉNAGA EL CONVENTO | 36 |
| CIÉNAGA DE SABANAGRANDE | 37 |
| CIÉNAGA DE LUISA | 38 |
| CIÉNAGA MALLORQUÍN | 39 |
| CIÉNAGA LOS MANATÍES..... | 39 |
| CIÉNAGA EL RINCÓN | 40 |
| CIÉNAGA DEL TOTUMO..... | 41 |
| CIÉNAGA DE TOCAGUA | 41 |
| CIÉNAGA DE BALBOA | 42 |
| CIÉNAGA DE LURUACO..... | 43 |
| EMBALSE DEL GUÁJARO | 43 |
| VERTIMIENTOS | 44 |
| VERTIMIENTOS DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | 44 |
| VERTIMIENTOS DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA..... | 45 |
| 1 INTRODUCCIÓN | 46 |
| 2 ALCANCE | 47 |
| 3 OBJETIVOS | 48 |
| 3.1 OBJETIVO GENERAL | 48 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 48 |
| 4 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO | 49 |
| 4.1 PUNTOS DE MUESTREO..... | 49 |
| 4.2 CUENCA DEL RÍO MAGDALENA | 54 |
| 4.2.1 <i>Ciénaga el Convento</i> | 54 |
| 4.2.2 <i>Ciénaga Sabanagrande</i> | 57 |
| 4.2.3 <i>Ciénaga Luisa</i> | 60 |
| 4.2.4 <i>Ciénaga Santo Tomás</i> | 63 |
| 4.2.5 <i>Ciénaga la Larga</i> | 64 |
| 4.2.6 <i>Ciénaga Manatí</i> | 66 |
| 4.2.7 <i>Ciénaga Paraíso</i> | 67 |
| 4.1 CUENCA LITORAL..... | 68 |
| 4.1.1 <i>Ciénaga de Mallorca</i> | 68 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.1.2 | <i>Ciénaga Los Manatíes</i> | 70 |
| 4.1.3 | <i>Ciénaga de Balboa</i> | 71 |
| 4.1.4 | <i>Ciénaga del Totumo</i> | 73 |
| 4.2 | CUENCA DEL CANAL DEL DIQUE..... | 74 |
| 4.2.1 | <i>Ciénaga de Tocagua</i> | 74 |
| 4.2.2 | <i>Ciénaga de Luruaco</i> | 74 |
| 4.2.3 | <i>Embalse del Guájaro</i> | 75 |
| 4.3 | CLIMA | 76 |
| 4.3.1 | <i>Época Seca o Época de Verano (diciembre a marzo)</i> | 77 |
| 4.3.2 | <i>Época Húmeda o Época de Invierno (abril a primera quincena de junio)</i> | 77 |
| 4.3.3 | <i>Época Húmeda o Época de Invierno (agosto a noviembre)</i> | 78 |
| 4.3.4 | <i>Época De Transición (Segunda Quincena del mes de mayo -julio)</i> | 79 |
| 4.3.5 | <i>Ciclo ENOS El Niño – La Niña</i> | 80 |
| 5 | METODOLOGÍA TOMA DE MUESTRA PARA ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS | 83 |
| 5.1 | ACTIVIDADES PREVIAS A TRABAJO DE CAMPO | 83 |
| 5.1.1 | <i>Elaboración de los Planes de Muestreo, preparación de materiales y equipos necesarios.</i> | 83 |
| 5.1.2 | <i>Lavado de Recipientes</i> | 83 |
| 5.1.3 | <i>Equipos de Campo</i> | 83 |
| 5.2 | TRABAJO DE CAMPO | 84 |
| 5.2.1 | <i>Trazabilidad</i> | 84 |
| 5.2.2 | <i>Muestreo y Preservación de Muestras</i> | 84 |
| 5.2.3 | <i>Frecuencia y tipo de muestreo</i> | 85 |
| 5.2.4 | <i>Composición de las muestras</i> | 85 |
| 5.2.5 | <i>Transporte de muestras al laboratorio</i> | 86 |
| 5.3 | METODOLOGÍA DE ANÁLISIS. | 86 |
| 6 | METODOLOGÍA TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS | 88 |
| 6.1 | COMPONENTE BIÓTICO..... | 88 |
| 6.1.1 | <i>Fase de campo</i> | 88 |
| 6.1.1.1 | Comunidades de Productores primarios..... | 88 |
| 6.1.1.2 | Comunidades de Consumidores | 91 |
| 6.1.2 | <i>Fase de laboratorio</i> | 96 |
| 6.1.2.1 | Comunidades de productores primarios..... | 96 |
| 6.1.2.2 | Comunidades de consumidores | 97 |
| 6.1.3 | <i>Fase de Gabinete</i> | 100 |
| 6.1.3.1 | Índices ecológicos | 100 |
| 6.1.3.2 | Biotopos..... | 103 |
| 6.1.3.3 | El método BMWP | 104 |
| 6.1.3.4 | Índice ASPT..... | 105 |
| 6.1.3.5 | Determinación de especies en peligro de extinción..... | 106 |
| 6.1.3.6 | Análisis de similaridad | 107 |
| 6.1.3.7 | Realización de mapas | 107 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6.1.4 | Controles de calidad | 108 |
| 7 | RESULTADOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN CUERPOS DE AGUA | 109 |
| 7.1 | RESULTADOS CUERPOS DE AGUA | 109 |
| 7.1.1 | <i>Ciénaga del Convento</i> | 109 |
| 7.1.1.1 | Resultados de las mediciones de campo | 109 |
| 7.1.1.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 140 |
| 7.1.2 | <i>Ciénaga de Sabanagrande</i> | 144 |
| 7.1.2.1 | Resultados de las mediciones de campo | 144 |
| 7.1.2.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 158 |
| 7.1.3 | <i>Ciénaga de Luisa</i> | 160 |
| 7.1.3.1 | Resultados de las mediciones de campo | 160 |
| 7.1.3.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 176 |
| 7.1.4 | <i>Ciénaga Santo Tomas</i> | 178 |
| 7.1.5 | <i>Ciénaga Larga</i> | 178 |
| 7.1.6 | <i>Ciénaga Paraíso</i> | 178 |
| 7.1.7 | <i>Ciénaga Mallorquín</i> | 178 |
| 7.1.7.1 | Resultados de las mediciones de campo | 178 |
| 7.1.7.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 191 |
| 7.1.8 | <i>Ciénaga Los Manatíes</i> | 193 |
| 7.1.8.1 | Resultados de las mediciones de campo | 193 |
| 7.1.8.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 199 |
| 7.1.9 | <i>Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne)</i> | 200 |
| 7.1.9.1 | Resultados de las mediciones de campo | 200 |
| 7.1.9.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 206 |
| 7.1.10 | <i>Ciénaga del Totumo</i> | 207 |
| 7.1.10.1 | Resultados de las mediciones de campo | 207 |
| 7.1.10.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 219 |
| 7.1.11 | <i>Ciénaga de Tocagua</i> | 221 |
| 7.1.11.1 | Resultados de las mediciones de campo | 221 |
| 7.1.11.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 233 |
| 7.1.12 | <i>Ciénaga de Balboa</i> | 235 |
| 7.1.12.1 | Resultados de las mediciones de campo | 235 |
| 7.1.12.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 241 |
| 7.1.13 | <i>Ciénaga de Luruaco</i> | 242 |
| 7.1.13.1 | Resultados de las mediciones de campo | 242 |
| 7.1.13.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 284 |
| 7.1.14 | <i>Embalse del Guájaro</i> | 289 |
| 7.1.14.1 | Resultados de las mediciones de campo | 289 |
| 7.1.14.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 346 |
| 8 | ANÁLISIS DE RESULTADOS-CUERPOS DE AGUA | 353 |
| 8.1 | PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO | 353 |
| 8.1.1 | <i>Temperatura</i> | 354 |
| 8.1.2 | <i>pH</i> | 355 |
| 8.1.3 | <i>Oxígeno Disuelto</i> | 356 |
| 8.1.3.1 | Conductividad..... | 357 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 8.1.4 | <i>Parámetros medidos en el laboratorio</i> | 358 |
| 8.1.5 | <i>DBO5 y DQO</i> | 361 |
| 8.1.5.1 | Sólidos suspendidos totales, SST | 363 |
| 8.1.6 | <i>Sulfatos</i> | 364 |
| 8.2 | PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS. | 366 |
| 8.3 | CÁLCULO DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN..... | 369 |
| 8.3.1 | <i>ICOMO Índice de contaminación por materia orgánica.</i> | 369 |
| 8.3.2 | <i>ICOSUS Índice de contaminación por sólidos suspendidos</i> | 370 |
| 8.3.3 | <i>ICOpH Índice de contaminación por pH</i> | 370 |
| 8.3.4 | <i>Resultados ICOS</i> | 370 |
| 9 | RESULTADOS Y ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICOS CUERPOS DE AGUA | 389 |
| 9.1 | CUERPOS DE AGUA DEL ATLÁNTICO (HUMEDALES)..... | 392 |
| 9.1.1 | <i>Ciénaga El Convento</i> | 392 |
| 9.1.1.1 | Comunidades de productores primarios | 392 |
| 9.1.1.2 | Comunidades de consumidores | 424 |
| 9.1.2 | <i>Ciénaga de Sabanagrande</i> | 442 |
| 9.1.2.1 | Comunidades de productores primarios | 442 |
| 9.1.2.2 | Comunidades de consumidores | 464 |
| 9.1.3 | <i>Ciénaga de Luisa</i> | 477 |
| 9.1.3.1 | Comunidades de productores primarios | 477 |
| 9.1.3.2 | Comunidades de consumidores | 501 |
| 9.1.4 | <i>Ciénaga Santo Tomas</i> | 519 |
| 9.1.5 | <i>Ciénaga Larga</i> | 520 |
| 9.1.6 | <i>Ciénaga de Manatí</i> | 521 |
| 9.1.7 | <i>Ciénaga Paraíso</i> | 522 |
| 9.1.8 | <i>Ciénaga Mallorquín</i> | 523 |
| 9.1.8.1 | Comunidades de productores primarios | 523 |
| 9.1.8.2 | Comunidades de consumidores | 531 |
| 9.1.9 | <i>Ciénaga Los Manatíes</i> | 547 |
| 9.1.9.1 | Comunidades de productores primarios | 547 |
| 9.1.9.2 | Comunidades de consumidores | 554 |
| 9.1.10 | <i>Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne)</i> | 565 |
| 9.1.10.1 | Comunidades de productores primarios | 565 |
| 9.1.10.2 | Comunidades de consumidores | 575 |
| 9.1.11 | <i>Ciénaga del Totumo</i> | 587 |
| 9.1.11.1 | Comunidades de productores primarios | 587 |
| 9.1.11.2 | Comunidades de consumidores | 597 |
| 9.1.12 | <i>Ciénaga de Tocagua</i> | 611 |
| 9.1.12.1 | Comunidades de productores primarios | 611 |
| 9.1.12.2 | Comunidades de consumidores | 633 |
| 9.1.13 | <i>Ciénaga de Balboa</i> | 650 |
| 9.1.13.1 | Comunidades de productores primarios | 650 |
| 9.1.13.2 | Comunidades de consumidores | 665 |
| 9.1.14 | <i>Ciénaga de Luruaco</i> | 675 |
| 9.1.14.1 | Comunidades de productores primarios | 675 |
| 9.1.14.2 | Comunidades de consumidores | 700 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 9.1.15 | <i>Embalse del Guájaro</i> | 718 |
| 9.1.15.1 | Comunidades de productores primarios | 718 |
| 9.1.15.2 | Comunidades de consumidores | 752 |
| 10 | RESULTADOS DE VERTIMIENTOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | 775 |
| 10.1 | RESULTADOS..... | 775 |
| 10.1.1 | <i>Vertimiento Lloreda S.A</i> | 775 |
| 10.1.1.1 | Resultados de las mediciones de campo | 775 |
| 10.1.1.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 779 |
| 10.1.2 | <i>Vertimiento Agua residual doméstica Ponedera</i> | 779 |
| 10.1.2.1 | Resultados de las mediciones de campo | 779 |
| 10.1.2.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 783 |
| 10.1.3 | <i>Vertimiento Agua residual doméstica Suán</i> | 783 |
| 10.1.3.1 | Resultados de las mediciones de campo | 783 |
| 10.1.3.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 787 |
| 10.1.4 | <i>Vertimiento Agua residual doméstica Campo de la cruz</i> | 788 |
| 10.1.4.1 | Resultados de las mediciones de campo | 788 |
| 10.1.4.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 791 |
| 10.1.5 | <i>Vertimiento Jabonería Tusica</i> | 791 |
| 10.1.5.1 | Resultados de las mediciones de campo | 791 |
| 10.1.5.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 795 |
| 10.1.6 | <i>Vertimiento Puro Pollo S.A</i> | 795 |
| 10.1.6.1 | Resultados de las mediciones de campo | 795 |
| 10.1.6.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 799 |
| 10.1.7 | <i>Vertimiento Agua residual doméstica Candelaria</i> | 799 |
| 10.1.7.1 | Resultados de las mediciones de campo | 799 |
| 10.1.7.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 803 |
| 10.1.8 | <i>Vertimiento Villa Olímpica-PTAR Galapa</i> | 803 |
| 10.1.8.1 | Resultados de las mediciones de campo | 803 |
| 10.1.8.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 807 |
| 10.1.9 | <i>Vertimiento Agua residual doméstica Santa Lucía</i> | 807 |
| 10.1.9.1 | Resultados de las mediciones de campo | 807 |
| 10.1.9.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 811 |
| 10.1.10 | <i>Vertimiento C.I. Curtiembre del Caribe</i> | 811 |
| 10.1.10.1 | Resultados de las mediciones de campo..... | 811 |
| 10.1.10.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 815 |
| 10.1.11 | <i>Vertimiento C.I. Camaguey</i> | 815 |
| 10.1.11.1 | Resultados de las mediciones de campo..... | 815 |
| 10.1.11.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 819 |
| 10.1.12 | <i>Vertimiento Lavandería Familiar</i> | 819 |
| 10.1.12.1 | Resultados de las mediciones de campo..... | 819 |
| 10.1.12.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 823 |
| 10.1.13 | <i>Vertimiento Galco S.A</i> | 823 |
| 10.1.13.1 | Resultados de las mediciones de campo..... | 823 |
| 10.1.13.2 | Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio | 827 |
| 10.2 | ANÁLISIS DE RESULTADOS-CUERPOS DE AGUA..... | 827 |
| 10.2.1 | <i>Parámetros medidos en campo.</i> | 827 |
| 10.2.2 | <i>Parámetros medidos en el laboratorio.</i> | 830 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 10.2.2.1 | DBO ₅ | 831 |
| 10.2.2.2 | DQO | 833 |
| 10.2.2.3 | Sólidos suspendidos totales | 835 |
| 10.2.3 | <i>Parámetros Microbiológicos</i> | 837 |
| 11 | CONCLUSIONES | 838 |
| 11.1 | CIÉNAGA EL CONVENTO | 838 |
| 11.2 | CIÉNAGA DE SABANAGRANDE | 840 |
| 11.3 | CIÉNAGA DE LUISA | 842 |
| 11.4 | CIÉNAGA MALLORQUÍN | 844 |
| 11.5 | CIÉNAGA LOS MANATÍES | 845 |
| 11.6 | CIÉNAGA EL RINCÓN | 847 |
| 11.7 | CIÉNAGA DEL TOTUMO | 848 |
| 11.8 | CIÉNAGA DE TOCAGUA | 850 |
| 11.9 | CIÉNAGA DE BALBOA | 852 |
| 11.10 | CIÉNAGA DE LURUACO | 853 |
| 11.11 | EMBALSE DEL GUÁJARO | 855 |
| 11.12 | VERTIMIENTOS DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA..... | 857 |
| 11.13 | VERTIMIENTOS DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA | 858 |
| 12 | RECOMENDACIONES | 859 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 860 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 4-1 Identificación de los cuerpos de agua monitoreados..... | 49 |
| Tabla 4-2. Puntos reubicados dentro de las mismas ciénagas. | 51 |
| Tabla 4-3. Puntos reubicados en otros cuerpos de agua | 51 |
| Tabla 4-4. Puntos de Vertimientos monitoreados..... | 52 |
| Tabla 5-1 Preservación, recipientes, volumen mínimo requerido, y tiempo máximo para análisis. . | 85 |
| Tabla 5-2 Metodología y referencia de los análisis efectuados en campo. | 86 |
| Tabla 5-3 Metodología y referencia de los análisis efectuados en el laboratorio. | 87 |
| Tabla 6-1 Código de colores y calidad de las aguas según el valor del BMWP..... | 105 |
| Tabla 6-2. Significado de los valores de BMWP/Col..... | 105 |
| Tabla 6-3. Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice ASPT. Propuesta de Arango <i>et al.</i> (2003). | 106 |
| Tabla 6-4. Categorías de especies con algún riesgo para la extinción (humbolt.org.co) | 106 |
| Tabla 7-1. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga Convento..... | 110 |
| Tabla 7-2. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga Convento..... | 111 |
| Tabla 7-3. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga Convento..... | 112 |
| Tabla 7-4. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga Convento..... | 113 |
| Tabla 7-5. Resultados de Campo. Punto 5-Ciénaga Convento..... | 114 |
| Tabla 7-6. Resultados de Campo. Punto 6-Ciénaga Convento..... | 115 |
| Tabla 7-7. Resultados de Campo. Punto 7-Ciénaga Convento..... | 116 |
| Tabla 7-8. Resultados de Campo. Punto 8-Ciénaga Convento..... | 117 |
| Tabla 7-9. Resultados de Campo. Punto 9-Ciénaga Convento..... | 118 |
| Tabla 7-10. Resultados de Campo. Punto 10-Ciénaga Convento..... | 119 |
| Tabla 7-11 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 1..... | 140 |
| Tabla 7-12 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 2. | 140 |
| Tabla 7-13 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 3. | 141 |
| Tabla 7-14 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 4. | 141 |
| Tabla 7-15 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 5. | 141 |
| Tabla 7-16 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 6. | 142 |
| Tabla 7-17 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 7. | 142 |
| Tabla 7-18 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 8. | 142 |
| Tabla 7-19 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 9. | 143 |

| | |
|--|------------|
| Tabla 7-20 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 10. | 143 |
| Tabla 7-21. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga Sabanagrande. | 144 |
| Tabla 7-22. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga Sabanagrande. | 145 |
| Tabla 7-23. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga Sabanagrande. | 146 |
| Tabla 7-24. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga Sabanagrande. | 147 |
| Tabla 7-25. Resultados de Campo. Punto 5-Ciénaga Sabanagrande. | 148 |
| Tabla 7-26 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Sabanagrande. Punto 1. | 158 |
| Tabla 7-27 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Sabanagrande. Punto 2. | 159 |
| Tabla 7-28 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Sabanagrande. Punto 3. | 159 |
| Tabla 7-29 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Sabanagrande. Punto 4. | 159 |
| Tabla 7-30 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Sabanagrande. Punto 5. | 160 |
| Tabla 7-31. Resultados de Campo. Punto 6-Ciénaga La Luisa. | 161 |
| Tabla 7-32. Resultados de Campo. Punto 7-Ciénaga La Luisa. | 162 |
| Tabla 7-33. Resultados de Campo. Punto 8-Ciénaga La Luisa. | 163 |
| Tabla 7-34. Resultados de Campo. Punto 9-Ciénaga La Luisa. | 164 |
| Tabla 7-35. Resultados de Campo. Punto 10-Ciénaga La Luisa. | 165 |
| Tabla 7-36 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga La Luisa. Punto 6. | 176 |
| Tabla 7-37 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga La Luisa. Punto 7. | 176 |
| Tabla 7-38 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga La Luisa. Punto 8. | 177 |
| Tabla 7-39 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga La Luisa. Punto 9. | 177 |
| Tabla 7-40 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga La Luisa. Punto 10. | 177 |
| Tabla 7-41. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga Mallorquín. | 179 |
| Tabla 7-42. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga Mallorquín. | 180 |
| Tabla 7-43. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga Mallorquín. | 181 |
| Tabla 7-44. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga Mallorquín. | 182 |
| Tabla 7-45 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Mallorquín. Punto 1. | 191 |
| Tabla 7-46 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Mallorquín. Punto 2. | 191 |
| Tabla 7-47 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Mallorquín. Punto 3. | 192 |
| Tabla 7-48 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Mallorquín. Punto 4. | 192 |
| Tabla 7-49. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga Los Manatíes. | 193 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 7-50. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga Los Manatíes..... | 194 |
| Tabla 7-51 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Los Manatíes. Punto 1. | 199 |
| Tabla 7-52 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Los Manatíes. Punto 2. | 199 |
| Tabla 7-53. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga El Rincón. | 200 |
| Tabla 7-54. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga El Rincón. | 201 |
| Tabla 7-55 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Rincón. Punto 1. | 206 |
| Tabla 7-56 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Rincón. Punto 2. | 206 |
| Tabla 7-57. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga del Totumo. | 207 |
| Tabla 7-58. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga del Totumo. | 208 |
| Tabla 7-59. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga del Totumo. | 209 |
| Tabla 7-60. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga del Totumo. | 210 |
| Tabla 7-61 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga del Totumo. Punto 1. | 219 |
| Tabla 7-62 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga del Totumo. Punto 2. | 219 |
| Tabla 7-63 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga del Totumo. Punto 3. | 220 |
| Tabla 7-64 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga del Totumo. Punto 4. | 220 |
| Tabla 7-65. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga de Tocagua. | 221 |
| Tabla 7-66. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga de Tocagua. | 222 |
| Tabla 7-67. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga de Tocagua. | 223 |
| Tabla 7-68. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga de Tocagua. | 224 |
| Tabla 7-69 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Tocagua. Punto 1. | 233 |
| Tabla 7-70 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Tocagua. Punto 2. | 233 |
| Tabla 7-71 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Tocagua. Punto 3. | 234 |
| Tabla 7-72 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Tocagua. Punto 4. | 234 |
| Tabla 7-73. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga de Balboa. | 235 |
| Tabla 7-74. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga de Balboa. | 236 |
| Tabla 7-75 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Balboa. Punto 1. | 241 |
| Tabla 7-76 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Balboa. Punto 2. | 241 |
| Tabla 7-77. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga de Luruaco. | 242 |
| Tabla 7-78. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga de Luruaco. | 243 |
| Tabla 7-79. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga de Luruaco. | 244 |
| Tabla 7-80. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga de Luruaco. | 245 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 7-81. Resultados de Campo. Punto 5-Ciénaga de Luruaco. | 246 |
| Tabla 7-82. Resultados de Campo. Punto 6-Ciénaga de Luruaco. | 247 |
| Tabla 7-83. Resultados de Campo. Punto 7-Ciénaga de Luruaco. | 248 |
| Tabla 7-84. Resultados de Campo. Punto 8-Ciénaga de Luruaco. | 249 |
| Tabla 7-85. Resultados de Campo. Punto 9-Ciénaga de Luruaco. | 250 |
| Tabla 7-86. Resultados de Campo. Punto 10-Ciénaga de Luruaco. | 251 |
| Tabla 7-87. Resultados de Campo. Punto 11-Ciénaga de Luruaco. | 252 |
| Tabla 7-88. Resultados de Campo. Punto 12-Ciénaga de Luruaco. | 253 |
| Tabla 7-89. Resultados de Campo. Punto 13-Ciénaga de Luruaco. | 254 |
| Tabla 7-90. Resultados de Campo. Punto 14-Ciénaga de Luruaco. | 255 |
| Tabla 7-91 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 1. | 284 |
| Tabla 7-92 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 2. | 284 |
| Tabla 7-93 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 3. | 285 |
| Tabla 7-94 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 4. | 285 |
| Tabla 7-95 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 5. | 285 |
| Tabla 7-96 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 6. | 286 |
| Tabla 7-97 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 7. | 286 |
| Tabla 7-98 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 8. | 286 |
| Tabla 7-99 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 9. | 287 |
| Tabla 7-100 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 10. | 287 |
| Tabla 7-101 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 11. | 287 |
| Tabla 7-102 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 12. | 288 |
| Tabla 7-103 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 13. | 288 |
| Tabla 7-104 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 14. | 288 |
| Tabla 7-105. Resultados de Campo. Punto 1-Embalse del Guájaro. | 289 |
| Tabla 7-106. Resultados de Campo. Punto 2-Embalse del Guájaro. | 290 |
| Tabla 7-107. Resultados de Campo. Punto 3-Embalse del Guájaro. | 291 |
| Tabla 7-108. Resultados de Campo. Punto 4-Embalse del Guájaro. | 292 |
| Tabla 7-109. Resultados de Campo. Punto 5-Embalse del Guájaro. | 293 |
| Tabla 7-110. Resultados de Campo. Punto 6-Embalse del Guájaro. | 294 |
| Tabla 7-111. Resultados de Campo. Punto 7-Embalse del Guájaro. | 295 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 7-112. Resultados de Campo. Punto 8-Embalse del Guájaro. | 296 |
| Tabla 7-113. Resultados de Campo. Punto 9-Embalse del Guájaro. | 297 |
| Tabla 7-114. Resultados de Campo. Punto 10-Embalse del Guájaro. | 298 |
| Tabla 7-115. Resultados de Campo. Punto 11-Embalse del Guájaro. | 299 |
| Tabla 7-116. Resultados de Campo. Punto 12-Embalse del Guájaro. | 300 |
| Tabla 7-117. Resultados de Campo. Punto 13-Embalse del Guájaro. | 301 |
| Tabla 7-118. Resultados de Campo. Punto 14-Embalse del Guájaro. | 302 |
| Tabla 7-119. Resultados de Campo. Punto 15-Embalse del Guájaro. | 303 |
| Tabla 7-120. Resultados de Campo. Punto 16-Embalse del Guájaro. | 304 |
| Tabla 7-121. Resultados de Campo. Punto 17-Embalse del Guájaro. | 305 |
| Tabla 7-122. Resultados de Campo. Punto 18-Embalse del Guájaro. | 306 |
| Tabla 7-123. Resultados de Campo. Punto 19-Embalse del Guájaro. | 307 |
| Tabla 7-124 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 1. | 346 |
| Tabla 7-125 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 2. | 346 |
| Tabla 7-126 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 3. | 347 |
| Tabla 7-127 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 4. | 347 |
| Tabla 7-128 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 5. | 347 |
| Tabla 7-129 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 6. | 348 |
| Tabla 7-130 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 7. | 348 |
| Tabla 7-131 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 8. | 348 |
| Tabla 7-132 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 9. | 349 |
| Tabla 7-133 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 10. | 349 |
| Tabla 7-134 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 11. | 349 |
| Tabla 7-135 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 12. | 350 |
| Tabla 7-136 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 13. | 350 |
| Tabla 7-137 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 14. | 350 |
| Tabla 7-138 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 15. | 351 |
| Tabla 7-139 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 16. | 351 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 7-140 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 17. | 351 |
| Tabla 7-141 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 18. | 352 |
| Tabla 7-142 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 19. | 352 |
| Tabla 8-1. Resumen resultados parámetros medidos en campo. | 353 |
| Tabla 8-2. Resumen resultados parámetros Físicoquímicos. Cuerpos de Agua..... | 358 |
| Tabla 8-3. Resumen resultados parámetros Microbiológicos. Cuerpos de Agua..... | 366 |
| Tabla 8-4. Índices de Contaminación ICOs | 371 |
| Tabla 8-5 Clasificación grado de contaminación | 372 |
| Tabla 9-1. Valores propios de análisis de componentes principales | 402 |
| Tabla 9-2. Valores propios de análisis de componentes principales | 403 |
| Tabla 9-3. Valores propios de análisis de componentes principales | 416 |
| Tabla 9-4. Valores propios de análisis de componentes principales | 432 |
| Tabla 9-5. Valores propios de análisis de componentes principales | 438 |
| Tabla 9-6. Valores propios de análisis de componentes principales | 449 |
| Tabla 9-7. Valores propios de análisis de componentes principales | 450 |
| Tabla 9-8. Valores propios de análisis de componentes principales | 459 |
| Tabla 9-9. Valores propios de análisis de componentes principales | 471 |
| Tabla 9-10. Valores propios de análisis de componentes principales | 476 |
| Tabla 9-11. Valores propios de análisis de componentes principales | 484 |
| Tabla 9-12. Valores propios de análisis de componentes principales | 484 |
| Tabla 9-13. Valores propios de análisis de componentes principales | 496 |
| Tabla 9-14. Valores propios de análisis de componentes principales | 508 |
| Tabla 9-15. Valores propios de análisis de componentes principales | 513 |
| Tabla 9-16. Valores propios de análisis de componentes principales | 531 |
| Tabla 9-17. Valores propios de análisis de componentes principales | 544 |
| Tabla 9-18. Valores propios de análisis de componentes principales | 560 |
| Tabla 9-19. Valores propios de análisis de componentes principales | 564 |
| Tabla 9-20. Valores propios de análisis de componentes principales | 572 |
| Tabla 9-21. Valores propios de análisis de componentes principales | 581 |
| Tabla 9-22. Valores propios de análisis de componentes principales | 596 |
| Tabla 9-23. Valores propios de análisis de componentes principales | 604 |
| Tabla 9-24. Valores propios de análisis de componentes principales | 609 |
| Tabla 9-25. Valores propios de análisis de componentes principales | 617 |
| Tabla 9-26. Valores propios de análisis de componentes principales | 618 |
| Tabla 9-27. Valores propios de análisis de componentes principales | 628 |
| Tabla 9-28. Valores propios de análisis de componentes principales | 641 |
| Tabla 9-29. Valores propios de análisis de componentes principales | 647 |
| Tabla 9-30. Valores propios de análisis de componentes principales | 655 |
| Tabla 9-31. Valores propios de análisis de componentes principales | 656 |
| Tabla 9-32. Valores propios de análisis de componentes principales | 664 |
| Tabla 9-33. Valores propios de análisis de componentes principales | 670 |
| Tabla 9-34. Valores propios de análisis de componentes principales | 674 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 9-35. Valores propios de análisis de componentes principales | 681 |
| Tabla 9-36. Valores propios de análisis de componentes principales | 682 |
| Tabla 9-37. Valores propios de análisis de componentes principales | 696 |
| Tabla 9-38. Valores propios de análisis de componentes principales | 710 |
| Tabla 9-39. Valores propios de análisis de componentes principales | 717 |
| Tabla 9-40. Valores propios de análisis de componentes principales | 727 |
| Tabla 9-41. Valores propios de análisis de componentes principales | 728 |
| Tabla 9-42. Valores propios de análisis de componentes principales | 746 |
| Tabla 9-43. Valores propios de análisis de componentes principales | 764 |
| Tabla 9-44. Valores propios de análisis de componentes principales | 770 |
| Tabla 10-1. Resultados de Campo. Vertimiento Lloreda | 776 |
| Tabla 10-2 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Lloreda. .. | 779 |
| Tabla 10-3. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Ponedera | 780 |
| Tabla 10-4 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Ponedera. | 783 |
| Tabla 10-5. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Suán..... | 784 |
| Tabla 10-6 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Suán. Punto 1. | 787 |
| Tabla 10-7. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Campo de la Cruz..... | 788 |
| Tabla 10-8 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Campo de la Cruz. | 791 |
| Tabla 10-9. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Jabonería Tusica | 792 |
| Tabla 10-10 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Jabonería Tusica. | 795 |
| Tabla 10-11. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Puro pollo..... | 796 |
| Tabla 10-12 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Puropollo. Punto 1. | 799 |
| Tabla 10-13. Resultados de Campo. Vertimiento Candelaria..... | 800 |
| Tabla 10-14 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Candelaria. | 803 |
| Tabla 10-15. Resultados de Campo. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa..... | 804 |
| Tabla 10-16 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa | 807 |
| Tabla 10-17. Resultados de Campo. Vertimiento Santa Lucia | 808 |
| Tabla 10-18 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Santa Lucia. | 811 |
| Tabla 10-19. Resultados de Campo. Vertimiento C.I. Curtiembres del Caribe | 812 |
| Tabla 10-20 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento C.I. Curtiembres del Caribe. | 815 |
| Tabla 10-21. Resultados de Campo. Vertimiento C.I. Camaguey | 816 |
| Tabla 10-22 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento C.I. Camaguey. | 819 |
| Tabla 10-23. Resultados de Campo. Vertimiento Lavandería Familiar | 820 |
| Tabla 10-24 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Lavandería Familiar..... | 823 |
| Tabla 10-25. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Galco | 824 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 10-26 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Gralco.... | 827 |
| Tabla 10-27. Resumen resultados parámetros medidos en campo. Vertimientos | 827 |
| Tabla 10-28. Resumen resultados parámetros Físicoquímicos. Vertimientos..... | 830 |
| Tabla 10-29. Resumen resultados parámetros Microbiológicos. Vertimientos..... | 837 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 7-1. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 1..... | 120 |
| Figura 7-2. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 2..... | 120 |
| Figura 7-3. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 3..... | 121 |
| Figura 7-4. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 4..... | 121 |
| Figura 7-5. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 5..... | 122 |
| Figura 7-6. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 6..... | 122 |
| Figura 7-7. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 7..... | 123 |
| Figura 7-8. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 8..... | 123 |
| Figura 7-9. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 9..... | 124 |
| Figura 7-10. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 10..... | 124 |
| Figura 7-11. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 1 | 125 |
| Figura 7-12. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 2 | 125 |
| Figura 7-13. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 3 | 126 |
| Figura 7-14. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 4 | 126 |
| Figura 7-15. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 5 | 127 |
| Figura 7-16. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 6 | 127 |
| Figura 7-17. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 7 | 128 |
| Figura 7-18. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 8 | 128 |
| Figura 7-19. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 9 | 129 |
| Figura 7-20. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 10 | 129 |
| Figura 7-21. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 1 | 130 |
| Figura 7-22. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 2 | 130 |
| Figura 7-23. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 3 | 131 |
| Figura 7-24. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 4 | 131 |
| Figura 7-25. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 5 | 132 |
| Figura 7-26. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 6 | 132 |
| Figura 7-27. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 7 | 133 |
| Figura 7-28. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 8 | 133 |
| Figura 7-29. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 9 | 134 |
| Figura 7-30. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 10 | 134 |
| Figura 7-31. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 1 | 135 |
| Figura 7-32. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 2 | 135 |
| Figura 7-33. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 3 | 136 |
| Figura 7-34. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 4 | 136 |
| Figura 7-35. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 5 | 137 |
| Figura 7-36. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 6 | 137 |
| Figura 7-37. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 7 | 138 |
| Figura 7-38. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 8 | 138 |
| Figura 7-39. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 9 | 139 |
| Figura 7-40. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 10 | 139 |

| | |
|---|-----|
| Figura 7-41. Variación de pH. Ciénaga Sabanagrande. Punto 1..... | 149 |
| Figura 7-42. Variación de pH. Ciénaga Sabanagrande. Punto 2..... | 149 |
| Figura 7-43. Variación de pH. Ciénaga Sabanagrande. Punto 3..... | 150 |
| Figura 7-44. Variación de pH. Ciénaga Sabanagrande. Punto 4..... | 150 |
| Figura 7-45. Variación de pH. Ciénaga Sabanagrande. Punto 5..... | 150 |
| Figura 7-46. Variación de Temperatura. Ciénaga Sabanagrande. Punto 1. | 151 |
| Figura 7-47. Variación de Temperatura. Ciénaga Sabanagrande. Punto 2. | 151 |
| Figura 7-48. Variación de Temperatura. Ciénaga Sabanagrande. Punto 3. | 152 |
| Figura 7-49. Variación de Temperatura. Ciénaga Sabanagrande. Punto 4. | 152 |
| Figura 7-50. Variación de Temperatura. Ciénaga Sabanagrande. Punto 5. | 152 |
| Figura 7-51. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Sabanagrande. Punto 1. | 154 |
| Figura 7-52. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Sabanagrande. Punto 2. | 154 |
| Figura 7-53. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Sabanagrande. Punto 3. | 155 |
| Figura 7-54. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Sabanagrande. Punto 4. | 155 |
| Figura 7-55. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Sabanagrande. Punto 5. | 155 |
| Figura 7-56. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 1. | 156 |
| Figura 7-57. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 2. | 156 |
| Figura 7-58. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 3. | 157 |
| Figura 7-59. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 4. | 157 |
| Figura 7-60. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 5. | 158 |
| Figura 7-61. Variación de pH. Ciénaga La Luisa. Punto 6..... | 166 |
| Figura 7-62. Variación de pH. Ciénaga La Luisa. Punto 7..... | 166 |
| Figura 7-63. Variación de pH. Ciénaga La Luisa. Punto 8..... | 167 |
| Figura 7-64. Variación de pH. Ciénaga La Luisa. Punto 9..... | 167 |
| Figura 7-65. Variación de pH. Ciénaga La Luisa. Punto 10..... | 168 |
| Figura 7-66. Variación de Temperatura. Ciénaga La Luisa. Punto 6..... | 168 |
| Figura 7-67. Variación de Temperatura. Ciénaga La Luisa. Punto 7..... | 169 |
| Figura 7-68. Variación de Temperatura. Ciénaga La Luisa. Punto 8..... | 169 |
| Figura 7-69. Variación de Temperatura. Ciénaga La Luisa. Punto 9..... | 170 |
| Figura 7-70. Variación de Temperatura. Ciénaga La Luisa. Punto 10. | 170 |
| Figura 7-71. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga La Luisa. Punto 6. | 171 |
| Figura 7-72. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga La Luisa. Punto 7. | 171 |
| Figura 7-73. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga La Luisa. Punto 8. | 172 |
| Figura 7-74. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga La Luisa. Punto 9. | 172 |
| Figura 7-75. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga La Luisa. Punto 10. | 173 |
| Figura 7-76. Variación de Conductividad. Ciénaga La Luisa. Punto 6. | 173 |
| Figura 7-77. Variación de Conductividad. Ciénaga La Luisa. Punto 7. | 174 |
| Figura 7-78. Variación de Conductividad. Ciénaga La Luisa. Punto 8. | 174 |
| Figura 7-79. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 9. | 175 |
| Figura 7-80. Variación de Conductividad. Ciénaga La Luisa. Punto 10. | 175 |
| Figura 7-81. Variación de pH. Ciénaga Mallorquín. Punto 1. | 183 |
| Figura 7-82. Variación de pH. Ciénaga Mallorquín. Punto 2. | 183 |
| Figura 7-83. Variación de pH. Ciénaga Mallorquín. Punto 3. | 184 |
| Figura 7-84. Variación de pH. Ciénaga Mallorquín. Punto 4. | 184 |
| Figura 7-85. Variación de Temperatura. Ciénaga Mallorquín. Punto 1. | 185 |

| | |
|--|-----|
| Figura 7-86. Variación de Temperatura. Ciénaga Mallorcaín. Punto 2. | 185 |
| Figura 7-87. Variación de Temperatura. Ciénaga Mallorcaín. Punto 3. | 186 |
| Figura 7-88. Variación de Temperatura. Ciénaga Mallorcaín. Punto 4. | 186 |
| Figura 7-89. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Mallorcaín. Punto 1. | 187 |
| Figura 7-90. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Mallorcaín. Punto 2. | 187 |
| Figura 7-91. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Mallorcaín. Punto 3. | 188 |
| Figura 7-92. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Mallorcaín. Punto 4. | 188 |
| Figura 7-93. Variación de Conductividad. Ciénaga Mallorcaín. Punto 1. | 189 |
| Figura 7-94. Variación de Conductividad. Ciénaga Mallorcaín. Punto 2. | 189 |
| Figura 7-95. Variación de Conductividad. Ciénaga Mallorcaín. Punto 3. | 190 |
| Figura 7-96. Variación de Conductividad. Ciénaga Mallorcaín. Punto 4. | 190 |
| Figura 7-97. Variación de pH. Ciénaga Los Manatíes. Punto 1. | 195 |
| Figura 7-98. Variación de pH. Ciénaga Los Manatíes. Punto 2. | 195 |
| Figura 7-99. Variación de Temperatura. Ciénaga Los Manatíes. Punto 1. | 196 |
| Figura 7-100. Variación de Temperatura. Ciénaga Los Manatíes. Punto 2. | 196 |
| Figura 7-101. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Los Manatíes. Punto 1. | 197 |
| Figura 7-102. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Los Manatíes. Punto 2. | 197 |
| Figura 7-103. Variación de Conductividad. Ciénaga Los Manatíes. Punto 1. | 198 |
| Figura 7-104. Variación de Conductividad. Ciénaga Los Manatíes. Punto 2. | 198 |
| Figura 7-105. Variación de pH. Ciénaga El Rincón. Punto 1. | 202 |
| Figura 7-106. Variación de pH. Ciénaga El Rincón. Punto 2. | 202 |
| Figura 7-107. Variación de Temperatura. Ciénaga El Rincón. Punto 1. | 203 |
| Figura 7-108. Variación de Temperatura. Ciénaga El Rincón. Punto 2. | 203 |
| Figura 7-109. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Rincón. Punto 1. | 204 |
| Figura 7-110. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Rincón. Punto 2. | 204 |
| Figura 7-111. Variación de Conductividad. Ciénaga El Rincón. Punto 1. | 205 |
| Figura 7-112. Variación de Conductividad. Ciénaga El Rincón. Punto 2. | 205 |
| Figura 7-113. Variación de pH. Ciénaga del Totumo. Punto 1. | 211 |
| Figura 7-114. Variación de pH. Ciénaga del Totumo. Punto 2. | 211 |
| Figura 7-115. Variación de pH. Ciénaga del Totumo. Punto 3. | 212 |
| Figura 7-116. Variación de pH. Ciénaga del Totumo. Punto 4. | 212 |
| Figura 7-117. Variación de Temperatura. Ciénaga del Totumo. Punto 1. | 213 |
| Figura 7-118. Variación de Temperatura. Ciénaga del Totumo. Punto 2. | 213 |
| Figura 7-119. Variación de Temperatura. Ciénaga del Totumo. Punto 3. | 214 |
| Figura 7-120. Variación de Temperatura. Ciénaga del Totumo. Punto 4. | 214 |
| Figura 7-121. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga del Totumo. Punto 1. | 215 |
| Figura 7-122. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga del Totumo. Punto 2. | 215 |
| Figura 7-123. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga del Totumo. Punto 3. | 216 |
| Figura 7-124. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga del Totumo. Punto 4. | 216 |
| Figura 7-125. Variación de Conductividad. Ciénaga del Totumo. Punto 1. | 217 |
| Figura 7-126. Variación de Conductividad. Ciénaga del Totumo. Punto 2. | 217 |
| Figura 7-127. Variación de Conductividad. Ciénaga del Totumo. Punto 3. | 218 |
| Figura 7-128. Variación de Conductividad. Ciénaga del Totumo. Punto 4. | 218 |
| Figura 7-129. Variación de pH. Ciénaga de Tocagua. Punto 1. | 225 |
| Figura 7-130. Variación de pH. Ciénaga de Tocagua. Punto 2. | 225 |

| | |
|--|-----|
| Figura 7-131. Variación de pH. Ciénaga de Tocagua. Punto 3. | 226 |
| Figura 7-132. Variación de pH. Ciénaga de Tocagua. Punto 4. | 226 |
| Figura 7-133. Variación de Temperatura. Ciénaga de Tocagua. Punto 1. | 227 |
| Figura 7-134. Variación de Temperatura. Ciénaga de Tocagua. Punto 2. | 227 |
| Figura 7-135. Variación de Temperatura. Ciénaga de Tocagua. Punto 3. | 228 |
| Figura 7-136. Variación de Temperatura. Ciénaga de Tocagua. Punto 4. | 228 |
| Figura 7-137. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Tocagua. Punto 1. | 229 |
| Figura 7-138. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Tocagua. Punto 2. | 229 |
| Figura 7-139. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Tocagua. Punto 3. | 230 |
| Figura 7-140. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Tocagua. Punto 4. | 230 |
| Figura 7-141. Variación de Conductividad. Ciénaga de Tocagua. Punto 1. | 231 |
| Figura 7-142. Variación de Conductividad. Ciénaga de Tocagua. Punto 2. | 231 |
| Figura 7-143. Variación de Conductividad. Ciénaga de Tocagua. Punto 3. | 232 |
| Figura 7-144. Variación de Conductividad. Ciénaga de Tocagua. Punto 4. | 232 |
| Figura 7-145. Variación de pH. Ciénaga de Balboa. Punto 1. | 237 |
| Figura 7-146. Variación de pH. Ciénaga de Balboa. Punto 2. | 237 |
| Figura 7-147. Variación de Temperatura. Ciénaga de Balboa. Punto 1. | 238 |
| Figura 7-148. Variación de Temperatura. Ciénaga de Balboa. Punto 2. | 238 |
| Figura 7-149. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Balboa. Punto 1. | 239 |
| Figura 7-150. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Balboa. Punto 2. | 239 |
| Figura 7-151. Variación de Conductividad. Ciénaga de Balboa. Punto 1. | 240 |
| Figura 7-152. Variación de Conductividad. Ciénaga de Balboa. Punto 2. | 240 |
| Figura 7-153. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 1. | 256 |
| Figura 7-154. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 2. | 256 |
| Figura 7-155. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 3. | 257 |
| Figura 7-156. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 4. | 257 |
| Figura 7-157. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 5. | 258 |
| Figura 7-158. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 6. | 258 |
| Figura 7-159. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 7. | 259 |
| Figura 7-160. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 8. | 259 |
| Figura 7-161. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 9. | 260 |
| Figura 7-162. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 10. | 260 |
| Figura 7-163. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 11. | 261 |
| Figura 7-164. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 12. | 261 |
| Figura 7-165. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 13. | 262 |
| Figura 7-166. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 14. | 262 |
| Figura 7-167. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 1. | 263 |
| Figura 7-168. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 2. | 263 |
| Figura 7-169. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 3. | 264 |
| Figura 7-170. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 4. | 264 |
| Figura 7-171. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 5. | 265 |
| Figura 7-172. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 6. | 265 |
| Figura 7-173. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 7. | 266 |
| Figura 7-174. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 8. | 266 |
| Figura 7-175. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 9. | 267 |

| | |
|---|-----|
| Figura 7-176. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 10. | 267 |
| Figura 7-177. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 11. | 268 |
| Figura 7-178. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 12. | 268 |
| Figura 7-179. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 13. | 269 |
| Figura 7-180. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 14. | 269 |
| Figura 7-181. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 1. | 270 |
| Figura 7-182. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 2. | 270 |
| Figura 7-183. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 3. | 271 |
| Figura 7-184. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 4. | 271 |
| Figura 7-185. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 5. | 272 |
| Figura 7-186. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 6. | 272 |
| Figura 7-187. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 7. | 273 |
| Figura 7-188. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 8. | 273 |
| Figura 7-189. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 9. | 274 |
| Figura 7-190. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 10. | 274 |
| Figura 7-191. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 11. | 275 |
| Figura 7-192. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 12. | 275 |
| Figura 7-193. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 13. | 276 |
| Figura 7-194. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 14. | 276 |
| Figura 7-195. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 1. | 277 |
| Figura 7-196. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 2. | 277 |
| Figura 7-197. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 3. | 278 |
| Figura 7-198. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 4. | 278 |
| Figura 7-199. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 5. | 279 |
| Figura 7-200. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 6. | 279 |
| Figura 7-201. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 7. | 280 |
| Figura 7-202. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 8. | 280 |
| Figura 7-203. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 9. | 281 |
| Figura 7-204. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 10. | 281 |
| Figura 7-205. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 11. | 282 |
| Figura 7-206. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 12. | 282 |
| Figura 7-207. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 13. | 283 |
| Figura 7-208. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 14. | 283 |
| Figura 7-209. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 1. | 308 |
| Figura 7-210. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 2. | 308 |
| Figura 7-211. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 3. | 309 |
| Figura 7-212. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 4. | 309 |
| Figura 7-213. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 5. | 310 |
| Figura 7-214. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 6. | 310 |
| Figura 7-215. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 7. | 311 |
| Figura 7-216. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 8. | 311 |
| Figura 7-217. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 9. | 312 |
| Figura 7-218. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 10. | 312 |
| Figura 7-219. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 11. | 313 |
| Figura 7-220. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 12. | 313 |

| | |
|---|-----|
| Figura 7-221. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 13..... | 314 |
| Figura 7-222. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 14..... | 314 |
| Figura 7-223. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 15..... | 315 |
| Figura 7-224. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 16..... | 315 |
| Figura 7-225. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 17..... | 316 |
| Figura 7-226. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 18..... | 316 |
| Figura 7-227. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 19..... | 317 |
| Figura 7-228. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 1..... | 317 |
| Figura 7-229. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 2..... | 318 |
| Figura 7-230. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 3..... | 318 |
| Figura 7-231. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 4..... | 319 |
| Figura 7-232. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 5..... | 319 |
| Figura 7-233. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 6..... | 320 |
| Figura 7-234. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 7..... | 320 |
| Figura 7-235. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 8..... | 321 |
| Figura 7-236. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 9..... | 321 |
| Figura 7-237. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 10..... | 322 |
| Figura 7-238. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 11..... | 322 |
| Figura 7-239. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 12..... | 323 |
| Figura 7-240. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 13..... | 323 |
| Figura 7-241. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 14..... | 324 |
| Figura 7-242. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 15..... | 324 |
| Figura 7-243. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 16..... | 325 |
| Figura 7-244. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 17..... | 325 |
| Figura 7-245. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 18..... | 326 |
| Figura 7-246. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 19..... | 326 |
| Figura 7-247. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 1..... | 327 |
| Figura 7-248. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 2..... | 327 |
| Figura 7-249. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 3..... | 328 |
| Figura 7-250. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 4..... | 328 |
| Figura 7-251. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 5..... | 329 |
| Figura 7-252. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 6..... | 329 |
| Figura 7-253. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 7..... | 330 |
| Figura 7-254. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 8..... | 330 |
| Figura 7-255. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 9..... | 331 |
| Figura 7-256. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 10..... | 331 |
| Figura 7-257. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 11..... | 332 |
| Figura 7-258. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 12..... | 332 |
| Figura 7-259. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 13..... | 333 |
| Figura 7-260. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 14..... | 333 |
| Figura 7-261. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 15..... | 334 |
| Figura 7-262. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 16..... | 334 |
| Figura 7-263. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 17..... | 335 |
| Figura 7-264. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 18..... | 335 |
| Figura 7-265. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 19..... | 336 |

| | |
|---|------------|
| Figura 7-266. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 1..... | 336 |
| Figura 7-267. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 2..... | 337 |
| Figura 7-268. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 3..... | 337 |
| Figura 7-269. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 4..... | 338 |
| Figura 7-270. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 5..... | 338 |
| Figura 7-271. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 6..... | 339 |
| Figura 7-272. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 7..... | 339 |
| Figura 7-273. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 8..... | 340 |
| Figura 7-274. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 9..... | 340 |
| Figura 7-275. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 10..... | 341 |
| Figura 7-276. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 11..... | 341 |
| Figura 7-277. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 12..... | 342 |
| Figura 7-278. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 13..... | 342 |
| Figura 7-279. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 14..... | 343 |
| Figura 7-280. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 15..... | 343 |
| Figura 7-281. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 16..... | 344 |
| Figura 7-282. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 17..... | 344 |
| Figura 7-283. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 18..... | 345 |
| Figura 7-284. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 19..... | 345 |
| Figura 8-1. Temperatura Máxima. Cuerpos de Agua..... | 354 |
| Figura 8-2. Valores Mínimos y Máximos de pH. Cuerpos de agua | 355 |
| Figura 8-3. Valores Mínimos y Máximos de Oxígeno Disuelto. Cuerpos de agua | 356 |
| Figura 8-4. Valores Mínimos y Máximos de Conductividad. Cuerpos de Agua..... | 358 |
| Figura 8-5. Concentración promedio de DBO5 y DQO. Cuerpos de agua | 362 |
| Figura 8-6. Concentración promedio de SST. Cuerpos de agua | 364 |
| Figura 8-7. Concentración promedio de Sulfatos. Cuerpos de Agua | 365 |
| Figura 8.8. Concentraciones máximas y mínimas de Coliformes totales. | 368 |
| Figura 8.9. Concentraciones máximas y mínimas de Coliformes fecales. | 368 |
| Figura 8.10. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga El Rincón..... | 373 |
| Figura 8.11. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Balboa..... | 374 |
| Figura 8.12. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Convento..... | 375 |
| Figura 8.13. Representación gráfica de los ICOS. Embalse El Guájaro | 376 |
| Figura 8.14. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga la Luisa..... | 377 |
| Figura 8.15. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Luruaco | 378 |
| Figura 8.16. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Mallorquín | 379 |
| Figura 8.17. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga los Manatíes | 380 |
| Figura 8.18. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Sabanagrande | 381 |
| Figura 8.19. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Tocagua | 382 |
| Figura 8.20. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Totumo..... | 383 |
| Figura 8.21. ICOMO | 384 |
| Figura 8.22. ICOSUS..... | 385 |
| Figura 8.23. ICOpH (min) | 386 |
| Figura 8.24. ICOpH (máx)..... | 387 |

| | |
|--|-----|
| Figura 9-1. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga El Convento. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 394 |
| Figura 9-2. Abundancia perifítica (Divisiones) por punto de muestreo | 394 |
| Figura 9-3. Procesos bioindicados por los grupos taxonómicos grandes del Fitoperifiton en los puntos monitoreados de la Ciénaga El Convento..... | 398 |
| Figura 9-4. Procesos bioindicados por los grupos taxonómicos grandes del Fitoperifiton en los puntos monitoreados de la Ciénaga El Convento..... | 400 |
| Figura 9-5. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Convento a nivel de género/morfoespecie..... | 401 |
| Figura 9-6. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 402 |
| Figura 9-7. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 403 |
| Figura 9-8. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga El Convento, A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 405 |
| Figura 9-9. Procesos bioindicados por los grupos taxonómicos grandes en los puntos evaluados de la Ciénaga El Convento, durante los horarios de muestreo | 411 |
| Figura 9-10. Procesos bioindicados por las taxa reportadas en los puntos evaluados de la Ciénaga El Convento, durante los horarios de muestreo..... | 413 |
| Figura 9-11. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Convento a nivel taxonómico de género/morfoespecie..... | 415 |
| Figura 9-12. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 416 |
| Figura 9-13. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga El Convento..... | 417 |
| Figura 9-14. Punto 1 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 418 |
| Figura 9-15. Punto 2 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 420 |
| Figura 9-16. Punto 3 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 420 |
| Figura 9-17. Punto 4 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 421 |
| Figura 9-18. Punto 5 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 421 |
| Figura 9-19. Punto 6 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 422 |
| Figura 9-20. Punto 7 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 422 |
| Figura 9-21. Punto 8 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 423 |
| Figura 9-22. Punto 9 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 423 |
| Figura 9-23. Punto 10 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 424 |
| Figura 9-24. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga El Convento, A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase..... | 425 |
| Figura 9-25. Procesos bioindicados por los grupos taxonómicos grandes en los puntos evaluados de la Ciénaga El Convento, durante los horarios de muestreo | 430 |
| Figura 9-26. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Convento a nivel de especie/morfoespecie | 431 |
| Figura 9-27. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Representación gráfica y B) con la elipse del 95%..... | 433 |

| | |
|--|-----|
| Figura 9-28. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga El Convento. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase | 434 |
| Figura 9-29. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Convento a nivel de especie/morfoespecie | 438 |
| Figura 9-30. Análisis de componentes principales para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos | 439 |
| Figura 9-31. Histograma de frecuencias para las LT de <i>Oreochromis niloticus</i> | 441 |
| Figura 9-32. Longitud total (LT) de los individuos capturados y talla mínima de madurez gonadal (TMM), para las especies reportadas en la Ciénaga El Convento. | 441 |
| Figura 9-33. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga de Sabanagrande. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 443 |
| Figura 9-34. Abundancia perifítica (Divisiones) por punto de muestreo | 444 |
| Figura 9-35. Procesos bioindicados (en %) por los grupos taxonómicos mayores del fitoperifiton en los puntos monitoreados de la ciénaga de Sabanagrande | 445 |
| Figura 9-36. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Sabanagrande. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie) | 448 |
| Figura 9-37. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 449 |
| Figura 9-38. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 450 |
| Figura 9-39. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga de Sabanagrande. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 452 |
| Figura 9-40. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados de la Ciénaga de Sabanagrande, durante los horarios de muestreo..... | 455 |
| Figura 9-41. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Sabanagrande nivel taxonómico de género/morfoespecie..... | 458 |
| Figura 9-42. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 459 |
| Figura 9-43. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Sabanagrande | 460 |
| Figura 9-44. Punto 1 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 462 |
| Figura 9-45. Punto 2 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 462 |
| Figura 9-46. Punto 3 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 463 |
| Figura 9-47. Punto 4 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 463 |
| Figura 9-48. Punto 5 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 464 |
| Figura 9-49. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga de Sabanagrande. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase | 465 |
| Figura 9-50. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga de Sabanagrande, durante los horarios de muestreo | 468 |
| Figura 9-51. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Sabanagrande nivel taxonómico de género/morfoespecie..... | 470 |

| | |
|---|-----|
| Figura 9-52. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 471 |
| Figura 9-53. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Sabanagrande A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase | 472 |
| Figura 9-54. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Sabanagrande nivel taxonómico de género/morfoespecie..... | 475 |
| Figura 9-55. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 476 |
| Figura 9-56. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga de Luisa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 478 |
| Figura 9-57. Abundancia perifítica (Divisiones) por punto de muestreo | 479 |
| Figura 9-58. Procesos bioindicados (en %) por División en los puntos monitoreados de la ciénaga Luisa | 480 |
| Figura 9-59. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luisa. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie)..... | 483 |
| Figura 9-60. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 484 |
| Figura 9-61. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 485 |
| Figura 9-62. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga de Luisa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 488 |
| Figura 9-63. Procesos bioindicados por las Divisiones de fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luisa, durante los horarios de muestreo. | 492 |
| Figura 9-64. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luisa nivel taxonómico de género/morfoespecie | 494 |
| Figura 9-65. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 496 |
| Figura 9-66. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Luisa..... | 497 |
| Figura 9-67. Punto 6 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 498 |
| Figura 9-68. Punto 7 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 499 |
| Figura 9-69. Punto 8 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 499 |
| Figura 9-70. Punto 9 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 500 |
| Figura 9-71. Punto 10 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 500 |
| Figura 9-72. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga de Luisa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase | 502 |
| Figura 9-73. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luisa, durante los horarios de muestreo | 505 |
| Figura 9-74. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luisa. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie)..... | 507 |
| Figura 9-75. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 508 |

| | |
|---|-----|
| Figura 9-76. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Luisa | 509 |
| Figura 9-77. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luisa a nivel taxonómico de género/morfoespecie | 512 |
| Figura 9-78. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 514 |
| Figura 9-79. Histograma de frecuencias para las LT de las especies identificadas en la Ciénaga de Luisa | 516 |
| Figura 9-80. Longitud total (LT) de los individuos capturados, talla mínima de madurez gonadal (TMM), y talla mínima legal de captura (TML) para las especies reportadas en la Ciénaga de Luisa | 518 |
| Figura 9-81. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga Mallorquín. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 524 |
| Figura 9-82. Procesos bioindicados por las Divisiones de Fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga Mallorquín, durante los horarios de muestreo. | 528 |
| Figura 9-83. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga Mallorquín. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie) | 530 |
| Figura 9-84. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 531 |
| Figura 9-85. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga Mallorquín. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase..... | 533 |
| Figura 9-86. Procesos bioindicados por los Phylum de zooplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga Mallorquín, durante los horarios de muestreo. | 537 |
| Figura 9-87. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga Mallorquín. A) Nivel de Phylum B) Nivel de especie/morfoespecie..... | 538 |
| Figura 9-88. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 539 |
| Figura 9-89. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga Mallorquín. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase | 541 |
| Figura 9-90. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga Mallorquín a nivel de especie/morfoespecie | 543 |
| Figura 9-91. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 544 |
| Figura 9-92. Longitud total (LT) de los individuos capturados y talla mínima de madurez gonadal (TMM), para las especies reportadas en la Ciénaga Mallorquín | 545 |
| Figura 9-93. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga Los Manatíes. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 548 |
| Figura 9-94. Procesos bioindicados por las Divisiones de Fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga Los Manatíes, durante los horarios de muestreo. | 551 |
| Figura 9-95. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga Los Manatíes a nivel taxonómico de género/morfoespecie..... | 553 |

| | |
|--|-----|
| Figura 9-96. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 554 |
| Figura 9-97. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga Los Manatíes. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase..... | 555 |
| Figura 9-98 Procesos bioindicados por los Phylum de zooplancton en los puntos evaluados en la Ciénaga Los Manatíes, durante los horarios de muestreo. | 558 |
| Figura 9-99. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga Los Manatíes a nivel taxonómico de género/morfoespecie..... | 559 |
| Figura 9-100. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 560 |
| Figura 9-101. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga Los Manatíes. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase | 561 |
| Figura 9-102. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga Los Manatíes a nivel taxonómico de género/morfoespecie..... | 563 |
| Figura 9-103. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 564 |
| Figura 9-104. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga El Rincón. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 566 |
| Figura 9-105 Procesos bioindicados por las Divisiones de Fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne), durante los horarios de muestreo. | 569 |
| Figura 9-106. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Rincón a nivel taxonómico de género/morfoespecie | 571 |
| Figura 9-107. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 572 |
| Figura 9-108. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la ciénaga El Rincón..... | 573 |
| Figura 9-109. Punto 1 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 574 |
| Figura 9-110. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga El Rincón. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase..... | 575 |
| Figura 9-111 Procesos bioindicados por los Phylum de zooplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne), durante los horarios de muestreo | 578 |
| Figura 9-112. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga Rincón a nivel taxonómico de género/morfoespecie | 580 |
| Figura 9-113. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 581 |
| Figura 9-114. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga El Rincón. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase..... | 582 |
| Figura 9-115. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Rincón a nivel taxonómico de género/morfoespecie | 585 |
| Figura 9-116. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 586 |

| | |
|---|-----|
| Figura 9-117. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga del Totumo. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 589 |
| Figura 9-118. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados de la Ciénaga del Totumo, durante los horarios de muestreo. | 593 |
| Figura 9-119 Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga del Totumo, a nivel de especie/morfoespecie | 595 |
| Figura 9-120. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 596 |
| Figura 9-121. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga del Totumo. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase..... | 598 |
| Figura 9-122. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga del Totumo, durante los horarios de muestreo..... | 602 |
| Figura 9-123 Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga del Totumo. A nivel de especie/morfoespecie | 604 |
| Figura 9-124. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 605 |
| Figura 9-125. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga del Totumo A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase | 606 |
| Figura 9-126. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 610 |
| Figura 9-127 Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga de Tocagua. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 612 |
| Figura 9-128 Abundancia del Perifiton (Divisiones) por punto de muestreo | 613 |
| Figura 9-129. Procesos bioindicados (en %) por los grupos taxonómicos mayores del fitoperifiton en los puntos monitoreados de la Ciénaga de Tocagua..... | 614 |
| Figura 9-130. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Tocagua. A) Nivel de División B) Nivel especie/morfoespecie | 616 |
| Figura 9-131. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 618 |
| Figura 9-132. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 619 |
| Figura 9-133. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga de Tocagua. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 621 |
| Figura 9-134. Procesos bioindicados por las Divisiones de fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Tocagua, durante los horarios de muestreo. | 624 |
| Figura 9-135 Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Tocagua. A nivel de especie/morfoespecie | 627 |
| Figura 9-136. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Representación gráfica y B) con la elipse del 95%..... | 629 |
| Figura 9-137 Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Tocagua | 630 |

| | |
|--|-----|
| Figura 9-138 Punto 1 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 631 |
| Figura 9-139. Punto 2 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 631 |
| Figura 9-140. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga de Tocagua. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase..... | 634 |
| Figura 9-141. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga de Tocagua, durante los horarios de muestreo | 637 |
| Figura 9-142 Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Tocagua. A nivel de especie/morfoespecie | 640 |
| Figura 9-143. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Representación gráfica y B) con la elipse del 95%..... | 641 |
| Figura 9-144. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Tocagua. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase | 643 |
| Figura 9-145 Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Tocagua. A nivel de especie/morfoespecie | 646 |
| Figura 9-146. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 647 |
| Figura 9-147 Histograma de frecuencias para las LT de <i>Oreochromis niloticus</i> | 649 |
| Figura 9-148 Longitud total (LT) de los individuos capturados y talla mínima de madurez gonadal (TMM), para las especies reportadas en la Ciénaga de Tocagua | 649 |
| Figura 9-149 Contribución a la riqueza y abundancia del Fitoperifiton en la Ciénaga de Balboa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 651 |
| Figura 9-150. Abundancia del Perifiton (Divisiones) por punto de muestreo en la Ciénaga de Balboa | 652 |
| Figura 9-151 Procesos bioindicados por las Divisiones del Perifiton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Balboa, durante los horarios de muestreo..... | 653 |
| Figura 9-152. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Balboa a nivel taxonómico de género/morfoespecie..... | 654 |
| Figura 9-153. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 655 |
| Figura 9-154. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 656 |
| Figura 9-155. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga de Balboa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 658 |
| Figura 9-156 Procesos bioindicados por las Divisiones de Fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Balboa, durante los horarios de muestreo | 661 |
| Figura 9-157. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Balboa a nivel taxonómico de género/morfoespecie..... | 663 |
| Figura 9-158. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 664 |

| | |
|--|-----|
| Figura 9-159. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga de Balboa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase..... | 666 |
| Figura 9-160 Procesos bioindicados por los Phylum de zooplancton en los puntos evaluados en la Ciénaga de Balboa, durante los horarios de muestreo..... | 669 |
| Figura 9-161. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Balboa a nivel taxonómico de género/morfoespecie..... | 669 |
| Figura 9-162. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Distribución típica B) Incluyendo la elipse del 95%..... | 670 |
| Figura 9-163. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Balboa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase..... | 671 |
| Figura 9-164. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Balboa a nivel taxonómico de género/morfoespecie..... | 673 |
| Figura 9-165. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales..... | 674 |
| Figura 9-166. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga de Luruaco. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División..... | 676 |
| Figura 9-167 Abundancia del Perifiton (Divisiones) por punto de muestreo en la Ciénaga de Luruaco..... | 677 |
| Figura 9-168. Procesos bioindicados (en %) por las divisiones del fitoperifiton en los puntos monitoreados de la Ciénaga de Luruaco, por punto de muestreo..... | 679 |
| Figura 9-169 Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luruaco, a nivel de División..... | 680 |
| Figura 9-170. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales..... | 681 |
| Figura 9-171. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales..... | 682 |
| Figura 9-172. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga de Luruaco. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División..... | 684 |
| Figura 9-173. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luruaco, durante los horarios de muestreo..... | 689 |
| Figura 9-174 Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luruaco a nivel de género/morfoespecie..... | 695 |
| Figura 9-175. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales..... | 696 |
| Figura 9-176 Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Luruaco..... | 697 |
| Figura 9-177 Punto 1. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo..... | 698 |
| Figura 9-178. Punto 4. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo..... | 698 |
| Figura 9-179. Punto 9. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo..... | 699 |
| Figura 9-180. Punto 12. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo..... | 699 |

| | |
|--|-----|
| Figura 9-181. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga de Luruaco. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase..... | 702 |
| Figura 9-182. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luruaco, durante los horarios de muestreo..... | 706 |
| Figura 9-183 Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luruaco a nivel de género/morfoespecie | 709 |
| Figura 9-184. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Distribución típica B) Incluyendo la elipse del 95%..... | 711 |
| Figura 9-185. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Luruaco. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase | 712 |
| Figura 9-186 Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luruaco a nivel de género/morfoespecie | 716 |
| Figura 9-187. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 717 |
| Figura 9-188. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en el Embalse del Guájaro. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 719 |
| Figura 9-189 Abundancia del Perifiton (Divisiones) por punto de muestreo en el Embalse del Guájaro | 720 |
| Figura 9-190. Procesos bioindicados (en %) por las divisiones de fitoperifiton en los puntos monitoreados del Embalse del Guájaro. | 722 |
| Figura 9-191. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en el Embalse del Guájaro. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie)..... | 727 |
| Figura 9-192. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 728 |
| Figura 9-193. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 729 |
| Figura 9-194 Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en el Embalse del Guájaro. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División | 732 |
| Figura 9-195. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados del Embalse del Guájaro, durante los horarios de muestreo..... | 736 |
| Figura 9-196. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en el Embalse del Guájaro. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie)..... | 745 |
| Figura 9-197. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 746 |
| Figura 9-198 Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la ciénaga en el Embalse del Guájaro..... | 747 |
| Figura 9-199 Punto 1. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 748 |
| Figura 9-200. Punto 2. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 748 |
| Figura 9-201. Punto 3. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 749 |
| Figura 9-202. Punto 4. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 749 |
| Figura 9-203. Punto 5. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 750 |

| | |
|---|-----|
| Figura 9-204. Punto 6. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 750 |
| Figura 9-205. Punto 8. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 750 |
| Figura 9-206. Punto 13. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 751 |
| Figura 9-207. Punto 16. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 751 |
| Figura 9-208. Punto 18. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo | 752 |
| Figura 9-209. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en el Embalse del Guájaro. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase..... | 755 |
| Figura 9-210. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados en el Embalse del Guájaro, durante los horarios de muestreo..... | 760 |
| Figura 9-211. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en el Embalse del Guájaro. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie) | 763 |
| Figura 9-212. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 765 |
| Figura 9-213. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en el Embalse del Guájaro. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase | 766 |
| Figura 9-214. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en el Embalse del Guájaro. A) Nivel de División | 770 |
| Figura 9-215. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales | 771 |
| Figura 9-216. Histograma de frecuencias para las LT de las especies identificadas en el Embalse del Guájaro..... | 773 |
| Figura 9-217. Longitud total (LT) de los individuos capturados, talla mínima de madurez gonadal (TMM), y talla mínima legal de captura (TML) para las especies reportadas en el Embalse del Guájaro | 773 |
| Figura 10-1. Variación de pH. Vertimiento LLoreda..... | 777 |
| Figura 10-2. Variación de Temperatura. Vertimiento LLoreda..... | 777 |
| Figura 10-3. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento LLoreda..... | 778 |
| Figura 10-4. Variación de Conductividad. Vertimiento LLoreda. | 778 |
| Figura 10-5. Variación de pH. Vertimiento Ponedera. | 781 |
| Figura 10-6. Variación de Temperatura. Vertimiento Ponedera. | 781 |
| Figura 10-7. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Ponedera. | 782 |
| Figura 10-8. Variación de Conductividad. Vertimiento Ponedera. | 782 |
| Figura 10-9. Variación de pH. Vertimiento Suán. Punto 1. | 785 |
| Figura 10-10. Variación de Temperatura. Vertimiento Suán. Punto 1. | 785 |
| Figura 10-11. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Suán. Punto 1. | 786 |
| Figura 10-12. Variación de Conductividad. Vertimiento Suán. Punto 1. | 786 |
| Figura 10-13. Variación de pH. Vertimiento Campo de la Cruz. | 789 |
| Figura 10-14. Variación de Temperatura. Vertimiento Campo de la Cruz. | 789 |
| Figura 10-15. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Campo de la Cruz..... | 790 |
| Figura 10-16. Variación de Conductividad. Vertimiento Campo de la Cruz. | 790 |
| Figura 10-17. Variación de pH. Vertimiento Jabonería Tusica. | 793 |
| Figura 10-18. Variación de Temperatura. Vertimiento Jabonería Tusica. | 793 |
| Figura 10-19. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Jabonería Tusica. | 794 |

| | |
|--|------------|
| Figura 10-20. Variación de Conductividad. Vertimiento Jabonería Tusica..... | 794 |
| Figura 10-21. Variación de pH. Vertimiento Puropollo. Punto 1. | 797 |
| Figura 10-22. Variación de Temperatura. Vertimiento Puropollo. Punto 1. | 797 |
| Figura 10-23. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Puropollo. Punto 1. | 798 |
| Figura 10-24. Variación de Conductividad. Vertimiento Puropollo. Punto 1..... | 798 |
| Figura 10-25. Variación de pH. Vertimiento Candelaria. | 801 |
| Figura 10-26. Variación de Temperatura. Vertimiento Candelaria. | 801 |
| Figura 10-27. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Candelaria. | 802 |
| Figura 10-28. Variación de Conductividad. Vertimiento Candelaria. | 802 |
| Figura 10-29. Variación de pH. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa. Punto 1. | 805 |
| Figura 10-30. Variación de Temperatura. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa. Punto 1. | 805 |
| Figura 10-31. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa. Punto 1 | 806 |
| Figura 10-32. Variación de Conductividad. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa. Punto 1..... | 806 |
| Figura 10-33. Variación de pH. Vertimiento Santa Lucia. | 809 |
| Figura 10-34. Variación de Temperatura. Vertimiento Santa Lucia. Punto 1. | 809 |
| Figura 10-35. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Santa Lucia. Punto 1 | 810 |
| Figura 10-36. Variación de Conductividad. Vertimiento Santa Lucia. Punto 1. | 810 |
| Figura 10-37. Variación de pH. Vertimiento C.I. Curtiembre del Caribe. | 813 |
| Figura 10-38. Variación de Temperatura. Vertimiento C.I. Curtiembre del Caribe. | 813 |
| Figura 10-39. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento C.I. Curtiembre del Caribe. | 814 |
| Figura 10-40. Variación de Conductividad. Vertimiento C.I. Curtiembre del Caribe..... | 814 |
| Figura 10-41. Variación de pH. Vertimiento C.I. Camaguey. | 817 |
| Figura 10-42. Variación de Temperatura. Vertimiento C.I. Camaguey..... | 817 |
| Figura 10-43. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento C.I. Camaguey..... | 818 |
| Figura 10-44. Variación de Conductividad. Vertimiento C.I. Camaguey..... | 818 |
| Figura 10-45. Variación de pH. Vertimiento Lavandería Familiar. | 821 |
| Figura 10-46. Variación de Temperatura. Vertimiento Lavandería Familiar. | 821 |
| Figura 10-47. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Lavandería Familiar. | 822 |
| Figura 10-48. Variación de Conductividad. Vertimiento Lavandería Familiar. | 822 |
| Figura 10-49. Variación de pH. Vertimiento Galco. | 825 |
| Figura 10-50. Variación de Temperatura. Vertimiento Galco. | 825 |
| Figura 10-51. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Galco. | 826 |
| Figura 10-52. Variación de Conductividad. Vertimiento Galco. Punto 1..... | 826 |
| Figura 10-53. Temperatura Máxima. Vertimientos..... | 828 |
| Figura 10-54. Valores Mínimos y Máximos de pH. Vertimientos | 829 |
| Figura 10-55. Valores Mínimos y Máximos de Conductividad. Vertimientos..... | 830 |
| Figura 10-56. Concentración promedio de DBO5 y DQO. Vertimientos..... | 833 |
| Figura 10-57. Concentración promedio de sólidos suspendidos totales. Vertimientos | 836 |

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|--|-----|
| Fotografía 4-1. Presencia Macrófitas acuáticas y de fauna asociada en la Ciénaga El Convento .. | 56 |
| Fotografía 4-2. Panorámicas de la Ciénaga Luisa..... | 62 |
| Fotografía 4-3. Presencia Macrófitas acuáticas y vegetación riparia en la ciénaga de Santo Tomás | 64 |
| Fotografía 6-1. Colecta de perifiton..... | 89 |
| Fotografía 6-2. Filtrado de volumen conocido en la malla de fitoplancton | 90 |
| Fotografía 6-3. Almacenamiento de muestras de fitoplancton | 90 |
| Fotografía 6-4. Determinación de la cobertura de las macrófitas acuáticas..... | 91 |
| Fotografía 6-5. Filtrado de volumen conocido en la malla de zooplancton | 92 |
| Fotografía 6-6. Transvaso y Fijación del zooplancton | 92 |
| Fotografía 6-7 Uso de la draga | 93 |
| Fotografía 6-8. Tamizaje en campo | 94 |
| Fotografía 6-9. Uso de la atarraya | 94 |
| Fotografía 6-10. Detalle de la captura obtenida por un pescador con trasmallo en la ciénaga de Convento, en las inmediaciones del Punto 9 | 95 |
| Fotografía 6-11. Toma de las medidas morfométricas y el peso de los peces colectados | 95 |
| Fotografía 6-12. Devolución de la ictiofauna colectada al ecosistema | 95 |
| Fotografía 6-13. Procesamiento de muestras de fitoperifiton. A) Montaje de la muestra de fitoperifiton por el método de Lackey, B) Identificación y conteo de las microalgas en el microscopio binocular | 96 |
| Fotografía 6-14. Procesamiento de muestras de fitoplancton A) Montaje de la muestra de fitoplancton por el método de Lackey, B) Identificación y conteo de las microalgas en el microscopio binocular | 97 |
| Fotografía 6-15. Identificación y conteo de las muestras de zooplancton en el laboratorio. A) Uso del microscopio invertido, B) Placa Bogorov utilizada | 98 |
| Fotografía 6-16. Procesamiento de muestras de macroinvertebrados bentónicos. A) Lavado de las muestras en el laboratorio y B) coloreado de las muestras con rosa de bengala | 99 |
| Fotografía 6-17. Muestras de macroinvertebrados bentónicos. A) Separación de los organismos del sedimento y B) almacenaje en viales..... | 99 |
| Fotografía 9-1. Ciénaga Santo Tomas, Vista panorámica del año 2016 | 519 |
| Fotografía 9-2 Ciénaga Larga, foto toma sobre un punto de monitoreo..... | 520 |
| Fotografía 9-3 Ciénaga de Manatí, vista panorámica | 521 |
| Fotografía 9-4 Ciénaga Paraíso, vista panorámica..... | 522 |

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. REGISTROS FOTOGRÁFICOS
- Anexo B. PLANES DE MUESTREO
- Anexo C. PLANILLAS DE CAMPO
- Anexo D. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS
- Anexo E. CERTIFICADOS DE ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO
- Anexo F. TABLAS DE ABUNDANCIAS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

RESUMEN EJECUTIVO

CUERPOS DE AGUA

Los resultados físicoquímicos obtenidos en los cuerpos de agua se comparan con la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA, por la cual se establecen de objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. En la presente norma se establecen las siguientes definiciones relacionadas con las tipologías y clase de recursos hídricos afectados por descargas líquidas contaminantes:

Cuencas y tramos de clase I: Se definen como aquellos cuyo potencial de uso del agua es prioritariamente para la preservación de la flora y la fauna y cuya calidad, permite el consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, así como el uso agrícola y pecuario.

Cuencas y tramos de clase II: Se definen como aquellos cuyo potencial de uso del agua es prioritariamente para consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna, uso agrícola y pecuario.

Cuencas y tramos de clase III: Se definen como aquellos cuyo potencial de uso del agua es prioritariamente para uso industrial y para usos agrícola y pecuario restringidos.

Igualmente se encontrará la información concerniente a las comunidades hidrobiológicas colectadas en los cuerpos de agua del Atlántico. Los resultados de cada componente hidrobiológico se analizan de manera individual en cada cuerpo de agua.

Ciénaga El Convento

Los valores de pH medidos en los puntos 1, 2 y 3 de esta ciénaga presentan cumplimiento con el rango fijado por la resolución para cuencas y tramos de clase I, II y III. En los puntos 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 se encontraron mediciones de pH por fuera del rango establecido en la resolución mencionada. El valor más alto de pH se obtuvo en el punto 8 (9,92 unidades). Los valores de oxígeno disuelto fueron superiores a 2,0 mgO₂/L, criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase III. En los puntos 5 a 10 se presentaron valores de sobresaturación de oxígeno, esto puede ser generado por una alta tasa de actividad fotosintética. La cual genera a su vez aumento en el pH, pues se consume CO₂. La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.

Los valores promedio obtenidos para DBO_5 y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III. Las concentraciones de Coliformes totales y Coliformes fecales presentaron cumplimiento con los valores de orientación en todos los puntos, excepto en el punto 6, en el cual se encontraron tres mediciones que superan los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase III.

Los resultados de los ICO`s indican que en esta ciénaga se presenta contaminación alta por materia orgánica, de baja a media por sólidos suspendidos totales y existe contaminación alta y muy alta por pH.

En la ciénaga el Convento se evidenció mayor concentración de organismos de la División Cyanobacteria, tanto en la comunidad fitoperifítica como en la fitoplanctónica, observándose heterogeneidad entre los puntos de muestreo; entre los análisis realizados se resalta la bioindicación asociada a la abundancia, con el cual se evidencia que la eutrofia es el proceso predominante en el sistema. Igualmente sucede con la comunidad zooplanctónica. Por su parte las macrófitas acuáticas permiten observar el predominio de plantas pertenecientes a los biotopos Helophyta y Acropleustophyta. Por su parte la comunidad de macroinvertebrados bentónicos indicó la presencia de “aguas contaminadas” en toda la ciénaga; mientras que la ictiofauna evaluada indicó el predominio juveniles de *Oreochromis niloticus*.

Ciénaga de Sabanagrande

Los valores de pH medidos en los puntos 1 a 5 presentan valores inferiores al rango fijado por la resolución para cuencas y tramos I, II y III. El valor más bajo de pH se encontró en el punto 3 (6,04 unidades). Los valores obtenidos de oxígeno disuelto están por debajo del valor mínimo fijado por la norma de referencia para cuencas y tramos de clase II (Mínimo 2 mg O_2/L). Estos resultados evidencian una baja actividad fotosintética en esta ciénaga. La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.

Los valores promedio obtenidos para DBO_5 y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III. Todas las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales encontradas en los puntos 1 y 5, presentaron cumplimiento con los valores de orientación. En los puntos 2,3 y 4 se presentaron mediciones superiores a los límites máximos establecidos en la resolución.

Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación alta por materia orgánica, pero no se presenta contaminación por sólidos suspendidos totales ni por pH

Para la ciénaga de Sabanagrande la comunidad perifítica estuvo mayormente representada tanto en riqueza como en abundancia por los organismos de la División Bacillariophyta, mientras que la comunidad fitoplanctónica presentó mayor riqueza de organismos de la División Chlorophyta y mayor abundancia de la División Cyanobacteria; por su parte el zooplancton presentó mayor riqueza y abundancia de organismos de la Clase Eurotatoria. Entre los análisis realizados se resalta la bioindicación asociada a la abundancia de las comunidades mencionadas, la cual fue eutrofia. Por su parte macroinvertebrados bentónicos, observados desde el índice BMWP/Col indica la presencia de “aguas contaminadas”, mientras que la ictiofauna no pudo ser capturada con el esfuerzo muestral realizado.

Ciénaga de Luisa

Los valores de pH medidos en los puntos 7, 8, 9 y 10 de esta ciénaga presentan cumplimiento con el rango fijado por la resolución. En el punto 6 se encontraron mediciones de pH ligeramente inferiores al rango. En los puntos 6 y 7, todos los valores obtenidos de oxígeno disuelto están por debajo del valor mínimo fijado por la resolución para cuencas y tramos de clase II (Mínimo 2 mg O₂/L). En los puntos 8, 9 y 10 los valores de oxígeno presentan cumplimiento con esta norma de referencia. La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase III, presentando cumplimiento.

Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución para cuencas y tramos de clase III. Todas las concentraciones de Coliformes totales y Coliformes fecales encontradas en los puntos 8, 9 y 10, presentaron cumplimiento con los valores de orientación. En los puntos 6 y 7 se presentaron mediciones superiores a los límites máximos establecidos en la resolución 258 de 2011, por la cual se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020.

Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación alta-muy alta por materia orgánica y ninguna contaminación por sólidos suspendidos totales ni por pH.

Para la ciénaga la Luisa tanto las comunidades perifíticas como fitoplanctónicas y zooplanctónicas indicaron la presencia de aguas eutrofizadas en la ciénaga. Así mismo la fauna íctica estuvo representada por seis especies comunes en los cuerpos de agua del Caribe colombiano.

Ciénaga Mallorquín

Los valores de pH medidos en los puntos monitoreados en esta ciénaga oscilaron entre 6,07 y 9,07 unidades, ambos valores extremos están por fuera del rango fijado por la resolución expedida por la CRA para cuencas y tramos de clase I, II y III.

Todos los valores obtenidos de oxígeno disuelto son superiores al valor mínimo fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase II (Mínimo 2 mg O₂/L) y para cuencas y tramos de clase I (Mín 3 mgO₂/L). En esta ciénaga se presentaron valores de saturación de oxígeno mayor a 100%. La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.

Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011, para cuencas y tramos de clase III. En esta ciénaga se presentaron concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales superiores a los límites máximos establecidos en la resolución 258 de 2011. Los resultados de los índices de contaminación evidencian contaminación alta por materia orgánica, media-muy alta por sólidos suspendidos totales y contaminación media por pH.

La ciénaga de Mallorquín se configura como el típico ecosistema estuarino, presentando como bioindicación predominante las aguas eutrofizadas y pH alcalino. Se evidenció en todas las comunidades evaluadas que existen diferencias espaciales dentro de la ciénaga. Para la comunidad íctica se colectó un espécimen de *Ariopsis bonillai*, especie que se encuentra “amenazada” o con alto riesgo de extinción en Colombia de acuerdo a la resolución 192 de 2010.

Ciénaga Los Manatíes

Los valores de pH medidos en esta ciénaga presentan cumplimiento con el rango fijado por la resolución. En todos los diez puntos medidos en esta ciénaga se presentaron valores de oxígeno disuelto superiores a 4,0 mgO₂/L, criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase II. La temperatura medida en todos los puntos fue

inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.

Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011, para cuencas y tramos de clase III. Las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales presentaron cumplimiento con los valores de orientación para cuencas y tramos de Clase I y III.

Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación alta por materia orgánica, baja por sólidos suspendidos totales y baja por pH

Para la ciénaga de los Manaties se evidenció que presenta procesos de eutrofia y sucesión plantónica, con poca similitud entre los sitios de muestreo. A pesar del esfuerzo muestral realizado no se logró la captura efectiva de organismos de la ictiofauna.

Ciénaga El Rincón

Los valores de pH medidos en esta ciénaga presentan cumplimiento con el rango fijado por la resolución, así como los valores de oxígeno disuelto cumplen con los criterios para cuencas y tramos de clase II. La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, presentando cumplimiento.

Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III. Las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales presentaron cumplimiento con los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase II.

Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación media por materia orgánica, ninguna por sólidos suspendidos totales y existe contaminación baja por pH

Los resultados obtenidos para las comunidades fitoplanctónica y zooplanctónica de la ciénaga el Rincón permitieron indicar que existen diferencias espaciales en el cuerpo de agua, así mismo que la ciénaga posee aguas eutrofizadas y estratificadas. Por su parte no se produjo captura efectiva de la fauna íctica

Ciénaga del Totumo

Los valores de pH medidos en esta ciénaga oscilaron entre 6,03 y 8,19 unidades, presentándose resultados por fuera del rango fijado por la resolución. En todos los puntos medidos en esta ciénaga se presentaron valores de oxígeno disuelto superiores a 4,0 mgO₂/L, criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase II. La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 oC, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.

Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase I y III. Las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales presentaron cumplimiento con los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase I y III.

Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación baja por materia orgánica y ninguna contaminación por sólidos suspendidos totales ni pH.

Para la ciénaga de Totumo se observó que la comunidades planctónicas indicaron la presencia de aguas eutrofizadas y estratificadas, mientras que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos indicó la presencia de aguas fuertemente contaminadas por materia orgánica. A pesar del esfuerzo muestral, la comunidad íctica no pudo ser colectada.

Ciénaga de Tocagua

Los valores de pH medidos en esta ciénaga oscilaron entre 7,01 y 7,93 unidades, cumpliendo con el rango fijado por la resolución. En todos los puntos medidos en esta ciénaga se presentaron valores de oxígeno disuelto entre 1,90 y 5,73 mgO₂/L. El criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase III es 2 mgO₂/L (Uso industrial prioritariamente). La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 oC, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.

Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III. Las concentraciones de Coliformes totales y coliformes

fecales presentaron cumplimiento con los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase I y III.

Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación media por materia orgánica y ninguna contaminación por sólidos suspendidos totales ni pH.

En la ciénaga de Tocagua, las comunidades de fitoperifiton y fitoplancton bioindicaron la presencia de aguas eutrofizadas, mientras que la comunidad zooplanctónica indicó la presencia de aguas estratificadas. Igualmente los macroinvertebrados bentónicos, mediante el índice BMWP/Col indicaron la presencia de aguas contaminadas por materia orgánica. De las dos especies ícticas colectadas, *Prochilodus magdalenae* se encuentra incluida en la resolución 0192 de 2014, siendo catalogada como especie en peligro crítico.

Ciénaga de Balboa

Los valores de pH medidos en esta ciénaga oscilaron entre 8,18 y 8,59 unidades, cumpliendo con el rango fijado por la resolución. En todos los puntos medidos en esta ciénaga se presentaron valores de oxígeno disuelto que cumplen con el criterio mínimo fijado en la resolución para cuencas y tramos de clase I, II y III. La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.

Los valores promedio obtenidos para DBO5 y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III. Las concentraciones de Coliformes totales y Coliformes fecales presentaron cumplimiento con los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase I, II y III.

Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación media por materia orgánica y contaminación baja por sólidos suspendidos totales y por pH.

Por su parte la ciénaga de Balboa también presenta organismos fitoperifíticos y fitoplanctónicos cuyo análisis de bioindicación asociado a la densidad indican la presencia de aguas eutróficas, mientras que la comunidad zooplanctónica indica la presencia de aguas estratificadas e hipoxicas. Igualmente, como ciénaga estuarina, presentó una comunidad de macroinvertebrados bentónicos con dominancia de poliquetos.

Ciénaga de Luruaco

Los valores de pH y oxígeno disuelto presentaron cumplimiento con los criterios fijados en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III. La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.

Los valores promedio obtenidos para DBO5 y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase I y III. En esta ciénaga se presentaron concentraciones de Coliformes totales y Coliformes fecales que sobrepasan los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase I, II y III.

Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación alta por materia orgánica, ninguna contaminación por sólidos suspendidos totales y existe contaminación baja por pH

En la ciénaga de Luruaco se evidenció el predominio de la eutrofia y la estratificación como procesos bioindicados por las comunidades planctónicas y fitoperifítica. Se reportaron además cinco especies de macrófitas acuáticas, con predominio de las plantas pertenecientes al biotopo Helophyta. Mediante el índice BMWP/Col, los macroinvertebrados bentónicos indicaron la presencia de aguas fuertemente contaminadas por materia orgánica, mientras que de la fauna íctica no se produjo captura efectiva.

Embalse del Guájaro

Los valores de pH medidos en este cuerpo de agua oscilaron entre 6,58 y 8,70 unidades, presentándose algunas mediciones inferiores al límite mínimo del rango de referencia. En este cuerpo de agua se presentaron valores de oxígeno disuelto inferiores al criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, esto evidencia que en algunos puntos del Embalse la actividad fotosintética era baja. La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.

Los valores promedio obtenidos para DBO5 y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III. En los puntos 15 y 16 las concentraciones de Coliformes totales y Coliformes fecales presentaron son superiores a valores máximos

fijados para cuencas y tramos de Clase I, II y III. Los demás puntos presentan cumplimiento con los criterios para clase III.

Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación media-alta por materia orgánica y ninguna contaminación por sólidos suspendidos totales ni pH

Por último, para el Embalse del Guájaro se evidenció que la composición de las comunidades fitoperifítica y planctónicas bioindicaron la presencia de aguas eutrofizadas y estratificadas en todo el Embalse, así mismo se observaron diferencias espaciales en los resultados. La ictiofauna colectada estuvo representada por seis especies, de las cuales *Pimelodus grosskopfii* fue la única registrada en la resolución 192 de 192 de 2014, encontrándose catalogada como vulnerable.

VERTIMIENTOS

Los resultados de los vertimientos serán comparados con lo establecido en la Resolución 0631 de 2015, por la cual se establecen los parámetros y valores límites permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.

Vertimientos de agua residual doméstica

Los valores de pH obtenidos en los vertimientos de Ponedera, Suán, Campo de la Cruz, Candelaria, Santa Lucía y la Villa Olímpica en Galapa, presentan cumplimiento con el rango fijado en el artículo 8 de la resolución 0631 de 2015 (entre 6 y 9 unidades), para vertimientos de aguas residuales domésticas que van a un cuerpo de agua.

Los valores de temperatura obtenidos en los vertimientos de Ponedera, Suán, Campo de la Cruz, Candelaria, Santa Lucía y la Villa Olímpica en Galapa, presentan cumplimiento con el valor máximo fijado en el artículo 5 de la resolución 0631 de 2015 (Máx. 40 °C), para vertimientos de aguas residuales domésticas que van a un cuerpo de agua.

Todos los puntos monitoreados de agua residual doméstica correspondientes a los municipios presentan una concentración promedio de DBO₅ superior a 90 mgO₂/L y una concentración promedio de DQO superior a 180 mgO₂/L, lo cual no cumple con la norma; excepto el vertimiento de Campo de la Cruz cuyo valor de DBO₅ fue 81,20 mgO₂/L y de DQO fue 169,63 mgO₂/L.

Los resultados de sólidos suspendidos totales en los vertimientos de agua residual doméstica correspondientes a los municipios de Campo de la Cruz (28,20 mg/L), Candelaria (47,33 mg/L) y Santa Lucía 842.5 mg/L), presentan cumplimiento con la norma.

Vertimientos de agua residual no doméstica

Los valores de pH obtenidos en los vertimientos de Lloreda S.A, Puro pollo, Curtiembres del Caribe, C.I Camaguey, Lavandería Familiar y Gralco presentan cumplimiento con el rango fijado por la resolución 0631 de 2015, para vertimientos de agua residual no doméstica a un cuerpo de agua (entre 6 y 9 unidades). En el vertimiento de Jabonería Tusica se registraron algunos valores de pH inferiores al rango fijado por la norma, siendo el valor más bajo de 5.87 unidades.

Todos los valores de temperatura no superaron los 40 °C, valor máximo fijado en el artículo 5 de la resolución 0631 de 2015 para vertimientos de aguas residuales no domésticas que van a un cuerpo de agua. En el vertimiento de Lloreda se registró un valor de temperatura exactamente de 40 °C.

Los valores promedio de DBO5 de los vertimientos de agua residual no doméstica que presentan cumplimiento con la norma son: Lloreda S.A, Curtiembres del Caribe, C. I Camaguey y Gralco.

Los valores promedio de DQO de los vertimientos de agua residual no doméstica que presentan cumplimiento con la norma son: Curtiembres del Caribe y C. I Camaguey.

Los valores promedio de SST de los vertimientos de agua residual no doméstica que presentan cumplimiento con la norma son: Lloreda S.A, Jabonería Tusica, Curtiembres del Caribe, C. I Camaguey y Gralco.

1 INTRODUCCIÓN

Para dar cumplimiento a lo establecido en el contrato No. 325 de 2016, celebrado entre la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A y el LABORATORIO MICROBIOLÓGICO BARRANQUILLA S.A.S se presenta este informe final con los resultados obtenidos en todos los puntos evaluados en cuerpos de agua del departamento del Atlántico y en los vertimientos de agua residual doméstica y agua residual industrial seleccionados por la CRA.

En el capítulo 4 se describen los puntos monitoreados. Los capítulos 5 y 6 contienen la descripción detallada de las actividades efectuadas antes, durante y después del monitoreo así como las metodologías empleadas para la toma de muestra y la realización de los ensayos.

En los capítulos 7, 8 y 9 se presentan los resultados de los análisis físicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos de los cuerpos de agua junto con la respectiva interpretación. Los resultados de los análisis físicoquímicos y microbiológicos fueron comparados con los límites de control fijados por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico en los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020 establecido en la Resolución No. 000258 de Abril de 2011.

En el capítulo 9 se presentan los resultados de los vertimientos junto con la evaluación de los resultados según la norma vigente, resolución 0631 de 2015. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio.

2 ALCANCE

Este documento corresponde al informe de avance del contrato No. 325 de 2016, suscrito entre la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (C.R.A.) y el LABORATORIO MICROBIOLÓGICO BARRANQUILLA S.A.S., y comprende la entrega de resultados del Monitoreo físicoquímico, microbiológico e hidrobiológico sobre la calidad y estado actual de los cuerpos de agua las fuentes hídricas del departamento del Atlántico y la caracterización de los humedales Sabanagrande, Santo Tomás y Palmar de Varela en cumplimiento de lo establecido en el Plan de Acción Institucional 2016 – 2019

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Monitorear y caracterizar la calidad físicoquímica, microbiológica e hidrobiológica las fuentes hídricas del departamento del Atlántico, así como realizar la caracterización de los humedales Sabanagrande, Santo Tomás y Palmar de Varela en cumplimiento de lo establecido en el Plan de Acción Institucional 2016 – 2019.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar *in situ* y en el laboratorio los parámetros físicoquímicos establecidos en los términos de referencia, para los cuerpos de agua del Atlántico y vertimientos objeto de este estudio.
- Realizar la caracterización microbiológica a través de la determinación de Número Más Probable de Coliformes Totales y Número Más Probable de Coliformes Fecales, a las fuentes hídricas y vertimientos objeto de estudio.
- Determinar la composición de las comunidades de productores primarios (perifiton, fitoplancton, macrófitas acuáticas) y de consumidores (zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna) en los cuerpos de agua objeto de estudio.

4 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

En este capítulo se presenta la descripción de las ciénagas evaluadas y las coordenadas de ubicación de los puntos de monitoreo establecidos.

4.1 Puntos de muestreo

En la Tabla 4-1 se enumeran los cuerpos de agua que se reportan en este primer informe, clasificados por cuencas hidrográficas, indicando la fecha en que fueron monitoreados. Adicionalmente se presentan las coordenadas, el número de Plan de muestreo y la trazabilidad correspondiente.

En la Imagen 4-1 se observa la ubicación de los sitios de muestreo. Es de mencionar que fue necesario reubicar puntos dentro de algunas Ciénagas, debido a que al llegar al sitio de muestreo, y localizar con el GPS el respectivo punto, éste correspondía a un lugar que se había secado, o donde la sedimentación y crecimiento de las macrófitas acuáticas impidió el acceso a dichos puntos; por lo que se reubicaron en la misma Ciénaga, hacia el interior del espejo de agua, excepto para las Ciénagas Larga, Manatí y Paraíso, las cuales se encontraban secas en su totalidad y la Ciénaga de Santo Tomas, donde las macrófitas acuáticas colonizaron todo el espejo de agua, impidiendo el acceso en canoa a los sitios de muestreo. Los puntos que fueron reubicados dentro de la misma ciénaga se listan en la Tabla 4-2 con su nueva geoposición. Igualmente en la Tabla 4-3 se incluyen los puntos que no pudieron ser reubicados en el interior de la misma ciénaga, por lo que se reubicaron dentro de otros cuerpos de agua. Es de mencionar que esto se encontraba contemplado dentro de los términos de referencia.

Tabla 4-1 Identificación de los cuerpos de agua monitoreados

| Cuerpo de agua | Puntos de muestreo | | | |
|-------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| | Programados | Coordenadas* | Trazabilidad FQ-M / HB | No. Plan de Muestreo FQ-M / HB |
| Ciénaga el Convento | 1 | N10° 50' 05.0" W74° 45' 16.8" | 23677 / 23676 | FQ-M-16-467 / HB-16-047 |
| | 2 | N10° 49' 58.4" W74° 45' 14.8" | | |
| | 3 | N10° 49' 49.8" W74° 45' 17.4" | | |
| | 4 | N10° 49' 11.5" W74° 45' 15.4" | | |
| | 5 | N10° 48' 42.7" W74° 45' 28.1" | | |
| | 6 | N10° 48' 33.4" W74° 45' 25.9" | | |
| | 7 | N10° 48' 24.8" W74° 45' 11.6" | | |
| | 8 | N10° 48' 36.1" W74° 44' 55.2" | | |
| | 9 | N10° 48' 56.3" W74° 44' 54.1" | | |
| | 10 | N10° 48' 50.9" W74° 45' 07.8" | | |
| Ciénaga de Sabanagrande | 1 | N10°47'19.65" 74°44'52.19" | 23864 / 23873 | FQ-M-16-511 / HB-16-054 |
| | 2 | N10°47'22.17" 74°44'48.50" | | |
| | 3 | N10°47'28.53" 74°44'40.62" | | |

| Cuerpo de agua | Puntos de muestreo | | |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| | Programados | Coordenadas* | Trazabilidad FQ-M / HB |
| | 4 | N10°47'16.26" 74°44'38.52" | |
| | 5 | N10°47'7.37" 74°44'40.08" | |
| | 6 | N10°46'56.77" 74°44'41.66" | |
| | 7 | N10°46'57.97" 74°44'52.04" | |
| | 8 | N10°47'6.06" 74°44'52.98" | |
| Ciénaga de Luisa | 9 | N10°47'13.03" 74°44'48.39" | 23785 / 23789 |
| | 1 | N10°44'22.89" 74°44'47.75" | |
| | 2 | N10°44'26.73" 74°44'45.34" | |
| | 3 | N10°44'34.20" 74°44'46.33" | |
| | 4 | N10°44'43.86" 74°44'48.87" | |
| | 5 | N10°44'17.54" 74°44'46.48" | |
| | 6 | N10°44'20.11" 74°44'38.55" | |
| | 7 | N10°44'6.83" 74°44'38.03" | |
| | 8 | N10°43'59.59" 74°44'40.24" | |
| | 9 | N10°43'47.90" 74°44'46.56" | |
| Ciénaga de Santo Tomás | 10 | N10°43'49.07" 74°44'39.11" | La ciénaga, a pesar de tener agua, no presenta espejo de agua que permita el desplazamiento de embarcación. Lo que imposibilitó realizar las labores de toma de muestras |
| | 1 | 10°44'57.61"N 74°44'46.77" | |
| | 2 | 10°45'8.60"N 74°44'41.45" | |
| | 3 | 10°45'18.41"N 74°44'47.16" | |
| | 4 | 10°45'29.77"N 74°44'36.41" | |
| | 5 | 10°45'43.99"N 74°44'43.15" | |
| Ciénaga Larga | 6 | 10°45'34.50"N 74°44'26.13" | Ciénaga seca --- |
| | 1 | 10°43'19.74"N 74°44'38.78" | |
| | 2 | 10°43'0.78"N 74°44'45.33" | |
| Ciénaga de Manatí | 3 | 10°42'43.37"N 74°44'48.62" | Ciénaga seca |
| | 1 | 10°42'50.77"N 74°44'29.87" | |
| | 2 | 10°42'58.78"N 74°44'13.53" | |
| | 3 | 10°43'3.66"N 74°44'21.42" | |
| Ciénaga Paraíso | 4 | 10°43'17.21"N 74°44'24.28" | Ciénaga seca |
| | 1 | 10°41'57.36"N 74°44'10.39" | |
| | 2 | 10°42'9.07"N 74°44'20.32" | |
| | 3 | 10°42'19.49"N 74°44'28.58" | |
| Ciénaga de Mallorquín | 4 | 10°42'29.83"N 74°44'38.00" | 24029/23928 |
| | 1 | N11° 02' 23.6" W74° 50' 04.9" | |
| | 2 | N11° 03' 11.9" W74° 50' 28.0" | |
| | 3 | N11° 02' 41.8" W74° 52' 01.2" | |
| Ciénaga de los Manatíes | 4 | N11° 02' 35.7" W74° 51' 05.8" | 24030/24044 |
| | 1 | N11° 02' 27.2" W74° 54' 30.6" | |
| Ciénaga el Rincón | 2 | N11° 02' 31.3" W74° 54' 39.4" | 24031/24051 |
| | 1 | N11° 01' 06.4" W74° 53' 33.5" | |
| Ciénaga del Totumo | 2 | N11° 00' 56.8" W74° 53' 32.5" | 24098/24070 |
| | 1 | N10°44'25.5" W75°14'20.12" | |
| Ciénaga de Tocagua | 2 | N10° 43' 13.8" W75° 14' 44.4" | 24099/24071 |
| | 1 | N10° 38' 06.4" W75° 11' 08.0" | |
| Ciénaga de Balboa | 2 | N10° 37' 53.4" W75° 10' 35.8" | 24141/24146 |
| | 1 | N10° 59' 07.0" W74° 57' 58.2" | |
| Ciénaga de Luruaco | 2 | N10° 58' 50.2" W74° 59' 19.5" | 24130/24857 |
| | 1 | N10° 36' 16.9" W75° 09' 05.6" | |
| Embalse del Guájaro | 2 | N10° 36' 38.2" W75° 09' 48.5" | 24286/24291 |
| | 1 | N10°25'33.98" W75° 4'53.57" | |
| | 2 | N10°26'10.24" W75° 3'59.94" | |
| | 3 | N10° 25' 40.6" W75° 07' 05.2" | |
| | 4 | N10° 27' 11.1" W75° 07' 06.2" | |
| | 5 | N10° 28' 54.8" W75° 04' 48.1" | |
| | 6 | N10° 30' 52.0" W75° 04' 58.1" | |
| | 7 | N10° 31' 30.6" W75° 01' 47.8" | |
| | 8 | N10° 34' 22.3" W75° 02' 01.9" | |
| 9 | N10° 35' 52.6" W75° 05' 03.7" | | |

Tabla 4-2. Puntos reubicados dentro de las mismas ciénagas.

| Nombre del punto | Ubicación original | Nueva Ubicación |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Ciénaga el Convento, Punto 3 | N10° 49' 49.8" W74° 45' 17.4" | N10° 49' 49.3" W74° 45' 15.2" |
| Ciénaga el Convento, Punto 7 | N10° 48' 24.8" W74° 45' 11.6" | N10° 48' 27.0" W74° 45' 07.5" |
| Ciénaga Luisa, Punto 6 | N10°44'20.11" 74°44'38.55" | N10° 48' 27.0" W74° 45' 07.5" |
| Ciénaga Luisa, Punto 8 | N10° 43' 59.6" W74° 44' 40.2" | N10° 43' 42.6" W74° 44' 35.5" |
| Ciénaga Luisa, Punto 9 | N10° 43' 47.9" W74° 44' 46.6" | N10° 43' 46.2" W74° 44' 44.6" |
| Ciénaga Sabanagrande, Punto 1 | N10°47'19.65" 74°44'52.19" | N10° 47' 19.3" W74° 44' 51.4" |
| Ciénaga Sabanagrande, Punto 2 | N10°47'22.17" 74°44'48.50" | N10° 47' 20.7" W74° 44' 45.5" |
| Ciénaga Sabanagrande, Punto 3 | N10°47'28.53" 74°44'40.62" | N10° 47' 19.9" W74° 44' 37.7" |
| Ciénaga Sabanagrande, Punto 4 | N10°47'16.26" 74°44'38.52" | N10° 47' 23.9" W74° 44' 46.3" |
| Ciénaga Sabanagrande, Punto 5 | N10°47'7.37" 74°44'40.08" | N10° 47' 19.9" W74° 44' 47.9" |

Fuente: LMB S.A.S, 2016

Tabla 4-3. Puntos reubicados en otros cuerpos de agua

| Sitio de reubicación | Nombre del Punto | Nueva Ubicación | |
|----------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Ciénaga de Luruaco | Punto 3 | N10° 36' 46.3" W75° 09' 32.6" | |
| | Punto 4 | N10° 36' 46.7" W75° 09' 11.3" | |
| | Punto 5 | N10° 36' 37.5" W75° 09' 24.0" | |
| | Punto 6 | N10° 36' 36.8" W75° 09' 05.3" | |
| | Punto 7 | N10° 36' 27.1" W75° 09' 53.1" | |
| | Punto 8 | N10° 36' 26.3" W75° 09' 36.4" | |
| | Punto 9 | N10° 36' 26.9" W75° 09' 12.0" | |
| | Punto 10 | N10° 36' 14.6" W75° 09' 48.2" | |
| | Punto 11 | N10° 36' 15.8" W75° 09' 26.5" | |
| | Punto 12 | N10° 36' 12.7" W75° 08' 58.9" | |
| | Punto 13 | N10° 36' 00.7" W75° 09' 37.5" | |
| | Punto 14 | N10° 36' 03.7" W75° 09' 15.3" | |
| | Embalse del Guájaro | Punto 10 | N10° 36' 04.4" W75° 04' 14.5" |
| | | Punto 11 | N10° 35' 49.5" W75° 02' 53.9" |
| Punto 12 | | N10° 35' 08.1" W75° 03' 06.9" | |
| Punto 13 | | N10° 34' 41.8" W75° 01' 19.0" | |
| Punto 14 | | N10° 33' 26.3" W75° 02' 43.0" | |
| Punto 15 | | N10° 32' 13.0" W75° 02' 24.0" | |
| Punto 16 | | N10° 32' 08.2" W75° 01' 00.1" | |
| Punto 17 | | N10° 30' 23.2" W75° 05' 44.4" | |
| Punto 18 | | N10° 28' 52.7" W75° 05' 51.0" | |
| Punto 19 | | N10° 26' 16.2" W75° 05' 43.8" | |

Tabla 4-4. Puntos de Vertimientos monitoreados.

| Vertimiento | Coordenadas* | Trazabilidad | No. Plan de Muestreo | Semana de monitoreo |
|--|------------------------------------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| Lloreda S.A | N11° 01' 17.31" W74° 47' 58.20" | 24316 | FQ-M-17-005 | 2017-01-10 hasta 2017-01-14 |
| Vertimiento ARD Ponedera | N10° 38' 38.20" W74° 44' 51.20" | 24404 | FQ-M-17-029 | 2017-01-23 hasta 2017-01-27 |
| Vertimiento ARD Suán | N10° 20' 42.5" W74° 53'37.2" | 24413 | FQ-M-17-030 | 2017-01-23 hasta 2017-01-27 |
| Vertimiento ARD Campo de la Cruz | N10° 23' 42.6" W74° 52' 56.5" | 24412 | FQ-M-17-028 | 2017-01-23 hasta 2017-01-27 |
| Jabonería Tusica | N10° 59' 52.28" W74° 46' 43.62" | 24347 | FQ-M-17-017 | 2017-01-16 hasta 2017-01-20 |
| Puro pollo S.A | N10° 53' 19.80" W74° 46' 05.59" | 24348 | FQ-M-17-015 | 2017-01-17 hasta 2017-01-21 |
| Vertimiento ARD Candelaria | N10° 26' 52.26" W74° 52' 31.28" | 24411 | FQ-M-17-026 | 2017-01-23 hasta 2017-01-27 |
| Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa | N10° 55' 32.6" W74° 51'30.7" | 24444 | FQ-M-17-060 | 2017-01-30 hasta 2017-02-3 |
| Vertimiento ARD Santa Lucía | N10° 20' 12.1" W74° 57'33.1" | 24410 | FQ-M-17-027 | 2017-01-23 hasta 2017-01-27 |
| Curtiembres del Caribe | N10° 56' 20.23" W74° 46' 01.40" | 24350 | FQ-M-17-006 | 2017-01-17 hasta 2017-01-21 |
| C.I. Camagüey | N10° 54' 25.10" W74° 53' 51.80" | 24406 | FQ-M-17-020 | 2017-01-23 hasta 2017-01-27 |
| Lavandería Familiar | N10° 47' 09.0" W74° 55' 15.3" | 24509 | FQ-M-17-071 | 2017-02-06 hasta 2017-02-10 |
| Gralco | N10° 58' 25.8" W74° 45' 34.4" | 24373 | FQ-M-17-004 | 2017-01-17 hasta 2017-01-21 |

La descripción de los sitios de muestreo, relacionada a continuación, se basó en las características determinadas en campo, y consignadas en las planillas de campo respectivas (Véase el Anexo C).

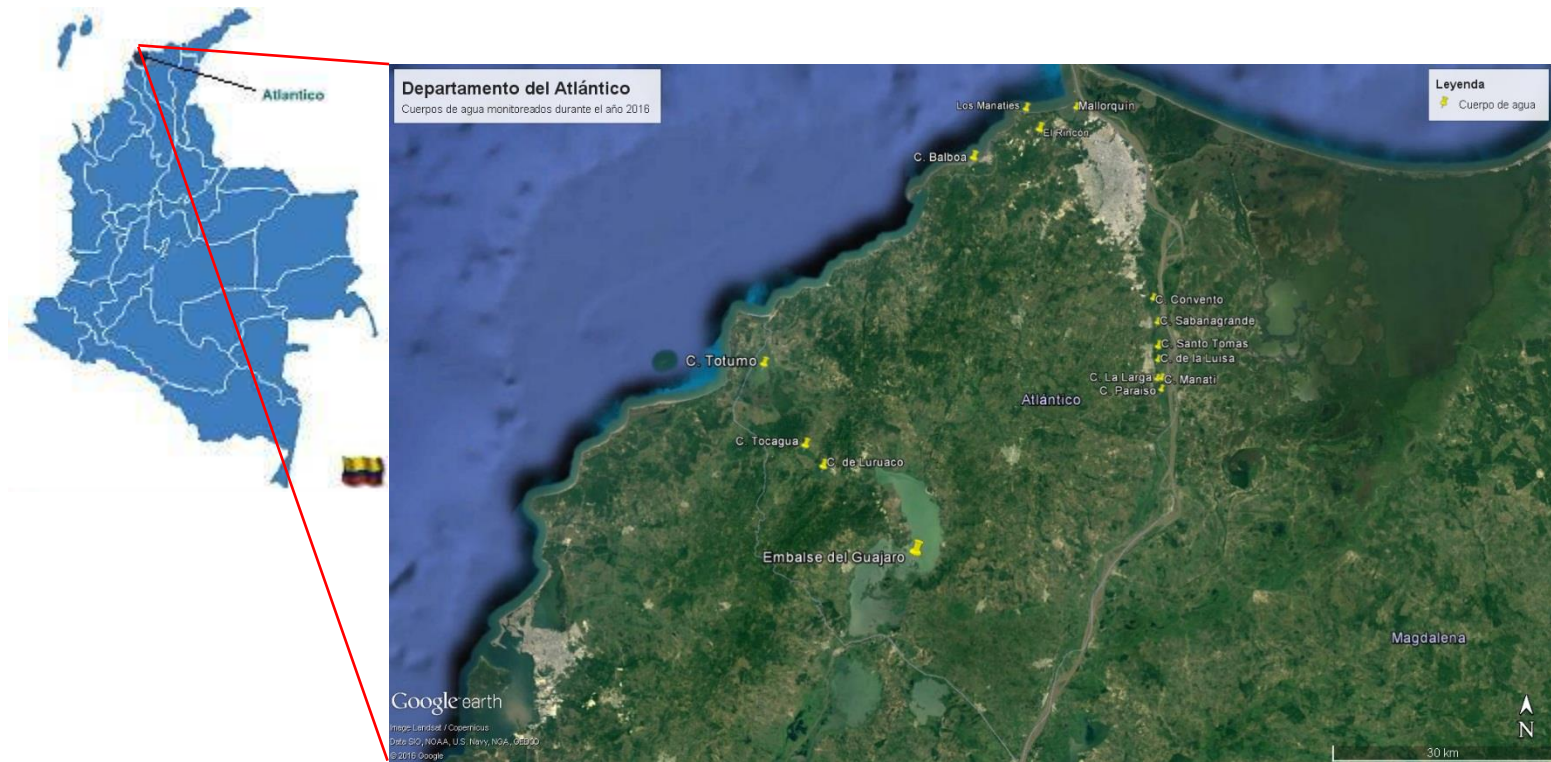


Imagen 4-1. Ubicación de los cuerpos de agua monitoreados

4.2 Cuenca del Río Magdalena

En este primer informe se presentarán resultados de la Ciénaga del Convento ubicada en la Cuenca del Río Magdalena.

4.2.1 Ciénaga el Convento

Ubicada en la zona oriental del municipio de Sabanagrande. En la



Imagen 4-2 se encuentran los puntos propuestos en los términos de referencia y en la

Imagen 4-3 los puntos finales muestreados.



Imagen 4-2. Puntos monitoreados en la Ciénaga el Convento



Imagen 4-3. Ubicación de los sitios de muestreo en la Ciénaga El Convento.

La Ciénaga del Convento, presentó una coloración del agua verde oliva. Durante los días de muestreo, se presentaron días soleados. Se observó actividad de pesca por parte de las comunidades sobretodo en las cercanías de los puntos 9 y 6, asimismo hubo gran cantidad de macrófitas acuáticas flotantes (Fotografía 4-1).



Fotografía 4-1. Presencia Macrófitas acuáticas y de fauna asociada en la Ciénaga El Convento

4.2.2 Ciénaga Sabanagrande

Ubicada en la zona oriental del municipio de Sabanagrande. Debido a que la ciénaga presenta un proceso de sequía durante el año anterior, el agua que alberga se encuentra sectorizada en la zona norte, mientras que en la mayoría de la ciénaga proliferan los pastos bajos. Por lo anterior se presentan en la

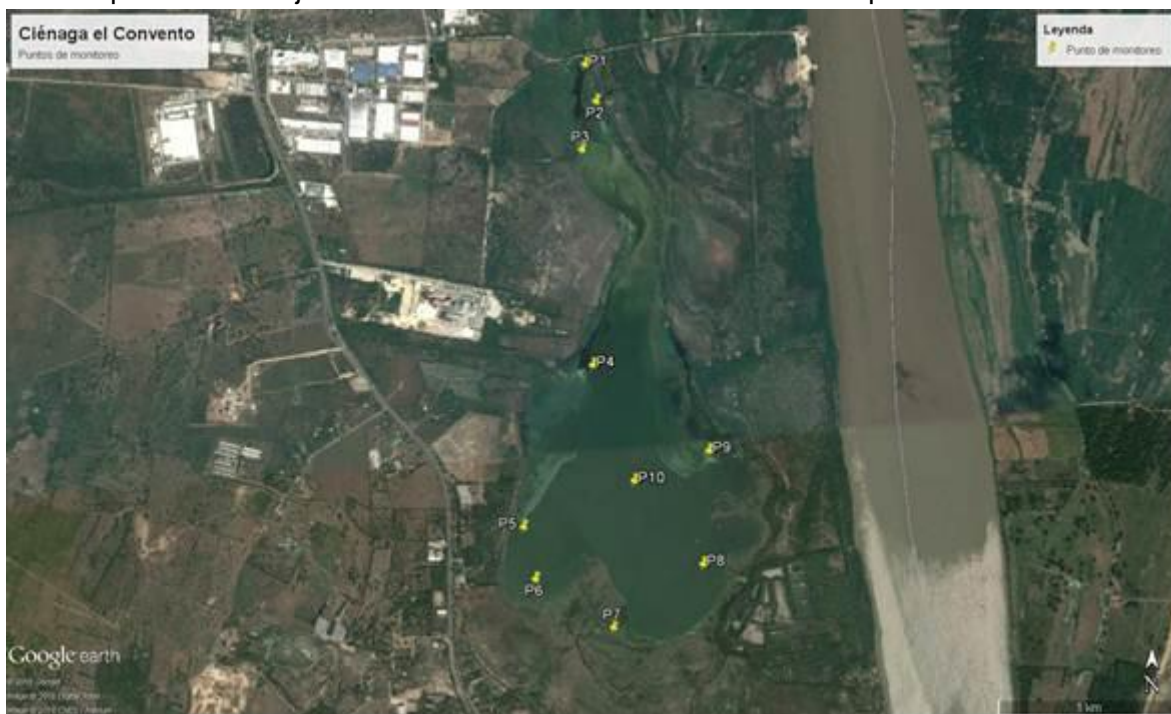


Imagen 4-2 los puntos propuestos en los términos de referencia y en la

Imagen 4-3 los puntos finales muestreados.



Imagen 4-4. Puntos monitoreados en la Ciénaga Sabanagrande

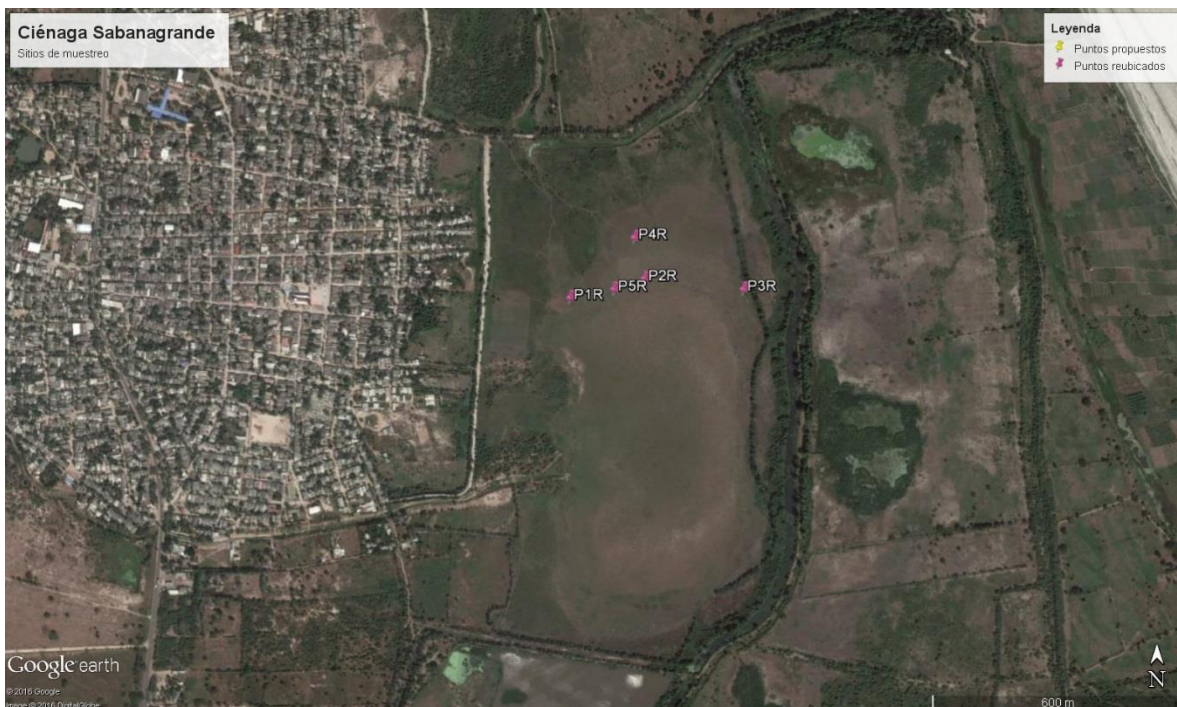


Imagen 4-5. Ubicación de los sitios de muestreo en la Ciénaga Sabanagrande

La Ciénaga Sabanagrande presentó el agua con un color pardo. Durante los días de muestreo un cielo parcialmente nublado, con ausencia de vientos. Se observaron algunos rumiantes en lo que debería ser espejo de agua, asimismo hubo gran cantidad de macrófitas acuáticas.

4.2.3 Ciénaga Luisa

Ubicada en la zona oriental del municipio de Sabanagrande. En la



Imagen 4-2 se encuentran los puntos propuestos en los términos de referencia y en la

Imagen 4-3 los puntos finales muestreados. Los puntos 1 al 5 no pudieron ser monitoreados debido a que su espejo de agua se encontraba cubierto por macrófitas que impidieron el acceso; dichos puntos serán reubicados en otras ciénagas como se indicó en los términos de referencia del contrato.



Imagen 4-6. Puntos monitoreados en la Ciénaga Luisa



Imagen 4-7. Ubicación de los sitios de muestreo en la Ciénaga Luisa

La Ciénaga Luisa, presentó tonalidades de agua de verde claro a café oscuro o marrón. Durante los días de muestreo estuvieron parcialmente nublados a soleados, con vientos ausentes a calmos; observándose usos del entorno entre recreativos (Puntos 6 y 7) y ganaderos; se evidenció un tapete de macrófitas acuáticas flotantes entre cubriendo los puntos que no pudieron ser monitoreados (Fotografía 4-2).



Fotografía 4-2. Panorámicas de la Ciénaga Luisa

4.2.4 Ciénaga Santo Tomás

La ciénaga Santo Tomás se encuentra bordeando el casco urbano del municipio de Santo Tomás por su costado oriental. Según la descripción presentada por la entidad en su documento Ecosistemas Acuáticos del Departamento del Atlántico, La Ciénaga de Santo Tomás, tiene un área aproximada de 105 Has, está ubicada en todo el frente oriental de la cabecera municipal del municipio de Santo Tomás. Esta ciénaga tiene una fuerte presión poblacional y por lo tanto su comportamiento hidráulico en épocas secas es modificado por las alteraciones y cerramientos que hacen los usuarios a los canales interceptores y la discrepancia entre ganaderos, agricultores y pescaderos con el manejo de las compuertas.

Los puntos propuestos en los términos de referencia se encuentran en la Imagen 4-8. Puntos propuestos en la Ciénaga Santo Tomás. Esta ciénaga presentó colonización de las macrófitas acuáticas y de la vegetación riparia sobre su espejo de agua, lo que impidió el ingreso al cuerpo de agua, imposibilitando el monitoreo; por lo tanto los seis puntos se reubicaron en otro cuerpo de agua. A continuación se presenta un registro fotográfico de la ciénaga de Santo Tomás, donde se evidencia la presencia de la vegetación riparia y macrófitas acuáticas en la totalidad el espejo de agua, impidiendo el acceso a la ciénaga ().

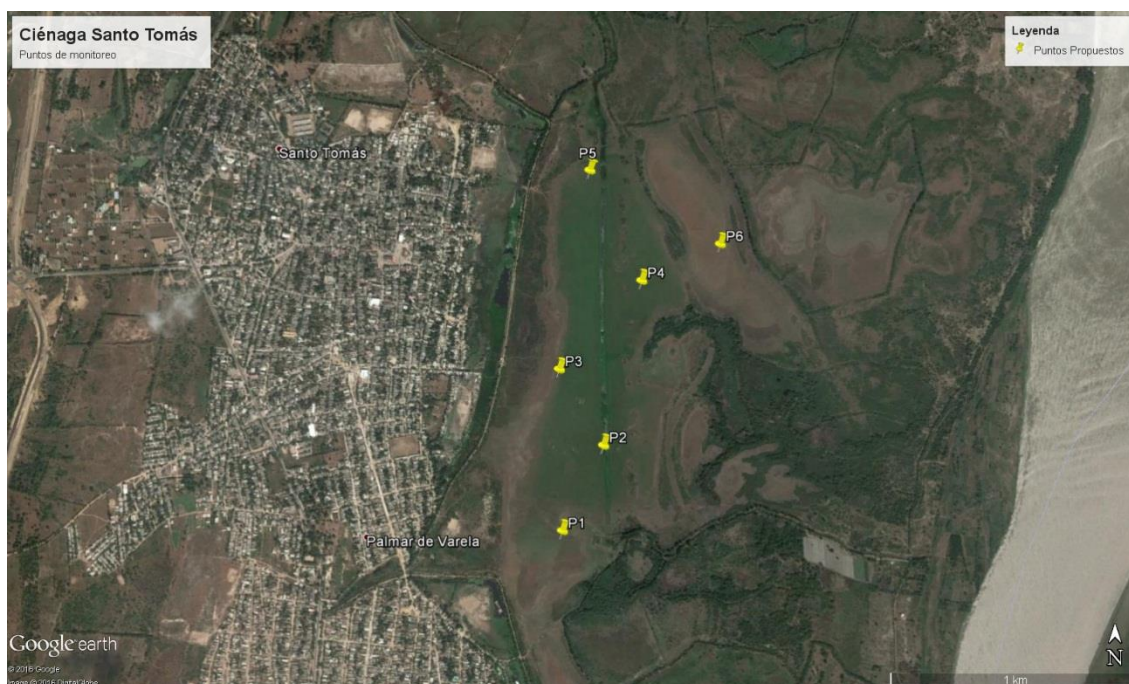


Imagen 4-8. Puntos propuestos en la Ciénaga Santo Tomás



Fotografía 4-3. Presencia Macrófitas acuáticas y vegetación riparia en la ciénaga de Santo Tomás



Continuación Fotografía 4-3. Presencia Macrófitas acuáticas y vegetación riparia en la ciénaga de Santo Tomás

4.2.5 Ciénaga la Larga

La Ciénaga la Larga se ubicada en la zona oriental del municipio de Sabanagrande; al sur de la ciénaga La Luisa y al norte de la ciénaga Paraíso, hace parte del complejo cenagoso evaluado. Los sitios solicitados en la propuesta de la corporación, se encuentran en la Imagen 4-9, al llegar a la ciénaga se observó que ésta se encontraba seca en su totalidad, tal como se observa en el registro fotográfico del Anexo A.





Imagen 4-9. Puntos propuestos en la Ciénaga Larga

4.2.6 Ciénaga Manatí

La ciénaga de Manatí es una ciénaga secundaria que interactúa como cuerpo regulador de la Ciénaga La Luisa. Esta ciénaga no cuenta con arroyos conectores o afluentes importantes (Microcuencas) que discurran allí sus aguas, y solamente discurren drenajes naturales provenientes de las partes altas del municipio.

Los sitios solicitados en la propuesta de la corporación, se encuentran en la Imagen 4-10, al llegar a la ciénaga se observó que ésta se encontraba seca en su totalidad, tal como se observa en el registro fotográfico del Anexo A.



Imagen 4-10. Puntos propuestos en la Ciénaga Manatí

4.2.7 Ciénaga Paraíso

Ubicada al sur de la ciénaga La Luisa; ésta ciénaga hace parte del sistema cenagoso de la ciénaga la Luisa, es uno de los cuatro vasos receptores importantes de esta subcuenca, ya que en épocas de llenado del complejo, se intercomunica a través de un canal interceptor con la Ciénaga La Luisa; además es la más afectada negativamente por la construcción de diques direccionales y marginales del Macroproyecto “Recuperación del Sistema de Ciénagas de los municipios de Sabanagrande, Santo Tomás y Palmar de Varela” (Corporación Autónoma Regional de Atlántico, CRA, s.f.).

La ciénaga El Paraíso en el municipio de Palmar de Varela, prácticamente es el primer vaso receptor aguas arriba de la subcuenca del río Magdalena. Cuenta con el arroyo Hondo como el principal afluente o arroyo conector, que nace en la zona de terrazas no inundables del municipio de Palmar de Varela, discurre sus aguas semipermanentes con otros drenajes menos importantes en la parte sur de la Ciénaga. El principal retroalimentador es el río Magdalena, por medio de un canal interceptor en el extremo sur de la ciénaga, pero también tenía un importante flujo hídrico con la Ciénaga La Luisa hasta que se construyó el dique marginal que comunica con el direccional, donde no se tuvo en cuenta la comunicación entre las dos ciénagas lo cual desecó casi por completo a la Ciénaga El Paraíso. Además los usuarios ganaderos aprovechando la desecación corrieron cercas y aun en la parte del

vaso receptor que siempre conservaba el agua así fuera verano, está siendo utilizado en pastoreo extensivo actualmente (Corporación Autónoma Regional de Atlántico, CRA, s.f.).

Los sitios solicitados en la propuesta de la corporación, se encuentran en la Imagen 4-11, al llegar a la ciénaga se observó que ésta se encontraba seca en su totalidad, tal como se observa en el registro fotográfico del Anexo A.

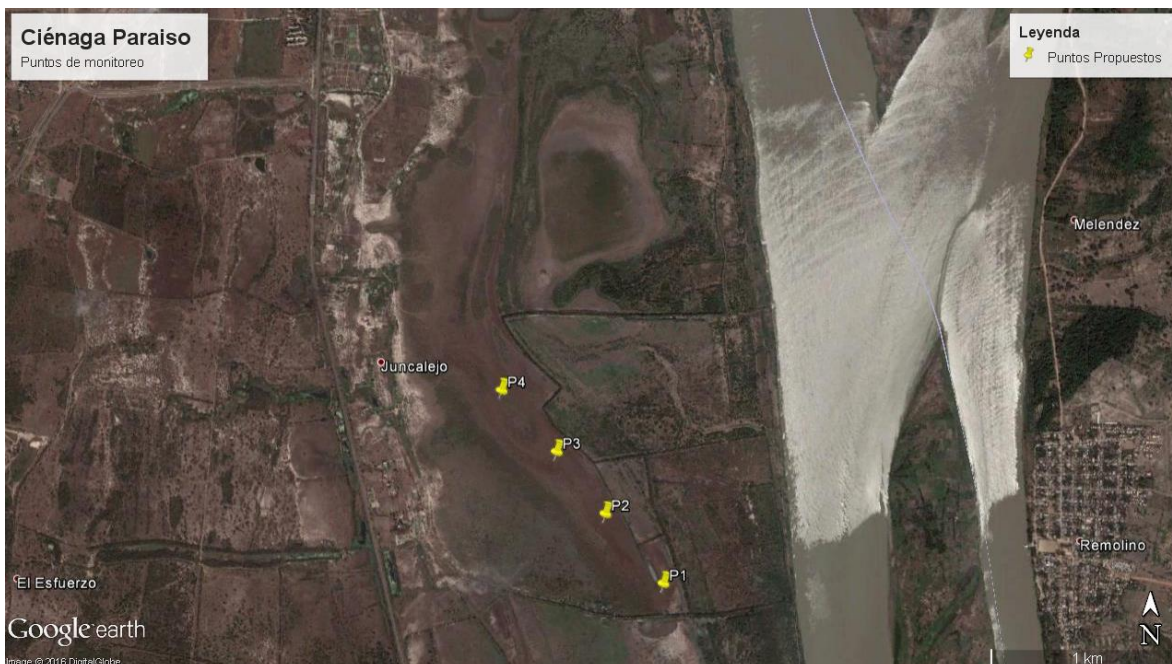


Imagen 4-11. Puntos propuestos en la Ciénaga Paraiso

4.1 Cuenca litoral

En este primer informe se presentarán resultados de la Ciénaga del Convento ubicada en la Cuenca del Río Magdalena.

4.1.1 Ciénaga de Mallorquín

La Ciénaga de Mallorquín localizada en el centro de la costa norte de Colombia, hace parte de los 2250 Km² de la llanura aluvial septentrional inundable del río Magdalena (Galvis *et al.*, 1992). Al norte se comunica con el mar Caribe de manera natural y artificial durante cualquier época del año, cuando los habitantes del área abren una o varias bocas a través de la barra de arena, al sur limita con la carretera que comunica al corregimiento de La Playa con el barrio Las Flores, al oriente se conecta con el río Magdalena por medio de dos

tubos que atraviesan el tajamar occidental y al occidente con la desembocadura del arroyo Grande, el cual aporta volúmenes importantes de agua durante los períodos de lluvias (Arrieta y de la Rosa, 2003).

En términos generales, Mallorquín es un cuerpo de agua somero, con un promedio de profundidad de 0,70 m, sustrato predominante areno-fangoso, con partes extensas cubiertas de restos de moluscos. Se encuentra rodeada por llanuras de inundación, arenales y dunas con la presencia de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle amarillo (*Laguncularia racemosa*) y zaragoza (*Conocarpus erectus*) (Galvis *et al.*, 1992; Minambiente-ICFES-PAC BID, 1998; Arrieta y de la Rosa, 2000). Presenta un clima de bosque muy seco tropical (bms - T) (Viloria, 1989); con un breve período seco de julio a agosto (Esm), un período de fuertes lluvias de septiembre a diciembre (ELLM) y un período seco de enero a abril (ESM). La tasa de precipitación y evaporación media es de 835,5 mm y 1948,9 mm respectivamente (CRA, 1997; Sociedad Portuaria Bocas de Ceniza, 1998).

En las riberas de la Ciénaga se localizan dos centros poblados que albergan cerca de 20300 habitantes de los cuales unos 15300 pertenecen al corregimiento La Playa ubicado en el costado suroccidental y 5000 al barrio Las Flores localizado en el costado suroriental. Más de 400 habitantes dependen directamente de la riqueza íctica de la ciénaga (CRA, 1995; CORMAGDALENA–CRA-Uninorte, 1998; Sociedad Portuaria Bocas de Ceniza, 1998; Imbeth *et al.*, 2000). La actividad pesquera es de tipo artesanal y se realiza con atarraya, único arte de pesca permitido por las entidades ambientales competentes (E. Leal, com. pers. En: Arrieta y de la Rosa, 2003). La caracterización de las comunidades hidrobiológicas se llevó a cabo en 4 puntos de monitoreo (Imagen 4-12)



Imagen 4-12. Puntos propuestos en la Ciénaga Mallorcaín

4.1.2 Ciénaga Los Manatíes

La Ciénaga de los Manatíes se encuentra localizada en jurisdicción del municipio de Puerto Colombia en su parte noroccidental en límites con Barranquilla. La Ciénaga de los Manatíes es un cuerpo lagunar marino, que aunque no tiene arroyos conectores y tributarios importantes, se alimenta de agua dulce de drenajes y escorrentías naturales. Escolar, 2007 indicó que la ciénaga tenía un área aproximada de 70 hectáreas mientras que CRA, 2012, indica que el área aproximada es de 41,2 Ha, lo que demuestra la pérdida gradual del área de la ciénaga, e indicando que durante los últimos años la Ciénaga de Manatíes ha venido presentando un preocupante proceso de sedimentación y de pérdida sistemática de espejo de agua, relacionado principalmente con la acción de los sedimentos aportados por el Río Magdalena sobre el Tajamar Occidental. Este es un ecosistema de características estuarinas, los cuales son fundamentales para refugio, alimentación y reproducción de peces, crustáceos y moluscos. La caracterización de las comunidades hidrobiológicas se llevó a cabo en 2 puntos de monitoreo (Imagen 4-13).



Imagen 4-13. Puntos propuestos en la Ciénaga los Manatíes

4.1.3 Ciénaga de Balboa

La Ciénaga de Balboa se encuentra localizada a orillas del Mar Caribe, en la parte occidental de la cabecera municipal del municipio de Puerto Colombia, muy cerca de la zona construida, hecho que ha generado una presión antrópica invaluable sobre el cuerpo de agua. Tiene un área aproximada de 160 hectáreas (Escolar, 2007) con una reducción a un área aproximada de 120 ha (CRA, 2012). La ciénaga se alimentaba de los arroyos, que provienen de las colinas, y su cauce natural que la comunica con el mar.

En las coordenadas 74°58'27.7977" W 10°58'53.4876" N. cuenta con tres cuencas que aportan los caudales de escorrentía superficial directamente sobre ella. Sin embargo, no es un hidrosistema que se ve afectado solamente por los aportes de su cuenca aferente directa, sino que además se encuentra conectada directamente con el Mar Caribe mediante una boca, regulando los niveles en la ciénaga; esta boca en temporadas de aumento de los niveles de ciénaga se abre y en las de estiaje se cierra (CRA, 2012). En la Imagen 4-14 se encuentran los puntos propuestos en los términos de referencia y en la Imagen 4-15 los puntos finales muestreados.



Imagen 4-14. Puntos propuestos en la Ciénaga de Balboa



Imagen 4-15. Puntos reubicados en la Ciénaga de Balboa

4.1.4 Ciénaga del Totumo

La ciénaga de Totumo se encuentra localizada en el extremo occidental del Departamento del Atlántico y al occidente en el municipio de Piojó, donde se ubica la mayor parte del espejo de agua; para el año 2007 la ciénaga tenía un área aproximada de 1.200 hectáreas, considerándose un cuerpo lagunar marino que se retroalimenta del drenaje de arroyos provenientes de las colinas y cerros adyacentes (Escolar, 2007).

La ciénaga del Totumo es un sistema estuarino, cuyo manglar se limita a un borde sobre el cuerpo de agua, donde los bajos valores de salinidad han permitido el avance de las macrófitas y los pastos utilizados para la ganadería extensiva (López y Sierra, 2005). En el “Plan de manejo ambiental del complejo de ciénagas El Totumo, El Guájaro y El Jobo en la ecorregión estratégica del canal del Dique”, se describe el manglar como un borde compuesto por *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*, con predominio de las dos últimas (MMA; CRA; CARDIQUE y BID, s.f.). En ésta ciénaga se encuentran los puntos propuestos en los términos de referencia, así mismo se reubicaron dos puntos de los encontrados secos en otros sitios de muestreo, la ubicación de éstos y de los puntos solicitados por la corporación, se muestran en la Imagen 4-16.

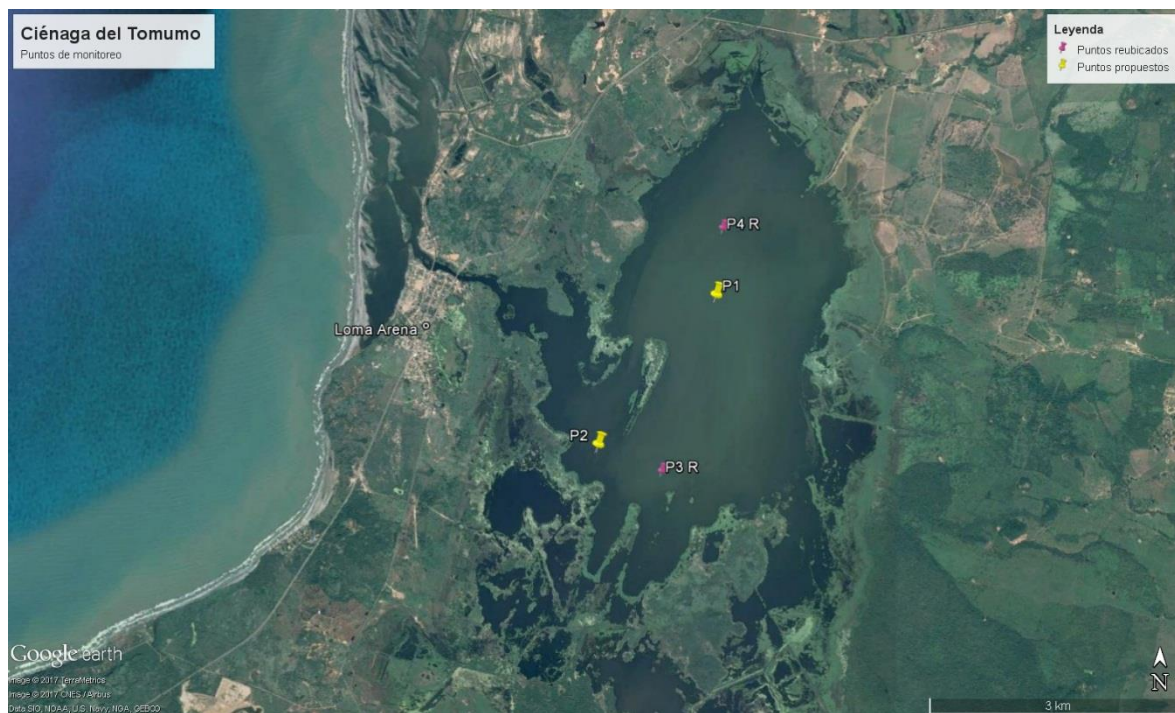


Imagen 4-16. Puntos propuestos y reubicados en la Ciénaga del Totumo

4.2 Cuenca del canal del Dique

Dentro de la cuenca del canal del Dique se monitorearon las siguientes ciénagas:

4.2.1 Ciénaga de Tocagua

La ciénaga de Tocagua queda ubicada en el Corregimiento de San Juan de Tocagua, presenta un área de 185 hectáreas (Escolar, 2007), las cuales han sido mermadas por procesos de sedimentación y la sequía ocurrida en los últimos años en la costa caribe colombiana. Escolar (2007) también indicó que la fauna Ictiológica había disminuido, principalmente por la alta sedimentación, producto del material de arrastre de los arroyos tributarios Guayacán, Iraca y demás drenajes naturales, así como por prácticas pesqueras ilegales. Los puntos indicados por la corporación y los puntos reubicados dentro de esta ciénaga, se observan en la Imagen 4-17.

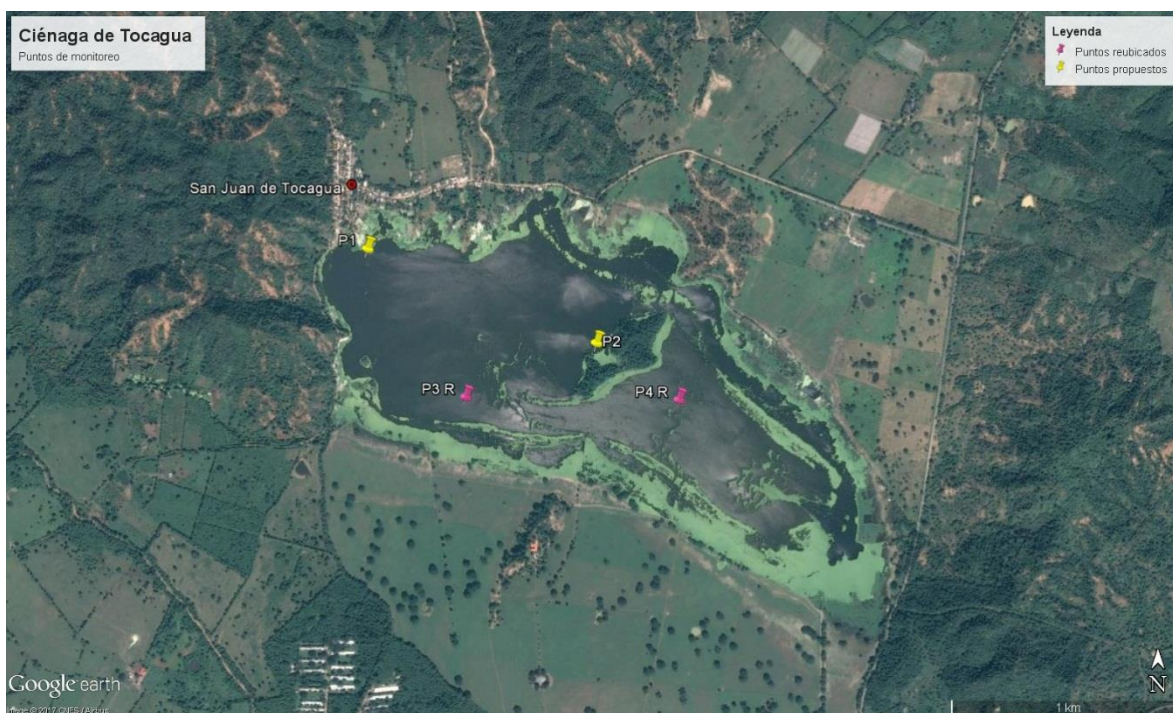


Imagen 4-17. Puntos propuestos en la Ciénaga de Tocagua

4.2.2 Ciénaga de Luruaco

Esta ciénaga se encuentra ubicada al sur occidente del municipio de Luruaco; posee un área aproximada de 365 hectáreas, para el 2007 se había detectado que en sectores de la ciénaga, procesos de eutrofización, sobretodo en la desembocadura del arroyo Limón, el

cual en su recorrido por la cabecera municipal arrastra residuos sólidos y vertimientos domésticos (Escolar, 2007). Las fuertes sequías que han azotado la costa caribe colombiana en los últimos años ha hecho que esta ciénaga haya bajado su nivel, bajando hasta en 7 metros (Herrera Delghams, 2015). Los sitios de muestreo y los puntos reubicados en esta ciénaga, se muestran en la Imagen 4-18.

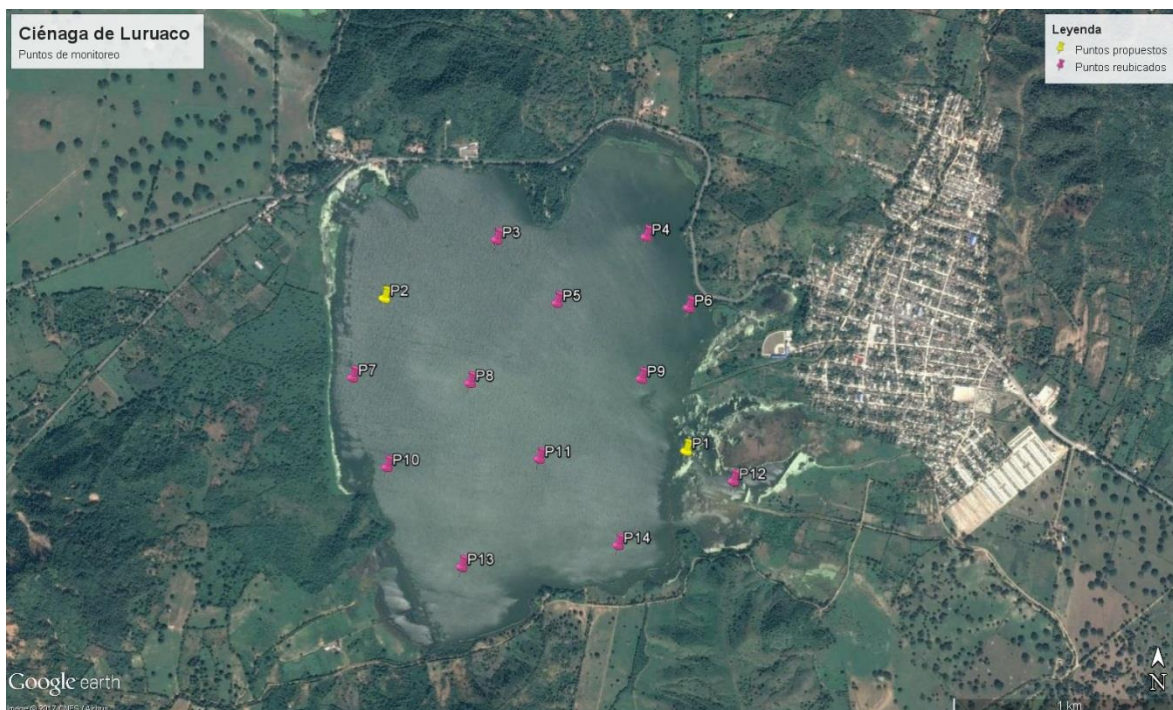


Imagen 4-18. Puntos de monitoreo en la Ciénaga de Luruaco

4.2.3 Embalse del Guájaro

Es el cuerpo lagunar más grande e importante del Departamento del Atlántico resultado de la interconexión artificial de varios cuerpos de agua, como lo fueron las ciénagas La Limpia, Ahuyama, Cabildo, Playón de Hacha y La Celosa, construido por el desaparecido Instituto Colombiano para la Reforma Agraria (Incora) en la década de los 60, en un intento por reforzar el riego para los cultivos agrícolas y tener saneamiento (Herrera, 2015). Posee una espejo de agua de 16.000 hectáreas, más desde el 2011 no ha llegado a su máxima cota debido a los largos veranos (Escolar, 2007). Por ser el cuerpo de agua más grande, fue donde mayor cantidad de puntos para reubicación se importaron, tal como se muestra en la Imagen 4-19.

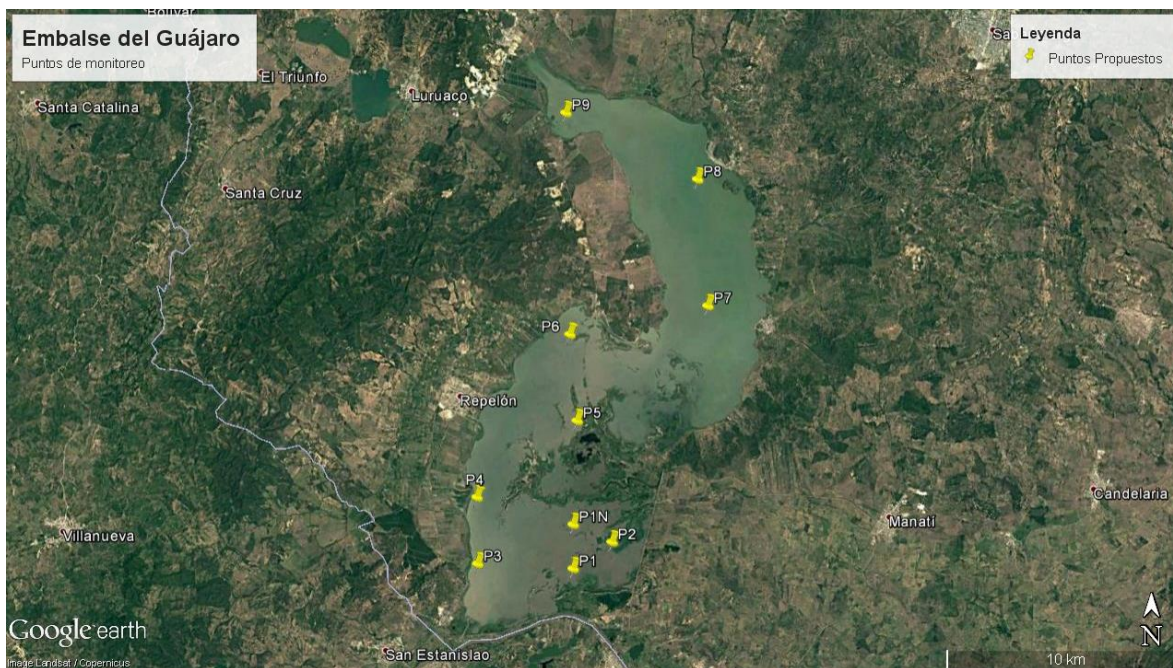


Imagen 4-19. Puntos propuestos en la embalse El Guájaro

4.3 Clima

La variabilidad climática de la región Caribe, depende de la ubicación de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), una banda longitudinal formada por la convección de masas de aire de los hemisferios norte y sur, la cual está relacionada con la presencia de nubes de máximo desarrollo vertical (cumulonimbus) y así como con abundantes precipitaciones (IDEAM & UPME 2006). Su presencia genera una disminución de los vientos Alisios y una inversión de la corriente superficial en sentido oeste-este (Mejía 2008 *vide* Sarmiento-Devia, 2013). La ZCIT se localiza al norte del Ecuador durante diciembre-febrero y a mediados de marzo toma dirección sur (Lonin *et al.*, 2010).

Adicionalmente el clima está influido por la temporada de huracanes del Caribe que se extiende desde junio hasta noviembre, periodo durante el cual los departamentos como la Guajira, Cesar, Magdalena, Córdoba, Atlántico y Bolívar pueden verse afectados por vientos fuertes, abundantes lluvias y marejadas en la costa (Posada *et al.*, 2008).

En términos generales, el clima del Caribe Colombiano es tropical semiárido, y presenta dos periodos climáticos principales, llamados época seca (verano) y época húmeda (invierno), así como una época de transición, conocida como veranillo de San Juan, en la cual se presenta una época de lluvias menores (Imagen 4-20). El clima en general se encuentra bajo la influencia de los desplazamientos norte-sur de la zona de convergencia

intertropical (ZCIT) que va determinando las temporadas lluviosas en Colombia así como por el movimiento meridional del sistema de monzones americanos (Posada *et al.*, 2008). El CIOH (2015) explica el comportamiento climático de cada época climática como se detalla a continuación.

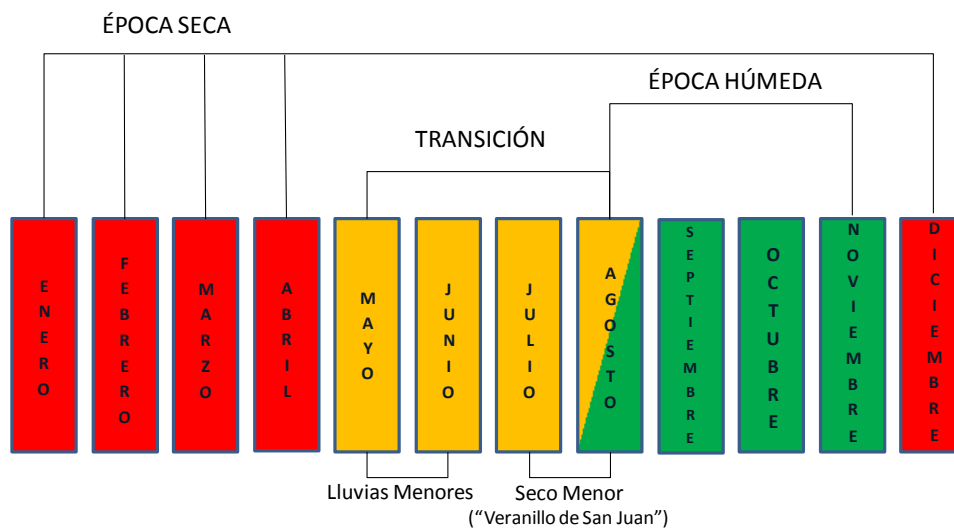


Imagen 4-20. Épocas climáticas

4.3.1 Época Seca o Época de Verano (diciembre a marzo)

Se extiende desde Diciembre hasta Abril, caracterizándose por vientos fuertes del sector Norte - Noreste y lluvias débiles y escasas. En esta época pueden presentarse los denominados "Mares de Leva", ocasionados por la incursión en aguas del Mar Caribe de Frentes Polares provenientes del Hemisferio Norte. La Zona de Convergencia Intertropical durante la última semana de diciembre se mantiene estable sobre los 08°N, incrementando la nubosidad sobre el área del litoral Caribe centro y litoral Caribe sur, para posteriormente durante los meses de enero a marzo, descender notablemente hasta los 04°N.

Se presenta el incremento paulatino de los vientos Alisios los primeros días de la época seca, presentándose las mayores intensidades sobre el norte y centro del Mar Caribe con valores máximos de 35 nudos, durante los últimos días de la época seca.

4.3.2 Época Húmeda o Época de Invierno (abril a primera quincena de junio)

Época de lluvias que se extiende desde Abril a Noviembre. Se caracteriza por vientos débiles, de orientación variable y por un régimen de lluvias abundantes. En esta época suelen presentarse los denominados Ciclones Tropicales (Huracanes), los cuales pueden aumentar el régimen de lluvias en todo el Caribe colombiano.

Durante el inicio de la época húmeda sobre el Mar Caribe, comienza a percibirse el ascenso paulatino de la Zona de Convergencia Intertropical sobre los 08°N, así como la reactivación de la baja presión anclada de Panamá, con lo cual se presentan las primeras precipitaciones, esto debido al ascenso paulatino de la Zona de Convergencia Intertropical, y la activación de la baja del Darién. Para el litoral Caribe sur (Golfo de Urabá), estas precipitaciones se registran de forma moderada y fuerte durante el transcurso de la primera época húmeda.

El régimen de vientos durante el comienzo de la temporada, se mantiene bastante constante a lo largo del litoral Caribe norte (Santa Marta a Punta Espada) y centro (Santa Marta a Delta Río Sinú), manteniéndose en dirección noreste y este con intensidades de 10 a 15 nudos. Es de resaltar que el comportamiento del viento para esta época, es a disminuir su intensidad debido al desplazamiento de la alta presión del atlántico Norte hacia las altas latitudes (azores). Así mismo, hacia finales del mes de junio, dicha velocidad del viento varía intensificándose y causando un aumento considerable de la altura del oleaje, debido al gradiente de presión que se presenta al descender la alta presión de las Bermudas con la Zona de Convergencia Intertropical, lo que da inicio al “Veranillo de San Juan”.

La cobertura nubosa sobre la parte terrestre del Caribe, se observa de la siguiente manera: sobre el litoral Caribe norte (Santa Marta a Punta Espada) y centro (Santa Marta hasta delta Río Sinú), se mantiene en la escala de semicubierto a despejado, manteniéndose gran aglomeración de nubes en horas de la mañana y despejándose en horas del mediodía y la tarde y hacia el sur del litoral (Golfo de Urabá), se presenta una mayor concentración de nubes, observándose una cobertura del cielo parcialmente nublado. Con el inicio de la temporada de las ondas del este desde el mes de mayo, se puede observar el avance a lo largo del cinturón semicontinuo de bajas presiones (ZCIT), el paso de abundantes ondas tropicales, las cuales ocasionan incrementos moderados en la cobertura nubosa, así como aumentos significativos en los índices de precipitación, principalmente a lo largo de toda la franja del litoral Caribe colombiano.

4.3.3 *Época Húmeda o Época de Invierno (agosto a noviembre)*

La cobertura nubosa sobre el Mar Caribe durante el inicio de la época húmeda, por lo general, se mantiene en la escala de despejado a semicubierto en casi toda el área. Así mismo, a comienzo de este mes, se comienza a observar el ascenso paulatino de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), asociada a un sistema de baja presión, sobre el centro del litoral Caribe y parte del Mar Caribe centro. El comportamiento de la Zona de Convergencia Intertropical al finalizar el mes, se mantiene por encima de los 09° Norte, lo que ocasiona incrementos en las precipitaciones, acompañadas de tormentas eléctricas. La alta presión de Azores, sistema que regula la incidencia de los vientos alisios para el océano Atlántico y Mar Caribe, para la época Húmeda, se mantiene sobre los 30° Norte, lo

cual favorece que la presión atmosférica se mantenga regulada por la Zona de Convergencia Intertropical y los diferentes sistemas meteorológicos que transcurren sobre esta área.

A medida que transcurre la época húmeda, el océano se sigue calentando por lo cual muchos de los sistemas tropicales se fortalecen, como es el caso de las ondas del este, por lo general, cada una de estas ondas, al transitar sobre aguas de la cuenca Caribe, genera aumentos en la cobertura nubosa, acompañadas de abundantes precipitaciones respectivamente.

En el litoral Caribe centro la cobertura nubosa se mantiene en la escala de semicubierto a cubierto, debido al incremento de las precipitaciones sobre esta zona, principalmente en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y Barranquilla, este incremento de las precipitaciones es originado por la interacción del paso continuo de ondas del este y la permanencia de la Zona de Convergencia Intertropical sobre los 09° norte. Durante este tiempo, sobre el oeste del Mar Caribe reina un sistema de baja presión, producto de la baja presión del Darién y la Zona de Convergencia Intertropical. Así mismo, el comportamiento de la ZCIT, se mantiene por encima de los 10° Norte, alcanzando latitudes máximas de 15° N. La alta presión de Azores permanece por encima de los 30° Norte.

Con el ascenso de la alta presión de Azores sobre los 30° norte, la incidencia directa de los vientos alisios disminuye considerablemente durante el mes de octubre, permitiendo así la formación de núcleos convectivos sobre el litoral Caribe Norte. Estos núcleos nubosos provinieron de la Zona de Convergencia Intertropical, la cual tiene una oscilación entre los 10° y 11° norte. La procedencia de los vientos está más asociada a la Zona de Convergencia Intertropical, que a los vientos alisios, llegándose a presentar vientos en dirección oeste suroeste durante este mes con velocidades que oscilan en general entre los 05 a 10 nudos. Esta debilidad de los vientos permite que la altura del oleaje para este mes en el norte del litoral Caribe no supere los 2.5 metros de altura.

Con la permanencia de la Zona de Convergencia Intertropical sobre los 10° Norte, se registran precipitaciones sobre todo el litoral Caribe colombiano hasta finales de noviembre, incluyendo a esta área del litoral que por lo general, mantiene afectada por la baja presión del Darién. La dirección del viento para este mes alcanza su mayor procedencia del sur y suroeste con valores entre los 02 a 10 nudos.

4.3.4 Época De Transición (Segunda Quincena del mes de mayo -julio)

Comprendida entre la segunda quincena del mes de mayo hasta el mes de julio, esta época se caracteriza por vientos débiles y de dirección variable; durante este periodo se presenta lo que se denomina el "Veranillo de San Juan", caracterizado por el incremento de la temperatura ambiente, humedad relativa, cielo despejado, aumento en el brillo solar y a la

vez se pueden presentar lluvias aisladas que son llamadas por algunos pobladores de la región como el inicio de una nueva época húmeda. El inicio de esta época marca el comienzo de la temporada de huracanes en el área del Océano Atlántico Norte, Golfo de México y mar Caribe que se extiende desde el primero de junio hasta principios del mes de diciembre.

La evolución de los parámetros hidrológicos e hidrodinámicos de la región está en estrecha relación con los tres períodos climáticos identificados. Las variaciones climáticas estacionales definen la dirección e intensidad de las corrientes regionales y locales, la dirección e intensidad del oleaje y el régimen de precipitaciones.

Durante la primera quincena de la época de transición, la cobertura nubosa está directamente relacionada con el paso de las ondas tropicales del este, las cuales arrastran consigo, núcleos nubosos convectivos provenientes de la ZCIT. Así mismo, la mayor incidencia de nubosidad hacia el oeste del Mar Caribe, se debe a la intensificación paulatina de la baja presión del Darién y al ascenso de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual se mantiene oscilando sobre los 10° Norte aproximadamente. Para la segunda quincena, la cobertura nubosa sobre el Mar Caribe Este, presenta cielo semicubierto influenciado levemente por un poco de aire seco proveniente de la alta presión de las Bermudas, mientras que para el oeste del Mar Caribe, la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), ocasiona cielo parcialmente cubierto.

4.3.5 Ciclo ENOS El Niño – La Niña

Adicionalmente, el Caribe colombiano también se encuentra bajo la influencia de las anomalías climáticas derivadas del fenómeno de La Niña y el Niño, cuyos efectos no solo están dados por la intensidad del mismo, sino también, por la interacción que pueda presentar con otros tipos de fenómenos océano-atmosféricos.

Según Rodríguez (2014), este es un fenómeno oceánico-atmosférico que consiste en la interacción de las aguas superficiales del océano Pacífico tropical con la atmósfera circundante. Se presenta cuando la temperatura superficial del mar en el océano Pacífico ecuatorial presenta anomalías positivas o negativas. Este fenómeno oceánico está acoplado al fenómeno atmosférico conocido como la “Oscilación del Sur”, el cual consiste en una inversión del gradiente de presión atmosférica superficial entre la región oriental y la occidental del océano Pacífico sur y puede dar como consecuencia una inversión en la circulación de los vientos sobre la superficie del océano Pacífico tropical. El acoplamiento entre estos dos fenómenos, definido como El Niño – Oscilación del Sur, ENOS o ENSO, es de grandes consecuencias climáticas en gran parte del mundo.







En condiciones normales, en la porción del océano Pacífico que queda frente a Suramérica, los vientos Alisios suelen soplar de manera más o menos fuerte en dirección oriente – occidente (desde los Andes hacia el mar) como atraídos por una zona de baja presión situada en la costa oriental de Indonesia. Los vientos empujan hacia el occidente las aguas cálidas de la superficie del mar y como resultado se forma una contra-corriente de aguas frías submarinas. Cada cierto tiempo, esa zona de baja presión (costas de Indonesia) se traslada hacia el centro del Pacífico, lo que hace que los vientos Alisios ya no soplen con la misma intensidad y surjan nuevos vientos, en dirección opuesta a los primeros (de occidente a oriente). Los vientos alisios no empujan las aguas cálidas del Pacífico hacia la costa de Indonesia y en consecuencia, se produce ese incremento de la temperatura de las aguas oceánicas que constituye la característica principal del fenómeno de El Niño.

La diferencia de temperatura con los valores promedios de largo plazo generan anomalías negativas (temperaturas más frías que lo normal) que generan un evento Niño, o anomalías positivas (más cálidas que lo normal) que generan un evento Niña. Cada evento es diferente y su repercusión en el clima nacional no solo está dada por la intensidad del mismo, sino también, por la interacción que pueda presentar con otro tipo de fenómenos océano-atmosféricos presentes en el Atlántico y más específicamente en el mar Caribe. De acuerdo con los modelos numéricos, dinámicos y climáticos, el IDEAM prevé la duración del fenómeno y su intensidad: débil, moderada o fuerte.

En Colombia El Niño modifica las temporadas de lluvias reduciendo la cantidad total de lluvia que se presenta. Al llegar la temporada seca de bajos volúmenes de lluvia, el déficit de precipitación se hace mayor. El Niño, con déficit de lluvias conduce a:

- ✦ Reducción de los caudales en pequeños ríos y quebradas. En algunos casos genera alteración en el flujo de agua que tiene fuertes implicaciones en los recursos hidrobiológicos.
- ✦ Mayores concentraciones de residuos peligrosos para la salud humana
- ✦ Sequías
- ✦ Aumento de temperaturas
- ✦ Incendios de cobertura vegetal
- ✦ Heladas
- ✦ Olas de calor con grandes afectaciones en los ecosistemas y en la salud humana

Los efectos de La Niña también se traducen en daños en sectores productivos como la agricultura y la pesca, en la infraestructura vial, en las viviendas y en miles de damnificados por pérdida de sus bienes y medios de vida, así como por afectaciones en la salud por el aumento de enfermedades por vectores que proliferan con cambios temporales en los regímenes climáticos. La Niña, con incremento de las lluvias, genera:

-  Aumento significativo de los niveles de los ríos
-  Inundaciones lentas y rápidas
-  Crecientes súbitas en las zonas de alta pendiente
-  Movimientos en masa
-  Incremento de la actividad de huracanes en el Atlántico
-  Aumento del nivel del mar, que en conjunción con vientos perpendiculares a la costa genera series de olas altas (marejadas), que causan inundaciones, erosión costera y hundimiento de pequeñas embarcaciones.

Los ENOS, con sus expresiones Niño y Niña es un fenómeno cuasi periódico, debido a que no aparece con intervalos completamente regulares, sin embargo los periodos de retorno pueden oscilar entre 3 y 5 años. Los fenómenos comienzan su formación desde mediados de año, alcanzan su intensidad máxima a finales de año y tienden a dispersarse a mediados del año siguiente. Los mayores impactos se sienten en los últimos meses del año y los primeros del año siguiente.

En comunicado de prensa del 18 de Agosto del 2015, el IDEAM (2015) expresa que de acuerdo con los análisis realizados, las condiciones actuales en el océano Pacífico tropical muestran que las anomalías de temperatura superficial del mar y el debilitamiento de los vientos Alisios -características principales de un fenómeno El Niño- continúan y se intensifican; lo que indica la transición de un evento débil a un evento de características moderadas. Se presentan además, anomalías deficitarias del régimen de lluvias en el departamento del Atlántico que estuvieron en el valor del 92,9% menos durante el mes de Julio.

El informe emitido por el Centro de Predicción Climática de la NOAA y el Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad (IRI), de Estados Unidos, indican que existe una probabilidad mayor del 90% de que El Niño continúe hasta finales del 2015 y el primer trimestre (enero-febrero-marzo) del 2016.

Para el 16 de septiembre del 2015 el IDEAM, mediante comunicado de prensa indicó que para el país, el déficit de lluvias supera el 70%, y como respuesta a la sequía, se ha observado que el registro de los niveles de los principales ríos del país, presenta valores alrededor de los mínimos históricos. Además, los resultados de los diferentes modelos de predicción y análisis del IDEAM, basados en la información emitida por agencias internacionales del clima como la NOAA y el Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad (IRI), de Estados Unidos, advierten que 'El Niño' se encuentra en transición hacia un fenómeno de intensidad fuerte.

5 METODOLOGÍA TOMA DE MUESTRA PARA ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

5.1 Actividades previas a trabajo de campo

5.1.1 Elaboración de los Planes de Muestreo, preparación de materiales y equipos necesarios.

Una vez conocidos el número de puntos a monitorear y los parámetros a analizar se elaboraron los Planes de Muestreo, en los cuales se incluyen los materiales y equipos necesarios que se deben llevar a campo para efectuar la toma de muestra correctamente, así como el tipo de preservación que se debe aplicar de acuerdo a lo establecido en el método de referencia para cada análisis. Posteriormente se procedió a realizar el lavado del material que sería utilizado en campo.

5.1.2 Lavado de Recipientes

Se utilizaron recipientes nuevos, sometidos a un proceso de lavado dependiendo del tipo de análisis que se desarrollaría y según lo establecido en la Tabla 5 de la Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas expedida por el IDEAM en el año 2004.

5.1.3 Equipos de Campo

Para las mediciones *in situ* de pH, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto se emplearon equipos calibrados antes de salir al campo y verificados en el sitio de la toma de muestra. Antes y después de la jornada fueron limpiados con el objetivo de evitar contaminaciones y deterioro. Las sondas fueron lavadas con agua destilada después de cada medición.

5.2 Trabajo de campo

En cada punto se realizó geoposicionamiento. Posteriormente se procedió a recolectar las muestras, y la medición de los parámetros *in situ* para cada punto.

Los recipientes se marcaron a medida que se recolectaron las muestras incluyendo en la etiqueta la siguiente información:

- Fecha de la toma de muestra.
- Número y nombre del punto.
- Preservación realizada.
- Nombre del muestreador
- Número de orden de entrada (Trazabilidad)

Paralelamente se realizaron las observaciones directas en campo, las cuales se plasmaron en las planillas de campo al igual que los resultados de los análisis *in situ*.

5.2.1 Trazabilidad

Cada una de las etapas del trabajo es debidamente documentada en formatos establecidos para tal fin, de modo que se asegure la trazabilidad de todas las actividades realizadas tanto en campo como en laboratorio. Cada actividad tiene un responsable asignado con la competencia necesaria para asegurar la máxima confiabilidad de los resultados emitidos. Para mantener la trazabilidad de los trabajos que se realizan en campo y en el laboratorio, se asigna un número único de identificación a los elementos de ensayo de cada cuerpo de agua y vertimiento monitoreado, seguido de un guión y el ítem correspondiente a cada muestra analizada. (Ver en tablas de resultados la identificación de la muestra).

5.2.2 Muestreo y Preservación de Muestras

El muestreo se realizó siguiendo las directrices plasmadas en la Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas expedida por el IDEAM (año 2004), como lo establece el Decreto 1076 de 2015. Los procedimientos internos empleados fueron:

Procedimiento Para Toma, Identificación, Preservación, Transporte, Almacenamiento y Retención de Muestras de Aguas Para Análisis Físicoquímicos, Versión 14, Vigente desde 2013-05-10.

Procedimiento para Toma, Identificación, Preservación, Transporte, Almacenamiento Y Retención de Muestras de Aguas para Análisis Microbiológicos, Versión 5 Vigente desde: 2014-09-01.

La Resolución mediante la cual el IDEAM nos acredita para la prestación de servicio de toma de muestra es la No. 0241 de febrero de 2015.

La integridad física, química y biológica de las muestras durante el período transcurrido entre la toma y los análisis de las mismas, se garantizó aplicando métodos de preservación referidos en la guía mencionada y de acuerdo al método de referencia, tales como control de pH, adición de compuestos químicos y control de temperatura, los cuales se resumen en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1 Preservación, recipientes, volumen mínimo requerido, y tiempo máximo para análisis.

| Parámetro | Recipiente | Volumen mínimo (mL) | Preservación | Tiempo Máximo |
|--|--------------------|---------------------|--|---------------|
| Número más probable de Coliformes fecales | Recipiente estéril | 200 | Refrigeración entre 1°C y 5°C | 24 h |
| Número más probable de Coliformes totales. | Recipiente estéril | 200 | Refrigeración entre 1°C y 5°C | 24 h |
| DBO ₅ | Plástico – Vidrio | 1000 | Refrigeración entre 1°C y 5°C | 24 h |
| DQO | Plástico – Vidrio | 100 | Acidificar a pH entre 1 y 2 con H ₂ SO ₄ . | 28 días |
| Sólidos suspendidos totales | Plástico – Vidrio | 100 | Refrigeración | 7 días |
| Sulfatos | Plástico – Vidrio | 100 | Refrigeración entre 1°C y 5°C | 28 días |

Fuente: Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. IDEAM. Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF (Ed 22 2012)

5.2.3 Frecuencia y tipo de muestreo

La toma de muestras se realizó con base en la frecuencia y periodicidad establecida en los términos de referencia, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- El muestreo de los cuerpos de agua se realizó durante 5 días consecutivos, tomando alícuotas cada 60 minutos, durante 6 horas/día.
- Para cada muestra se realiza la medición de los parámetros *in situ*, como pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto.

5.2.4 Composición de las muestras

La composición de las muestras se realiza con volúmenes iguales de las siete (7) alícuotas tomadas durante cada día.

5.2.5 Transporte de muestras al laboratorio

Las muestras durante su recolección y traslado se mantuvieron refrigeradas y conservadas en neveras portátiles hasta el laboratorio con la finalidad de garantizar los mejores resultados en los análisis a realizar.

5.3 Metodología de análisis.

Los métodos aplicados para las mediciones *in situ* y análisis en laboratorio se basan en los consignados en el “Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF, ED 22 de 2012”, estos se describen para cada parámetro a continuación (Tabla 5-2 y Tabla 5-3). Los equipos utilizados para las determinaciones se encuentran dentro de un plan de control metrológico, por lo tanto son calibrados y verificados.

Tabla 5-2 Metodología y referencia de los análisis efectuados en campo.

| Parámetro | Metodología | Referencia |
|-------------------------|----------------|---|
| (A)Temperatura | Termometría | Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA, APHA, WEF 2550-B (ED 22 2012) |
| (A) Oxígeno Disuelto | Electrométrico | Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF, 4500-O-G (ED 22 2012) |
| (A)Conductividad | Electrométrico | Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF, 4500-O-G (ED 22 2012) |
| (A)pH | Electrométrico | Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA, APHA, WEF 4500-H+B (ED 22 2012) |
| Fuente: LMB S.A.S, 2017 | | |

A: Acreditado

Tabla 5-3 Metodología y referencia de los análisis efectuados en el laboratorio.

| Parámetro | Metodología | Referencia |
|--------------------------------|------------------------------------|--|
| (A)DBO ₅ | Incubación y dilución por 5 días | Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA, APHA, WEF 5210-B (ED 22 2012) |
| (A)DQO | Reflujo Abierto Reflujo Cerrado | Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA, APHA, WEF 5220-B, C (ED 22 2012) |
| (A)Sólidos Suspendidos Totales | Secado 103 - 105 °C - Gravimétrico | Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA, APHA, WEF 2540-D (ED 22 2012) |
| (A)Sulfatos | Turbidimétrico | Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA, APHA, WEF 4500-SO ₄ E (ED 22 2012) |
| (A)Coliformes Totales | Fermentación de tubos múltiples | Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF, 9221 B (ED 22 2012) |
| (A)Coliformes Fecales | Fermentación de tubos múltiples | Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF, 9221 B y E (ED 22 2012) |
| Fuente: LMB S.A.S, 2017 | | |

A: Acreditado.

6 METODOLOGÍA TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

6.1 COMPONENTE BIÓTICO

A continuación se describen cada una de las actividades realizadas durante la colecta de las comunidades hidrobiológicas, en el periodo comprendido entre el 24 de octubre y el 19 de noviembre de 2016. La presentación y el análisis de resultados de las comunidades hidrobiológicas; se encuentran agrupadas de acuerdo a su función en la cadena trófica, teniendo como productores primarios los organismos de la comunidad perifítica, fitoplanctónica y las macrófitas acuáticas, y como consumidores los organismos de las comunidades zooplanctónica, de macroinvertebrados bentónicos y los peces.

6.1.1 Fase de campo

6.1.1.1 Comunidades de Productores primarios

Toma de muestra de Perifiton

Para la toma de muestras de ésta comunidad se realizó una inspección de la zona para identificar los sustratos en el que la probabilidad de colonización de especies perifíticas fue la más alta posible. Para lo que se colectaron muestras que cumplieron con las siguientes especificaciones:

- El sustrato debió haber estado sumergido varios días (preferiblemente semanas) en el agua.
- Se colectaron solo aquellos sustratos cuyas características indicaron la existencia de organismos perifíticos, como por ejemplo, la presencia de biopelículas.
- Se colectaron muestras de los sustratos predominantes en el cuerpo de agua (rocas, troncos y hojas).

El método consistió en raspar áreas de 2x2 cm utilizando como referencia un cuadrante o marco de plástico (Fotografía 6-1), para tal fin, se utilizó un pequeño cepillo con cerdas cortas, por su efectividad en los sustratos porosos (Acosta *et al.*, 2009). Se tomó una muestra integrada de diferentes sustratos, con el fin de maximizar la representatividad de las especies perifíticas (Barbour *et al.*, 1999).



Fotografía 6-1. Colecta de perifiton

Una vez realizado el raspado, éste se depositó en recipientes plásticos boca ancha de 150 mL, y se fijaron con una solución de formalina más una solución de Lugol (0,3 mL por cada 100 mL de muestra). Las muestras así colectadas se rotularon y almacenaron para su transporte al laboratorio.

Toma de muestra para fitoplancton

Para la colecta de la muestra de los organismos fitoplanctónicos, se utilizaron “redes” que consisten en una malla cónica con un recipiente en uno de sus extremos que permite filtrar grandes volúmenes de agua, de manera tal que los organismos suspendidos en todo el volumen de agua queden concentrados en el recipiente.

El diámetro de poro de la malla utilizado para la colecta de las muestras de fitoplancton fue de 20 μm , debido a que la mayoría de especies de microalgas presentan tamaños pequeños, especialmente algunas especies de Bacillariophyta (diatomeas). El agua filtrada en las mallas fue tomada directamente del cuerpo de agua mediante un recipiente aforado con lo cual se pudo determinar exactamente el volumen de agua que paso a través de éstas (Véase la Fotografía 6-2). El volumen filtrado se consignó en las planillas de campo y fue tenido en cuenta para el cálculo de la densidad de los organismos colectados.



Fotografía 6-2. Filtrado de volumen conocido en la malla de fitoplancton

El material colectado fue transvasado en recipientes plásticos con capacidad de 150 mL y preservado con una solución de formalina más una solución de Lugol (0,3 mL por cada 100 mL de muestra). Los recipientes con las muestras fueron rotulados con la información correspondiente y se almacenaron para su transporte en neveras de telgopor (Fotografía 6-3).



Fotografía 6-3. Almacenamiento de muestras de fitoplancton

Toma de muestras de Macrófitas Acuáticas

En los diferentes puntos de muestreo, se verifica la presencia de macrófitas acuáticas, y se procede a determinar un transecto de aproximadamente 10 m de longitud, buscando la mayor representatividad de las macrófitas. Se identifican las plantas de “visu” y se indicó su abundancia por cobertura de un cuadrante de 25X25 cm, grillado. En cada sitio de muestreo se ubicaron 16 cuadrantes al azar.

Para la confirmación de las especies se tomó un registro fotográfico de las mismas dentro del cuerpo de agua, posteriormente, se realizó la toma de la muestra, la cual se hizo manualmente procurando incluir todas las partes de las plantas (raíces, hojas, flores, etc.) (Fotografía 6-4).

Una vez colectadas las plantas se lavaron hasta eliminar la mayor cantidad de sedimento posible sin deshacerse de las raíces.



Fotografía 6-4. Determinación de la cobertura de las macrófitas acuáticas

6.1.1.2 Comunidades de Consumidores

Toma de muestra para zooplancton

Para colectar las muestras de la comunidad zooplanctónica se utilizó una malla con un tamaño de poro de 55 μm , con lo que se consigue colectar la mayor parte de rotíferos, cladóceros y copépodos (Acosta, *et al.*, 2009). El agua filtrada en las mallas fue tomada directamente del cuerpo de agua mediante un recipiente aforado con lo cual se pudo determinar exactamente el volumen de agua que paso a través de éstas (Véase la Fotografía 6-5). El volumen filtrado fue anotado en las planillas de campo y tenido en cuenta para el cálculo de los organismos colectados.



Fotografía 6-5. Filtrado de volumen conocido en la malla de zooplancton

El material colectado fue transvasado en recipientes plásticos con capacidad de 150 mL y preservado con formalina al 5% de concentración. Los recipientes con las muestras fueron rotulados con la información correspondiente y se almacenaron para su transporte en neveras de telgopor (Véase la Fotografía 6-6).



Fotografía 6-6. Transvaso y Fijación del zooplancton

Toma de muestra de Macroinvertebrados bentónicos

Para la recolección de macroinvertebrados bentónicos, existen varias metodologías diferentes según características del cuerpo de agua tales como profundidad y tipo de sedimento.

La metodología utilizada consistió en la utilización de una draga Van Veen con un área de dragado de 624 cm² y 5 kilos de peso, la cual fue lanzada desde el bote o canoa, para posteriormente ser izada, depositando su contenido en una bandeja plástica ondulada (Fotografía 6-7).



Fotografía 6-7 Uso de la draga

Una vez recolectada la muestra, se realizó un lavado inicial con la ayuda de un tamiz con diámetro de poro de 250 μm , lo que permitió por un lado disminuir el volumen de muestra al separar el material fino y por otro lado, separar el material de mayor tamaño (rocas, troncos, etc.), reduciendo el daño sobre los ejemplares colectados (Fotografía 6-8). El material tamizado fue depositado en bolsas plásticas con sellado hermético “bolsas ziploc” y se fijaron con solución de formol al 5%. Las muestras así colectadas se rotularon y almacenaron para su transporte al laboratorio.



Fotografía 6-8. Tamizaje en campo

Toma de muestra de la comunidad Íctica

La colecta de la comunidad íctica se realizó mediante la utilización del arte de pesca de mayor uso por los pescadores de cada sitio de muestreo, siendo la atarraya el arte de pesca predominante en todos los sitios reportados (Fotografía 6-9).



Fotografía 6-9. Uso de la atarraya

El uso de este arte de pesca consistió en realizar 5 lances por punto de muestreo, durante un tiempo aproximado de 30 minutos. Posterior a la captura de los peces, se tomó la longitud total, la longitud estándar, el peso y se hizo el respectivo registro fotográfico de cada uno de los ejemplares capturados (Fotografía 6-11). En algunos puntos, aprovechando la presencia de pescadores, y con el fin de enriquecer la información primaria recolectada, se les solicitó acceso a su captura, siendo así como se evaluaron además trasmallos; en los cuales se pudo obtener información de mayor número de espécimen, como se evidencia en la Fotografía 6-11.



Fotografía 6-10. Detalle de la captura obtenida por un pescador con trasmallo en la ciénaga de Convento, en las inmediaciones del Punto 9



Fotografía 6-11. Toma de las medidas morfométricas y el peso de los peces colectados

La información se complementó con la denominación dada a los peces, por parte de pescadores de la zona (nombres comunes o vernáculos), esto con el fin de facilitar y contrastar la identificación de los individuos según las bases de datos utilizadas, por último regresó la ictiofauna capturada al cuerpo de agua (Fotografía 6-12). Así mismo se prestó mucha atención a las especies raras y en peligro de extinción que son protegidas por la ley (Resolución 838 del 23 de febrero de 2013), con el fin de evitar manipulación excesiva de los especímenes.



Fotografía 6-12. Devolución de la ictiofauna colectada al ecosistema

6.1.2 Fase de laboratorio

A continuación se describe cada una de las actividades realizadas durante la fase de laboratorio para cada comunidad.

6.1.2.1 Comunidades de productores primarios

Perifiton

En laboratorio se procedió a la identificación taxonómica de los organismos colectados por muestra, mediante observación directa en un microscopio binocular marca Labomed, para lo cual las muestras son homogenizadas manualmente y observadas al microscopio en aumento de 40X. El conteo de individuos se realizó con el método de Lackey (APHA-AWWA-WPCF, 2012 - 1300C y 1200F), identificando los organismos al nivel taxonómico más bajo posible, para lo que se utilizaron las referencias bibliográficas de Roldan (1988, 2003 y 2008), Campos (2005), y Abbayes *et al*, (1989) Whitford y Shumacher (1969), Streble y Kauter (1987), Vidal Velásquez, (2010) y Wehr and Sheath (2003), se adecuaron a las categorías taxonómicas a las propuestas por Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2014).



Fotografía 6-13. Procesamiento de muestras de fitoperifiton. A) Montaje de la muestra de fitoperifiton por el método de Lackey, B) Identificación y conteo de las microalgas en el microscopio binocular

Fitoplancton

En laboratorio se procedió a la identificación taxonómica de los organismos recolectados mediante observación directa en un microscopio binocular marca Labomed, para lo cual las muestras fueron homogenizadas manualmente y observadas al microscopio en aumento de 40X (Fotografía 6-14). El conteo de individuos se realizó por el método de Lackey (APHA-AWWA-WPCF, 2012 - 1200F).



Fotografía 6-14. Procesamiento de muestras de fitoplancton A) Montaje de la muestra de fitoplancton por el método de Lackey, B) Identificación y conteo de las microalgas en el microscopio binocular

La identificación de las taxas se realizó con la ayuda del material iconográfico de bibliografías reconocidas tales como Roldan (1988, 2003 y 2008), Campos (2005), y Abbayes *et al*, (1989) Whitford y Shumacher (1969), Streble y Kauter (1987), Vidal Velásquez, (2010) y Wehr and Sheath (2003), MMA (2005), se adecuaron a las categorías taxonómicas a las propuestas por Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2014).

Macrófitas acuáticas

La identificación taxonómica de cada organismo se realizó basándose en la observación de las estructuras vegetativas y florales; apoyado en la comparación con el libro malezas acuáticas (*Aquaticweeds*) del Instituto Colombiano Agropecuario –ICA, así como en la bibliografía de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 22 (2012). La clasificación taxonómica se adecuó a las categorías taxonómicas propuestas por TheSpecies 2000 & ITIS Catalogue of Life (Roskov, *et al.*, 2014).

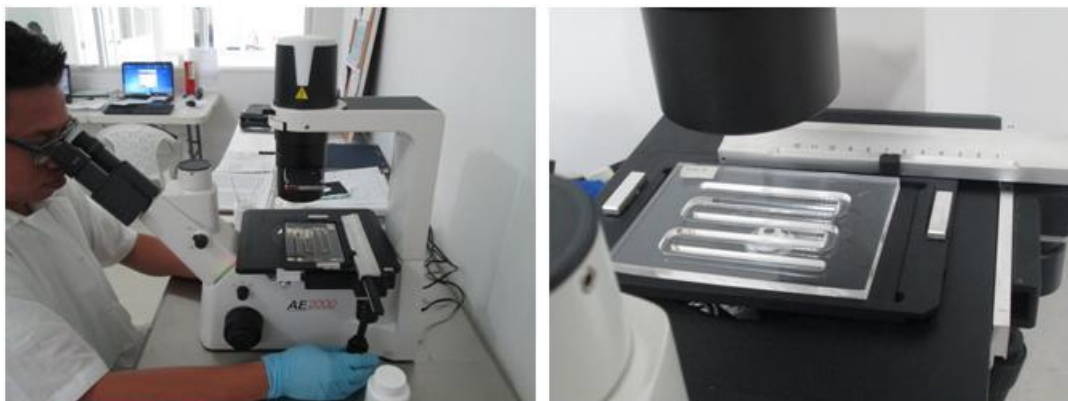
Se tuvieron en cuenta los datos de abundancia relativa tomados durante el muestreo realizado para determinar las especies más abundantes.

6.1.2.2 Comunidades de consumidores

Zooplancton

La identificación taxonómica de los organismos colectados por muestra, se realizó mediante la observación directa en un microscopio invertido marca Motic, para lo cual las muestras

fueron homogenizadas manualmente y observadas al microscopio en aumento de 20X. El conteo de individuos se realizó con placas Bogorov (Fotografía 6-15).



Fotografía 6-15. Identificación y conteo de las muestras de zooplancton en el laboratorio. A) Uso del microscopio invertido, B) Placa Bogorov utilizada

La identificación de las taxas se realizó con la ayuda del material iconográfico de bibliografías reconocidas tales como Streble and Dieter, 1987, Koste, 1978; Paggi, 1995, Gaviria (1988, 1989 1993 a. 1993 b, 1994 y 2000), Korovchinsky y Elias-Gutiérrez (2000), para la clasificación taxonómica se tuvieron en cuenta las categorías taxonómicas propuestas por TheSpecies 2000 & ITIS Catalogue of Life (Roskov, *et al.*, 2014).

Macroinvertebrados bentónicos

Se procedió a realizar un lavado de la muestras, para lo cual se tamizó la totalidad de la muestra en un tamiz de 250 μm de poro de malla, para eliminar los sedimentos finos que acompañan a los macroinvertebrados. Los métodos y técnicas de análisis se siguieron bajo las recomendaciones del Standard Methods en su inciso 10500 (APHA-AWWA-WPCF, 2012). El material resultante se almacenó en bolsas plásticas transparentes, debidamente rotuladas, fijadas con etanol y coloreadas con rosa de bengala. Posteriormente las muestras fueron dispuestas en bandejas blancas y observadas con la ayuda de una lámpara con lupa para separar los organismos del sedimento (Fotografía 6-16 y Fotografía 6-17).



Fotografía 6-16. Procesamiento de muestras de macroinvertebrados bentónicos. A) Lavado de las muestras en el laboratorio y B) coloreado de las muestras con rosa de bengala



Fotografía 6-17. Muestras de macroinvertebrados bentónicos. A) Separación de los organismos del sedimento y B) almacenaje en viales

Los organismos así separados, se identificaron taxonómicamente con ayuda un estereoscopio binocular marca Labomed y un microscopio binocular marca Labomed. Para lo cual se utilizó bibliografía especializada tal como Roldán (1988, 2003 y 2008), Bouchard (2004), Streble & Krauter (1987), Ruiz-Moreno, Ospina-Torres y Riss (2000) Fernández y Domínguez (2001). La clasificación taxonómica se adecuó a la propuesta por TheSpecies 2000 & ITIS Catalogue of Life (Roskov, *et al.*, 2014).

Ictiofauna

Los especímenes recolectados en campo, fueron identificados basándose en literatura especializada tal como Eigenmann (1922), Géry (1977), Galvis *et al.* (1989), Lasso y Manchado-Allison (2000), Galvis *et al.* (2007), Lasso *et al.* (2011). la clasificación taxonómica se basa en las propuestas en TheSpecies 2000 & ITIS Catalogue of Life (Roskov, *et al.*, 2014) y Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2015.

6.1.3 Fase de Gabinete

Se organizaron los datos primarios de cada comunidad en tablas, expresando los resultados en términos de células por unidad de área, para el perifiton (Células/cm²); células por unidad de volumen, para fitoplancton (Células/L), organismos por unidad de volumen para el zooplancton (Organismos/L); organismos por unidad de área (Organismos/m²), para los macroinvertebrados bentónicos. El cálculo de la densidad en cada caso se realizó empleando las fórmulas APHA-AWWA-WPCF (2012). Con dichos datos estandarizados se procedió a realizar los cálculos para la determinación de los índices ecológicos, la bioindicación y los análisis multivariados.

6.1.3.1 Índices ecológicos

A partir del informe Brundtland en 1987, el mundo es concebido como un sistema global cuyas partes están interrelacionadas considerándose el concepto de desarrollo sostenible como un proceso multidimensional que afecta los sistemas económico, ecológico y social pasando a ser una variable a tener en cuenta en las decisiones de política económica. Sin embargo, en los últimos años, una de las cuestiones más preocupantes ha sido el conocer si realmente se siguen pautas de sustentabilidad, es decir, si se tienen indicadores que nos alerten sobre la evolución positiva o negativa de este proceso. Aunque, la ambigüedad del propio concepto dificulta esta tarea, se han ido elaborando algunos indicadores que muestran aspectos de las tres dimensiones (Durán, sf). Con el fin de evaluar los sistemas ecológicos, en este informe se calcularon algunos índices ecológicos de biodiversidad.

La Biodiversidad también llamada diversidad biológica, hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra. Existen diversos tipos de índices, los de diversidad de especies, que se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (diversidad alfa); dentro de éstos se diferencian distintos métodos en función de las variables biológicas que miden; así, los hay basados en la cuantificación del número de especies y son los denominados índices de riqueza; también están los basados en la estructura de la comunidad, es decir en la distribución proporcional de la importancia de cada especie, los cuales se clasifican en índices de dominancia y en índices de equidad. Por lo tanto es conveniente presentar valores tanto de riqueza como de la estructura de la comunidad.

Cada uno de los índices es unidimensional y de lectura limitada, por lo que las comparaciones y valoraciones de la diversidad son incompletas en éstos términos, es decir, no es posible comparar valores entre distintos índices, por lo tanto se hace necesario la descripción de varios índices con el fin de detallar de la mejor manera las variaciones que

puede tener el ecosistema en el tiempo. Es así como las mediciones de riqueza y abundancia relativa se han convertido en estándares básicos de índices ecológicos.

Se analizó la abundancia por especies de cada comunidad usando el programa Microsoft Excel®, así como el paquete ecológico Primer V5 ® (2001) para calcular los índices de diversidad: Margalef (d), Shannon-Wiener (H'), predominio de Simpson (λ') y Uniformidad de Pielou (J'). Por otra parte, se determinó la bioindicación de cada una de las taxas o morfoespecies y se calcularon índices específicos para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. Para una mejor interpretación se detallan los índices utilizados y el análisis realizado.

Total de especies

Representa un índice de riqueza. Se representa por la letra S.

Individuos totales

Individuos totales o número total de individuos en la estación, se representa con la letra N.

Índice de diversidad de Margalef

Varía con el tamaño de la muestra y tiene en cuenta la relación ente el número de especies y el número total de individuos (Moreno, 2001). Se calcula con la siguiente ecuación:

$$D = (S-1) / (\ln N)$$

Donde, S= número de especies y N=número total de individuos. Este índice varía entre 0 y 30, cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiene a 0 (Roldán y Ramírez, 2008). Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad. Las limitaciones de este índice son grandes pues el resultado para un ecosistema de tres especies con 50 individuos de cada una de ellas, será el mismo que para un ecosistema con tres especies donde una de ellas tenga 120 individuos, los 30 restantes se repartan entre las otras dos especies.

Índice de Simpson

También conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia. Permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa (Moreno, 2001). El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie y está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes sin evaluar la contribución del resto de especies (Moreno, 2001). El índice más utilizado es lambda prima (λ') que se calcula de la siguiente manera:

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

Este índice varía entre 0 y 1; cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta, cuando el índice tiende a 1, la existen especies dominantes (Roldán y Ramírez, 2008).

Índice de Shannon-Wiener

Es un estadístico utilizado como índice de diversidad muy utilizado. Tiene en cuenta la equidad de la muestra, es decir que tiene en cuenta la abundancia de todas las especies y es independiente del tamaño de la muestra (Moreno, 2001). Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^n (n_i/n) \ln(n_i/n)$$

Donde n_i/n es la proporción de individuos de cada especie en el número total de organismos en la muestra. Como se indicó anteriormente, éste índice da resultados de 0.0-5.0 bits/individuo; valores de 0.0-1.5 bits demuestran aguas muy contaminadas, de 1.5-3.0 bits/individuo, medianamente contaminadas; y 3.0-5.0 bits/individuos, aguas muy limpias (Roldán y Ramírez, 2008).

Índice de Uniformidad o de Equidad de Pielou

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

Este índice aplicado es la equitatividad o uniformidad, que corresponde al cociente entre la diversidad real y la máxima, indicando en los valores próximos a uno (1) que la comunidad está equilibrada. El índice se calcula de por medio de la siguiente fórmula:

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

6.1.3.2 Biotopos

Para la comunidad de macrófitas acuáticas se incluyó la propuesta de caracterización de los biotopos de Schmidt-Mumm (1988), quien distinguen tres biotopos principales, plantas errantes, plantas enraizadas en un sedimento y plantas aplicadas al sustrato

- 1) Las plantas errantes, sin raíces o éstas colgando en el agua (**PLEUSTOPHYTA**)
 - a) plantas que están sobre la superficie del agua, usan del CO₂ atmosférico, (**Acropleustophyta**)
 - b) plantas que están entre dos aguas, cuyo uso del CO₂ se realiza del agua (**Mesopleustophyta**).
- 2) Para las plantas enraizadas en un sedimento (**RIZOPHYTA**) se incluyen tres tipos
 - a) Estructura vegetativa la mayor parte del tiempo está por encima del agua, y usan del CO₂ atmosférico, grupo de plantas pasa gradualmente a la vegetación terrestre (**Helophyta**),
 - b) plantas cuya estructura vegetativa usualmente sumergida pero con hojas flotantes que se encuentran parcialmente en contacto con la atmósfera, pueden utilizar el CO₂ del aire (**Ephydata**);
 - c) plantas cuya estructura vegetativa está enteramente sumergida, con la flor o inflorescencia frecuentemente por encima del agua, uso exclusivo del CO₂ del agua (**Hyphydata**); dentro de éstas últimas se destacan
 - i) las plantas de tallos largos o con rizomas rastreros y ramas largas y flexibles (**Vittata**)
 - ii) y las plantas de tallo corto o comprimido y hojas en rosetas basales (**Rosulata**);
- 3) Las plantas aplicadas al sustrato, raíces o rizoides modificados (hapterios) para adherirse al sustrato, frecuentemente presentan un marcado ritmo estacional (**HAPTOPHYTA**).

Roldán (1992) en su libro fundamentos de limnología neotropical indica la presencia de solo 3 tipos de biotopos correspondientes a:

Plantas flotantes: Son aquellas cuyas hojas se mantienen sobre la superficie del agua y las raíces pueden estar o no adheridas al fondo. Es obvio que el mantenimiento de un nivel de agua adecuado es fundamental para su supervivencia (Roldan y Ramírez, 2008).

Plantas sumergidas: Son las que contemplan todo su ciclo biológico dentro del agua, pero sus flores pueden salir a la superficie. Entre estas plantas, las más comunes son las pertenecientes a la familia Hydrocharitaceae, conocidas comúnmente como elodeas (Roldan y Ramírez, 2008).

Plantas emergentes: Crecen firmemente en el fondo de áreas poco profundas y la mayor parte de sus tallos y hojas viven por encima del agua; son generalmente rígidas y no dependen de esta para su soporte. Muchas especies no son verdaderamente acuáticas, pero pueden vivir en suelos o sumergidas por períodos considerables (Roldan y Ramírez, 2008).

6.1.3.3 El método BMWP

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica.

Este índice da puntuación a 131 familias de macroinvertebrados que son utilizados como indicadores, de acuerdo con la correspondiente sensibilidad a la contaminación. La suma de los valores de todas las familias identificadas da un valor final del índice que nos permite clasificar los puntos de control en 5 clases, cada una de las cuales corresponde a un nivel diferente de calidad ecológica de las aguas.

El índice BMWP, asigna los valores de cinco clases de calidad. La clase I indica mejor calidad de agua y la V indica una calidad de agua más deficiente (Véase la Tabla 6-1). Los valores intermedios entre las clases (cinco puntos por abajo y por arriba del límite marcado entre dos clases), se considera transición entre ambas y se dibujan con trazos alternos de los dos colores para las representaciones cartográficas.

Tabla 6-1 Código de colores y calidad de las aguas según el valor del BMWP.

| VALOR BMWP´ | CLASE DE AGUA | CALIDAD DEL AGUA |
|--------------------------------|---------------|---|
| BMWP´ > 150 | Clase I(a) | Aguas muy limpias. |
| 101 < BMWP´ < 120 | Clase I(b) | Aguas no contaminadas o no alteradas sensiblemente. |
| 61 < BMWP´ < 100 | Clase II | Son evidentes algunos efectos de contaminación. |
| 36 < BMWP´ < 60 | Clase III | Aguas contaminadas. |
| 16 < BMWP´ < 35 | Clase IV | Aguas muy contaminadas |
| BMWP´ < 15 | Clase V | Aguas fuertemente contaminadas. |

Para la versión colombiana del índice, se mantienen las cinco clases de calidad de aguas resultantes de la suma de la puntuación obtenida por las familias encontradas en un ecosistema determinado. El total de los puntos se designan como valores BMWP/Col. De acuerdo al con el puntaje obtenido en cada situación, se identifican las distintas clases de agua tal como se muestra en la Tabla 6-2:

Tabla 6-2. Significado de los valores de BMWP/Col

| CLASE | CALIDAD | BMWP/Co | SIGNIFICADO | COLOR |
|-------|-------------|------------------|------------------------------------|----------|
| I | Buena | > 150 101-120 | Aguas muy limpias Aguas limpias | Azul |
| II | Aceptable | 61 – 100 | Aguas ligeramente contaminadas | Verde |
| III | Dudosa | 36 – 60 | Aguas moderadamente contaminadas | Amarillo |
| IV | Crítica | 16 – 35 | Aguas muy contaminadas | Naranja |
| V | Muy Crítica | < 15 | Aguas fuertemente contaminadas | Rojo |

6.1.3.4 Índice ASPT

El puntaje promedio por taxón conocido como ASPT (Average Score por taxón), es igual al puntaje total BMWP dividido entre el número de taxa, es un índice particularmente valioso para la evaluación del sitio de estudio. Los valores bajos del ASPT asociados a un puntaje bajo de BMWP indicarán condiciones graves de contaminación (Roldan, 2003). La clasificación propuesta para el índice y su significado ecológico se observa en la Tabla 6-3.

Tabla 6-3. Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice ASPT. Propuesta de Arango *et al.* (2003).

| CLASE | CALIDAD | ASPT | SIGNIFICADO | COLOR |
|-------|-------------|-------------------|--|----------|
| I | Buena | >9 – 10 >8 - 9 | Aguas muy limpias Aguas no contaminadas | AZUL |
| II | Aceptable | >6.5 - 8 | Ligeramente contaminada: Se evidencian efectos de la contaminación | VERDE |
| III | Dudosa | >4.5 – 6.5 | Aguas moderadamente contaminadas | AMARILLO |
| IV | Crítica | >3 – 4.5 | Aguas muy contaminadas | NARANJA |
| V | Muy Crítica | 1 - 3 | Aguas fuertemente contaminadas situación crítica | ROJO |

6.1.3.5 Determinación de especies en peligro de extinción

Con el fin de establecer la existencia de especies en veda, amenazadas o en peligro, se analizó el listado de especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MMAVDT) en la resolución número 383 de 2010, la cual se fundamenta en la información consignada en la serie “Libros rojos de especies amenazadas de Colombia”, según la cual las especies colombianas con algún riesgo de extinción, las cuales se identifican como sigue:

Tabla 6-4. Categorías de especies con algún riesgo para la extinción (humbolt.org.co)

| Categoría | Significado |
|-----------|-----------------------------|
| EX | Extinto |
| EW | Extinto en Estado Silvestre |
| CR | En Peligro Crítico |
| EN | En Peligro |
| VU | Vulnerable |
| NT | Casi Amenazado |
| DD | Datos Deficientes |
| LC | Preocupación Menor |

Hay que tener en cuenta que para la determinación de una especie se hace necesario indicar la cuenca hidrográfica de Colombia a la cual pertenece, ya sea Amazonas, Orinoco, Magdalena, Catatumbo, Atrato o Pacífico.

6.1.3.6 Análisis de similaridad

Previo a la realización de los análisis de similaridad entre los días de monitoreo, se verificó si los datos provienen o no de una distribución normal, para lo cual se verificó que el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada presentaran valores entre -2 y 2, indicativo de que no hay desviaciones de la normalidad; siendo así, se procedió a realizar un análisis de Anova simple para evaluar las diferencias entre las medias; caso contrario, cuando los datos no provinieron de una distribución normal, se recurrió a la estadística no paramétrica, para determinar las diferencias entre las medianas, así se utilizó un análisis de Kruskal-Wallis. Igualmente se realizó para determinar la similaridad de los puntos de monitoreo, solo que se decidió trabajar con uno de los índices más utilizados en ecología, el índice de similaridad de Bray-Curtis, con el cual se realizó un análisis gráfico (dendograma) y se evaluó la similaridad de los puntos de monitoreo con un 50% de confianza.

6.1.3.7 Realización de mapas

Se realizó una representación gráfica utilizando símbolos graduados para el índice de contaminación BMWP/Col y para la distribución de los peces se utilizaron imágenes que indican la abundancia absoluta. En lo que corresponde a las comunidades de fitoplancton, zooplancton, perifiton y Macroinvertebrados bentónicos se implementaron gráficos circulares (tortas) basados en su abundancia relativa. En la elaboración de los mapas se utilizó el software ArcGis versión 10.1 donde se tuvo en cuenta el sistema de referencia geocéntrico adoptado en Colombia MAGNA-SIRGAS (IGAC, 2004) y las coordenadas proyectadas planas de Gauss-Kruger. La representación de las masas de agua se hizo en forma aproximada y no pretende en ningún momento ser indicadora de los límites reales del espejo de agua.

6.1.4 Controles de calidad

Los criterios de aceptación para el control de la calidad de los análisis de las muestras de plancton (fitoplancton y zooplancton) y perifiton fueron dos. El primer control fue el conteo de tantas alícuotas como fueran necesarias hasta lograr la estabilización de la curva de acumulación de especies y el segundo consistió en mantener como error de recuento el 20%, con un nivel de confianza del 95%, lo que se logra mediante el conteo mínimo de 100 células (unidades naturales).

Los criterios de aceptación para el control de la calidad del análisis de las muestras de macroinvertebrados bentónicos se realizaron en primera instancia en la separación, con la verificación de una muestra al azar manteniendo como criterio el conteo de menos de 10 organismos; el segundo criterio se estableció en la precisión del ensayo mediante la repetibilidad del análisis lo que consistió en la verificación de la identificación de las familias así como del conteo de los organismos colectados.

Los criterios de aceptación para la ictiofauna y las macrófitas acuáticas consisten en la verificación de la identificación taxonómica realizada en campo, utilizando el registrito fotográfico interno (Base de Datos – Registro Fotográfico De Ictiofauna y Registro Fotográfico de macrófitas acuáticas) así como la bibliografía de los documentos externos que aplique. Se debe tener en cuenta que la verificación se hace sobre el 100% de los registros fotográficos tomados en campo o muestras analizadas, en caso de error en campo, se corrige la identificación taxonómica.

7 RESULTADOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN CUERPOS DE AGUA

7.1 RESULTADOS CUERPOS DE AGUA

A continuación se presentan los resultados de los diferentes parámetros físico-químicos y biológicos de cuerpos de agua monitoreados, junto con su comparación respecto al cumplimiento de los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020, establecidas en la Resolución No. 000258 de fecha 13 de abril de 2011.

7.1.1 Ciénaga del Convento

7.1.1.1 Resultados de las mediciones de campo

En las Tablas 7-1 a 7-10 se presentan los resultados obtenidos en campo para los diez puntos evaluados en esta ciénaga.

Tabla 7-1. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga Convento.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| OCTUBRE 31 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:00 | 7,24 | 1,93 | 2,7 | 28 | 28,8 | 27,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:00 | 7,35 | 1,94 | 2,8 | 36 | 28,3 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:00 | 7,42 | 1,94 | 3,1 | 41 | 28,5 | 27,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:00 | 7,39 | 1,92 | 2,6 | 34 | 28,6 | 27,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:00 | 7,21 | 1,92 | 2,4 | 31 | 28,4 | 27,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:00 | 7,32 | 1,91 | 2,9 | 38 | 28,1 | 27,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:00 | 7,56 | 1,92 | 2,6 | 34 | 28,9 | 27,5 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:30 | 7,27 | 1,93 | 3,0 | 34 | 28,6 | 27,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:30 | 7,19 | 1,92 | 2,7 | 35 | 28,3 | 27,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:30 | 7,18 | 1,94 | 2,3 | 30 | 28,4 | 27,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:30 | 7,54 | 1,92 | 2,6 | 34 | 28,6 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:30 | 7,62 | 1,96 | 2,9 | 38 | 28,0 | 27,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:30 | 7,35 | 1,94 | 2,9 | 38 | 28,3 | 27,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:30 | 7,67 | 1,93 | 2,8 | 36 | 28,2 | 27,1 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:00 | 7,25 | 1,93 | 2,8 | 28 | 28,0 | 27,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 7,35 | 1,93 | 2,7 | 36 | 28,5 | 27,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 7,39 | 1,94 | 3,1 | 31 | 28,6 | 27,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 7,26 | 1,92 | 2,6 | 34 | 28,4 | 27,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 7,24 | 1,91 | 2,4 | 38 | 28,1 | 27,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 7,21 | 1,92 | 2,9 | 35 | 28,0 | 27,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 7,58 | 1,93 | 2,3 | 34 | 28,8 | 27,5 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 03 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:15 | 7,39 | 1,93 | 2,9 | 28 | 27,2 | 28,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:15 | 7,24 | 1,94 | 2,6 | 31 | 27,5 | 28,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:15 | 7,21 | 1,94 | 2,3 | 34 | 28,4 | 28,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:15 | 7,58 | 1,94 | 2,8 | 36 | 28,5 | 28,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:15 | 7,33 | 1,91 | 2,7 | 34 | 28,9 | 28,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:15 | 7,36 | 1,92 | 2,9 | 38 | 27,3 | 28,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:15 | 7,39 | 1,92 | 2,6 | 32 | 27,5 | 28,0 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 04 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:45 | 7,36 | 1,92 | 2,6 | 31 | 29,0 | 32,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:45 | 7,39 | 1,92 | 2,8 | 28 | 30,1 | 32,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:45 | 7,58 | 1,94 | 2,3 | 34 | 30,5 | 32,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:45 | 7,44 | 1,93 | 2,5 | 30 | 30,1 | 33,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:45 | 7,49 | 1,91 | 2,7 | 29 | 30,4 | 33,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:45 | 7,33 | 1,92 | 2,9 | 36 | 30,3 | 33,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:45 | 7,36 | 1,92 | 2,6 | 33 | 30,3 | 32,0 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-2. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga Convento.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| OCTUBRE 31 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:45 | 7,60 | 2,10 | 3,4 | 44 | 29,7 | 27,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:45 | 7,26 | 2,20 | 3,6 | 48 | 29,9 | 27,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:45 | 7,66 | 2,09 | 3,2 | 43 | 29,4 | 27,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:45 | 7,49 | 2,06 | 3,9 | 52 | 29,1 | 27,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:45 | 7,55 | 2,04 | 3,7 | 44 | 29,2 | 27,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:45 | 7,67 | 2,12 | 3,4 | 45 | 29,6 | 27,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:45 | 7,72 | 2,19 | 3,2 | 43 | 29,2 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:48 | 7,52 | 2,15 | 3,7 | 44 | 29,8 | 27,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:48 | 7,56 | 2,18 | 3,9 | 50 | 29,2 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:48 | 7,55 | 2,23 | 3,6 | 48 | 29,6 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:48 | 7,81 | 2,19 | 3,8 | 50 | 29,3 | 27,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:48 | 7,76 | 2,23 | 3,5 | 47 | 29,4 | 27,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:48 | 7,61 | 2,21 | 3,6 | 47 | 28,9 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:48 | 7,59 | 2,17 | 3,9 | 51 | 28,5 | 27,0 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:10 | 7,50 | 2,11 | 3,5 | 45 | 30,0 | 28,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:10 | 7,66 | 2,20 | 3,4 | 49 | 30,1 | 28,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:10 | 7,58 | 2,16 | 3,2 | 50 | 30,0 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:10 | 7,53 | 2,12 | 3,6 | 55 | 30,2 | 30,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:10 | 7,65 | 2,22 | 3,6 | 45 | 30,9 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:10 | 7,55 | 2,15 | 3,5 | 43 | 30,4 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:10 | 7,54 | 2,18 | 3,4 | 46 | 30,5 | 30,4 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 03 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:30 | 7,20 | 2,12 | 3,4 | 43 | 29,6 | 27,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:30 | 7,60 | 2,09 | 3,6 | 49 | 29,9 | 27,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:30 | 7,39 | 2,10 | 3,9 | 45 | 29,5 | 27,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:30 | 7,66 | 2,21 | 3,1 | 44 | 29,5 | 27,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:30 | 7,58 | 2,04 | 3,7 | 48 | 29,6 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:30 | 7,72 | 2,09 | 3,5 | 43 | 29,2 | 27,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:30 | 7,67 | 2,06 | 3,2 | 45 | 29,3 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 04 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:00 | 7,62 | 2,18 | 3,0 | 44 | 29,5 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:00 | 7,23 | 2,21 | 3,6 | 49 | 29,5 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:00 | 7,42 | 2,08 | 3,1 | 41 | 29,2 | 31,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:00 | 7,70 | 2,06 | 3,2 | 45 | 29,9 | 33,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:00 | 7,62 | 2,09 | 3,2 | 44 | 29,8 | 33,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:00 | 7,75 | 2,09 | 3,5 | 48 | 29,6 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:00 | 7,69 | 2,06 | 3,3 | 45 | 29,4 | 32,1 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-3. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga Convento.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| OCTUBRE 31 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:15 | 7,42 | 2,05 | 3,0 | 37 | 29,5 | 27,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:15 | 7,44 | 2,09 | 3,2 | 43 | 29,2 | 27,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:15 | 7,45 | 2,08 | 3,6 | 48 | 29,6 | 27,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:15 | 7,62 | 2,10 | 3,7 | 49 | 29,7 | 27,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:15 | 7,57 | 2,17 | 3,5 | 47 | 29,4 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:15 | 7,61 | 2,25 | 3,4 | 45 | 29,6 | 27,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:15 | 7,33 | 2,14 | 3,0 | 40 | 29,6 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:00 | 7,49 | 2,08 | 3,2 | 42 | 29,1 | 27,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:00 | 7,51 | 2,12 | 3,6 | 48 | 29,1 | 27,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:00 | 7,37 | 2,30 | 3,1 | 41 | 29,6 | 27,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:00 | 7,46 | 2,21 | 3,4 | 45 | 29,1 | 27,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:00 | 7,42 | 2,19 | 3,0 | 40 | 29,3 | 27,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:00 | 7,35 | 2,07 | 3,6 | 48 | 29,2 | 27,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:00 | 7,45 | 2,35 | 3,2 | 43 | 29,6 | 27,4 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:20 | 7,50 | 2,06 | 3,0 | 36 | 29,6 | 28,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:20 | 7,80 | 2,08 | 3,2 | 35 | 29,5 | 28,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:20 | 7,77 | 2,11 | 2,9 | 30 | 29,6 | 29,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:20 | 7,55 | 2,05 | 2,8 | 39 | 29,4 | 29,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:20 | 7,59 | 2,19 | 3,1 | 41 | 30,1 | 29,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:20 | 7,49 | 2,25 | 3,1 | 42 | 30,0 | 30,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:20 | 7,59 | 2,40 | 3,4 | 49 | 30,5 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 03 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:45 | 7,44 | 2,09 | 3,0 | 48 | 29,5 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:45 | 7,51 | 2,05 | 3,2 | 37 | 29,2 | 27,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:45 | 7,45 | 2,10 | 3,0 | 48 | 29,6 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:45 | 7,50 | 2,08 | 3,7 | 49 | 29,8 | 27,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:45 | 7,55 | 2,25 | 3,5 | 39 | 29,8 | 27,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:45 | 7,48 | 2,19 | 3,8 | 40 | 29,6 | 27,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:45 | 7,49 | 2,20 | 3,4 | 41 | 29,6 | 27,8 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 04 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:15 | 7,51 | 2,25 | 3,5 | 42 | 28,2 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:15 | 7,49 | 2,28 | 3,0 | 48 | 28,5 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:15 | 7,44 | 2,22 | 3,8 | 47 | 28,2 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:15 | 7,50 | 2,18 | 3,6 | 45 | 29,1 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:15 | 7,62 | 2,20 | 3,0 | 41 | 28,3 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:15 | 7,55 | 2,18 | 3,5 | 44 | 29,5 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:15 | 7,52 | 2,19 | 3,1 | 43 | 29,2 | 30,4 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-4. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga Convento.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| OCTUBRE 31 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:14 | 8,63 | 2,29 | 4,06 | 51,4 | 25,4 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:14 | 8,57 | 2,29 | 4,16 | 55,7 | 30,0 | 28,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:14 | 8,54 | 2,27 | 4,40 | 66,2 | 30,9 | 29,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:14 | 8,59 | 2,27 | 5,35 | 71,9 | 30,0 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:14 | 8,82 | 2,26 | 3,96 | 44,6 | 30,8 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:14 | 8,90 | 2,26 | 4,67 | 40,2 | 30,8 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:14 | 9,03 | 2,26 | 3,35 | 47,0 | 31,0 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:45 | 8,54 | 2,29 | 3,97 | 47,8 | 28,9 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:45 | 8,58 | 2,29 | 4,06 | 52,1 | 29,9 | 28,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:45 | 8,55 | 2,28 | 5,01 | 65,0 | 29,1 | 29,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:45 | 8,44 | 2,26 | 5,33 | 71,6 | 28,7 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:45 | 8,75 | 2,26 | 4,10 | 54,1 | 30,7 | 32,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:45 | 8,84 | 2,26 | 3,96 | 52,1 | 30,8 | 29,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:45 | 9,01 | 2,26 | 4,05 | 48,9 | 31,1 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:30 | 8,57 | 2,30 | 4,02 | 51,4 | 25,4 | 29,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:30 | 8,55 | 2,33 | 4,01 | 51,3 | 25,3 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:30 | 8,51 | 2,29 | 4,05 | 59,8 | 25,5 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:30 | 8,56 | 2,28 | 4,01 | 53,0 | 25,5 | 30,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:30 | 8,49 | 2,30 | 4,00 | 51,0 | 25,8 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:30 | 8,50 | 2,30 | 4,03 | 59,0 | 22,4 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:30 | 8,52 | 2,34 | 4,02 | 52,0 | 25,5 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 03 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:05 | 9,03 | 2,26 | 4,40 | 51,4 | 31,0 | 28,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:05 | 8,92 | 2,26 | 5,35 | 71,9 | 30,8 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:05 | 8,84 | 2,26 | 3,96 | 66,2 | 30,8 | 29,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:05 | 8,62 | 2,30 | 4,67 | 44,5 | 30,0 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:05 | 8,55 | 2,29 | 4,44 | 40,2 | 29,9 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:05 | 8,59 | 2,29 | 4,16 | 47,2 | 30,0 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:05 | 9,03 | 2,30 | 4,42 | 41,8 | 25,4 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 04 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:30 | 8,90 | 2,30 | 4,05 | 40,8 | 25,0 | 28,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:30 | 8,82 | 2,29 | 4,14 | 40,1 | 24,9 | 29,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:30 | 8,88 | 2,29 | 4,35 | 65,5 | 25,1 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:30 | 8,91 | 2,27 | 5,31 | 66,4 | 25,3 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:30 | 8,90 | 2,26 | 3,92 | 40,2 | 25,5 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:30 | 8,89 | 2,27 | 5,55 | 71,5 | 25,4 | 29,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:30 | 8,88 | 2,29 | 5,58 | 71,2 | 25,5 | 30,6 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-5. Resultados de Campo. Punto 5-Ciénaga Convento.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|--------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| OCTUBRE 24 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:10 | 9,09 | 2,29 | 13,9 | 193 | 34,6 | 37,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:10 | 9,15 | 2,28 | 15,9 | 227 | 34,7 | 38,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:10 | 9,17 | 2,30 | 16,2 | 233 | 34,9 | 38,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:10 | 9,14 | 2,29 | 17,3 | 248 | 34,1 | 37,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:10 | 9,18 | 2,35 | 18,1 | 260 | 32,7 | 36,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:10 | 9,20 | 2,40 | 16,5 | 240 | 32,3 | 36,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:10 | 9,16 | 2,31 | 17,5 | 251 | 32,1 | 36,0 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 25 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:20 | 9,10 | 2,30 | 13,1 | 189 | 34,0 | 37,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:20 | 9,13 | 2,32 | 14,9 | 220 | 34,2 | 37,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:20 | 9,15 | 2,29 | 16,0 | 230 | 34,5 | 37,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:20 | 9,18 | 2,35 | 16,9 | 240 | 34,6 | 38,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:20 | 9,19 | 2,31 | 18,0 | 257 | 33,1 | 37,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:20 | 9,20 | 2,37 | 16,7 | 242 | 32,7 | 37,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:20 | 9,16 | 2,40 | 17,0 | 250 | 32,1 | 36,0 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 26 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:50 | 9,00 | 2,33 | 14,2 | 208 | 34,5 | 37,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:50 | 9,10 | 2,37 | 15,1 | 217 | 34,6 | 37,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:50 | 9,09 | 2,40 | 16,0 | 231 | 34,7 | 37,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:50 | 9,12 | 2,31 | 17,6 | 246 | 34,7 | 37,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:50 | 9,14 | 2,29 | 18,0 | 260 | 33,9 | 37,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:50 | 9,19 | 2,30 | 16,8 | 242 | 37,0 | 37,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:50 | 9,20 | 2,31 | 17,0 | 249 | 36,5 | 36,5 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 27 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:40 | 9,05 | 2,39 | 14,1 | 202 | 32,1 | 34,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:40 | 9,09 | 2,32 | 15,0 | 230 | 32,3 | 34,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:40 | 9,10 | 2,31 | 15,8 | 235 | 32,4 | 34,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:40 | 9,13 | 2,29 | 17,3 | 240 | 32,6 | 35,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:40 | 9,19 | 2,40 | 17,8 | 248 | 32,5 | 34,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:40 | 9,17 | 2,37 | 16,9 | 240 | 32,1 | 34,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:40 | 9,20 | 2,35 | 17,9 | 252 | 32,0 | 34,2 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:15 | 9,20 | 2,33 | 18,0 | 257 | 32,0 | 34,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:15 | 9,10 | 2,35 | 17,6 | 245 | 32,1 | 34,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:15 | 9,15 | 2,40 | 16,9 | 239 | 32,4 | 34,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:15 | 9,17 | 2,31 | 17,4 | 240 | 32,5 | 35,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:15 | 9,13 | 2,29 | 15,8 | 233 | 32,3 | 35,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:15 | 9,12 | 2,36 | 14,9 | 225 | 32,0 | 34,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:15 | 9,16 | 2,38 | 16,2 | 235 | 31,7 | 34,0 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-6. Resultados de Campo. Punto 6-Ciénaga Convento.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|--------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| OCTUBRE 24 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:20 | 9,68 | 2,30 | 11,51 | 156 | 29,5 | 34,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:20 | 9,36 | 2,32 | 10,71 | 173,5 | 28,4 | 32,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:20 | 9,71 | 2,30 | 14,16 | 198,9 | 23,6 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:20 | 9,66 | 2,29 | 15,27 | 199,1 | 24,3 | 31,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:20 | 9,60 | 2,33 | 16,33 | 205,0 | 33,7 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:20 | 9,69 | 2,29 | 14,94 | 199,0 | 33,2 | 32,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:20 | 9,49 | 2,27 | 15,55 | 215,0 | 33,0 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 25 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:30 | 9,18 | 2,31 | 10,72 | 174,5 | 28,4 | 32,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:30 | 9,09 | 2,97 | 11,71 | 159,3 | 29,7 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:30 | 9,38 | 2,30 | 13,19 | 202,0 | 24,7 | 33,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:30 | 9,30 | 2,28 | 14,92 | 198,7 | 29,3 | 33,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:30 | 9,46 | 2,29 | 14,39 | 199,8 | 33,6 | 34,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:30 | 9,31 | 2,29 | 14,37 | 202,1 | 33,4 | 34,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:30 | 9,16 | 2,29 | 15,31 | 214,0 | 33,1 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 26 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:45 | 9,11 | 2,99 | 11,89 | 162,7 | 29,3 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:45 | 9,14 | 2,23 | 11,13 | 153,7 | 30,8 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:45 | 9,38 | 2,28 | 12,61 | 177,0 | 23,2 | 31,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:45 | 9,39 | 2,30 | 12,81 | 179,9 | 27,2 | 32,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:45 | 9,45 | 2,29 | 12,99 | 184,9 | 33,4 | 32,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:45 | 9,07 | 2,29 | 13,21 | 132,1 | 33,0 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:45 | 8,96 | 2,29 | 15,19 | 217,0 | 33,2 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 27 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:30 | 9,13 | 2,32 | 11,26 | 162,5 | 30,3 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:30 | 9,11 | 2,34 | 11,96 | 159,3 | 30,1 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:30 | 9,38 | 2,30 | 12,20 | 175,7 | 25,1 | 32,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:30 | 9,41 | 2,29 | 12,50 | 175,7 | 29,2 | 32,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:30 | 9,46 | 2,28 | 12,77 | 177,0 | 33,3 | 33,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:30 | 9,30 | 2,29 | 13,43 | 178,8 | 32,9 | 33,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:30 | 8,99 | 2,28 | 14,90 | 204,0 | 33,2 | 33,7 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:35 | 9,12 | 2,30 | 12,01 | 157,5 | 30,4 | 31,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:35 | 9,01 | 2,96 | 12,91 | 174,9 | 27,3 | 30,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:35 | 9,36 | 2,30 | 11,85 | 169,2 | 25,7 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:35 | 9,42 | 2,29 | 13,19 | 189,9 | 29,7 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:35 | 9,47 | 2,29 | 15,17 | 194,3 | 33,4 | 31,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:35 | 9,75 | 2,30 | 15,01 | 191,7 | 33,1 | 33,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:35 | 8,94 | 2,28 | 14,19 | 209,5 | 33,3 | 34,0 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-7. Resultados de Campo. Punto 7-Ciénaga Convento.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|--------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| OCTUBRE 24 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:50 | 9,16 | 2,27 | 12,65 | 181,6 | 37,4 | 32,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:50 | 9,30 | 2,28 | 11,07 | 174,7 | 31,7 | 23,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:50 | 9,45 | 2,30 | 10,99 | 150,7 | 29,6 | 29,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:50 | 9,20 | 2,23 | 11,32 | 157,0 | 30,7 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:50 | 8,66 | 2,22 | 11,45 | 156,5 | 32,9 | 32,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:50 | 8,25 | 2,23 | 10,30 | 129,9 | 32,2 | 32,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:50 | 8,24 | 2,24 | 9,44 | 132,7 | 32,5 | 32,5 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 25 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:45 | 9,15 | 2,24 | 13,10 | 182,5 | 27,5 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:45 | 9,20 | 2,26 | 12,06 | 172,6 | 27,9 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:45 | 9,25 | 2,27 | 11,22 | 161,7 | 28,2 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:45 | 9,29 | 2,29 | 11,32 | 170,1 | 29,7 | 32,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:45 | 8,66 | 2,23 | 11,41 | 160,0 | 32,9 | 34,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:45 | 8,55 | 2,29 | 10,50 | 150,0 | 32,8 | 33,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:45 | 8,23 | 2,25 | 9,19 | 130,0 | 33,0 | 34,5 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 26 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:00 | 9,16 | 2,26 | 13,06 | 189,4 | 27,8 | 29,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:00 | 9,21 | 2,27 | 12,70 | 179,9 | 28,1 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:00 | 9,25 | 2,28 | 10,94 | 160,0 | 28,6 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:00 | 9,22 | 2,29 | 11,20 | 157,3 | 29,9 | 31,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:00 | 8,64 | 2,13 | 11,39 | 158,9 | 32,8 | 33,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:00 | 8,51 | 2,25 | 10,09 | 140,0 | 32,7 | 33,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:00 | 8,31 | 2,26 | 9,06 | 128,3 | 32,9 | 34,2 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 27 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:00 | 9,14 | 2,26 | 13,03 | 174,1 | 31,5 | 31,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:00 | 9,21 | 2,27 | 12,70 | 178,4 | 30,0 | 31,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:00 | 9,27 | 2,29 | 11,05 | 179,3 | 29,8 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:00 | 9,10 | 2,24 | 11,00 | 170,1 | 30,1 | 33,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:00 | 8,65 | 2,21 | 11,54 | 163,9 | 32,9 | 34,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:00 | 8,50 | 2,23 | 10,21 | 150,3 | 32,9 | 33,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:00 | 8,21 | 2,24 | 9,24 | 129,7 | 31,0 | 32,3 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:35 | 9,11 | 2,25 | 14,42 | 191 | 28,0 | 32,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:35 | 9,31 | 2,30 | 13,29 | 178,7 | 29,0 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:35 | 9,26 | 2,27 | 11,66 | 167,5 | 29,0 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:35 | 9,10 | 2,29 | 11,81 | 168,2 | 29,9 | 33,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:35 | 8,69 | 2,22 | 11,01 | 169,3 | 33,0 | 33,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:35 | 8,59 | 2,24 | 11,33 | 169,9 | 33,0 | 33,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:35 | 8,24 | 2,23 | 9,31 | 122,9 | 32,0 | 33,9 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-8. Resultados de Campo. Punto 8-Ciénaga Convento.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|--------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| OCTUBRE 24 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:50 | 8,99 | 2,29 | 9,79 | 126,0 | 27,8 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:50 | 8,98 | 2,30 | 9,80 | 130,1 | 27,9 | 32,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 14:50 | 9,26 | 2,28 | 10,67 | 150,9 | 28,2 | 32,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 16:50 | 8,93 | 2,29 | 10,71 | 151,8 | 29,8 | 35,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 18:50 | 8,43 | 2,29 | 8,45 | 15,2 | 30,5 | 36,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 20:50 | 8,50 | 2,30 | 8,66 | 116,6 | 30,6 | 33,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 22:50 | 8,44 | 2,30 | 8,70 | 120,6 | 30,8 | 33,8 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 25 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:00 | 8,98 | 2,29 | 8,85 | 125,0 | 28,2 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:00 | 9,92 | 2,30 | 8,82 | 125,2 | 28,6 | 31,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:00 | 8,99 | 2,29 | 8,89 | 125,4 | 30,1 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:00 | 9,39 | 2,33 | 8,31 | 117,6 | 30,4 | 33,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:00 | 9,61 | 2,30 | 8,72 | 119,4 | 33,6 | 34,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:00 | 9,73 | 2,19 | 8,76 | 120,6 | 32,2 | 34,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:00 | 9,25 | 2,32 | 8,90 | 126,6 | 31,4 | 33,8 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 26 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:15 | 8,99 | 2,29 | 8,50 | 115,1 | 25,2 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:15 | 8,99 | 2,29 | 8,40 | 115,2 | 25,6 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:15 | 8,76 | 2,30 | 8,46 | 117,2 | 26,2 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:15 | 8,85 | 2,33 | 8,55 | 117,0 | 27,4 | 31,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:15 | 8,60 | 2,30 | 8,60 | 118,2 | 29,0 | 31,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:15 | 8,77 | 2,29 | 8,44 | 112,6 | 27,4 | 32,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:15 | 8,97 | 2,29 | 8,49 | 113,4 | 29,0 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 27 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:00 | 8,98 | 2,30 | 8,01 | 109,5 | 28,4 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:00 | 8,99 | 2,29 | 8,15 | 110,3 | 29,3 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:00 | 8,77 | 2,29 | 8,40 | 113,1 | 23,9 | 30,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:00 | 8,50 | 2,28 | 8,47 | 117,3 | 26,9 | 32,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:00 | 8,33 | 2,30 | 8,50 | 119,2 | 31,2 | 32,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:00 | 8,37 | 2,31 | 8,49 | 118,4 | 31,2 | 33,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:00 | 8,36 | 2,30 | 8,40 | 114,3 | 31,0 | 33,6 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:05 | 9,00 | 2,29 | 8,15 | 111,2 | 27,9 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:05 | 8,79 | 2,30 | 8,50 | 140,5 | 26,4 | 30,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:05 | 9,01 | 2,26 | 8,62 | 150,2 | 29,5 | 31,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:05 | 8,98 | 2,40 | 8,21 | 129,2 | 30,4 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:05 | 8,99 | 2,33 | 8,31 | 130,4 | 31,5 | 32,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:05 | 8,77 | 2,31 | 8,33 | 131,5 | 33,5 | 34,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:05 | 8,86 | 2,29 | 8,62 | 133,4 | 32,6 | 34,5 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-9. Resultados de Campo. Punto 9-Ciénaga Convento.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|--------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| OCTUBRE 24 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:40 | 9,00 | 2,30 | 12,0 | 166 | 33,4 | 36,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:40 | 8,90 | 2,29 | 12,3 | 168 | 33,6 | 36,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:40 | 8,71 | 2,30 | 13,1 | 177 | 33,5 | 36,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:40 | 9,00 | 2,28 | 14,8 | 205 | 33,3 | 35,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:40 | 8,62 | 2,29 | 16,0 | 225 | 32,4 | 34,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:40 | 8,71 | 2,29 | 16,9 | 240 | 31,5 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:40 | 8,80 | 2,28 | 15,7 | 233 | 31,1 | 32,5 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 25 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:50 | 8,90 | 2,30 | 12,0 | 166 | 33,6 | 36,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:50 | 8,99 | 2,30 | 13,2 | 169 | 33,8 | 39,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:50 | 9,00 | 2,29 | 14,8 | 170 | 33,8 | 39,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:50 | 8,85 | 2,29 | 16,0 | 203 | 34,5 | 39,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:50 | 8,60 | 2,30 | 16,2 | 205 | 33,1 | 38,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:50 | 8,79 | 2,28 | 15,8 | 225 | 33,0 | 38,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:50 | 8,77 | 2,28 | 15,9 | 240 | 32,8 | 35,6 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 26 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:20 | 8,88 | 2,28 | 12,0 | 240 | 33,0 | 36,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:20 | 8,90 | 2,28 | 15,2 | 225 | 33,2 | 39,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:20 | 8,91 | 2,29 | 16,6 | 230 | 32,9 | 39,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:20 | 8,86 | 2,28 | 16,6 | 166 | 32,8 | 40,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:20 | 8,86 | 2,28 | 14,3 | 192 | 33,0 | 36,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:20 | 8,88 | 2,30 | 12,8 | 200 | 33,6 | 37,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:20 | 8,89 | 2,30 | 12,0 | 202 | 33,5 | 32,8 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 27 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:10 | 8,92 | 2,30 | 13,2 | 240 | 29,5 | 31,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:10 | 9,00 | 2,31 | 13,5 | 230 | 28,4 | 35,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:10 | 9,03 | 2,28 | 12,9 | 201 | 28,6 | 38,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:10 | 8,99 | 2,28 | 12,5 | 198 | 30,6 | 38,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:10 | 8,97 | 2,28 | 11,6 | 176 | 31,8 | 38,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:10 | 8,70 | 2,30 | 11,7 | 190 | 31,9 | 34,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:10 | 8,78 | 2,27 | 12,6 | 177 | 32,5 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| JUNIO 26 DE 2015 | Alicuota 1 | 10:45 | 8,80 | 2,30 | 12,5 | 230 | 28,6 | 36,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:45 | 8,92 | 2,41 | 12,6 | 198 | 28,5 | 35,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:45 | 8,86 | 2,36 | 12,0 | 190 | 28,0 | 38,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:45 | 8,79 | 2,30 | 13,5 | 176 | 29,8 | 40,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:45 | 8,99 | 2,30 | 16,8 | 166 | 30,5 | 40,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:45 | 8,95 | 2,25 | 11,4 | 201 | 33,6 | 41,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:45 | 8,88 | 2,30 | 11,8 | 208 | 34,0 | 35,2 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-10. Resultados de Campo. Punto 10-Ciénaga Convento.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|--------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| OCTUBRE 24 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:25 | 9,10 | 2,30 | 18,5 | 260 | 33,7 | 38,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:25 | 8,85 | 2,28 | 18,1 | 257 | 33,9 | 38,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:25 | 8,92 | 2,29 | 18,0 | 255 | 34,0 | 40,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:25 | 9,13 | 2,30 | 17,0 | 243 | 33,3 | 40,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:25 | 8,90 | 2,29 | 17,9 | 253 | 32,3 | 39,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:25 | 9,00 | 2,28 | 16,9 | 220 | 31,5 | 32,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:25 | 9,10 | 2,29 | 17,7 | 247 | 31,3 | 32,4 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 25 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:35 | 8,85 | 2,30 | 17,2 | 247 | 30,5 | 35 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:35 | 9,10 | 2,25 | 16,5 | 250 | 31,4 | 38 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:35 | 9,20 | 2,30 | 16,4 | 253 | 31,8 | 40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:35 | 8,88 | 2,30 | 17,3 | 259 | 32,6 | 40,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:35 | 8,89 | 2,31 | 17,4 | 260 | 32,8 | 40,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:35 | 9,00 | 2,29 | 16,2 | 235 | 30,5 | 38,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:35 | 8,92 | 2,28 | 16,5 | 262 | 30,5 | 37,5 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 26 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:05 | 8,88 | 2,30 | 14,6 | 166 | 33,9 | 37,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:05 | 8,90 | 2,30 | 14,8 | 170 | 33,7 | 38,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:05 | 8,96 | 2,30 | 14,8 | 168 | 34,0 | 38,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:05 | 8,87 | 2,25 | 15,3 | 169 | 31,5 | 39,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:05 | 8,88 | 2,29 | 14,9 | 260 | 31,8 | 39,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:05 | 8,85 | 2,28 | 15,7 | 261 | 32,6 | 33,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:05 | 8,99 | 2,28 | 15,9 | 254 | 32,4 | 33,6 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 27 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:55 | 8,90 | 2,29 | 18,0 | 260 | 31,8 | 34,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:55 | 9,10 | 2,29 | 17,5 | 252 | 32,0 | 35,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:55 | 8,80 | 2,30 | 18,2 | 254 | 32,9 | 36,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:55 | 9,00 | 2,28 | 18,9 | 267 | 33,0 | 36,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:55 | 8,85 | 2,29 | 17,6 | 254 | 32,7 | 36,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:55 | 9,05 | 2,30 | 17,8 | 258 | 32,1 | 35,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:55 | 8,87 | 2,28 | 18,0 | 260 | 31,5 | 35,0 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:30 | 9,00 | 2,29 | 18,9 | 270 | 32,9 | 35,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:30 | 8,90 | 2,30 | 17,6 | 245 | 32,8 | 36,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:30 | 9,10 | 2,30 | 17,9 | 252 | 33,6 | 37,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:30 | 8,82 | 2,29 | 18,3 | 260 | 33,7 | 38,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:30 | 8,95 | 2,28 | 17,7 | 248 | 33,4 | 37,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:30 | 9,05 | 2,29 | 18,5 | 264 | 32,9 | 37,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:30 | 9,70 | 2,28 | 18,0 | 260 | 31,9 | 35,5 | AGUA TURBIA |
| OCTUBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:30 | 8,99 | 2,30 | 18,7 | 265 | 32,5 | 35,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:30 | 8,90 | 2,29 | 17,9 | 250 | 32,7 | 35,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:30 | 9,12 | 2,30 | 17,9 | 252 | 33,6 | 37,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:30 | 8,81 | 2,29 | 18,0 | 262 | 33,7 | 38,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:30 | 8,95 | 2,28 | 17,5 | 243 | 33,5 | 37,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:30 | 9,04 | 2,30 | 18,4 | 263 | 33,0 | 37,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:30 | 9,07 | 2,28 | 18,0 | 260 | 31,9 | 35,5 | AGUA TURBIA |

Figura 7-1. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 1.

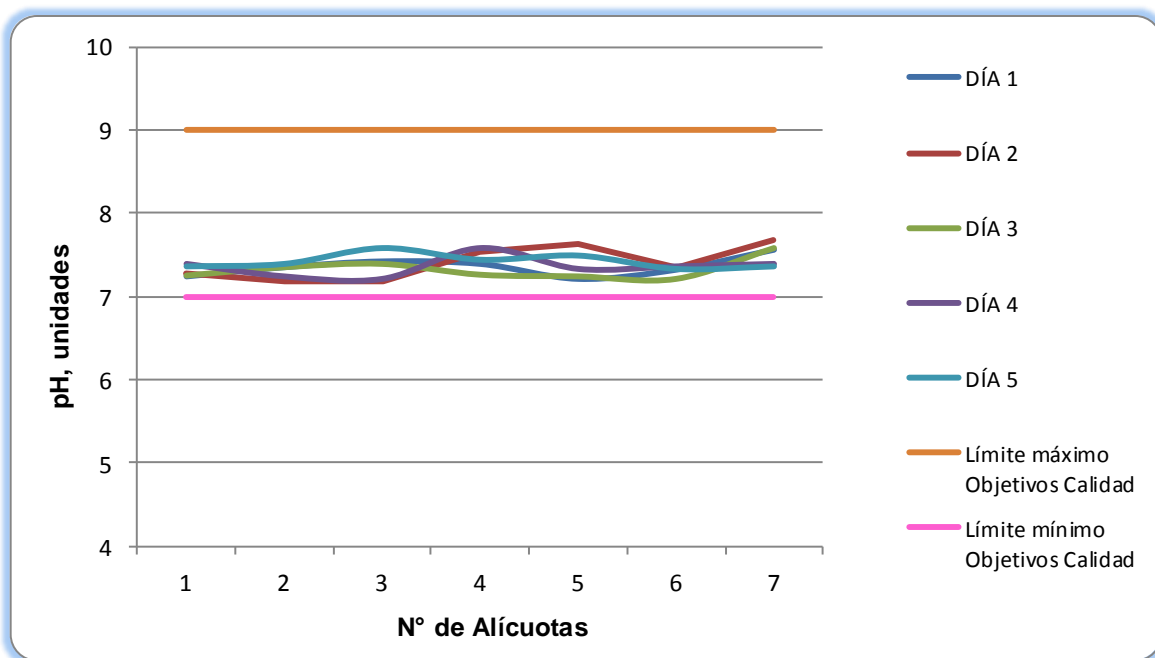


Figura 7-2. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 2.

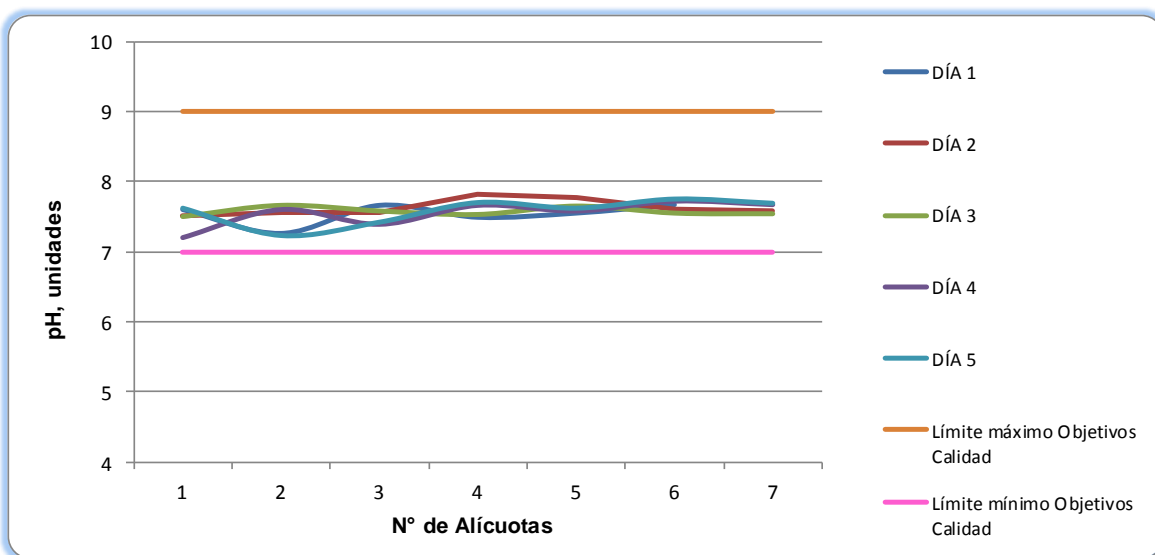


Figura 7-3. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 3.

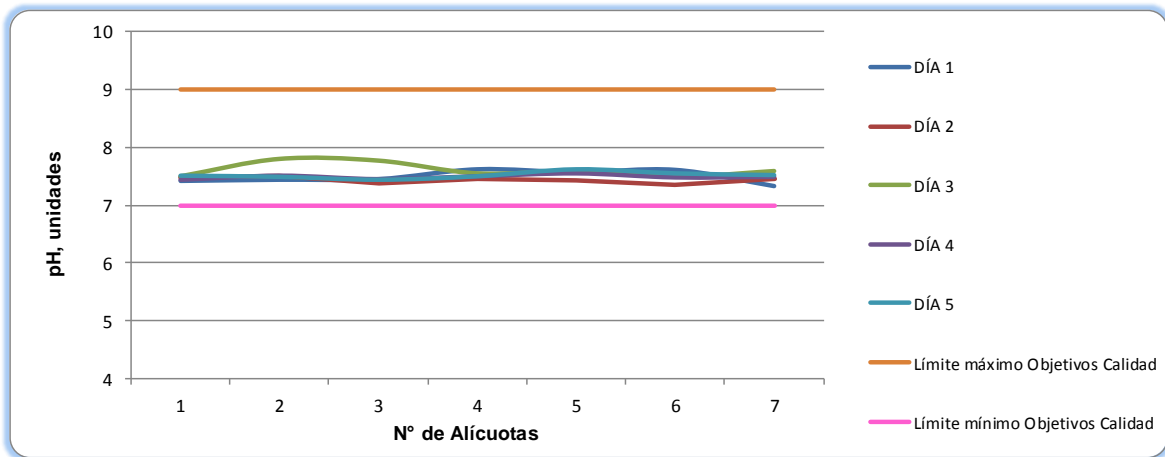


Figura 7-4. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 4.

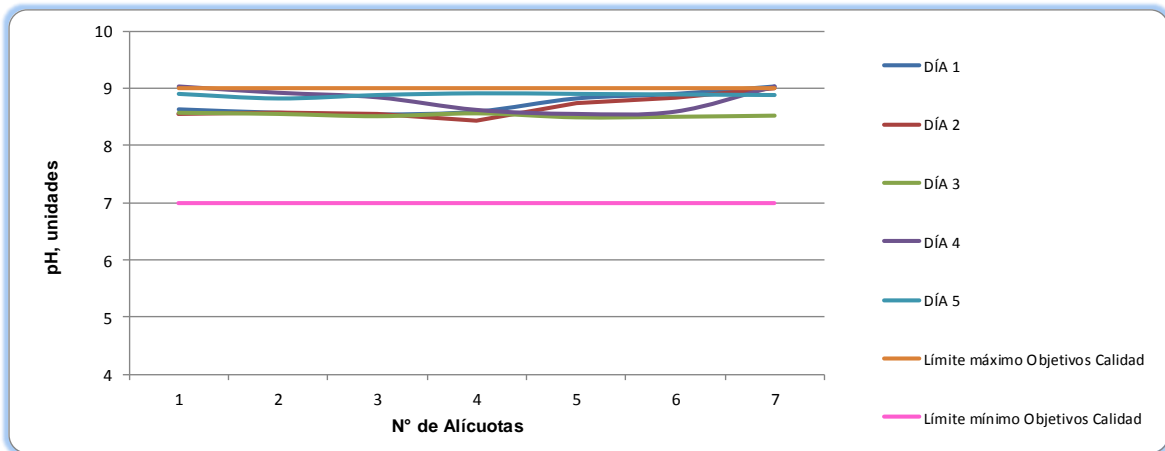


Figura 7-5. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 5.

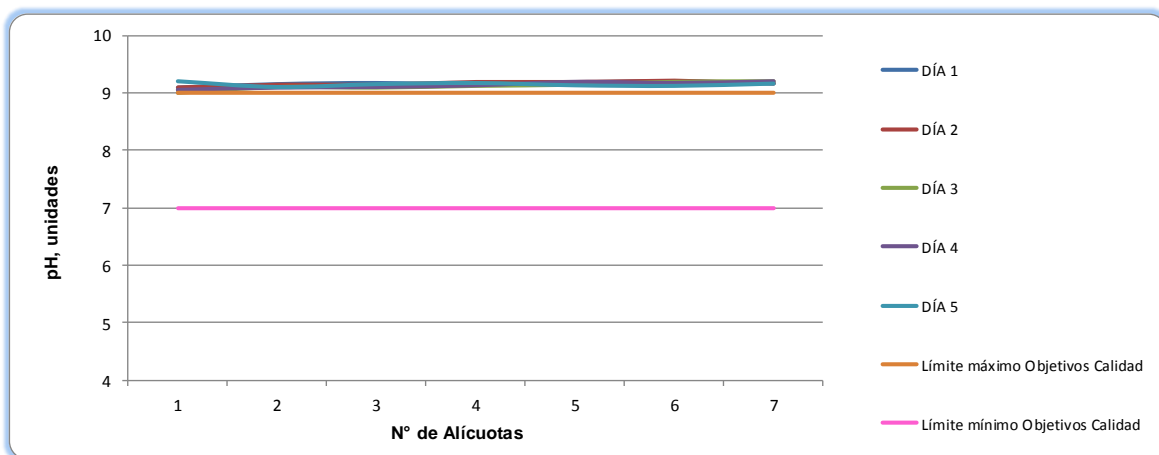


Figura 7-6. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 6.

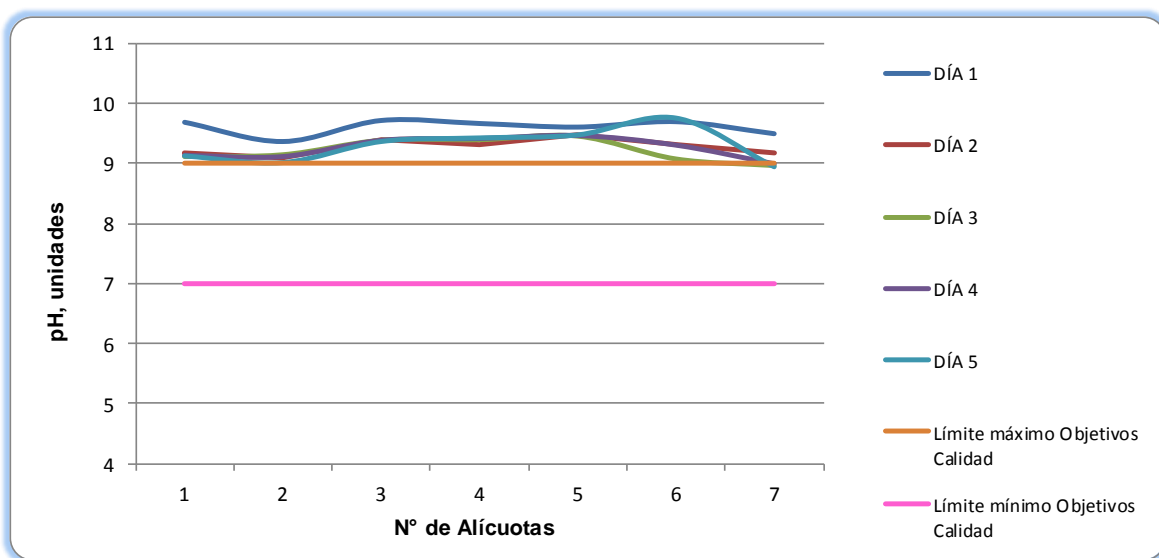


Figura 7-7. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 7.

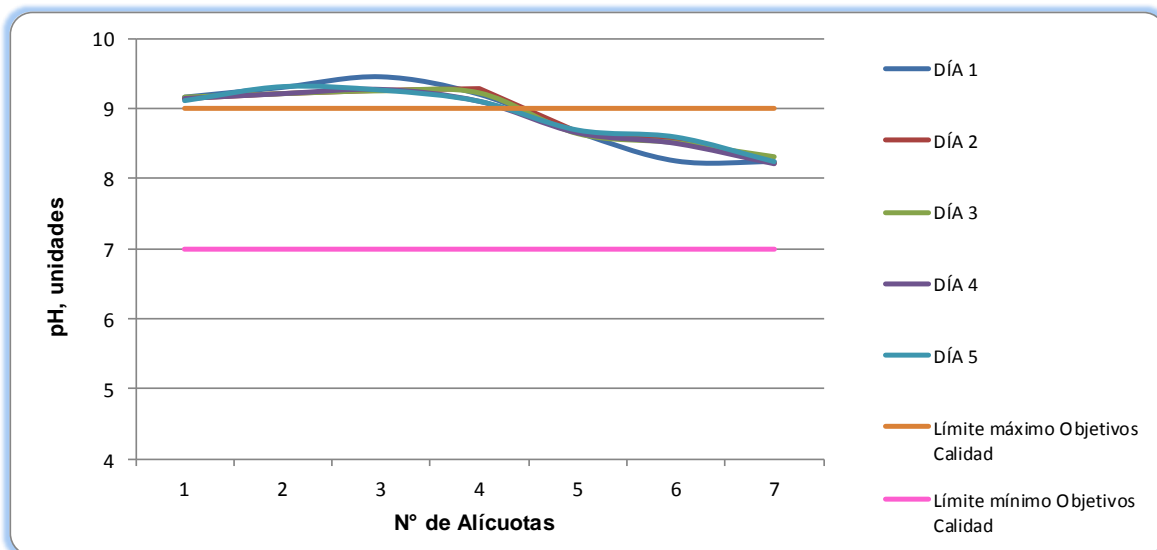


Figura 7-8. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 8.

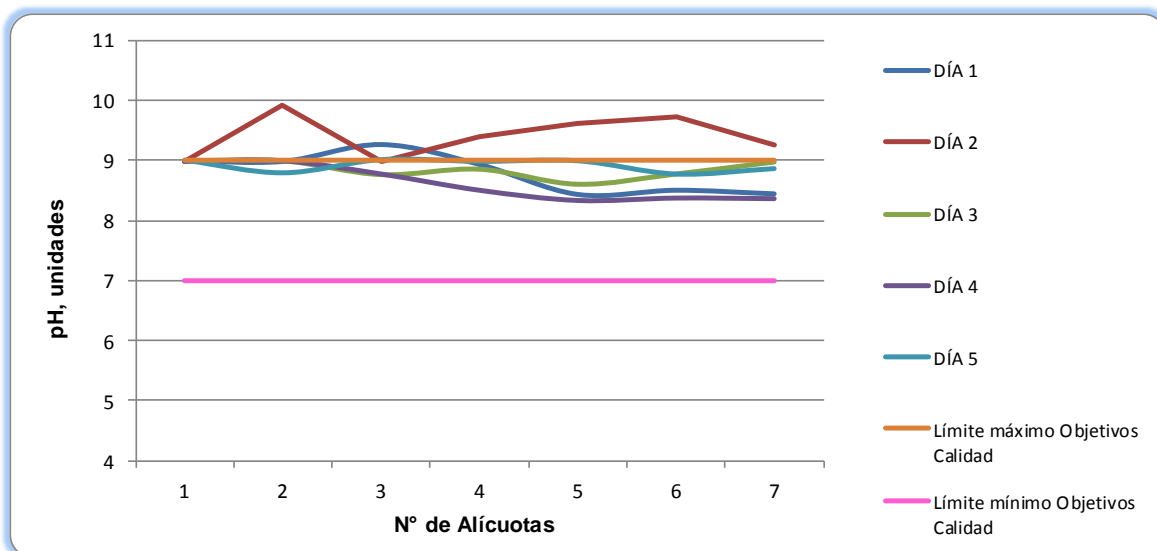


Figura 7-9. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 9.

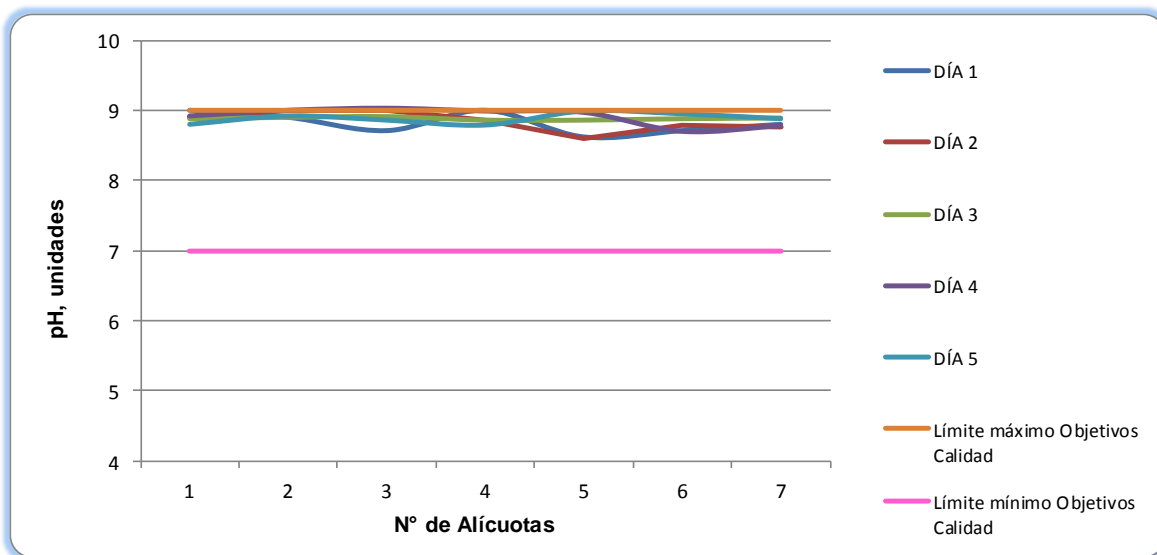


Figura 7-10. Variación de pH. Ciénaga El Convento. Punto 10.

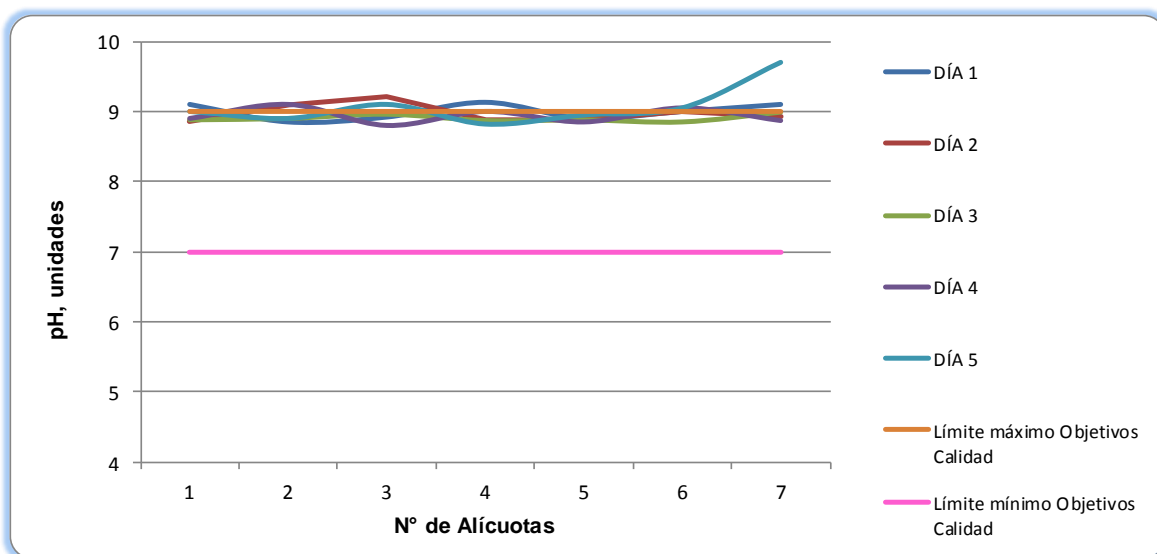


Figura 7-11. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 1

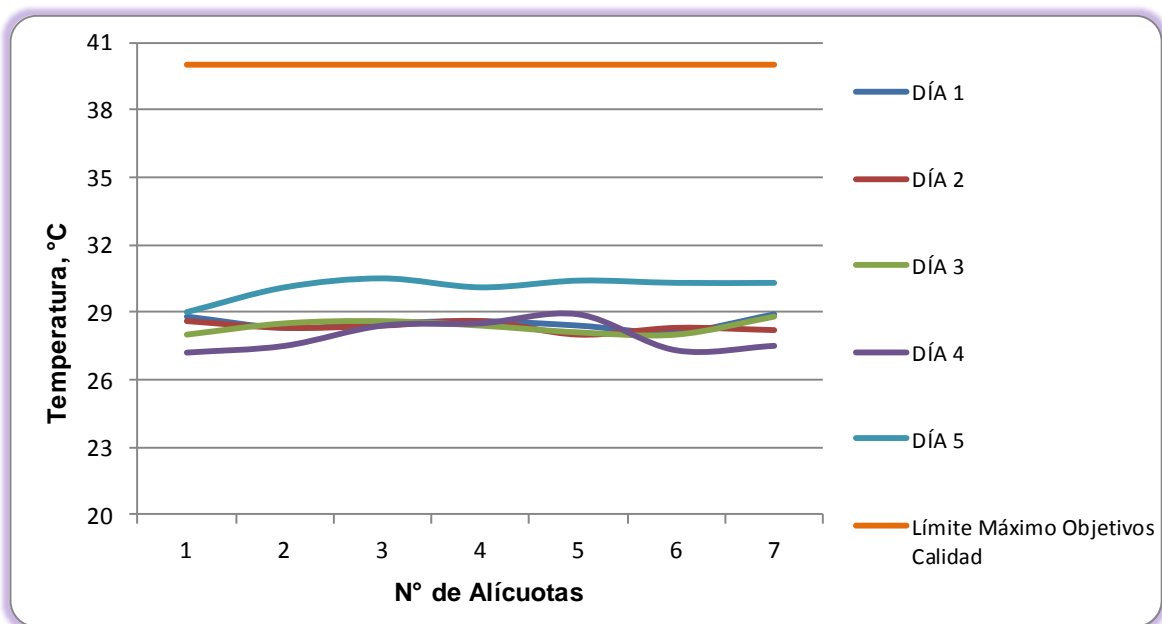


Figura 7-12. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 2

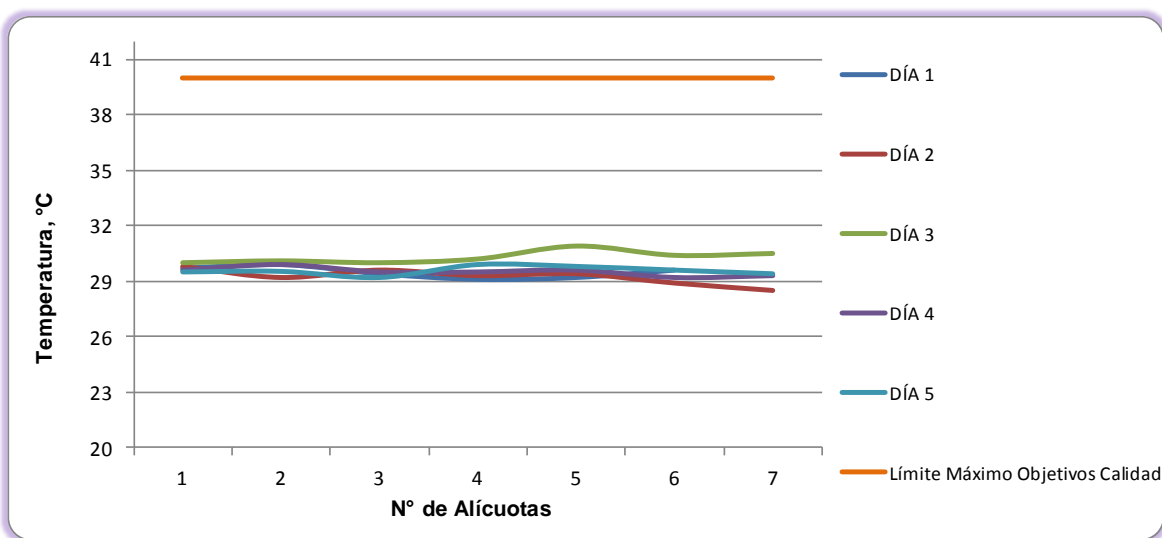


Figura 7-13. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 3

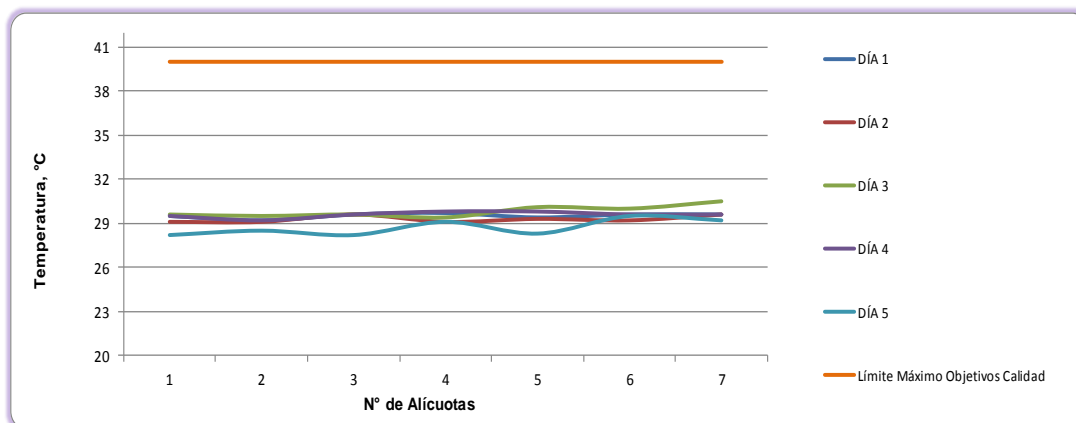


Figura 7-14. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 4

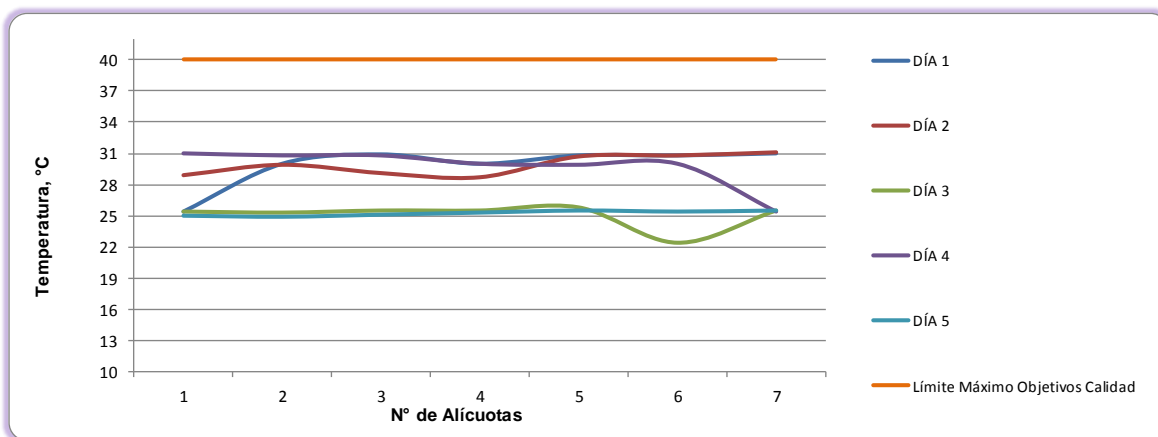


Figura 7-15. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 5

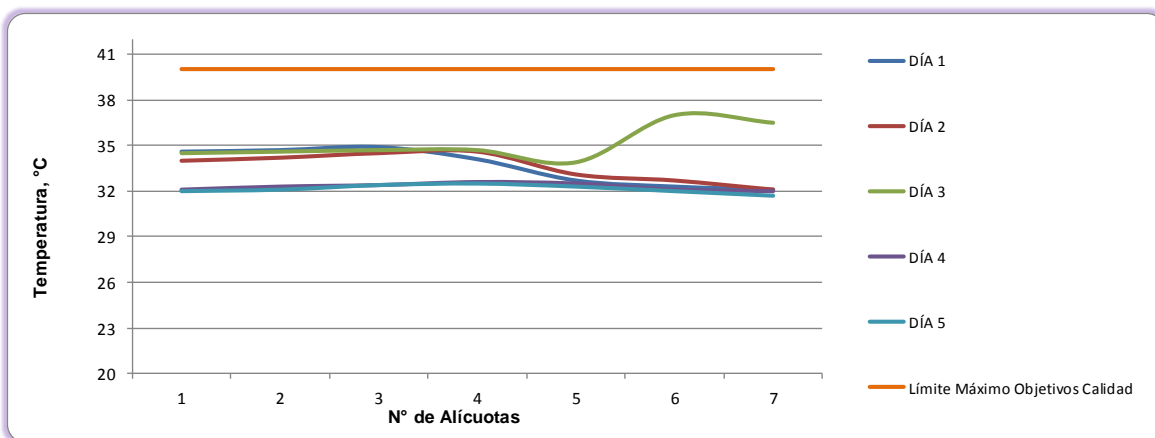


Figura 7-16. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 6

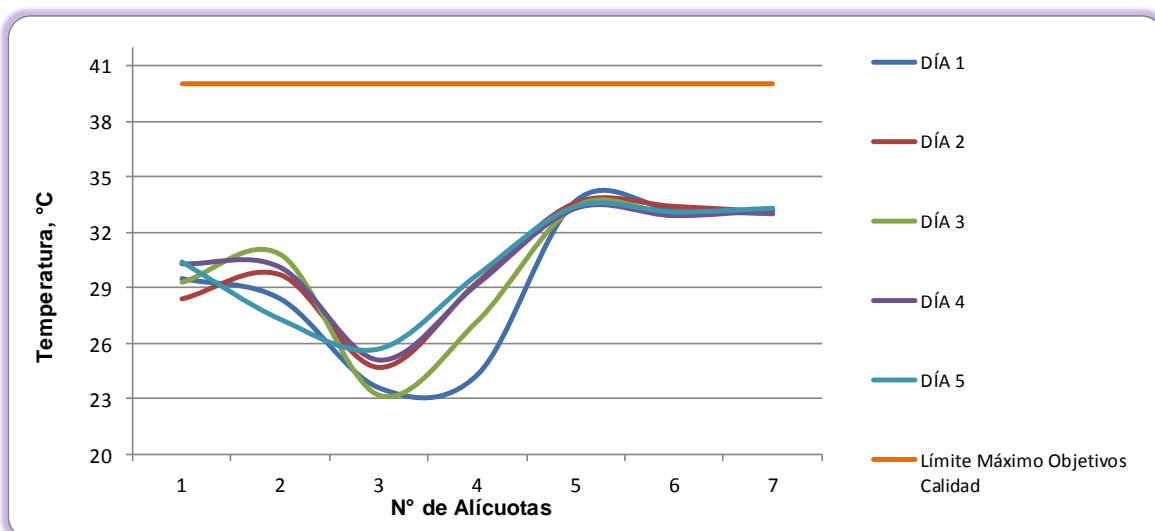


Figura 7-17. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 7

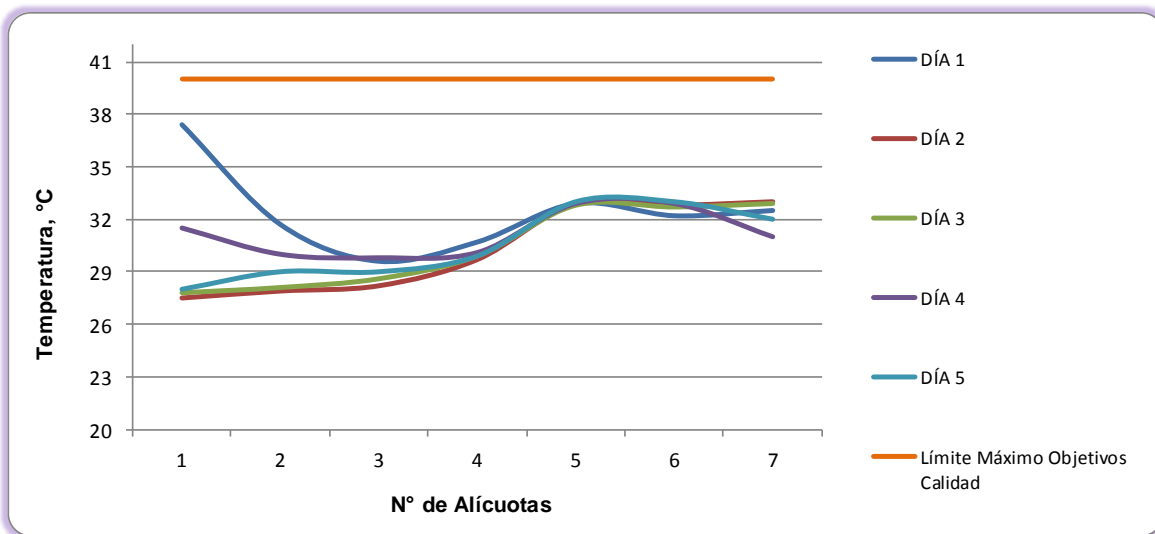


Figura 7-18. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 8

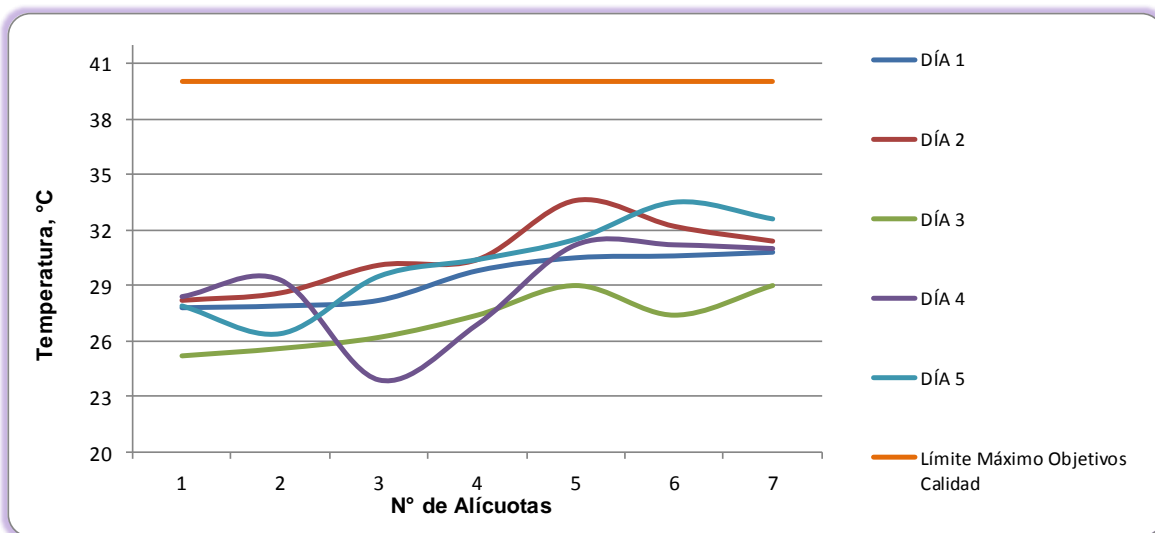


Figura 7-19. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 9

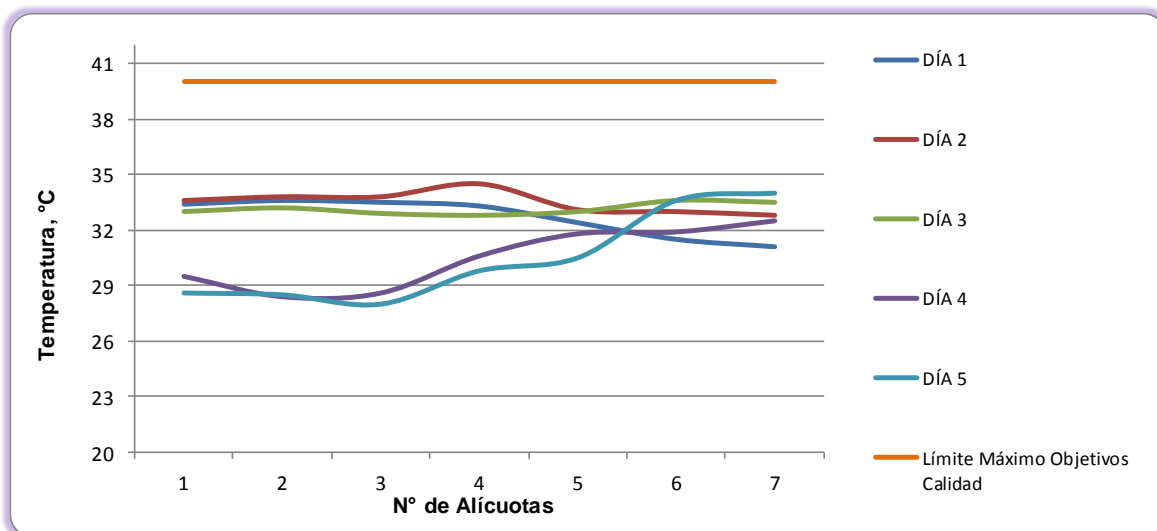


Figura 7-20. Variación de Temperatura. Ciénaga El Convento. Punto 10

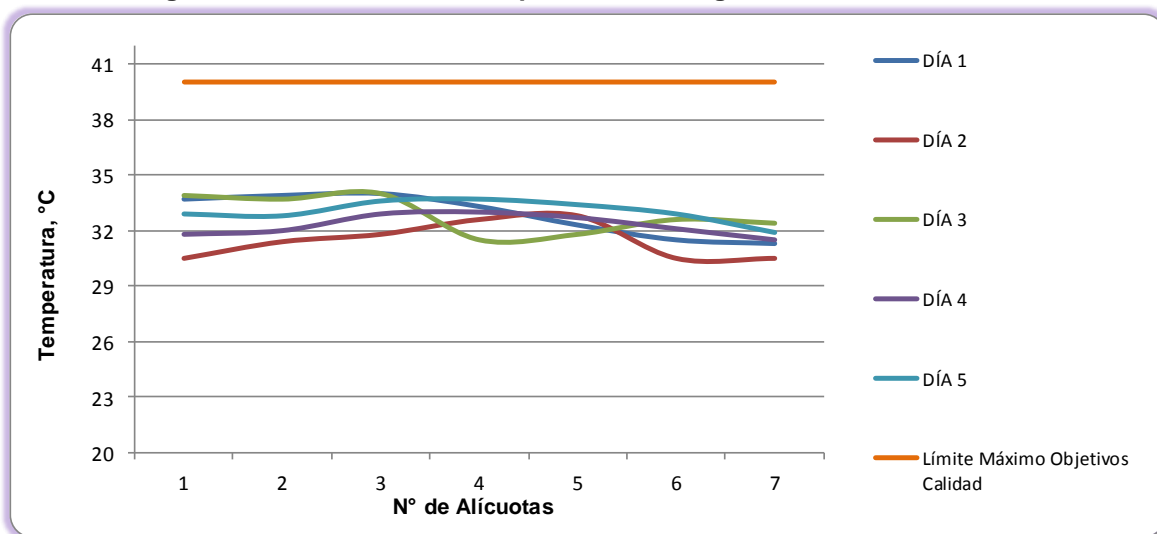


Figura 7-21. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 1

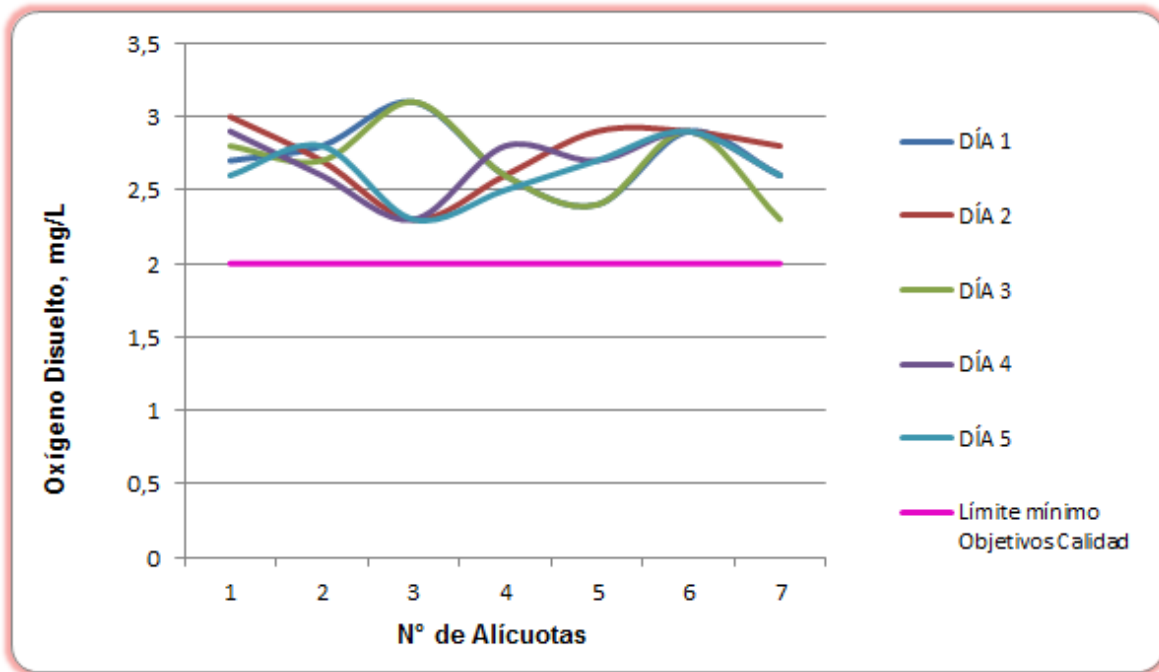


Figura 7-22. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 2

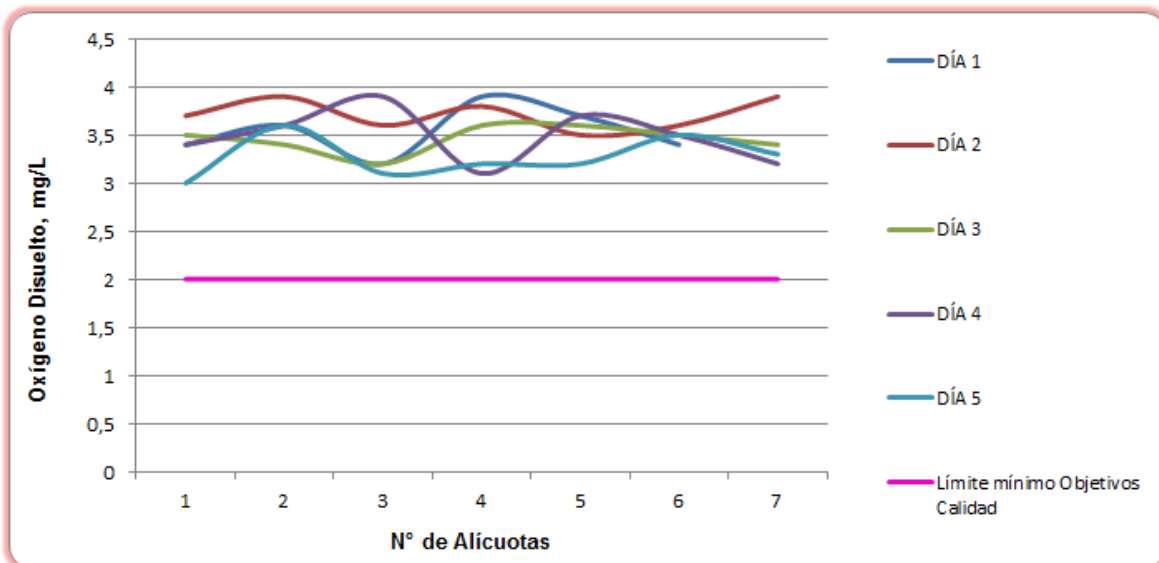


Figura 7-23. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 3

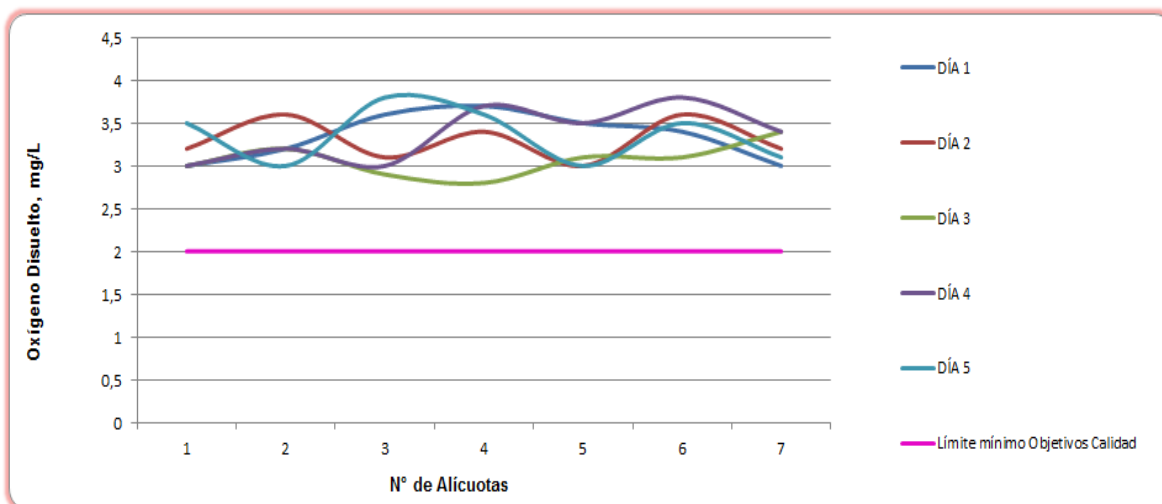


Figura 7-24. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 4

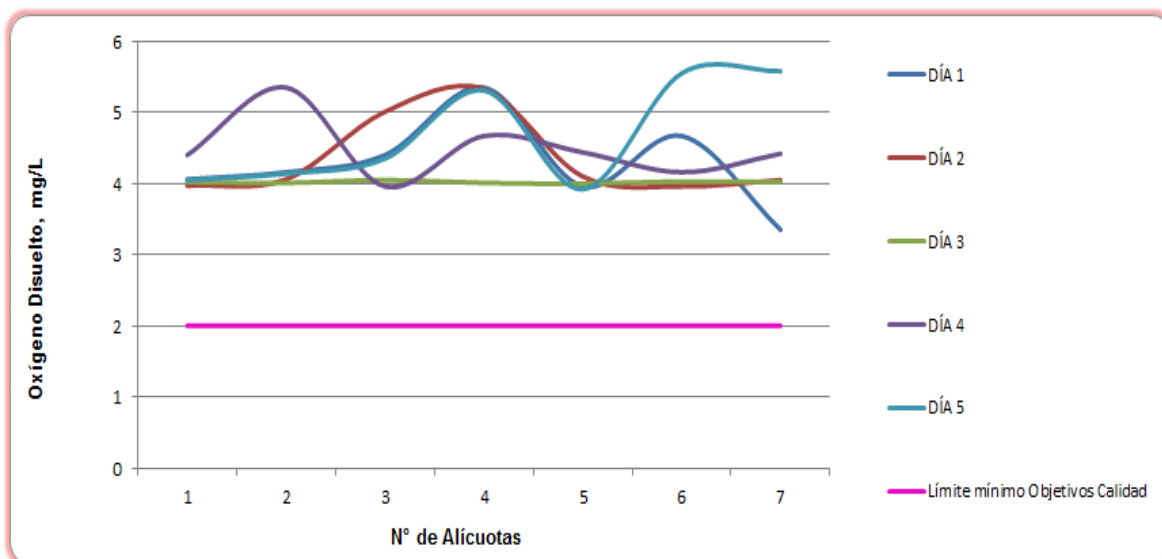


Figura 7-25. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 5

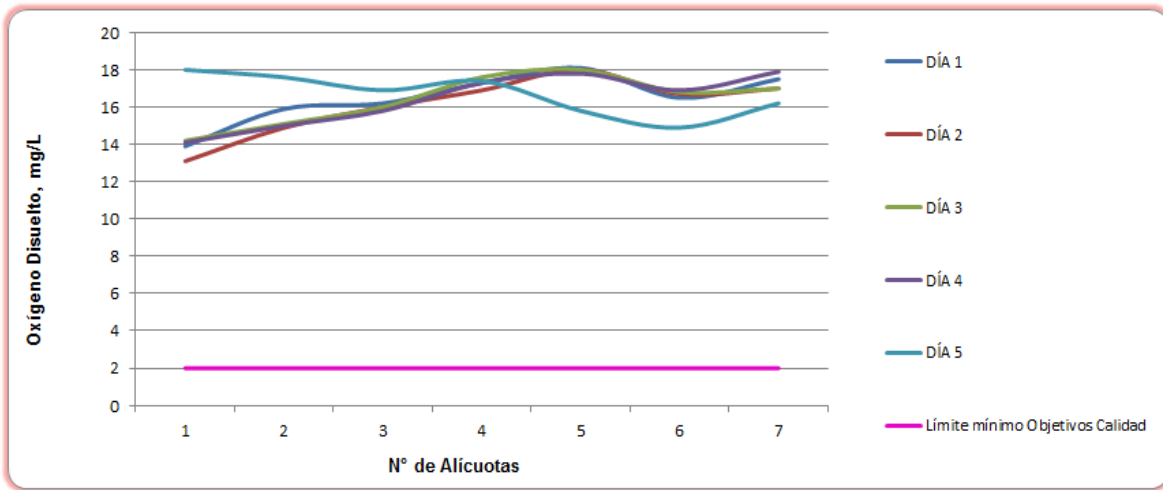


Figura 7-26. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 6

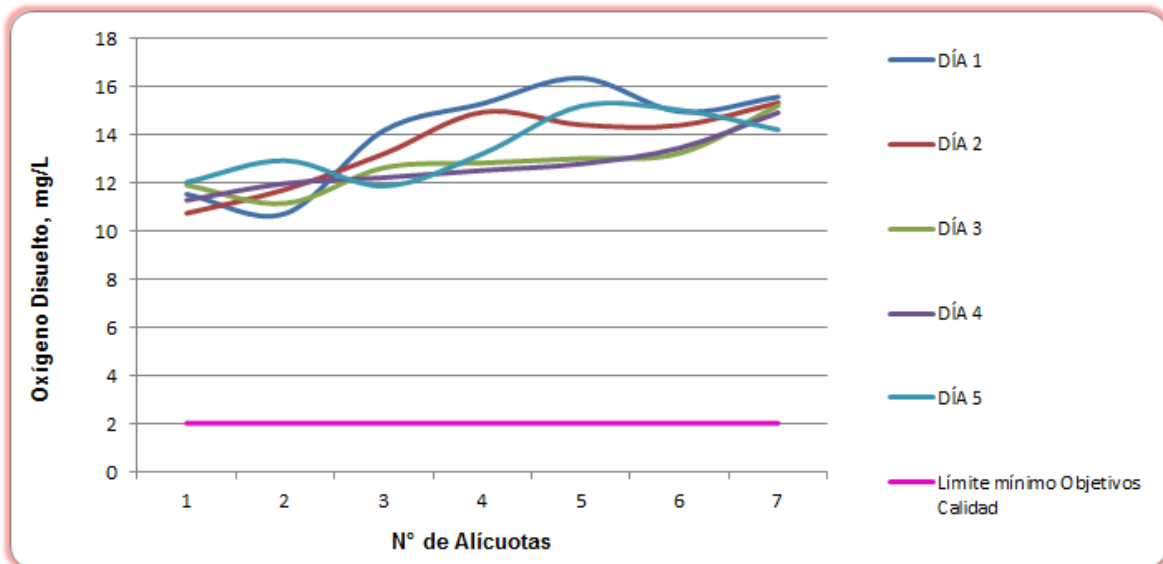


Figura 7-27. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 7

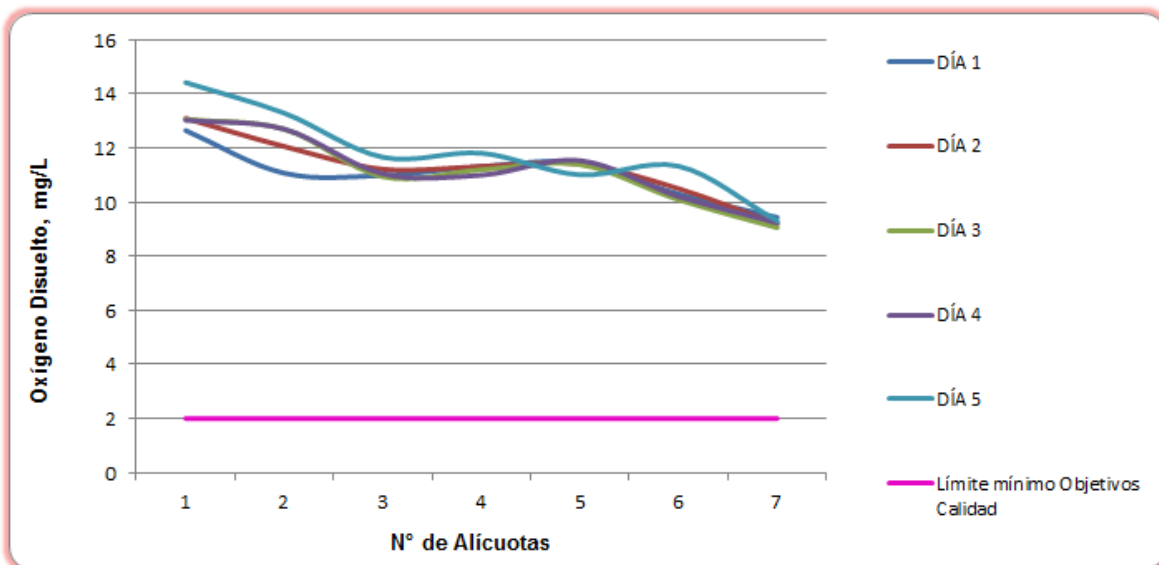


Figura 7-28. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 8

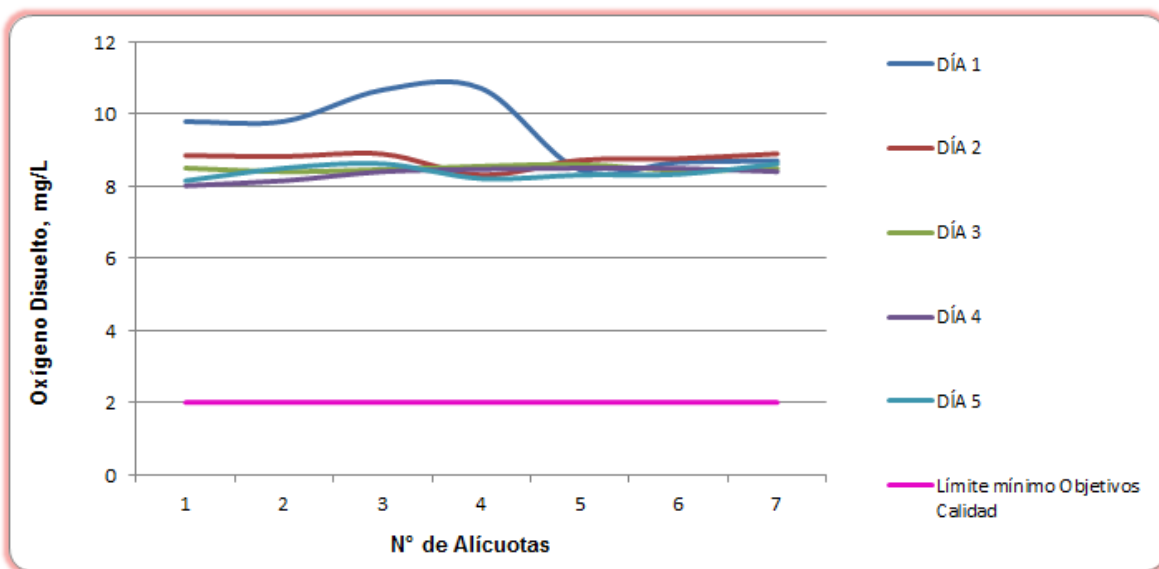


Figura 7-29. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 9

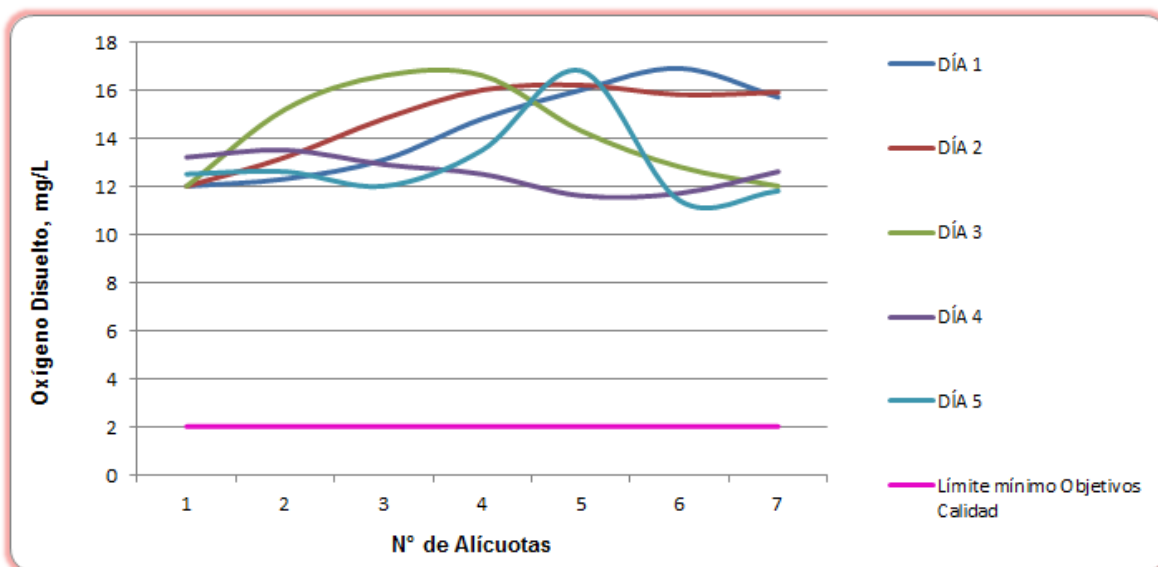


Figura 7-30. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Convento. Punto 10

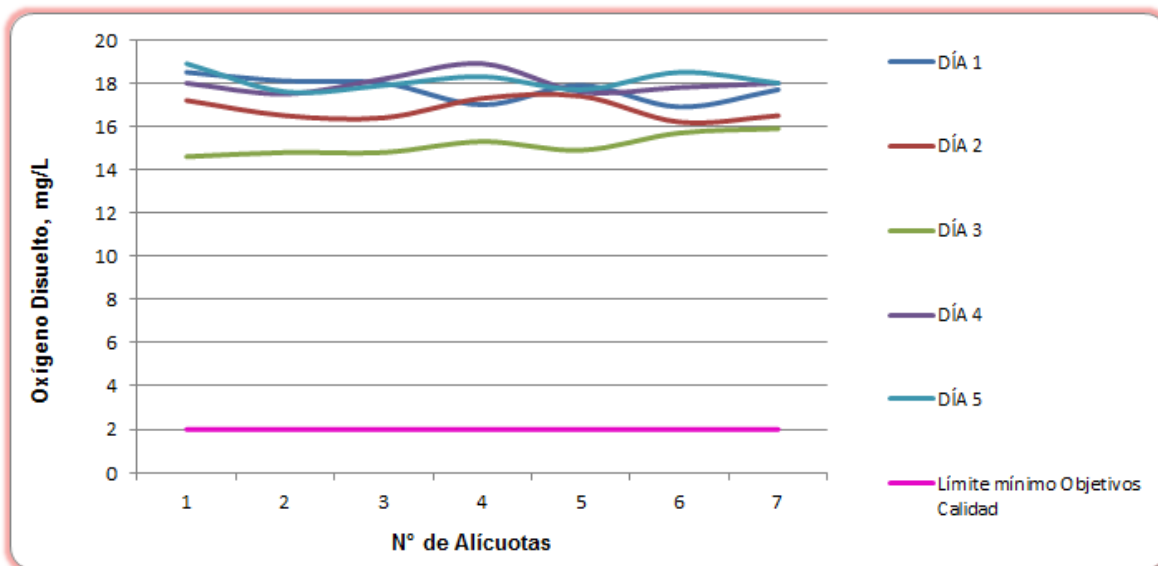


Figura 7-31. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 1

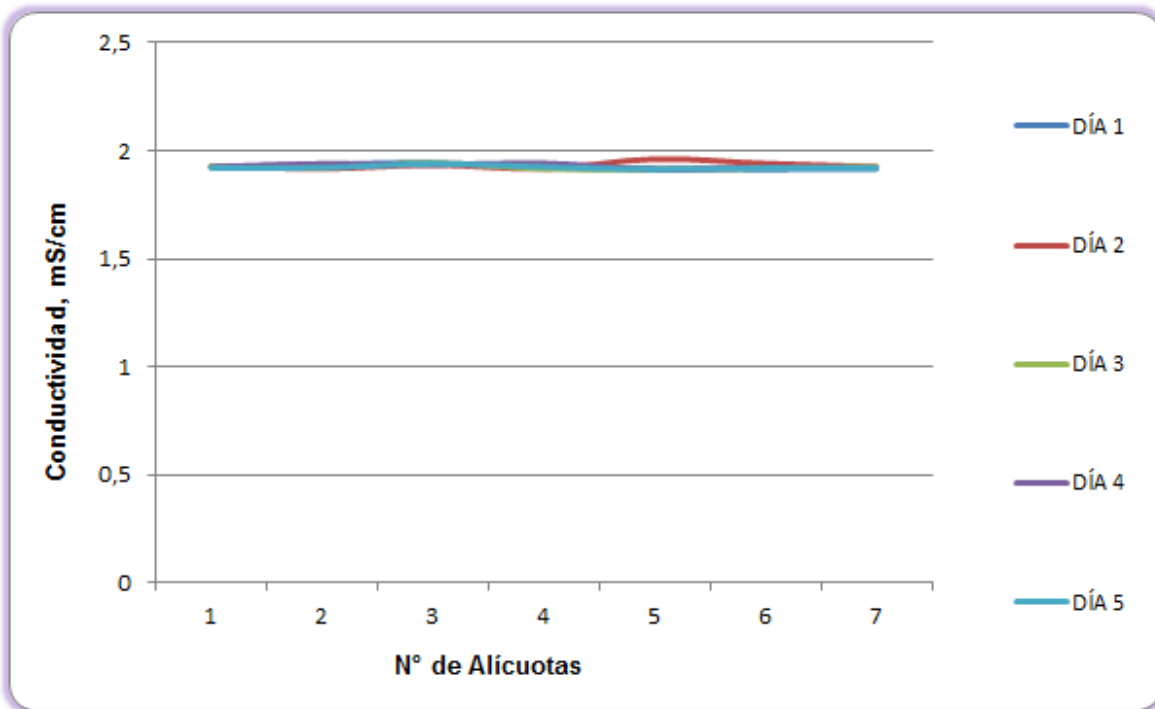


Figura 7-32. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 2

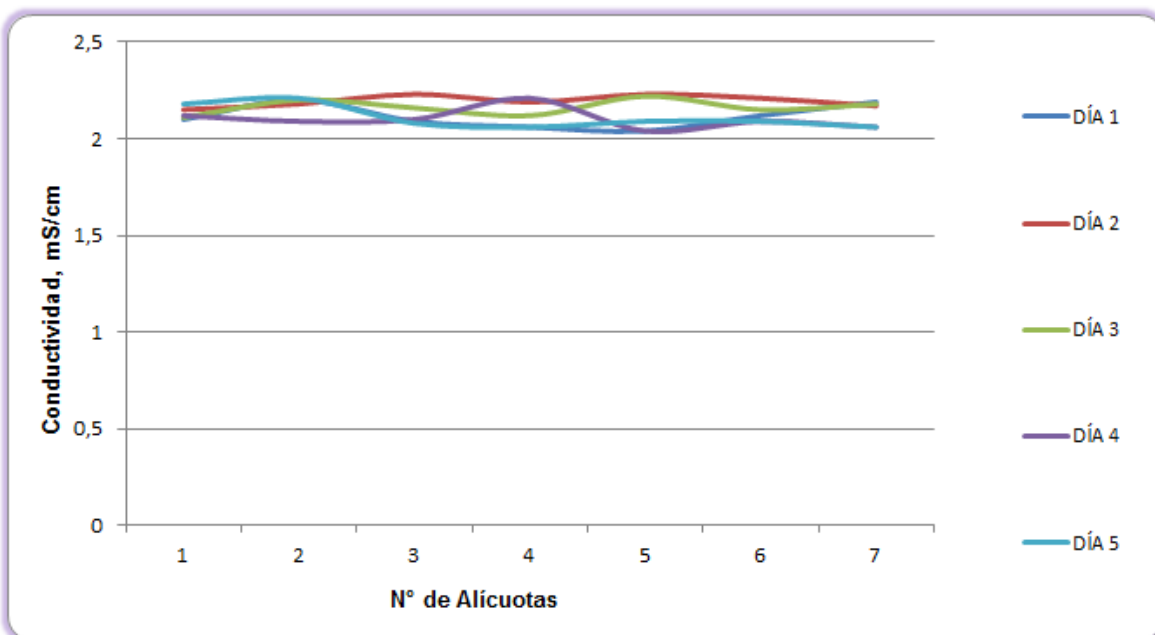


Figura 7-33. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 3

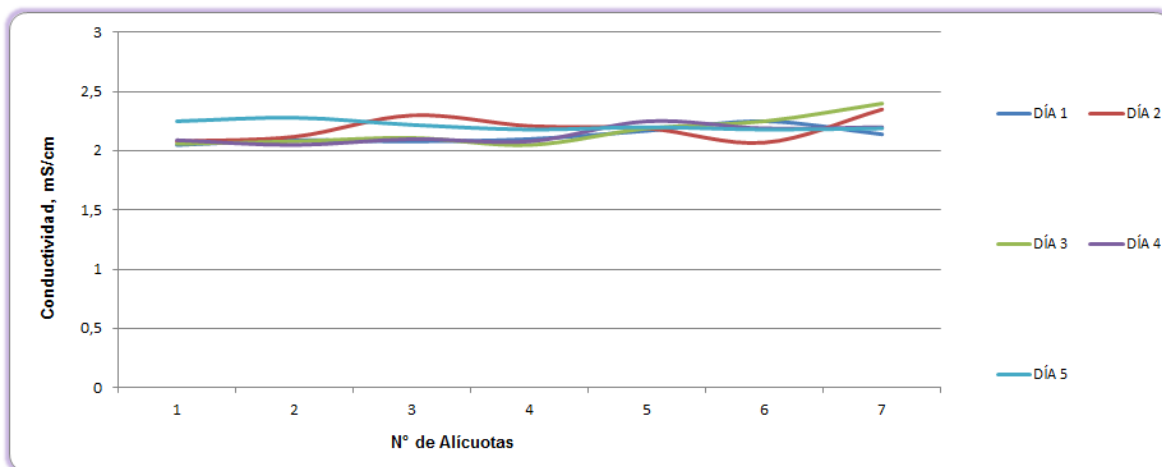


Figura 7-34. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 4

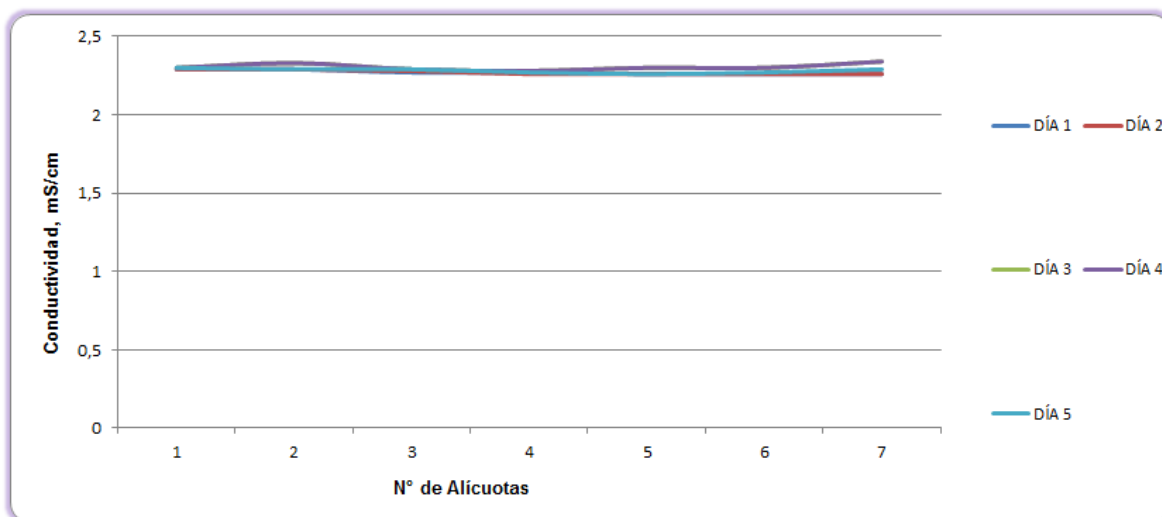


Figura 7-35. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 5

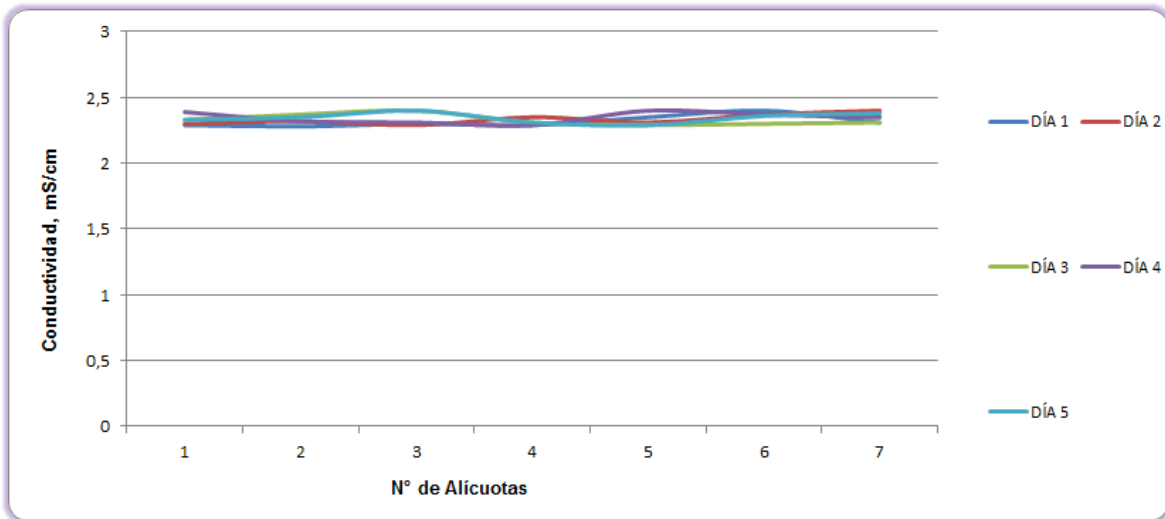


Figura 7-36. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 6

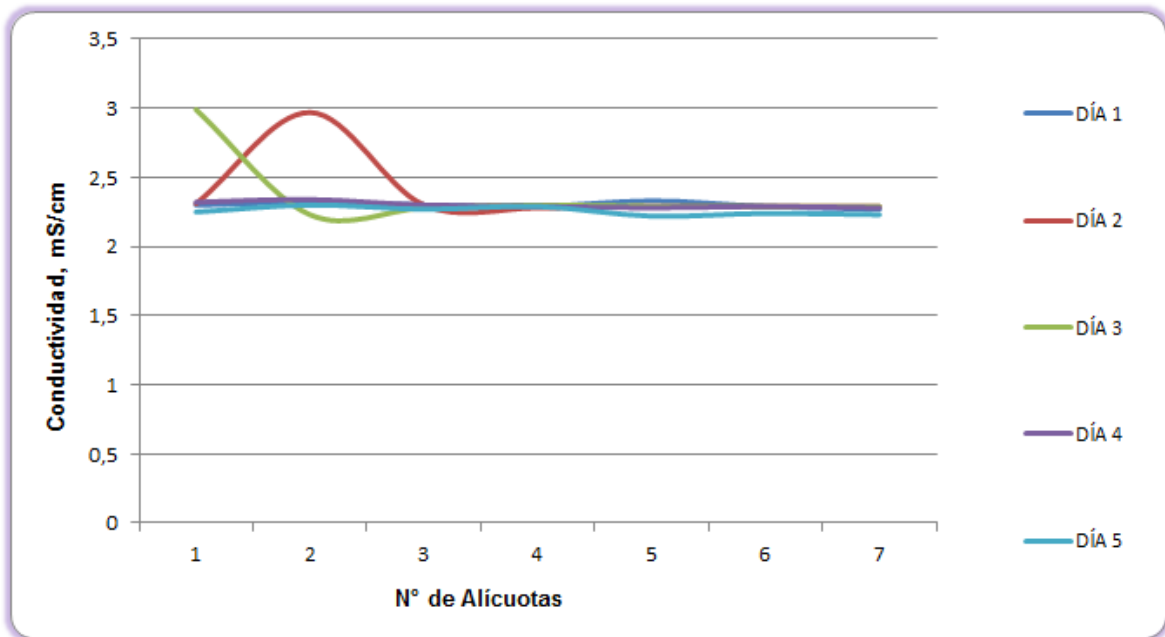


Figura 7-37. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 7

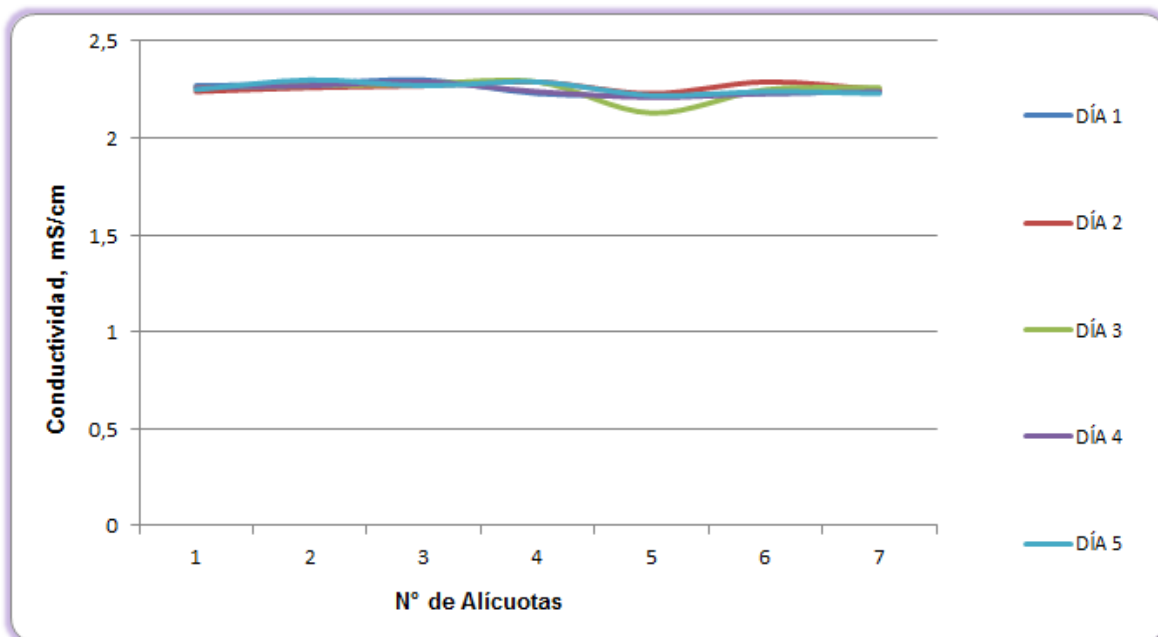


Figura 7-38. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 8

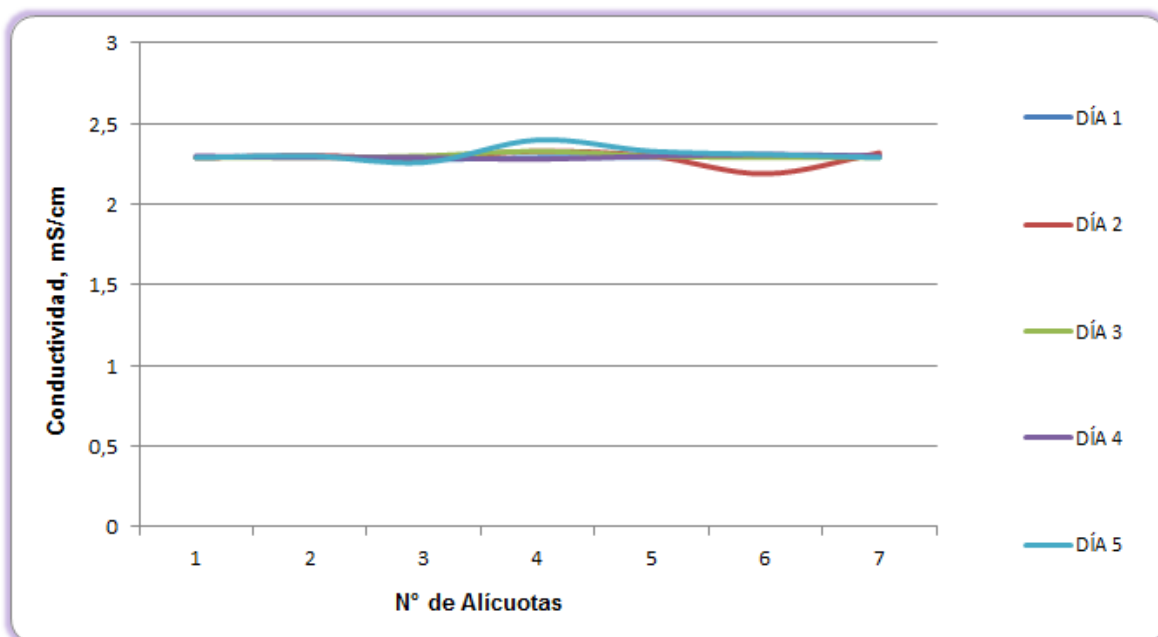


Figura 7-39. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 9

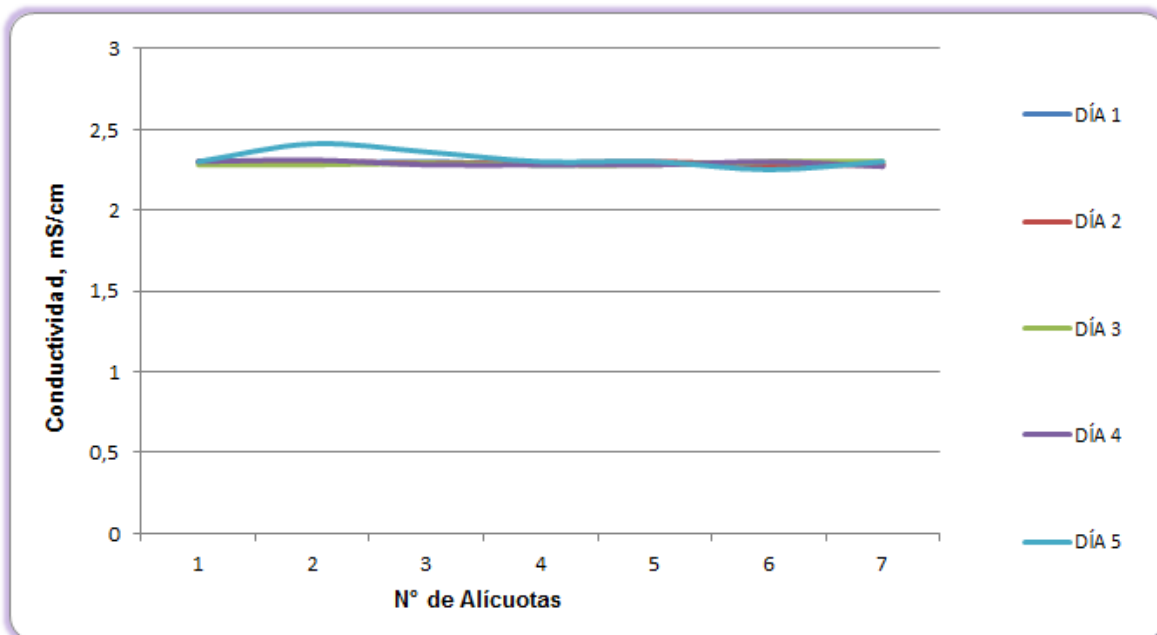
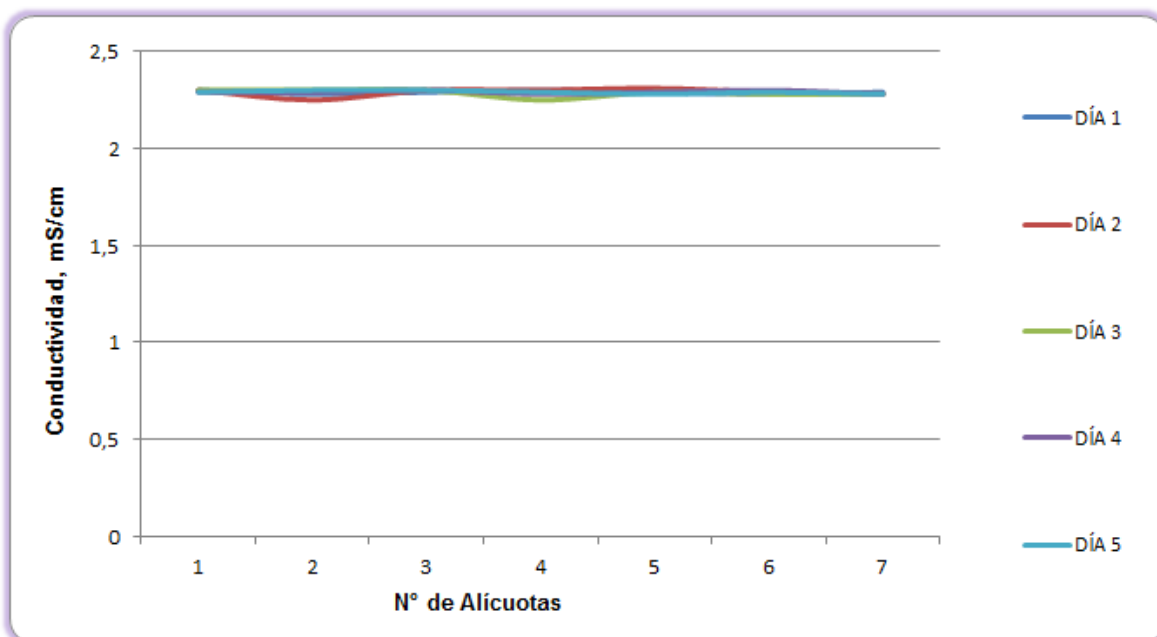


Figura 7-40. Variación de Conductividad. Ciénaga El Convento. Punto 10



7.1.1.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en las tablas 7-11 a 7-20, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en los diez puntos de la Ciénaga, junto con los objetivos de calidad planteados para este sistema hidrográfico para el período 2011-2020. Según el artículo primero de la resolución en mención para la Cuenca del Río Magdalena, el complejo de humedales y ciénagas se cataloga de Clase III.

Tabla 7-11 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 1.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 23677-32 | 23677-36 | 23677-40 | 23677-44 | 23677-48 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 15,5 | 16,2 | 15,3 | 17 | 16,5 | 16,10 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 75,26 | 78,40 | 73,7 | 79,97 | 78,4 | 77,15 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 77,500 | 77,000 | 70,000 | 65,000 | 80,000 | 73,90 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 60,086 | 59,465 | 60,726 | 59,702 | 60,123 | 60,02 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 68 | 110 | 700 | 930 | 790 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 20 | 20 | 140 | 40 | 40 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-12 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 2.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 23677-33 | 23677-37 | 23677-41 | 23677-45 | 23677-49 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 17,2 | 15,8 | 16,5 | 16,9 | 16,2 | 16,52 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 81,54 | 73,70 | 79,97 | 79,97 | 78,40 | 78,72 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 50,000 | 56,000 | 53,000 | 57,500 | 60,000 | 55,30 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 62,644 | 61,329 | 63,265 | 61,877 | 63,247 | 62,47 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 93 | 110 | 93 | 93 | 110 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 40 | 45 | 40 | 40 | 45 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-13 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 3.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 23677-34 | 23677-38 | 23677-42 | 23677-46 | 23677-50 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 17,20 | 15,82 | 16,70 | 17,15 | 16,11 | 16,60 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 78,4 | 72,13 | 76,83 | 78,4 | 73,7 | 75,89 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 40,000 | 37,600 | 39,500 | 42,500 | 45,000 | 40,92 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 62,498 | 61,877 | 62,187 | 63,229 | 61,347 | 62,23 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 270 | 460,0 | 280,0 | 210,0 | 170,0 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 21,8 | 40,0 | 61,0 | 61,0 | 93,0 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-14 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 4.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 23677-35 | 23677-39 | 23677-43 | 23677-47 | 23677-51 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 18,30 | 17,50 | 16,80 | 17,50 | 17,20 | 17,46 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 79,97 | 76,83 | 73,7 | 76,83 | 75,26 | 76,52 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 117,000 | 93,000 | 90,000 | 83,000 | 95,000 | 95,60 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 62,498 | 62,918 | 60,397 | 62,151 | 62,169 | 62,03 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 20 | 110 | 110 | 20 | 110 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 20 | 18 | 20 | 20 | 20 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-15 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 5.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 23677-1 | 23677-7 | 23677-13 | 23677-19 | 23677-25 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 19,10 | 20,00 | 19,50 | 20,50 | 19,15 | 19,65 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 87,81 | 90,94 | 89,38 | 95,51 | 87,81 | 90,29 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 183,000 | 179,000 | 176,000 | 180,000 | 197,000 | 183,00 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 68,564 | 67,961 | 66,956 | 67,925 | 69,405 | 68,16 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 240 | 17 | 79 | 130 | 33 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 240 | 9 | 17 | 14 | 26 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2015

Tabla 7-16 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 6.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 23677-2 | 23677-8 | 23677-14 | 23677-20 | 23677-26 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 19,40 | 19,80 | 19,50 | 18,80 | 19,30 | 19,36 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 92,51 | 94,58 | 95,65 | 90,94 | 92,51 | 93,24 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 160,000 | 165,000 | 148,000 | 150,000 | 168,000 | 158,20 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 68,510 | 67,431 | 67,852 | 67,687 | 68,583 | 68,01 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 4500 | 9300 | 20000 | 21 | 9200 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 2000 | 4000 | 13000 | 14 | 9200 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2015

Tabla 7-17 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 7.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 23677-3 | 23677-9 | 23677-15 | 23677-21 | 23677-27 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 19,60 | 19,30 | 19,50 | 19,80 | 19,60 | 19,56 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 95,65 | 92,51 | 94,08 | 95,65 | 94,08 | 94,39 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 168,000 | 160,000 | 150,000 | 140,000 | 150,000 | 153,60 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 69,569 | 68,637 | 70,812 | 66,408 | 69,496 | 68,98 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 450 | 400 | 680 | 780 | 450 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 200 | 200 | < 1,8 | 200 | 200 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2015

Tabla 7-18 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 8.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 23677-4 | 23677-10 | 23677-16 | 23677-22 | 23677-28 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 18,60 | 19,00 | 17,00 | 18,00 | 17,60 | 18,04 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 84,7 | 89,4 | 81,5 | 86,2 | 89,4 | 86,2 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 145,000 | 130,000 | 145,000 | 130,000 | 127,000 | 135,40 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 64,983 | 64,618 | 66,993 | 66,427 | 66,883 | 65,98 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 45 | 680 | 450 | 780 | 450 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | < 1,8 | 200 | < 1,8 | 200 | 200 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2015

Tabla 7-19 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 9.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 23677-5 | 23677-11 | 23677-17 | 23677-23 | 23677-29 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 19,10 | 19,50 | 19,40 | 18,90 | 19,60 | 19,30 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 90,94 | 94,08 | 92,51 | 90,94 | 94,08 | 92,51 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 165,000 | 150,000 | 145,000 | 145,000 | 146,000 | 150,20 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 62,407 | 63,320 | 63,905 | 64,015 | 63,521 | 63,43 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 170 | 140 | 170 | 140 | 130 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 140 | 68 | 110 | 93 | 20 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2015

Tabla 7-20 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Convento. Punto 10.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 23677-6 | 23677-12 | 23677-18 | 23677-24 | 23677-30 | 23677-31 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 18,40 | 19,30 | 18,60 | 19,50 | 19,00 | 18,70 | 18,95 | <26 |
| DQO | mgO2/L | 87,81 | 92,51 | 89,38 | 94,08 | 90,94 | 89,38 | 90,95 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 125,000 | 120,000 | 130,000 | 125,000 | 118,000 | 114,000 | 121,75 | <251 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 65,020 | 65,677 | 67,230 | 66,701 | 66,408 | 66,956 | 66,82 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 20 | 45 | 78 | 78 | 78 | 78 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2015

7.1.2 Ciénaga de Sabanagrande

7.1.2.1 Resultados de las mediciones de campo

En las Tablas 7-21 a 7-25 se presentan los resultados obtenidos en campo para los cinco puntos evaluados en esta ciénaga

Tabla 7-21. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga Sabanagrande.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:40 | 6,68 | 158,1 | 1,1 | 14 | 25,1 | 29,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:40 | 6,60 | 158,1 | 1,1 | 13 | 25,0 | 29,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:40 | 6,58 | 157,9 | 1,1 | 14 | 25,2 | 29,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:40 | 6,59 | 158,4 | 1,1 | 14 | 25,1 | 29,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:40 | 6,59 | 159,0 | 1,1 | 12 | 25,3 | 29,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:40 | 6,66 | 157,9 | 1,1 | 13 | 25,4 | 29,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:40 | 6,68 | 159,0 | 1,1 | 14 | 25,4 | 29,2 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:00 | 6,65 | 156,2 | 1,1 | 14 | 24,2 | 28,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 6,61 | 156,2 | 1,1 | 14 | 24,4 | 28,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 6,59 | 157,4 | 1,1 | 14 | 25,2 | 28,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 6,59 | 157,0 | 1,1 | 13 | 25,4 | 28,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 6,70 | 156,0 | 1,1 | 15 | 25,1 | 29,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 6,69 | 158,2 | 1,1 | 12 | 25,0 | 29,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 6,66 | 158,4 | 1,1 | 12 | 24,9 | 28,9 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 17 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:00 | 6,60 | 159,3 | 1,3 | 13 | 26,2 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:00 | 6,66 | 158,9 | 1,2 | 13 | 26,2 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:00 | 6,58 | 159,4 | 1,3 | 12 | 26,4 | 31,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:00 | 6,61 | 159,2 | 1,0 | 13 | 27,2 | 31,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:00 | 6,66 | 159,4 | 1,1 | 14 | 27,5 | 31,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:00 | 6,62 | 158,8 | 1,1 | 14 | 28,0 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:00 | 6,60 | 158,6 | 1,1 | 14 | 28,0 | 32,4 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 18 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:50 | 6,58 | 155,2 | 1,0 | 14 | 26,6 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:50 | 6,59 | 155,8 | 1,0 | 14 | 26,6 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:50 | 6,54 | 155,2 | 1,1 | 15 | 26,9 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:50 | 6,66 | 156,6 | 1,0 | 14 | 27,0 | 31,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:50 | 6,60 | 155,9 | 1,2 | 15 | 27,2 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:50 | 6,62 | 156,4 | 1,1 | 15 | 27,1 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:50 | 6,67 | 156,3 | 1,1 | 15 | 27,3 | 32,8 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 19 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:10 | 6,63 | 158,2 | 1,1 | 13 | 25,2 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:10 | 6,60 | 158,1 | 1,1 | 13 | 25,2 | 27,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:10 | 6,59 | 159,2 | 1,0 | 12 | 25,4 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:10 | 6,62 | 157,8 | 1,1 | 13 | 25,2 | 27,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:10 | 6,66 | 157,9 | 1,1 | 13 | 25,0 | 27,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:10 | 6,67 | 158,3 | 1,2 | 14 | 25,1 | 27,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:10 | 6,64 | 159,8 | 1,0 | 12 | 25,0 | 27,5 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-22. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga Sabanagrande.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXÍGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:55 | 6,64 | 148,1 | 1,1 | 13 | 29,9 | 28,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:55 | 6,72 | 148,2 | 1,0 | 13 | 29,7 | 29,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:55 | 6,61 | 148,1 | 1,3 | 14 | 29,8 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:55 | 6,99 | 148,0 | 1,1 | 14 | 29,9 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:55 | 6,77 | 148,2 | 1,1 | 13 | 30,1 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:55 | 6,68 | 148,1 | 1,2 | 14 | 30,0 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:55 | 6,70 | 148,2 | 1,1 | 14 | 29,8 | 29,0 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:15 | 6,99 | 148,0 | 1,3 | 13 | 28,2 | 29,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:15 | 7,05 | 148,2 | 1,3 | 13 | 28,4 | 29,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:15 | 7,01 | 148,2 | 1,3 | 14 | 28,7 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:15 | 6,80 | 148,2 | 1,1 | 13 | 29,0 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:15 | 6,71 | 148,1 | 1,2 | 13 | 29,1 | 29,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:15 | 6,87 | 148,1 | 1,1 | 13 | 28,8 | 28,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:15 | 6,95 | 148,0 | 1,1 | 12 | 28,7 | 28,0 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 17 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:15 | 6,81 | 149,0 | 1,0 | 13 | 30,1 | 32,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:15 | 6,88 | 148,8 | 1,1 | 13 | 31,5 | 33,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:15 | 6,80 | 148,9 | 1,2 | 14 | 31,9 | 33,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:15 | 6,77 | 149,1 | 1,1 | 14 | 32,0 | 33,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:15 | 6,90 | 149,1 | 1,2 | 14 | 32,4 | 34,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:15 | 6,82 | 149,0 | 1,2 | 13 | 31,8 | 34,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:15 | 6,79 | 148,9 | 1,1 | 13 | 31,1 | 33,5 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 18 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:05 | 6,91 | 148,9 | 1,4 | 14 | 30,0 | 32,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:05 | 6,88 | 149,1 | 1,3 | 14 | 30,6 | 32,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:05 | 6,77 | 149,2 | 1,1 | 13 | 31,4 | 33,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:05 | 6,90 | 149,1 | 1,1 | 13 | 32,1 | 34,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:05 | 6,85 | 149,1 | 1,2 | 13 | 32,4 | 35,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:05 | 6,80 | 149,0 | 1,3 | 14 | 31,1 | 34,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:05 | 6,83 | 149,0 | 1,1 | 13 | 31,0 | 33,4 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 19 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:30 | 6,67 | 148,0 | 1,2 | 14 | 28,8 | 28,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:30 | 6,64 | 148,2 | 1,3 | 14 | 29,1 | 29,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:30 | 6,70 | 148,1 | 1,3 | 14 | 29,1 | 29,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:30 | 6,71 | 148,1 | 1,0 | 13 | 29,0 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:30 | 6,68 | 148,0 | 1,0 | 13 | 29,1 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:30 | 6,77 | 148,0 | 1,1 | 13 | 29,2 | 29,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:30 | 6,75 | 148,2 | 1,1 | 13 | 29,1 | 28,9 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-23. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga Sabanagrande.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S}/\text{cm}$ | OXÍGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:10 | 6,63 | 211,3 | 0,00 | 0,00 | 28,7 | 29,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:10 | 6,55 | 205,7 | 0,45 | 6,04 | 28,6 | 30,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:10 | 6,77 | 203,4 | 1,17 | 15,38 | 28,6 | 31,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:10 | 6,73 | 215,9 | 1,97 | 25,63 | 27,5 | 31,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:10 | 6,53 | 213,2 | 1,31 | 16,88 | 28,3 | 31,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:10 | 6,39 | 176,0 | 0,54 | 7,54 | 29,0 | 30,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:10 | 6,48 | 205,2 | 1,06 | 14,05 | 28,2 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:30 | 6,94 | 212,4 | 1,61 | 20,85 | 28,1 | 33,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:30 | 6,56 | 208,7 | 0,85 | 11,02 | 27,1 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:30 | 6,54 | 216,9 | 1,41 | 18,17 | 27,6 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:30 | 6,39 | 213,9 | 1,70 | 22,20 | 28,7 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:30 | 6,41 | 200,9 | 1,56 | 19,87 | 27,0 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:30 | 6,41 | 206,1 | 0,04 | 0,87 | 28,9 | 31,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:30 | 6,60 | 200,0 | 0,65 | 8,82 | 29,5 | 31,3 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 17 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:30 | 7,63 | 207,7 | 1,82 | 23,78 | 28,8 | 31,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:30 | 6,15 | 201,9 | 0,27 | 3,88 | 29,8 | 31,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:30 | 6,12 | 201,5 | 1,04 | 13,87 | 29,4 | 31,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:30 | 6,48 | 207,2 | 1,17 | 15,28 | 28,2 | 31,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:30 | 6,15 | 208,3 | 0,84 | 11,31 | 29,6 | 32,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:30 | 6,67 | 218,8 | 1,42 | 18,41 | 28,0 | 29,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:30 | 6,95 | 207,6 | 1,55 | 20,57 | 29,6 | 32,9 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 18 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:20 | 6,54 | 209,3 | 0,37 | 5,07 | 28,0 | 32,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:20 | 6,10 | 205,1 | 0,22 | 3,22 | 29,7 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:20 | 6,69 | 203,8 | 1,52 | 20,05 | 29,2 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:20 | 6,95 | 208,0 | 0,02 | 0,60 | 29,6 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:20 | 6,89 | 214,7 | 1,56 | 20,22 | 28,1 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:20 | 6,18 | 215,2 | 0,13 | 2,05 | 30,0 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:20 | 6,04 | 205,4 | 0,91 | 12,02 | 28,5 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 19 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:45 | 7,66 | 215,6 | 0,25 | 7,02 | 28,4 | 32,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:45 | 6,35 | 210,9 | 0,72 | 9,93 | 29,1 | 31,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:45 | 6,23 | 212,9 | 0,16 | 2,41 | 28,5 | 31,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:46 | 6,71 | 208,5 | 0,37 | 5,08 | 28,2 | 31,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:45 | 6,70 | 204,0 | 0,45 | 6,20 | 29,4 | 29,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 10:47 | 6,90 | 214,0 | 0,62 | 8,28 | 28,3 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 12:45 | 6,15 | 202,9 | 1,99 | 26,12 | 29,2 | 30,4 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-24. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga Sabanagrande.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXÍGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:00 | 6,89 | 233 | 1,7 | 18 | 30,5 | 32,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 6,95 | 233 | 1,9 | 20 | 30,1 | 31,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 6,40 | 234 | 1,8 | 19 | 30,3 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 6,85 | 234 | 1,6 | 18 | 31,0 | 31,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 6,99 | 234 | 1,7 | 18 | 31,4 | 32,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 7,00 | 233 | 1,6 | 18 | 30,9 | 31,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 6,97 | 233 | 1,7 | 18 | 30,5 | 31,6 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:20 | 6,94 | 231 | 1,6 | 17 | 29,8 | 30,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:20 | 7,03 | 233 | 1,4 | 14 | 29,9 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:20 | 6,89 | 234 | 1,2 | 13 | 30,2 | 30,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:20 | 6,83 | 231 | 1,7 | 18 | 30,5 | 31,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:20 | 6,90 | 232 | 1,5 | 14 | 30,4 | 30,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:20 | 6,85 | 232 | 1,6 | 18 | 30,0 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:20 | 6,80 | 233 | 1,6 | 18 | 29,7 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 17 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:40 | 6,84 | 234 | 1,6 | 18 | 30,0 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:40 | 6,91 | 235 | 1,7 | 18 | 31,3 | 32,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:40 | 6,93 | 233 | 1,6 | 17 | 31,5 | 32,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:40 | 6,96 | 231 | 1,8 | 20 | 32,4 | 33,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:40 | 6,87 | 232 | 1,9 | 20 | 32,7 | 33,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:40 | 6,85 | 233 | 1,9 | 20 | 32,0 | 32,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:40 | 6,80 | 233 | 1,8 | 19 | 31,9 | 32,5 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 18 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:30 | 6,71 | 232 | 1,1 | 10 | 31,2 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:30 | 6,77 | 232 | 1,2 | 13 | 31,5 | 32,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:30 | 6,81 | 231 | 1,3 | 13 | 32,6 | 33,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:30 | 6,87 | 233 | 1,1 | 10 | 33,1 | 34,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:30 | 6,93 | 231 | 1,4 | 14 | 33,1 | 34,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:30 | 6,88 | 232 | 1,2 | 13 | 33,0 | 34,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:30 | 6,85 | 232 | 1,3 | 13 | 32,8 | 34,1 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 19 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:50 | 6,90 | 231 | 1,5 | 16 | 29,8 | 28,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:50 | 6,88 | 230 | 1,7 | 18 | 29,9 | 28,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:50 | 6,93 | 230 | 1,8 | 20 | 30,0 | 30,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:50 | 6,99 | 231 | 1,6 | 17 | 30,3 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:50 | 7,00 | 232 | 1,7 | 18 | 30,5 | 30,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:50 | 6,97 | 231 | 1,9 | 20 | 30,4 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:50 | 6,90 | 230 | 1,6 | 18 | 30,1 | 30,1 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-25. Resultados de Campo. Punto 5-Ciénaga Sabanagrande

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:20 | 6,71 | 218 | 0,7 | 7 | 29,2 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:20 | 6,68 | 217 | 0,9 | 10 | 29,3 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:20 | 6,70 | 219 | 1,0 | 11 | 29,3 | 30,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:20 | 6,72 | 219 | 0,5 | 6 | 29,5 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:20 | 6,75 | 217 | 0,7 | 8 | 29,7 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:20 | 6,70 | 217 | 0,6 | 7 | 29,4 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:20 | 6,67 | 219 | 0,5 | 6 | 29,2 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:40 | 6,68 | 219 | 0,6 | 7 | 29,1 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:40 | 6,50 | 219 | 0,5 | 6 | 29,4 | 30,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:40 | 6,70 | 218 | 0,7 | 7 | 29,6 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:40 | 6,75 | 217 | 0,8 | 9 | 29,9 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:40 | 6,79 | 218 | 0,6 | 7 | 29,7 | 30,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:40 | 6,72 | 217 | 0,7 | 7 | 29,5 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:40 | 6,70 | 216 | 0,6 | 7 | 29,3 | 30,3 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 17 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:00 | 6,80 | 217 | 0,4 | 6 | 32,1 | 32,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:00 | 6,82 | 217 | 0,5 | 6 | 32,5 | 33,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:00 | 6,75 | 216 | 0,6 | 7 | 33,1 | 33,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:00 | 6,70 | 216 | 0,7 | 7 | 33,0 | 34,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:00 | 6,69 | 217 | 0,7 | 7 | 32,9 | 33,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:00 | 6,71 | 217 | 0,5 | 6 | 32,7 | 33,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:00 | 6,65 | 218 | 0,4 | 5 | 31,9 | 32,8 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 18 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:50 | 6,85 | 219 | 0,3 | 3 | 31,4 | 32,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:50 | 6,89 | 218 | 0,4 | 5 | 31,6 | 32,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:50 | 6,79 | 218 | 0,6 | 7 | 32,5 | 33,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:50 | 6,80 | 219 | 0,5 | 6 | 33,1 | 34,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:50 | 6,82 | 217 | 0,7 | 8 | 33,3 | 34,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:50 | 6,75 | 218 | 0,6 | 7 | 33,2 | 34,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:50 | 6,80 | 219 | 0,4 | 5 | 32,9 | 34,3 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 19 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:10 | 6,74 | 217 | 0,5 | 6 | 29,7 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:10 | 6,76 | 218 | 0,7 | 8 | 29,9 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:10 | 6,72 | 219 | 0,9 | 10 | 30,2 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:10 | 6,89 | 219 | 0,6 | 7 | 30,3 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:10 | 6,69 | 219 | 0,7 | 7 | 30,0 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:10 | 6,71 | 217 | 0,7 | 7 | 29,6 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:10 | 6,80 | 218 | 0,6 | 6 | 29,7 | 30,1 | AGUA TURBIA |

Figura 7-41. Variación de pH. Ciénaga Sabanagrande. Punto 1.

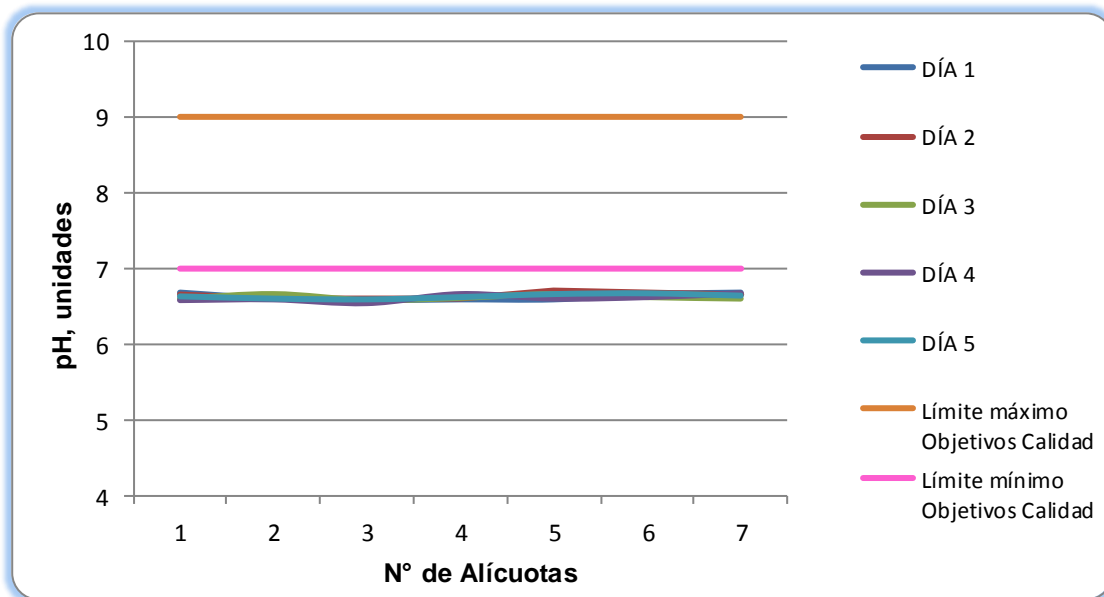


Figura 7-42. Variación de pH. Ciénaga Sabanagrande. Punto 2.

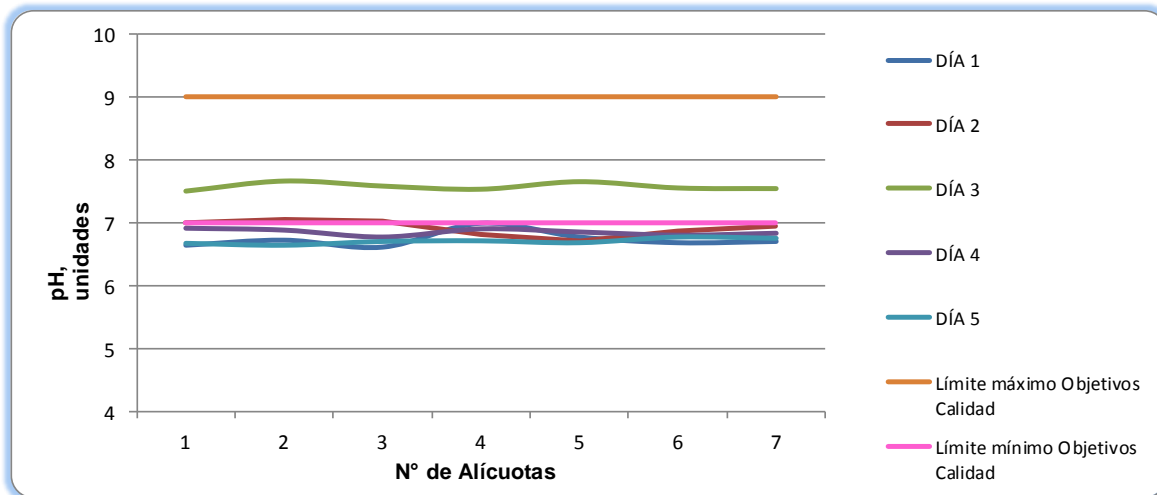


Figura 7-43. Variación de pH. Ciénaga Sabanagrande. Punto 3.

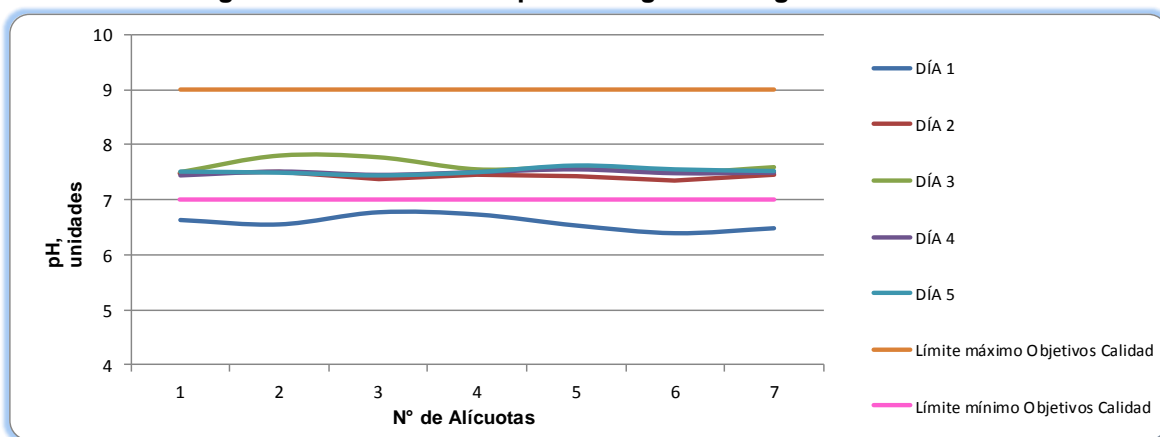


Figura 7-44. Variación de pH. Ciénaga Sabanagrande. Punto 4.

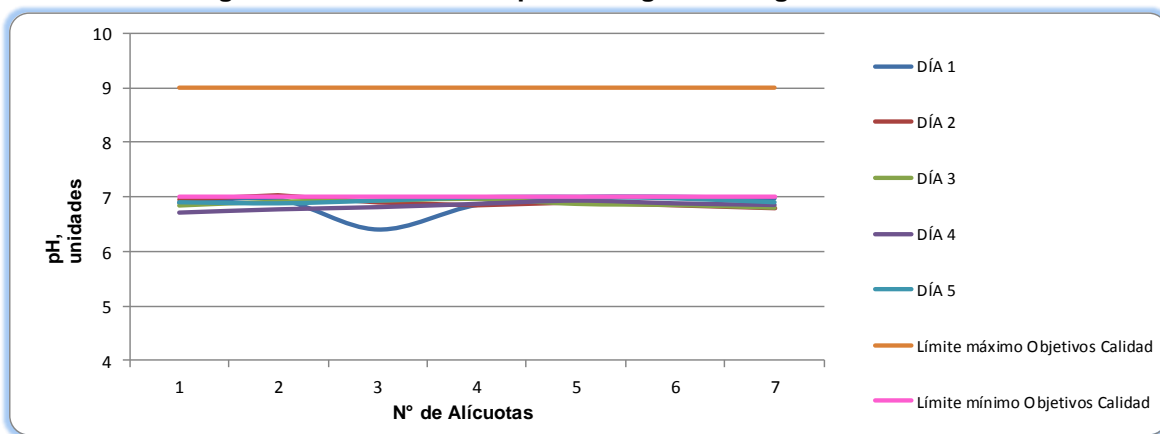


Figura 7-45. Variación de pH. Ciénaga Sabanagrande. Punto 5.

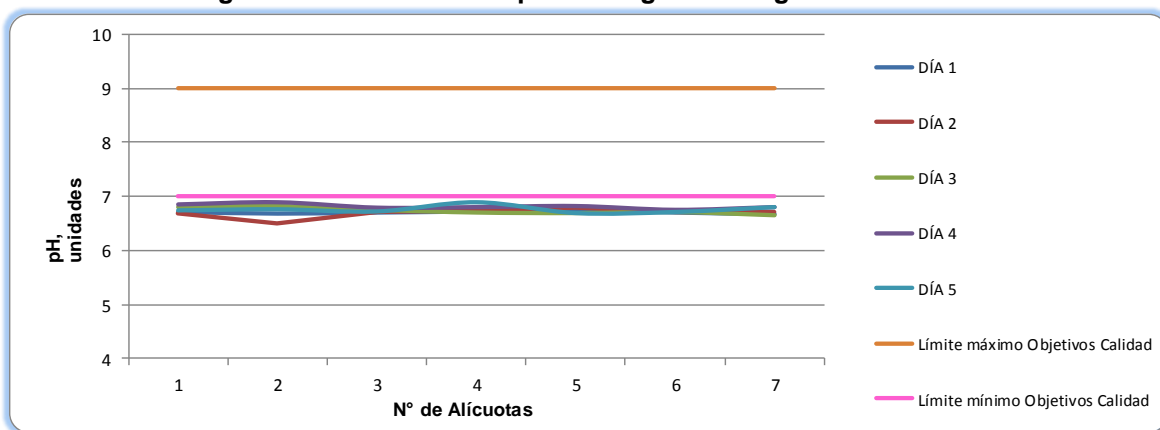


Figura 7-46. Variación de Temperatura. Ciénaga Sabanagrande. Punto 1.

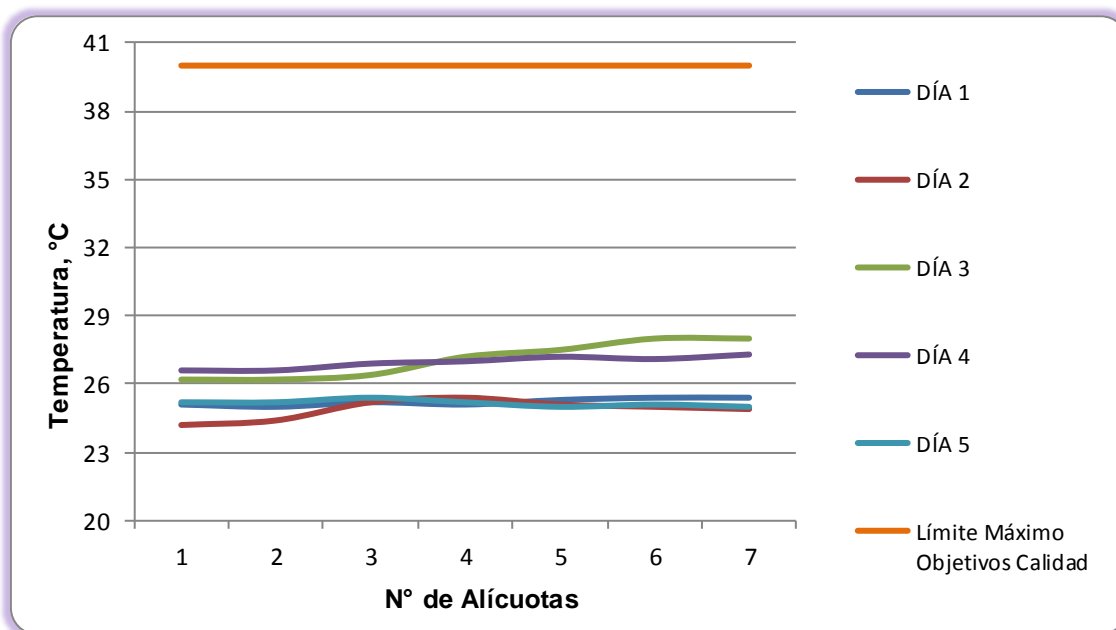


Figura 7-47. Variación de Temperatura. Ciénaga Sabanagrande. Punto 2.

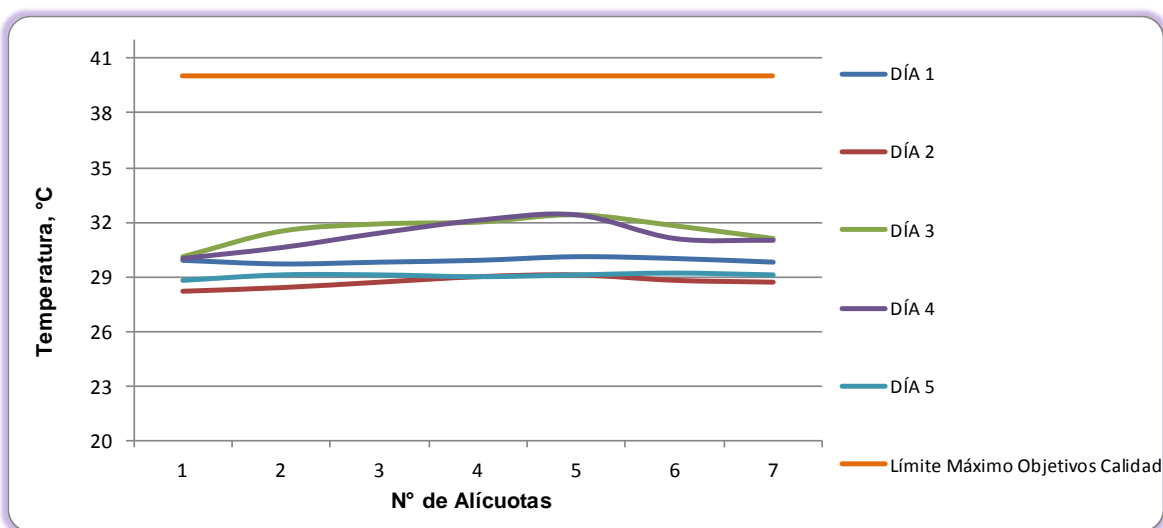


Figura 7-48. Variación de Temperatura. Ciénaga Sabanagrande. Punto 3.

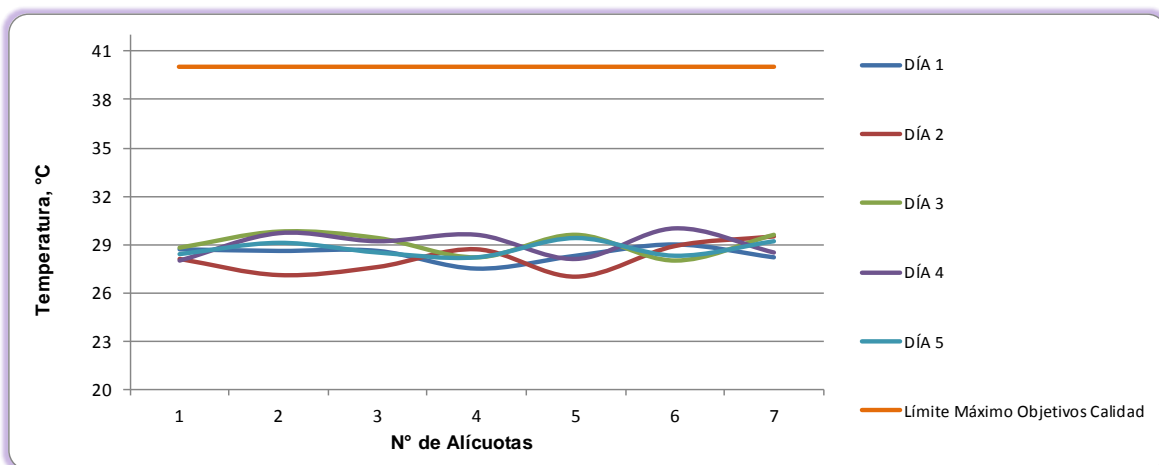


Figura 7-49. Variación de Temperatura. Ciénaga Sabanagrande. Punto 4.

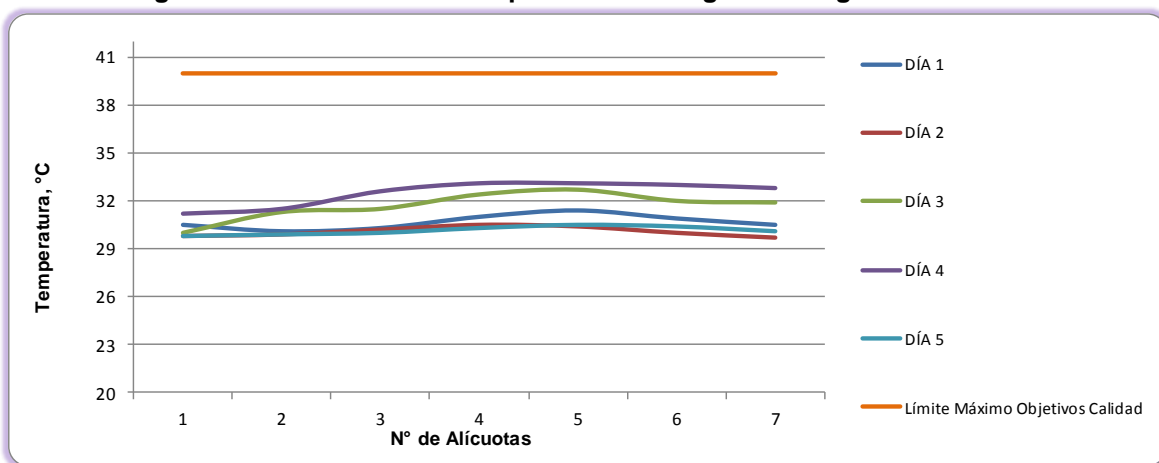


Figura 7-50. Variación de Temperatura. Ciénaga Sabanagrande. Punto 5.

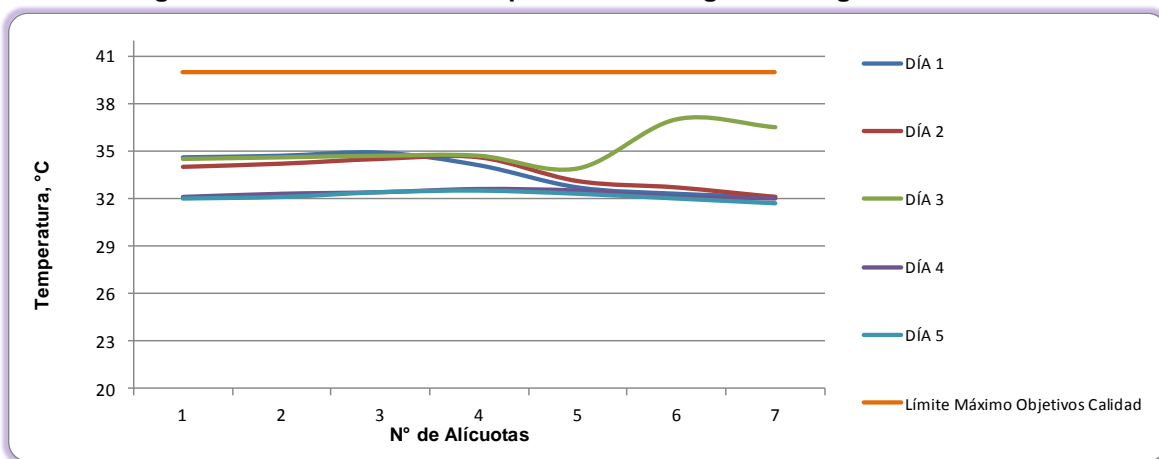




Figura 7-51. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Sabanagrande. Punto 1.

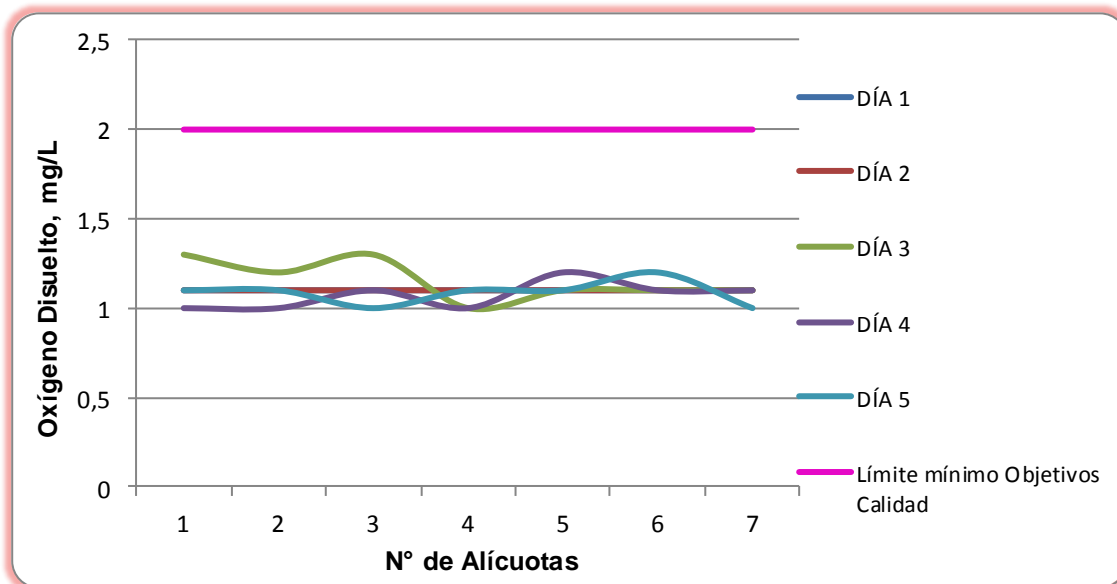


Figura 7-52. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Sabanagrande. Punto 2.

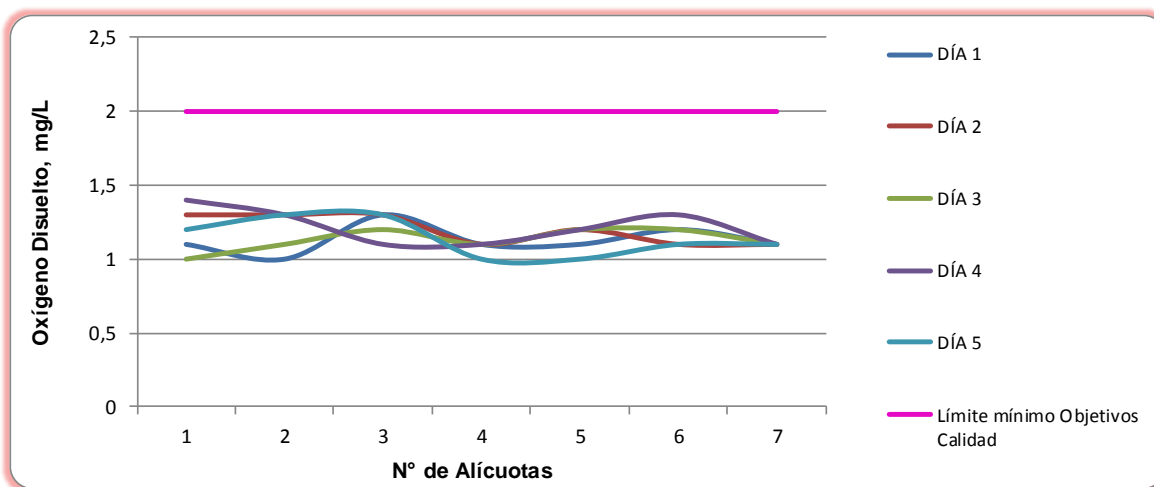


Figura 7-53. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Sabanagrande. Punto 3.

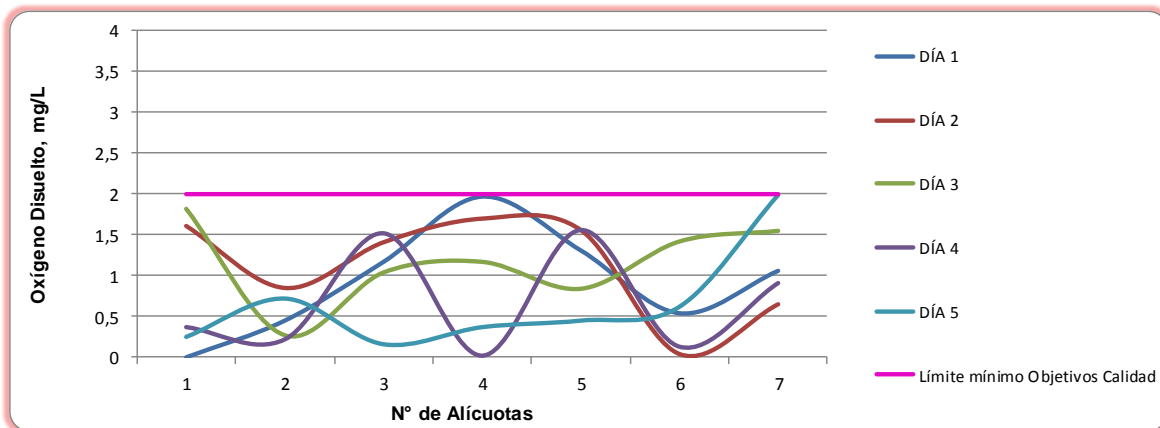


Figura 7-54. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Sabanagrande. Punto 4.

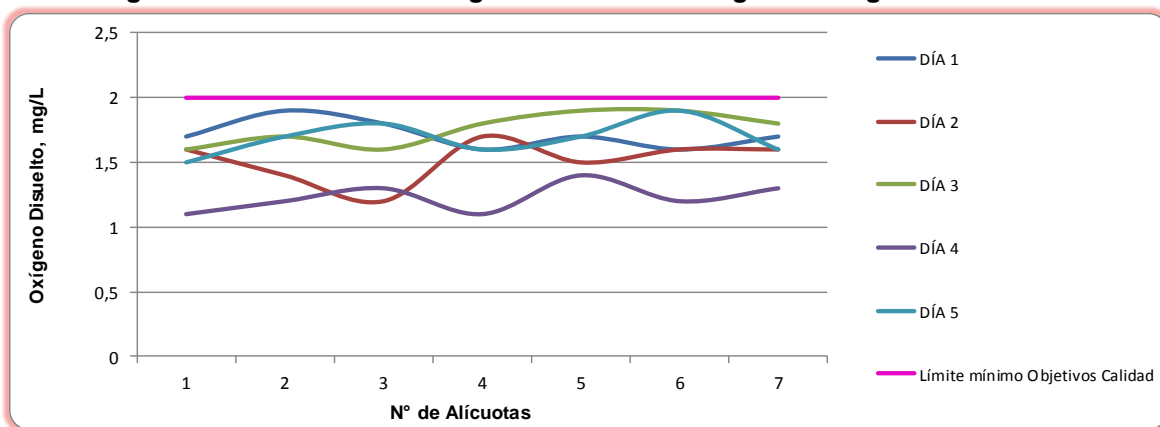


Figura 7-55. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Sabanagrande. Punto 5.

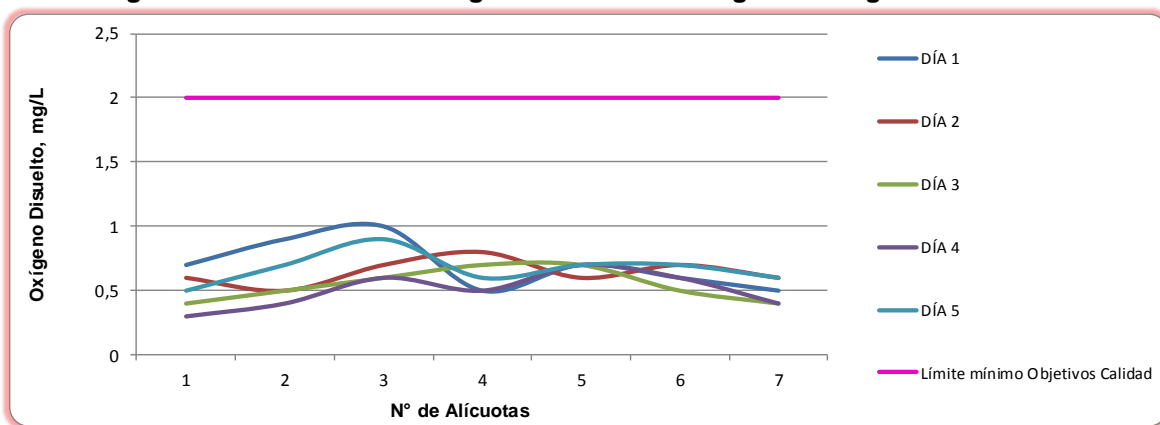


Figura 7-56. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 1.

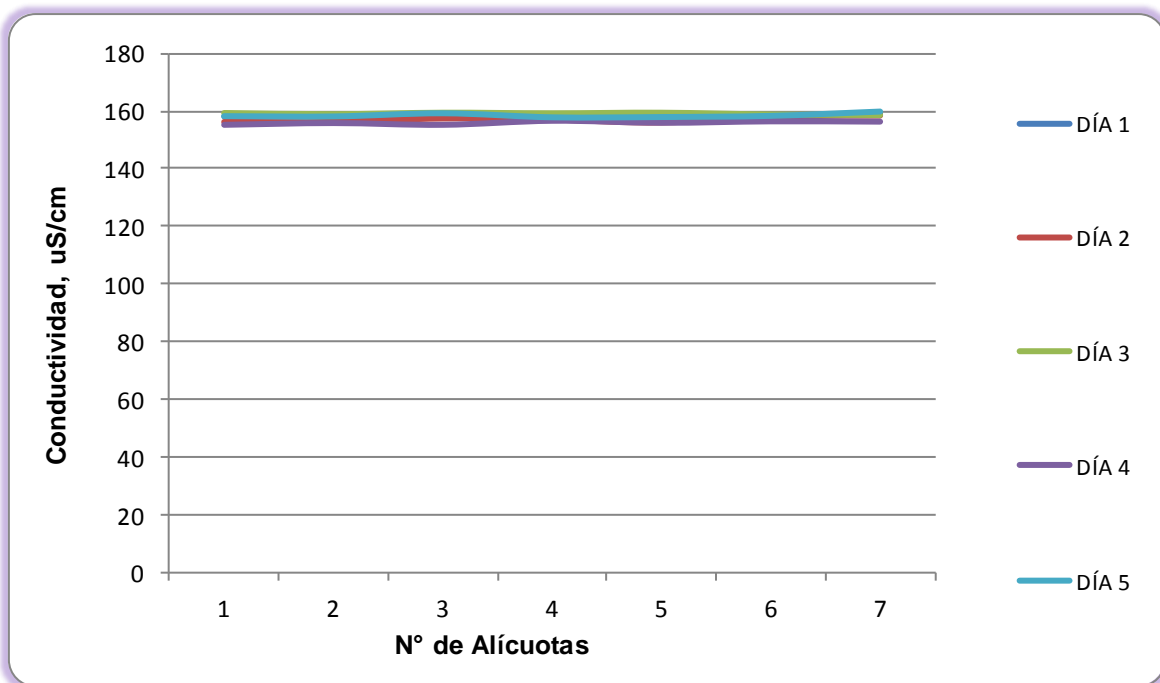


Figura 7-57. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 2.

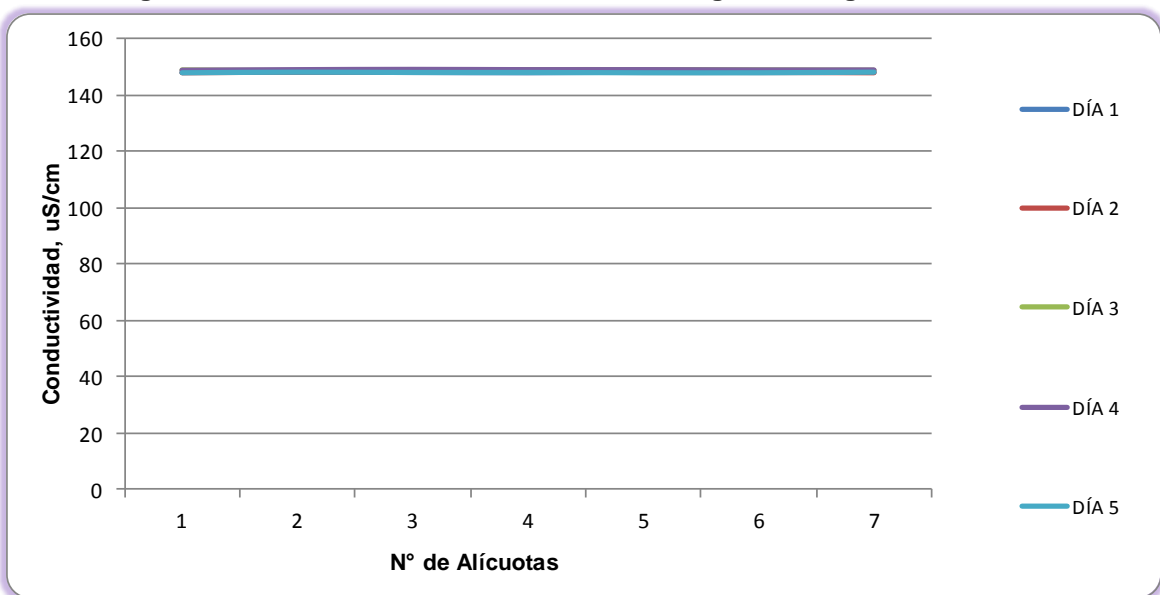


Figura 7-58. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 3.

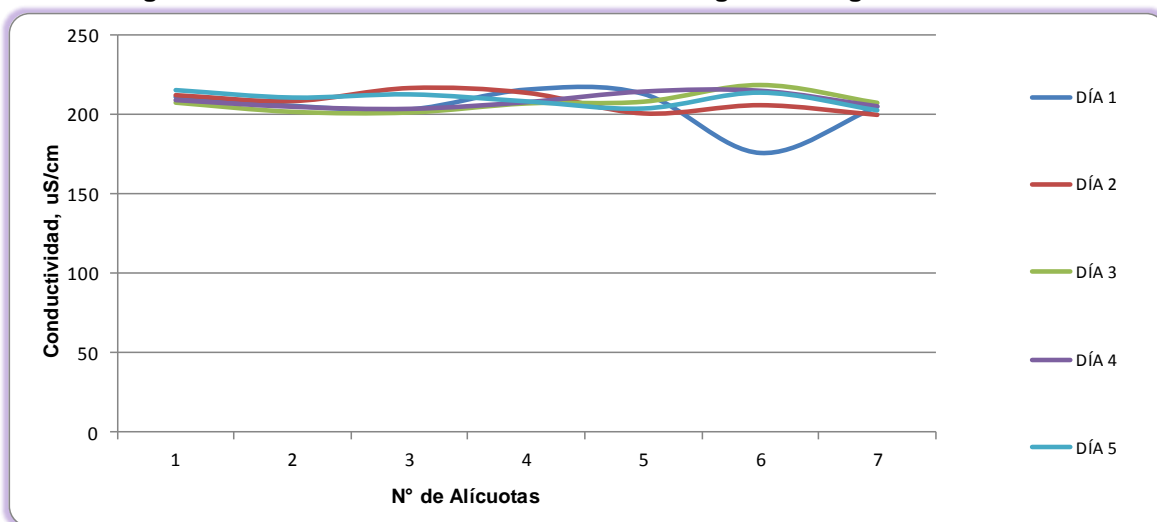


Figura 7-59. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 4.

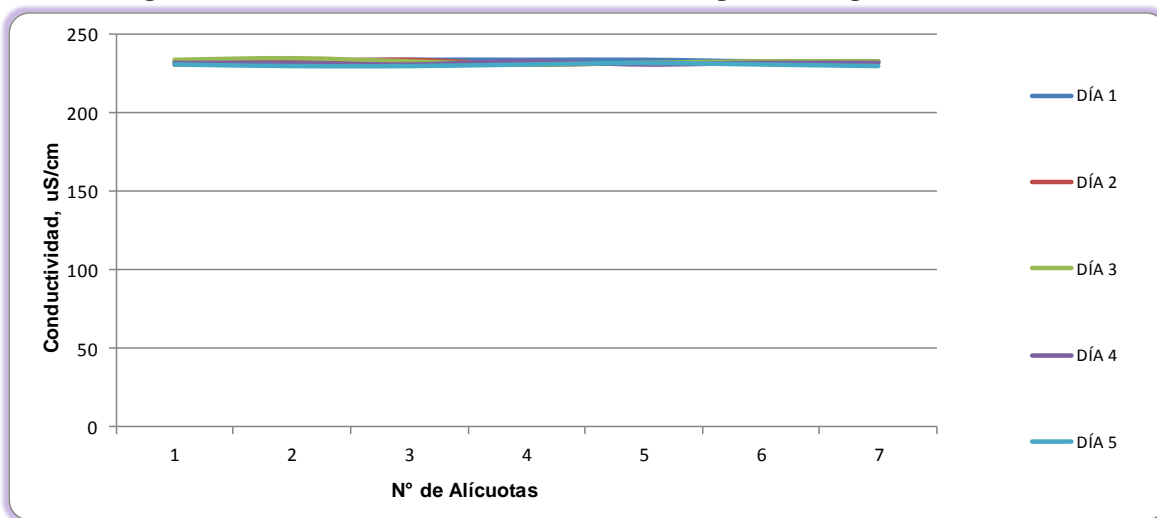
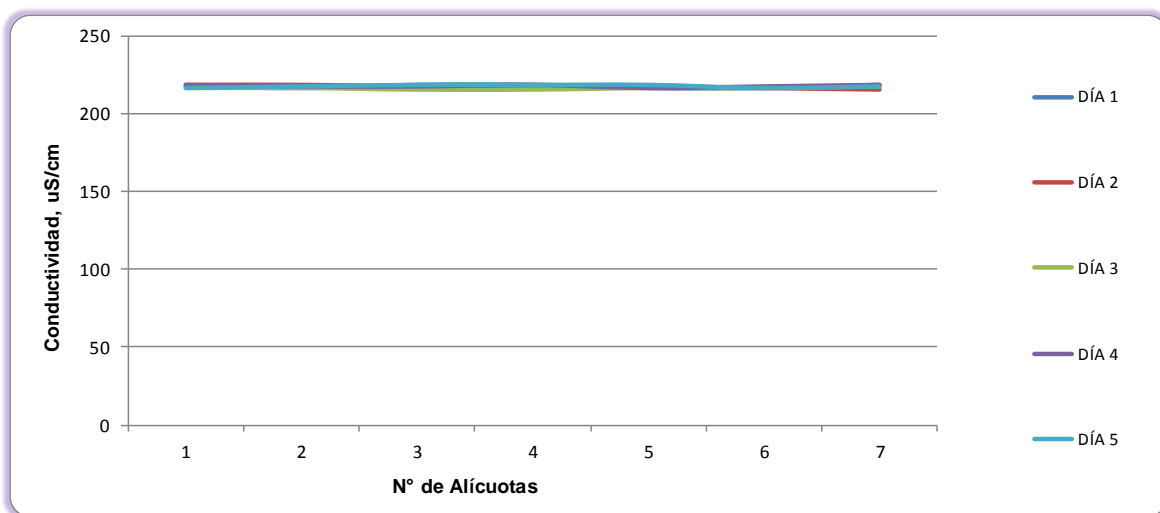


Figura 7-60. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 5.



7.1.2.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

A continuación se presentan en las tablas 7-26 a 7-30, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en los cinco puntos monitoreados en la Ciénaga Sabanagrande, junto con los objetivos de calidad planteados para este sistema hidrográfico para el período 2011-2020. Según el artículo primero de la resolución en mención para la Cuenca del Río Magdalena, Clase III.

Tabla 7-26 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Sabanagrande. Punto 1.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| | | 23864-1 | 23864-4 | 23864-7 | 23864-10 | 23867-13 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 4,21 | 4,60 | 4,34 | 4,58 | 4,32 | 4,41 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 24,48 | 25,00 | 24,68 | 25,12 | 24,96 | 24,85 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 36,80 | 34,80 | 40,00 | 32,80 | 30,00 | 34,88 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 21,88 | 21,48 | 21,59 | 21,30 | 21,428 | 21,54 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 27x10 ² | 14x10 ² | 41x10 ² | 70x10 ² | 27x10 ² | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 11x10 ² | 93x10 ¹ | 93x10 ¹ | 49x10 ² | 93x10 ¹ | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-27 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Sabanagrande. Punto 2.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| | | 23864-2 | 23864-5 | 23864-8 | 23864-11 | 23864-14 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 4,54 | 4,61 | 4,36 | 4,56 | 4,54 | 4,52 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 24,08 | 24,00 | 24,12 | 23,92 | 24,08 | 24,04 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 45,20 | 28,00 | 34,80 | 36,80 | 38,00 | 36,56 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 23,39 | 23,00 | 23,01 | 23,29 | 22,95 | 23,13 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 11x10 ⁴ | 95x10 ³ | 14x10 ⁴ | 14x10 ⁴ | 40x10 ³ | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 11x10 ⁴ | 26x10 ³ | 11x10 ⁴ | 64x10 ³ | 21x10 ³ | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-28 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Sabanagrande. Punto 3.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| | | 23864-3 | 23864-6 | 23864-9 | 23864-12 | 23864-15 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 4,78 | 4,92 | 4,75 | 4,68 | 4,82 | 4,79 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 25,68 | 25,80 | 25,40 | 25,12 | 25,20 | 25,44 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 32,00 | 50,00 | 30,00 | 48,80 | 34,80 | 39,12 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 20,66 | 20,35 | 20,84 | 20,44 | 20,87 | 20,63 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 22x10 ³ | 47x10 ² | 14x10 ³ | 30x10 ³ | 11x10 ³ | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 17x10 ³ | 28x10 ² | 14x10 ³ | 17x10 ² | 11x10 ³ | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-29 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Sabanagrande. Punto 4.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| | | 23864-16 | 23864-18 | 23864-20 | 23864-22 | 23864-24 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 4,83 | 4,80 | 4,85 | 4,79 | 4,82 | 4,82 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 25,52 | 25,36 | 25,72 | 25,44 | 25,60 | 25,53 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 34,80 | 32,80 | 36,00 | 40,80 | 38,00 | 36,48 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 24,54 | 25,88 | 26,21 | 25,79 | 26,27 | 25,74 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 49x10 ² | 27x10 ² | 46x10 ² | 31x10 ² | 43x10 ² | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 49x10 ² | 22x10 ² | 33x10 ² | 13x10 ² | 17x10 ² | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-30 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Sabanagrande. Punto 5.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|--|-----------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| | | 23864-17 | 23864-19 | 23864-21 | 23864-23 | 23864-25 | | |
| DBO5 | mgO ₂ /L | 4,67 | 4,70 | 4,67 | 4,68 | 4,65 | 4,67 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 26,00 | 26,16 | 26,12 | 26,24 | 26,04 | 26,11 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 37,20 | 34,00 | 38,00 | 36,00 | 30,00 | 35,04 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 25,39 | 24,69 | 25,07 | 25,38 | 24,75 | 25,06 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 70x10 ² | 46x10 ² | 33x10 ² | 23x10 ² | 23x10 ² | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 49x10 ² | 46x10 ² | 33x10 ² | 13x10 ² | 13x10 ² | -- | <5000 |
| *Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III. | | | | | | | | |
| Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016 | | | | | | | | |

7.1.3 Ciénaga de Luisa

7.1.3.1 Resultados de las mediciones de campo

En las Tablas 7-31 a 7-35 se presentan los resultados obtenidos en campo para los cinco puntos monitoreados en esta ciénaga

Tabla 7-31. Resultados de Campo. Punto 6-Ciénaga La Luisa.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA $^{\circ}\text{C}$ | TEMPERATURA AMBIENTE $^{\circ}\text{C}$ | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|--|---|---------------|
| OCTUBRE 31 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:57 | 7,36 | 740 | 0,2 | 3 | 29,9 | 30,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:57 | 7,15 | 744 | 0,3 | 3 | 29,9 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:57 | 7,13 | 743 | 0,4 | 5 | 29,4 | 30,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:57 | 7,14 | 722 | 0,4 | 4 | 28,4 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:57 | 7,11 | 721 | 0,5 | 5 | 28,3 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:57 | 7,04 | 722 | 0,3 | 3 | 28,7 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:57 | 7,10 | 729 | 0,4 | 2 | 29,3 | 29,7 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:30 | 7,37 | 741 | 0,6 | 9 | 29,1 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:30 | 6,93 | 746 | 0,4 | 4 | 29,1 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:30 | 7,14 | 744 | 0,5 | 5 | 29,2 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:30 | 7,04 | 744 | 0,4 | 4 | 29,3 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:30 | 7,10 | 745 | 0,3 | 3 | 29,5 | 30,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:30 | 7,13 | 743 | 0,3 | 3 | 28,9 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:30 | 7,15 | 744 | 0,4 | 4 | 28,7 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:47 | 7,34 | 741 | 0,6 | 8 | 29,0 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:47 | 7,14 | 745 | 0,6 | 4 | 29,1 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:47 | 7,23 | 742 | 0,2 | 2 | 29,3 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:47 | 7,27 | 743 | 0,3 | 3 | 29,1 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:47 | 7,29 | 744 | 0,4 | 4 | 28,8 | 30,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:47 | 7,30 | 744 | 0,2 | 2 | 29,4 | 30,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:47 | 7,28 | 743 | 0,2 | 2 | 29,5 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 03 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:15 | 7,68 | 744 | 0,4 | 4 | 29,1 | 29,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:15 | 7,75 | 746 | 0,5 | 4 | 28,7 | 29,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:15 | 7,73 | 743 | 0,4 | 4 | 29,1 | 29,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:15 | 7,71 | 741 | 0,3 | 3 | 29,5 | 29,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:15 | 7,69 | 744 | 0,2 | 2 | 29,8 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:15 | 7,70 | 742 | 0,3 | 3 | 29,5 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:15 | 7,72 | 741 | 0,4 | 4 | 29,2 | 29,6 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 04 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:50 | 7,96 | 743 | 0,4 | 4 | 29,2 | 29,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:50 | 7,99 | 744 | 0,3 | 3 | 29,5 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:50 | 8,10 | 744 | 0,3 | 3 | 29,6 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:50 | 8,13 | 745 | 0,2 | 2 | 29,9 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:50 | 8,05 | 744 | 0,3 | 3 | 29,4 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:50 | 8,01 | 743 | 0,4 | 4 | 29,3 | 29,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:50 | 7,98 | 742 | 0,5 | 5 | 28,6 | 28,5 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-32. Resultados de Campo. Punto 7-Ciénaga La Luisa.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXÍGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| OCTUBRE 31 DE 2016 | Alicuota 1 | 11:57 | 7,87 | 744 | 0,5 | 5 | 29,2 | 30,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:57 | 7,50 | 746 | 0,2 | 2 | 29,8 | 30,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:57 | 7,33 | 741 | 0,5 | 5 | 29,8 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:57 | 7,25 | 744 | 0,3 | 3 | 29,9 | 31,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:57 | 7,55 | 740 | 0,2 | 2 | 30,0 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:57 | 7,86 | 744 | 0,4 | 4 | 30,0 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:57 | 7,50 | 746 | 0,5 | 5 | 29,2 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:30 | 7,25 | 743 | 0,2 | 2 | 27,3 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:30 | 7,29 | 749 | 0,5 | 5 | 27,3 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:30 | 7,86 | 738 | 0,4 | 4 | 27,5 | 29,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:30 | 7,80 | 749 | 0,0 | 5 | 27,4 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:30 | 7,31 | 740 | 0,2 | 2 | 27,5 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:30 | 7,54 | 748 | 0,3 | 3 | 27,3 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:30 | 7,88 | 741 | 0,4 | 4 | 27,2 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:47 | 7,49 | 753 | 0,5 | 5 | 28,0 | 29,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:47 | 7,31 | 759 | 0,5 | 5 | 28,3 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:47 | 7,58 | 748 | 0,5 | 5 | 27,4 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:47 | 7,22 | 739 | 0,4 | 4 | 28,9 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:47 | 7,50 | 750 | 0,5 | 5 | 27,2 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:47 | 7,38 | 738 | 0,2 | 2 | 27,5 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:47 | 7,67 | 751 | 0,5 | 5 | 27,3 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 03 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:15 | 7,80 | 763 | 0,2 | 2 | 27,5 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:15 | 7,67 | 769 | 0,2 | 2 | 27,5 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:15 | 7,85 | 758 | 0,5 | 5 | 27,8 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:15 | 7,79 | 749 | 0,3 | 3 | 28,0 | 31,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:15 | 7,81 | 760 | 0,2 | 2 | 28,5 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:15 | 7,69 | 748 | 0,4 | 5 | 28,3 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:15 | 7,66 | 761 | 0,2 | 2 | 27,4 | 30,3 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 04 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:50 | 7,39 | 754 | 0,2 | 2 | 28,3 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:50 | 7,52 | 766 | 0,5 | 5 | 28,7 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:50 | 7,48 | 731 | 0,3 | 3 | 29,0 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:50 | 7,51 | 740 | 0,5 | 5 | 29,5 | 31,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:50 | 7,33 | 744 | 0,2 | 2 | 30,2 | 31,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:50 | 7,50 | 759 | 0,4 | 4 | 30,5 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:50 | 7,51 | 763 | 0,5 | 5 | 29,8 | 29,8 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-33. Resultados de Campo. Punto 8-Ciénaga La Luisa..

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD μ S/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:24 | 7,36 | 731 | 4,4 | 61 | 30,2 | 33,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:24 | 7,39 | 731 | 4,3 | 61 | 30,5 | 33,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:25 | 7,37 | 732 | 4,5 | 62 | 31,2 | 34,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:24 | 7,35 | 731 | 4,3 | 61 | 31,6 | 34,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 10:26 | 7,40 | 731 | 4,3 | 61 | 31,3 | 34,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:24 | 7,39 | 730 | 4,4 | 62 | 31,0 | 33,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 10:27 | 7,34 | 732 | 4,3 | 61 | 30,5 | 33,2 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:20 | 7,29 | 733 | 4,3 | 61 | 29,9 | 32,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:20 | 7,34 | 733 | 4,3 | 61 | 29,9 | 32,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:20 | 7,31 | 734 | 4,3 | 61 | 30,3 | 33,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:20 | 7,36 | 732 | 4,4 | 61 | 31,1 | 33,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:20 | 7,32 | 733 | 4,3 | 61 | 31,6 | 33,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:20 | 7,30 | 733 | 4,2 | 60 | 31,4 | 33,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:20 | 7,31 | 733 | 4,3 | 61 | 30,9 | 32,7 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 17 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:45 | 7,41 | 729 | 4,2 | 60 | 29,8 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:45 | 7,39 | 728 | 4,1 | 60 | 30,1 | 32,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:45 | 7,40 | 729 | 4,1 | 60 | 30,3 | 32,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:45 | 7,39 | 728 | 4,2 | 60 | 30,9 | 33,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:45 | 7,38 | 729 | 4,3 | 61 | 31,2 | 34,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:45 | 7,40 | 730 | 4,1 | 60 | 31,9 | 33,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:45 | 7,41 | 729 | 4,1 | 60 | 31,6 | 33,7 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 18 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:00 | 7,39 | 730 | 4,1 | 60 | 29,5 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 7,39 | 731 | 4,0 | 54 | 29,7 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 7,40 | 731 | 4,1 | 60 | 29,9 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 7,38 | 730 | 4,0 | 54 | 29,8 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 7,39 | 729 | 4,2 | 60 | 29,9 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 7,41 | 729 | 4,1 | 60 | 29,7 | 30,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 7,41 | 730 | 4,2 | 60 | 29,6 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 19 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:10 | 7,40 | 731 | 4,3 | 61 | 29,6 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:10 | 7,40 | 731 | 4,1 | 60 | 29,8 | 30,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:10 | 7,42 | 730 | 4,2 | 60 | 30,0 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:10 | 7,43 | 731 | 4,4 | 61 | 30,1 | 30,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:10 | 7,41 | 732 | 4,1 | 60 | 29,9 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:10 | 7,40 | 732 | 4,2 | 60 | 29,8 | 30,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:10 | 7,41 | 731 | 4,2 | 60 | 29,9 | 30,8 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-34. Resultados de Campo. Punto 9-Ciénaga La Luisa.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:25 | 7,28 | 742 | 3,8 | 50 | 31,0 | 32,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:25 | 7,28 | 741 | 3,9 | 50 | 31,4 | 33,4 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:25 | 7,29 | 742 | 3,9 | 50 | 31,9 | 34,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:25 | 7,27 | 741 | 3,7 | 49 | 31,9 | 34,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:25 | 7,28 | 743 | 3,8 | 50 | 32,0 | 34,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:25 | 7,30 | 742 | 3,7 | 49 | 31,7 | 34,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:25 | 7,30 | 742 | 3,8 | 50 | 31,3 | 33,8 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:35 | 7,32 | 744 | 3,7 | 50 | 29,9 | 30,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:35 | 7,30 | 744 | 3,7 | 50 | 30,0 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:35 | 7,33 | 745 | 3,6 | 50 | 30,3 | 31,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:35 | 7,33 | 744 | 3,7 | 50 | 31,0 | 32,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:35 | 7,32 | 744 | 3,8 | 52 | 31,7 | 33,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:35 | 7,31 | 745 | 3,7 | 50 | 31,9 | 33,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:35 | 7,31 | 744 | 3,6 | 50 | 31,6 | 32,5 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 17 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,30 | 739 | 3,6 | 49 | 30,0 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,29 | 740 | 3,7 | 50 | 30,3 | 31,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,31 | 739 | 3,6 | 50 | 30,9 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,29 | 743 | 3,6 | 49 | 31,3 | 32,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,30 | 739 | 3,5 | 49 | 31,9 | 33,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,31 | 739 | 3,5 | 49 | 32,1 | 33,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 7,31 | 740 | 3,7 | 50 | 32,0 | 32,8 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 18 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:15 | 7,29 | 740 | 3,9 | 51 | 28,7 | 29,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:15 | 7,30 | 741 | 4,0 | 52 | 28,9 | 29,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:15 | 7,31 | 741 | 3,9 | 51 | 28,9 | 29,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:15 | 7,29 | 740 | 3,9 | 51 | 29,2 | 29,6 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:15 | 7,29 | 739 | 3,8 | 51 | 29,4 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:15 | 7,30 | 739 | 3,8 | 51 | 29,1 | 29,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:15 | 7,28 | 740 | 3,9 | 51 | 28,9 | 29,5 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 19 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:25 | 7,30 | 743 | 3,7 | 50 | 28,9 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:25 | 7,30 | 742 | 3,8 | 49 | 28,9 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:25 | 7,29 | 743 | 3,9 | 50 | 29,3 | 31,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:25 | 7,29 | 742 | 3,7 | 49 | 29,5 | 30,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:25 | 7,30 | 741 | 3,7 | 49 | 29,4 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:25 | 7,28 | 743 | 3,8 | 50 | 29,3 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:25 | 7,28 | 742 | 3,8 | 50 | 29,1 | 29,7 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-35. Resultados de Campo. Punto 10-Ciénaga La Luisa.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:01 | 7,16 | 745 | 3,4 | 46 | 32,9 | 31,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:01 | 7,18 | 745 | 3,5 | 47 | 33,2 | 32,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:01 | 7,17 | 745 | 3,3 | 46 | 33,8 | 33,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:01 | 7,17 | 746 | 3,3 | 46 | 34,1 | 34,5 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:01 | 7,19 | 745 | 3,4 | 46 | 33,9 | 33,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:01 | 7,20 | 744 | 3,3 | 46 | 32,7 | 33,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:01 | 7,16 | 745 | 3,4 | 46 | 32,1 | 32,0 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:00 | 7,18 | 744 | 3,6 | 50 | 30,1 | 30,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 7,16 | 745 | 3,7 | 50 | 30,3 | 31,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 7,16 | 745 | 3,7 | 50 | 30,9 | 32,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 7,19 | 746 | 3,8 | 52 | 31,4 | 32,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 7,17 | 744 | 3,5 | 49 | 31,8 | 33,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 7,16 | 744 | 3,5 | 49 | 31,0 | 32,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 7,17 | 744 | 3,6 | 50 | 30,7 | 32,1 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 17 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:25 | 7,16 | 743 | 3,7 | 49 | 31,1 | 30,2 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:25 | 7,17 | 743 | 3,6 | 49 | 31,5 | 3,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:25 | 7,17 | 745 | 3,6 | 50 | 32,1 | 31,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:25 | 7,17 | 745 | 3,5 | 47 | 32,6 | 32,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:25 | 7,19 | 744 | 3,4 | 46 | 33,1 | 33,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:25 | 7,19 | 743 | 3,6 | 49 | 33,0 | 32,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:25 | 7,16 | 743 | 3,6 | 50 | 32,7 | 32,9 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 18 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:40 | 7,17 | 744 | 3,5 | 47 | 30,0 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:40 | 7,16 | 745 | 3,3 | 46 | 29,9 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:40 | 7,15 | 746 | 3,4 | 46 | 30,1 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:40 | 7,17 | 746 | 3,3 | 46 | 30,2 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:40 | 7,17 | 745 | 3,3 | 46 | 30,4 | 29,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:40 | 7,18 | 744 | 3,4 | 47 | 30,1 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:40 | 7,15 | 744 | 3,4 | 46 | 30,0 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 19 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:50 | 7,14 | 745 | 3,5 | 47 | 29,1 | 29,7 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:50 | 7,15 | 745 | 3,5 | 47 | 29,4 | 29,8 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:50 | 7,17 | 746 | 3,6 | 49 | 29,3 | 29,9 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:50 | 7,16 | 746 | 3,4 | 46 | 30,1 | 30,3 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:50 | 7,17 | 744 | 3,4 | 46 | 30,3 | 30,1 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:50 | 7,16 | 744 | 3,4 | 46 | 30,1 | 30,0 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:50 | 7,15 | 745 | 3,5 | 47 | 29,3 | 29,8 | AGUA TURBIA |

Figura 7-61. Variación de pH. Ciénaga La Luisa. Punto 6.

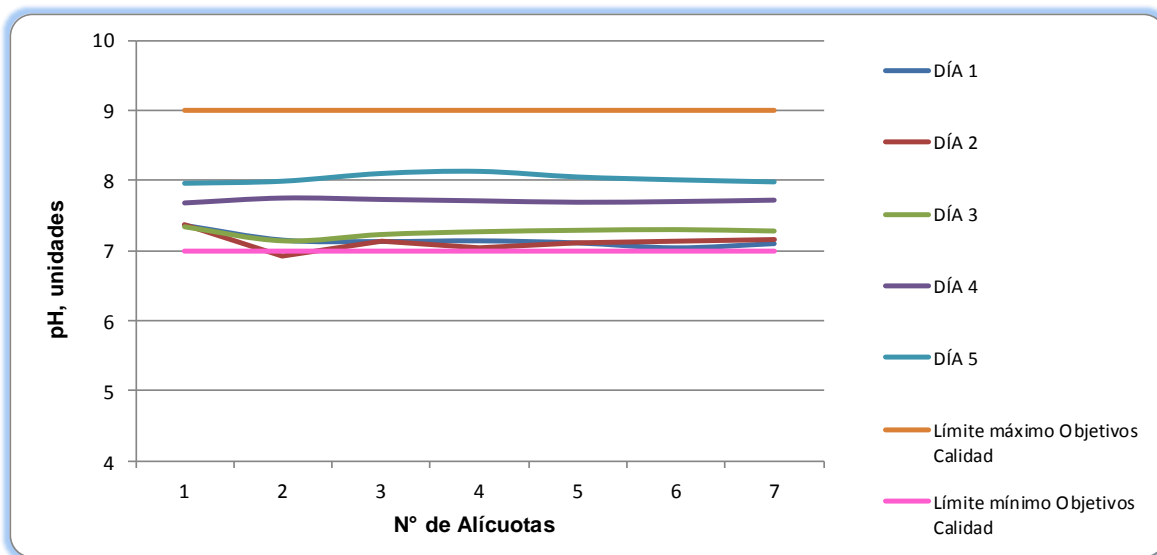


Figura 7-62. Variación de pH. Ciénaga La Luisa. Punto 7.

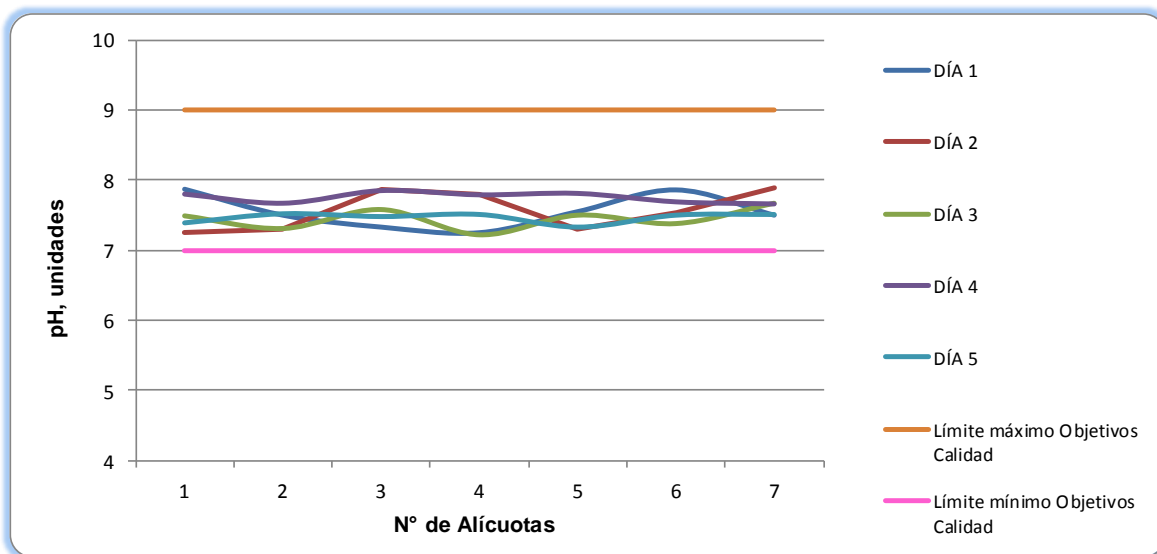


Figura 7-63. Variación de pH. Ciénaga La Luisa. Punto 8.

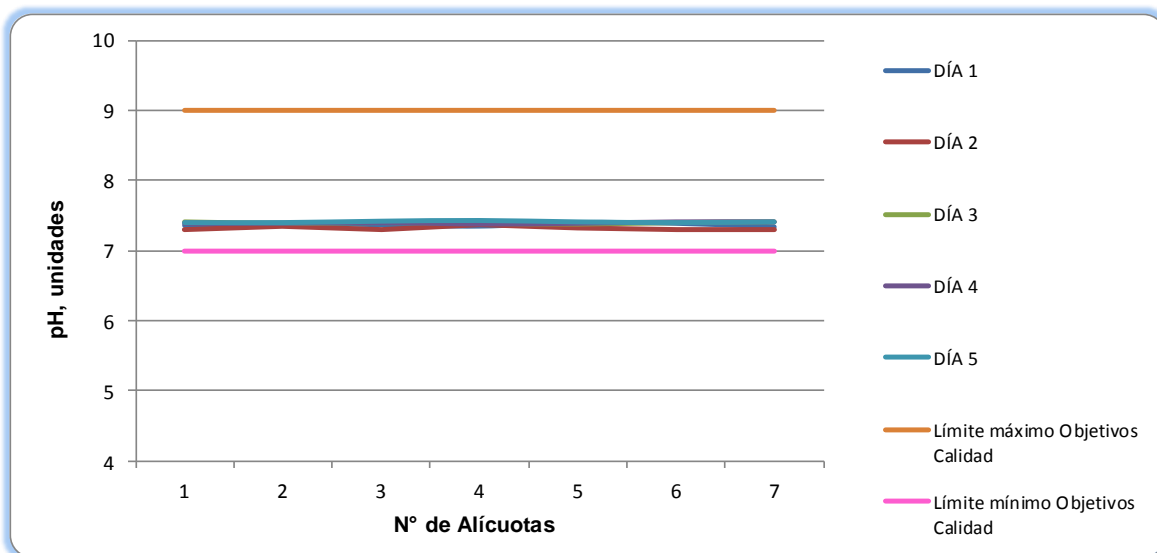


Figura 7-64. Variación de pH. Ciénaga La Luisa. Punto 9.

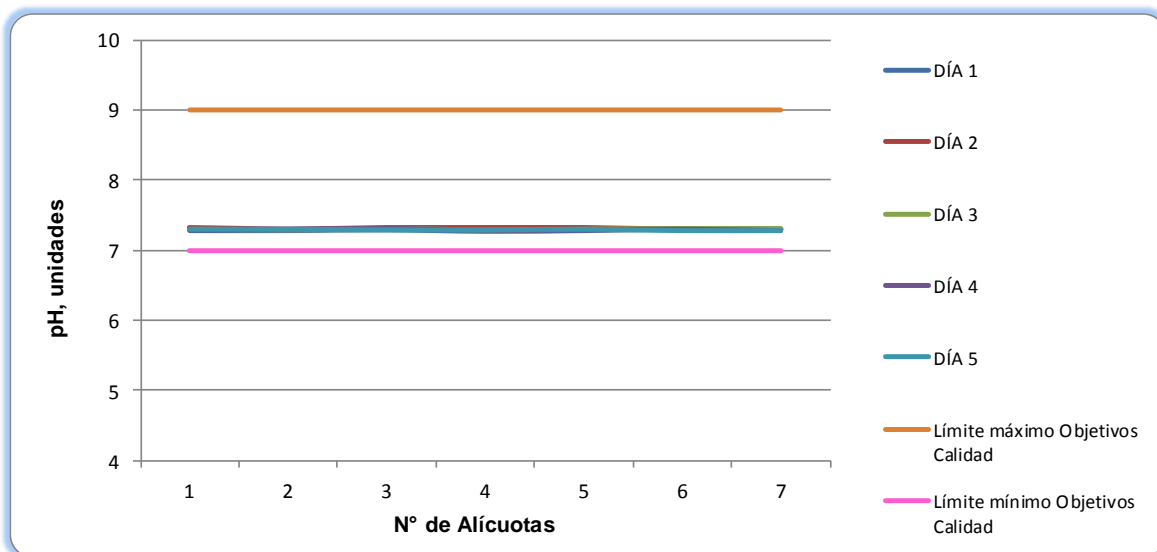


Figura 7-65. Variación de pH. Ciénaga La Luisa. Punto 10.

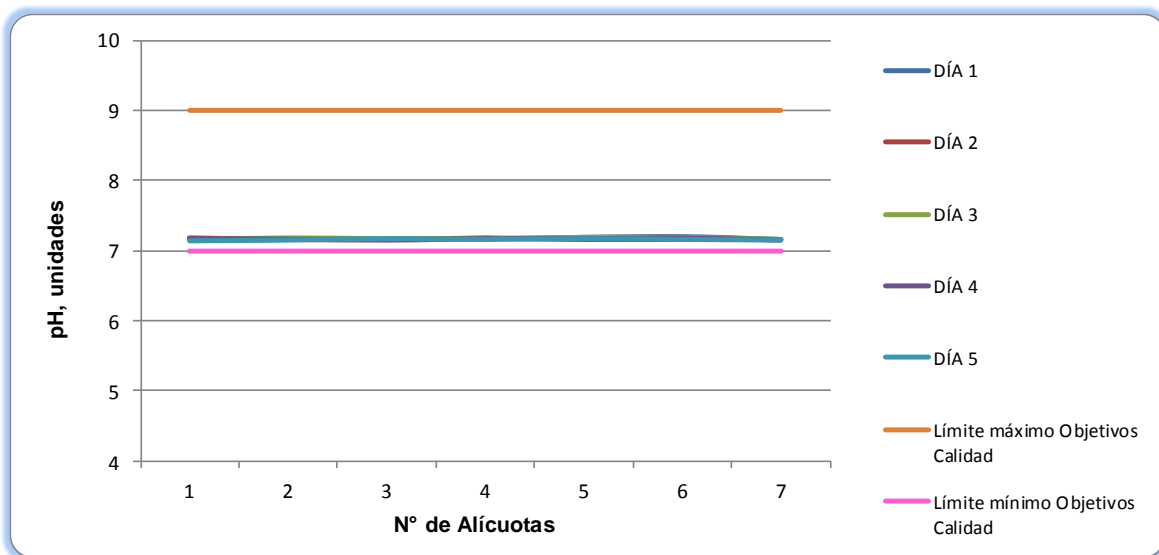


Figura 7-66. Variación de Temperatura. Ciénaga La Luisa. Punto 6.

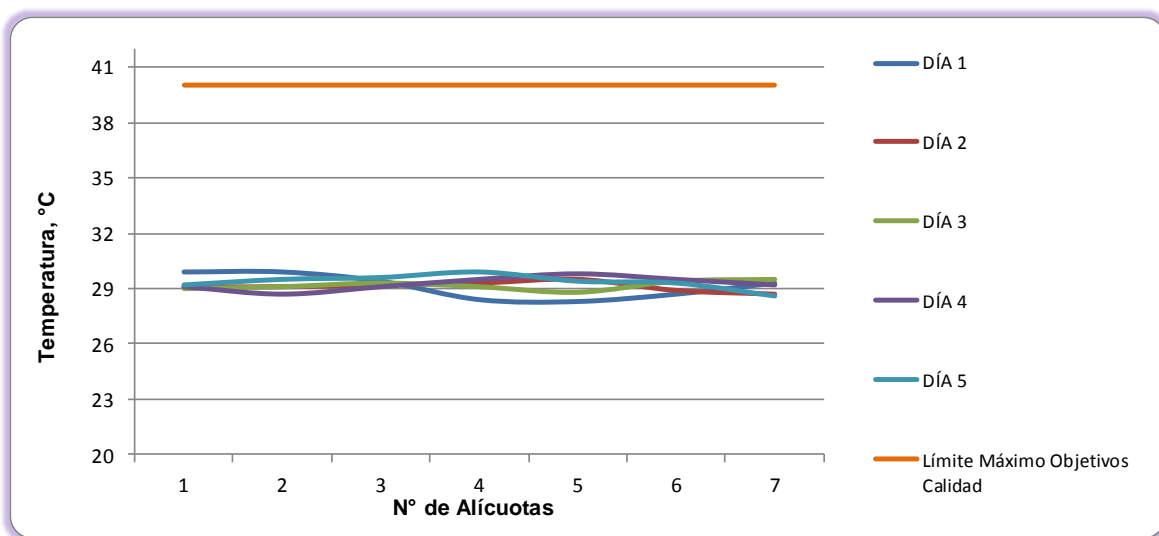


Figura 7-67. Variación de Temperatura. Ciénaga La Luisa. Punto 7.

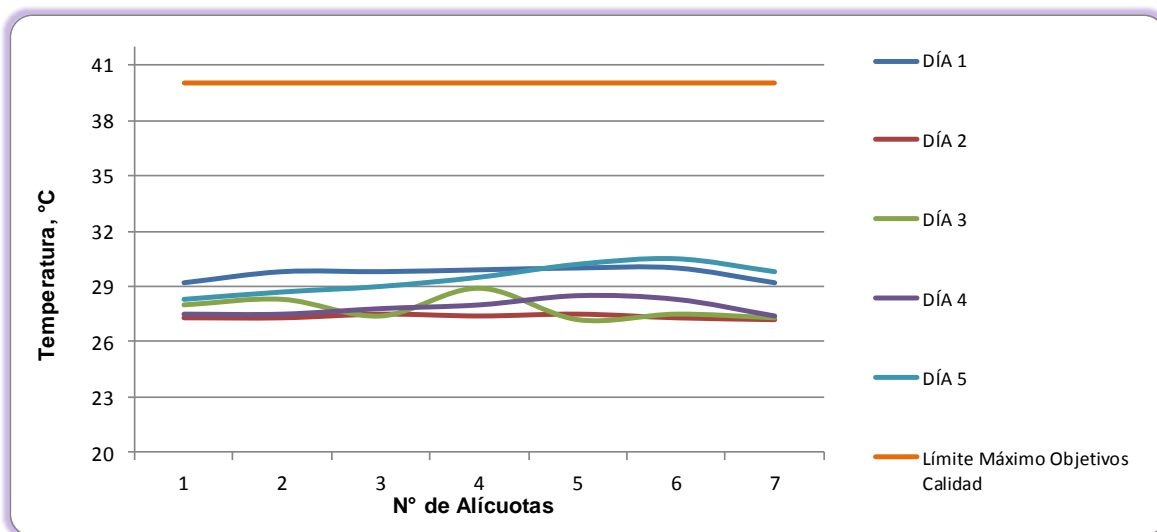


Figura 7-68. Variación de Temperatura. Ciénaga La Luisa. Punto 8.

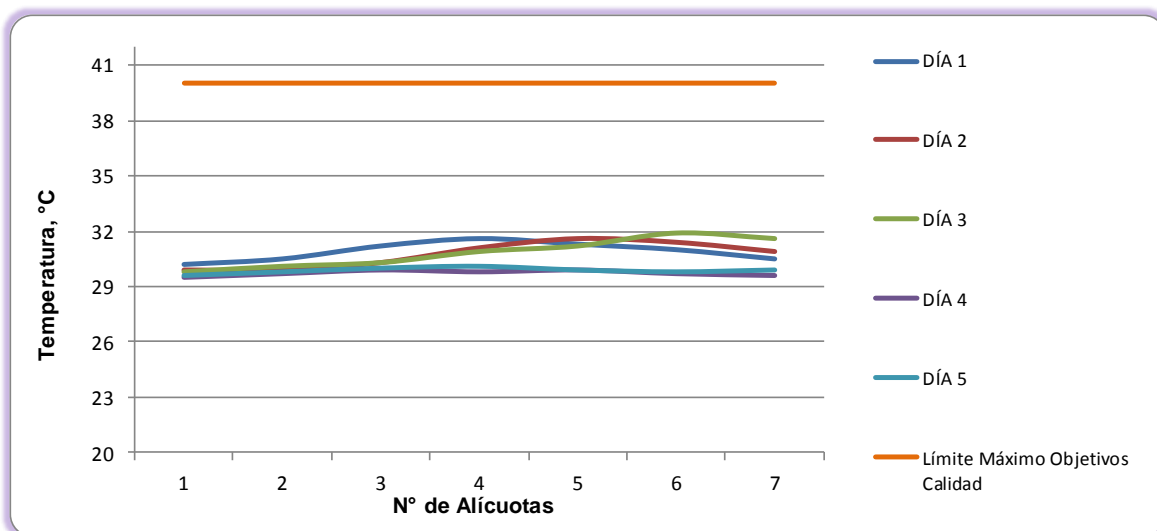


Figura 7-69. Variación de Temperatura. Ciénaga La Luisa. Punto 9.

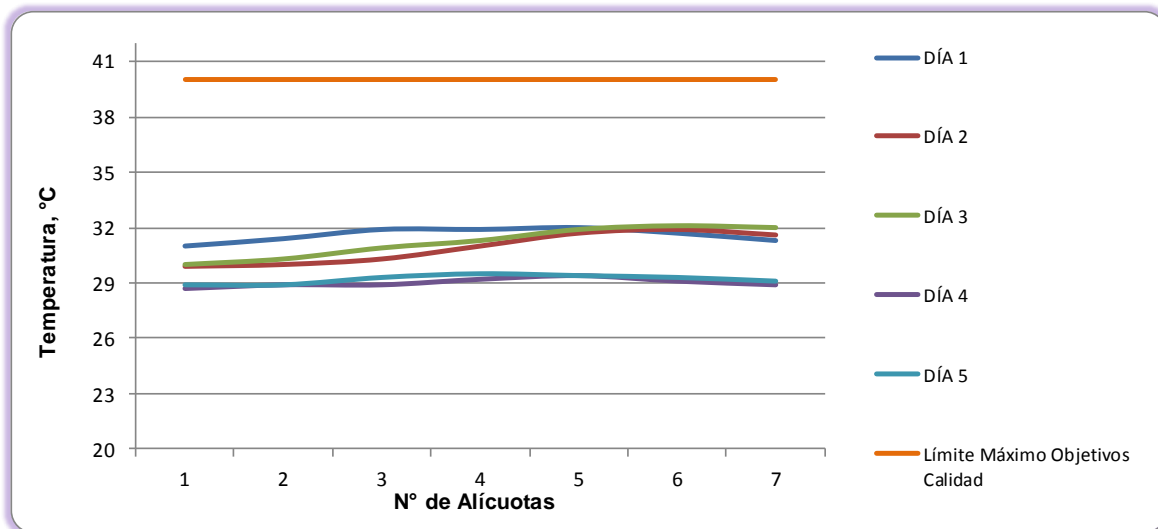


Figura 7-70. Variación de Temperatura. Ciénaga La Luisa. Punto 10.

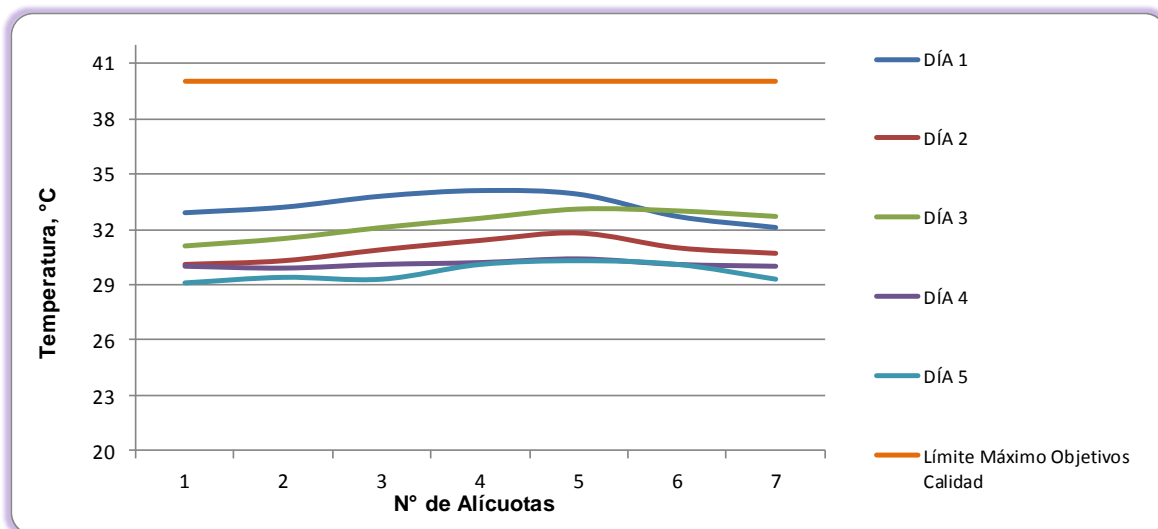


Figura 7-71. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga La Luisa. Punto 6.

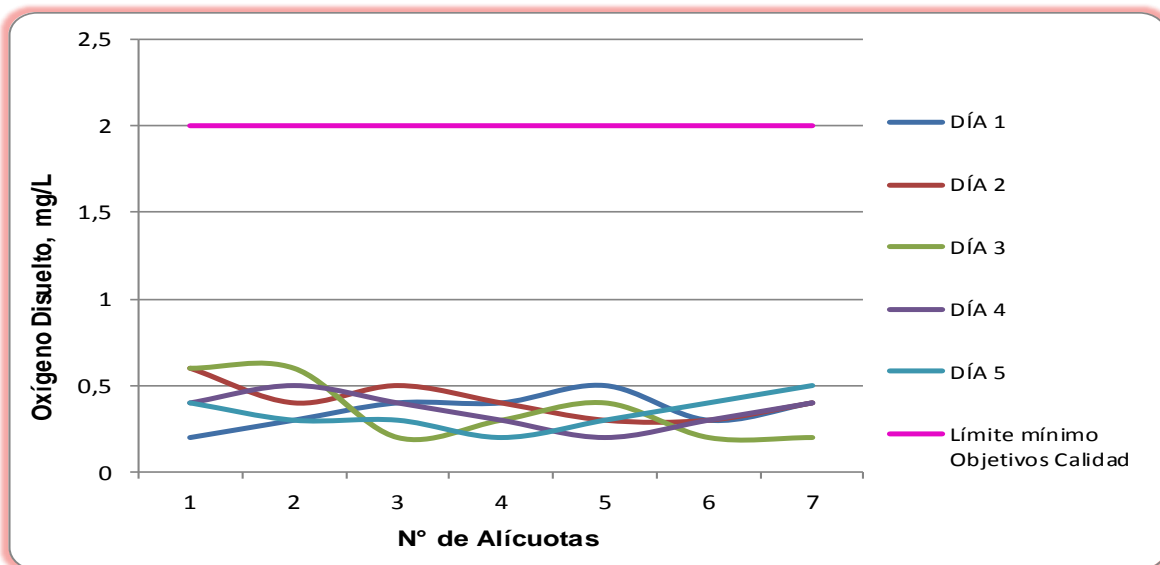


Figura 7-72. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga La Luisa. Punto 7.

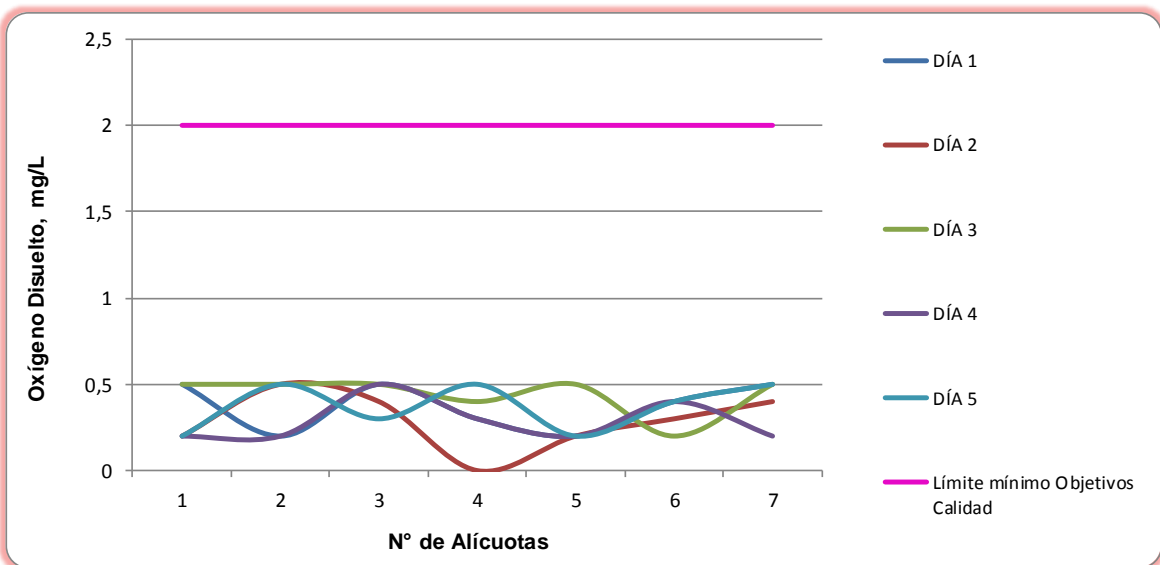


Figura 7-73. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga La Luisa. Punto 8.

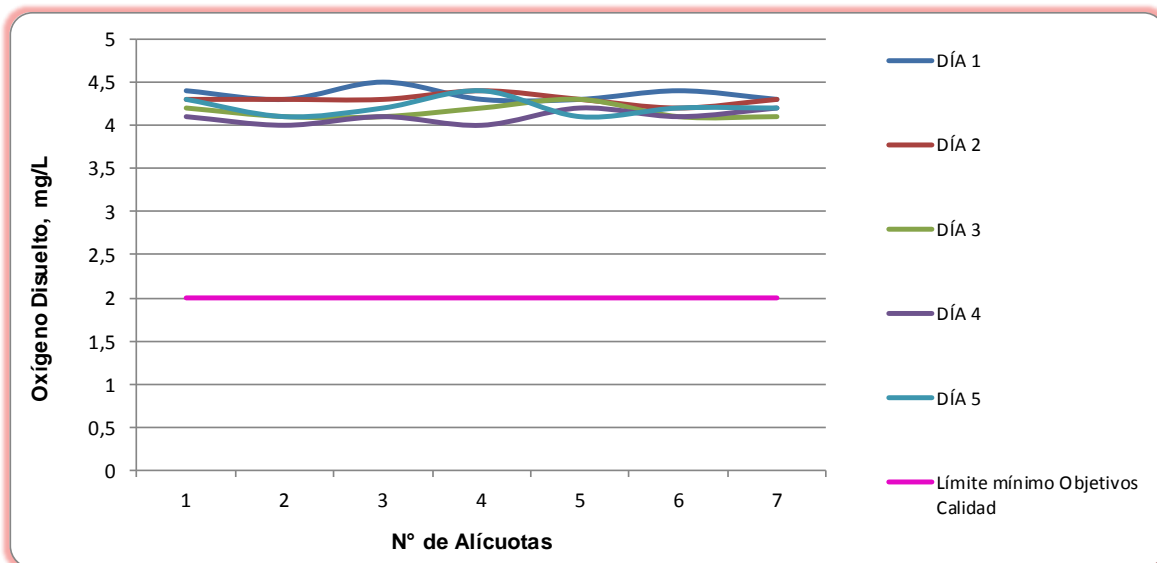


Figura 7-74. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga La Luisa. Punto 9.

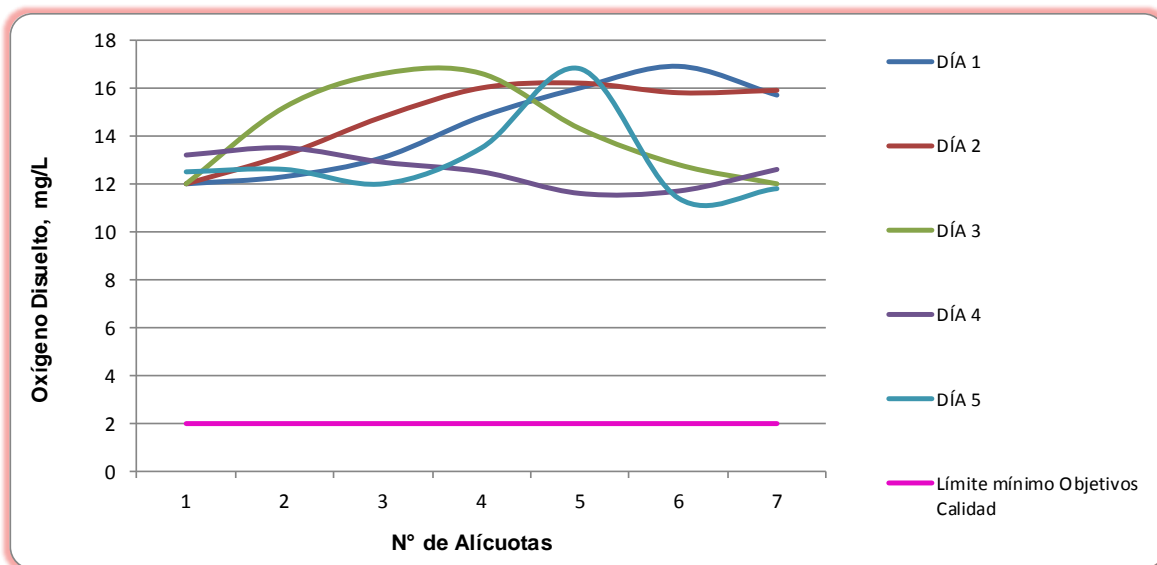


Figura 7-75. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga La Luisa. Punto 10.

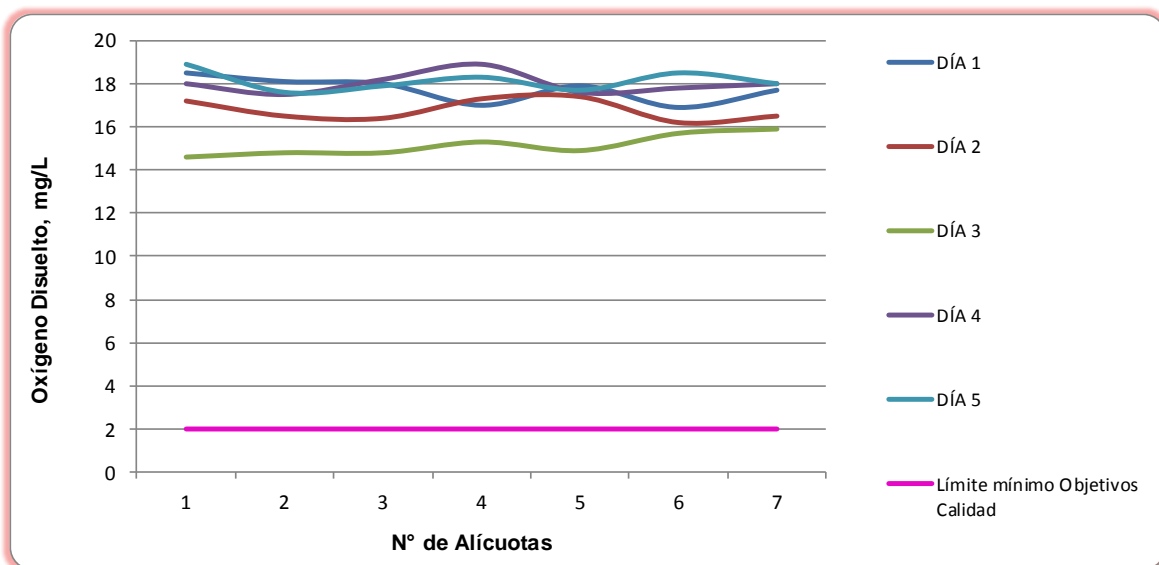


Figura 7-76. Variación de Conductividad. Ciénaga La Luisa. Punto 6.

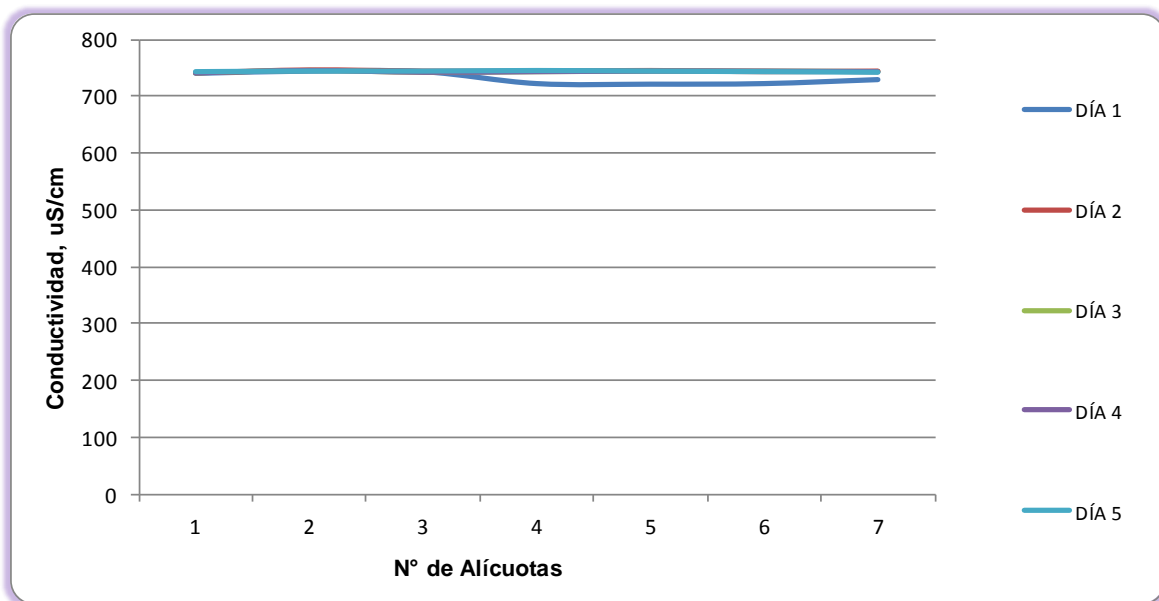


Figura 7-77. Variación de Conductividad. Ciénaga La Luisa. Punto 7.

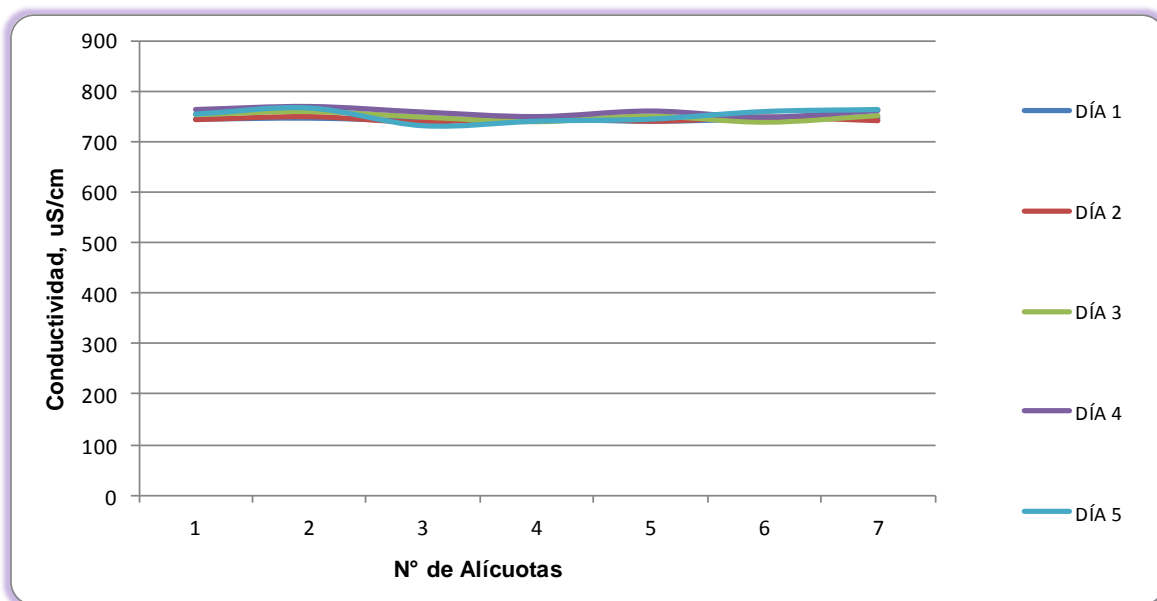


Figura 7-78. Variación de Conductividad. Ciénaga La Luisa. Punto 8.

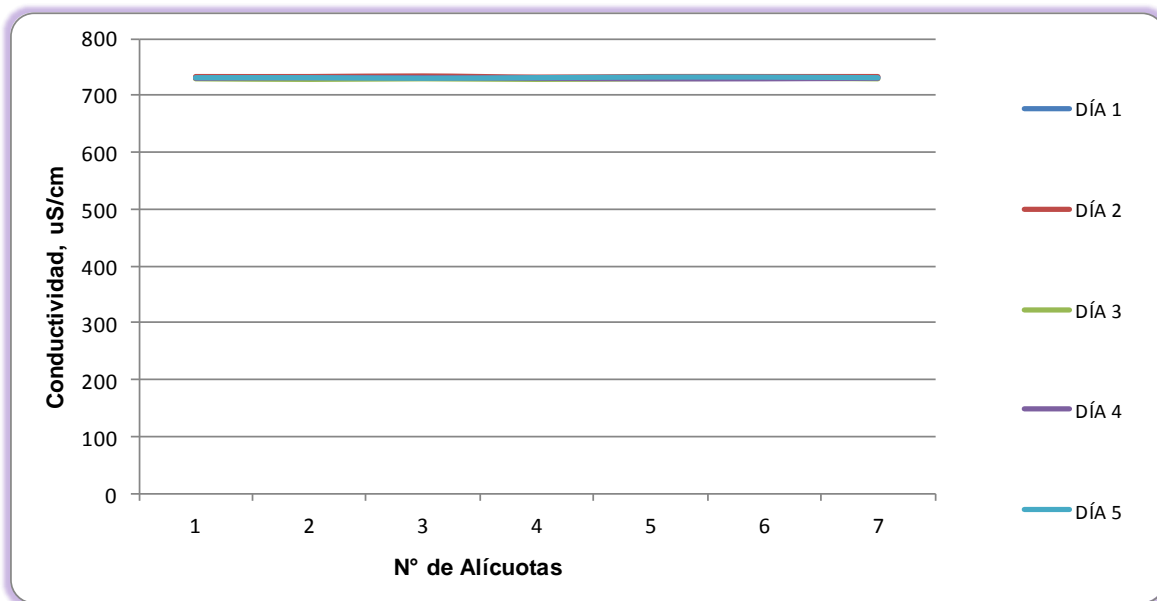


Figura 7-79. Variación de Conductividad. Ciénaga Sabanagrande. Punto 9.

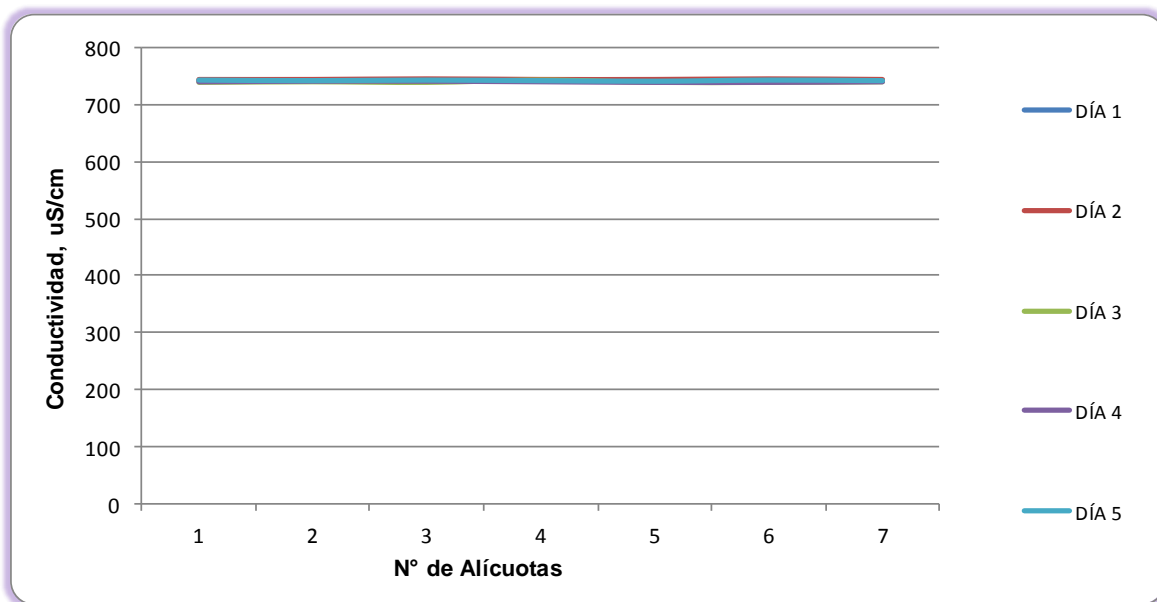
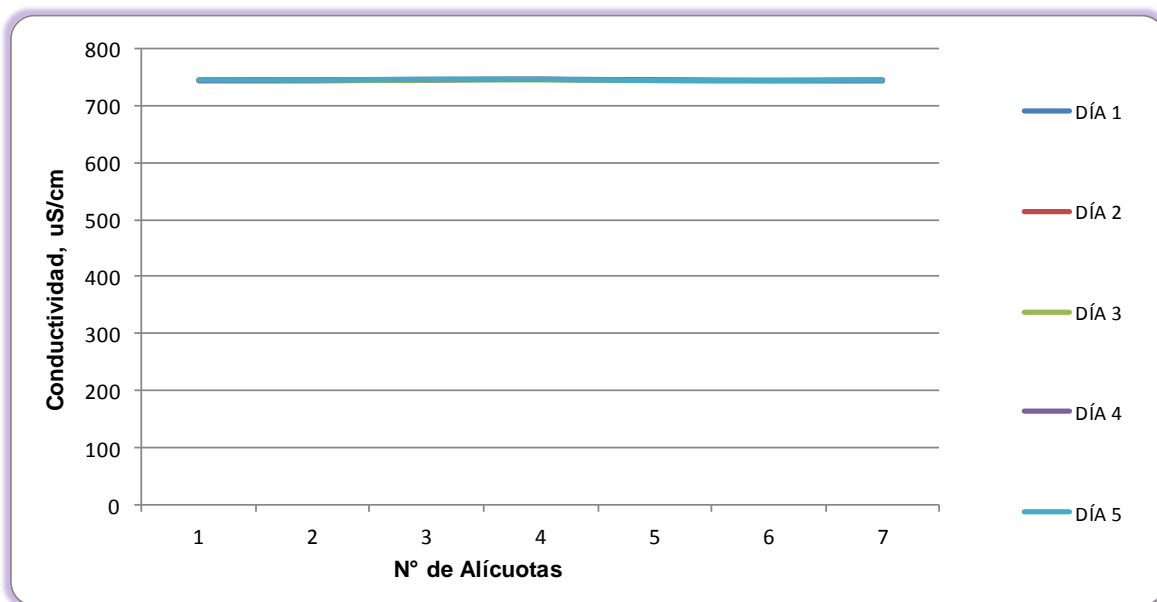


Figura 7-80. Variación de Conductividad. Ciénaga La Luisa. Punto 10.



7.1.3.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

A continuación se presentan en las tablas 7-36 a 7-40, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en los cinco puntos monitoreados en la Ciénaga la Luisa identificados como 6, 7, 8, 9 y 10; junto con los objetivos de calidad planteados para este sistema hidrográfico para el período 2011-2020. Según el artículo primero de la resolución en mención para la Cuenca del Río Magdalena, Clase III.

Tabla 7-36 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga La Luisa. Punto 6.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| | | 23785-1 | 23785-3 | 23785-5 | 23785-7 | 23785-9 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 8,45 | 8,43 | 8,49 | 8,46 | 8,52 | 8,47 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 47,28 | 47,44 | 47,56 | 47,36 | 47,68 | 47,46 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 40,00 | 44,80 | 34,80 | 40,00 | 36,80 | 39,28 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 58,48 | 60,20 | 59,06 | 59,70 | 59,15 | 59,32 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 54x10 ⁴ | 22x10 ⁴ | 14x10 ⁴ | 40x10 ³ | 22x10 ⁴ | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 11x10 ⁴ | 46x10 ³ | 27x10 ³ | 17x10 ³ | 14x10 ⁴ | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-37 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga La Luisa. Punto 7.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| | | 23785-2 | 23785-4 | 23785-6 | 23785-8 | 23785-10 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 7,69 | 7,92 | 7,85 | 7,67 | 7,79 | 7,78 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 40,72 | 41,64 | 41,2 | 40,52 | 40,84 | 40,98 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 64,80 | 78,00 | 72,00 | 74,80 | 80,00 | 73,92 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 67,03 | 65,17 | 65,64 | 66,19 | 66,72 | 66,15 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 35x10 ⁴ | 24x10 ⁴ | 17x10 ⁴ | 27x10 ³ | 40x10 ³ | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 33x10 ³ | 92x10 ² | 14x10 ³ | 11x10 ³ | 17x10 ³ | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-38 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga La Luisa. Punto 8.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| | | 23785-11 | 23785-14 | 23785-17 | 23785-20 | 23785-23 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 8,67 | 8,79 | 8,72 | 8,70 | 8,75 | 8,73 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 48,32 | 48,64 | 48,6 | 48,24 | 48,44 | 48,45 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 50,40 | 34,80 | 52,40 | 60,00 | 44,40 | 48,40 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 42,84 | 41,63 | 41,28 | 42,02 | 41,61 | 41,88 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 45x10 ² | 78x10 ² | 68x10 ² | 92x10 ² | 68x10 ² | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 20x10 ² | 20x10 ² | 40x10 ² | 61x10 ² | 40x10 ² | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-39 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga La Luisa. Punto 9.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| | | 23785-12 | 23785-15 | 23785-18 | 23785-21 | 23785-24 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 8,74 | 8,72 | 8,76 | 8,69 | 8,77 | 8,74 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 48,68 | 48,56 | 48,48 | 48,4 | 48,8 | 48,58 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 30,00 | 34,80 | 38,80 | 32,80 | 37,60 | 34,80 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 38,86 | 39,97 | 39,14 | 38,42 | 38,19 | 38,92 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 23x10 ² | 23x10 ¹ | 17x10 ¹ | 21x10 ¹ | 17x10 ¹ | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 45x10 ¹ | 18 | 40 | 91 | 45 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-40 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga La Luisa. Punto 10.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| | | 23785-13 | 23785-16 | 23785-19 | 23785-22 | 23785-25 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 8,47 | 8,51 | 8,48 | 8,54 | 8,61 | 8,52 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 47,32 | 47,56 | 47,37 | 47,57 | 47,48 | 47,46 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 19,20 | 24,80 | 26,80 | 20,00 | 22,80 | 22,72 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 29,95 | 33,37 | 33,98 | 32,85 | 53,40 | 36,71 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 31x10 ² | 21x10 ² | 46x10 ² | 14x10 ² | 23x10 ² | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 45x10 ¹ | 92x10 ¹ | 11x10 ² | 40x10 ¹ | 78x10 ¹ | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

7.1.4 Ciénaga Santo Tomas

No se realizó monitoreo en esta ciénaga debido a que se encontraba seca.

7.1.5 Ciénaga Larga

No se realizó monitoreo en esta ciénaga debido a que se encontraba seca.

7.1.6 Ciénaga Paraíso

No se realizó monitoreo en esta ciénaga debido a que se encontraba seca.

7.1.7 Ciénaga Mallorcaín

7.1.7.1 Resultados de las mediciones de campo

En las Tablas 7-41 a 7-44 se presentan los resultados obtenidos en campo para cuatro puntos monitoreados en esta ciénaga

Tabla 7-41. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga Mallorquín.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:30 | 8,75 | 32,38 | 9,94 | 129,74 | 30,01 | 31,35 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:30 | 8,79 | 32,43 | 9,04 | 118,35 | 30,13 | 31,42 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:30 | 8,85 | 32,53 | 8,96 | 117,91 | 30,45 | 31,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:30 | 8,88 | 32,60 | 8,69 | 114,65 | 30,54 | 31,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:30 | 8,89 | 32,77 | 8,57 | 113,49 | 30,82 | 31,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:30 | 8,90 | 32,82 | 7,97 | 105,81 | 30,93 | 31,67 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:30 | 9,02 | 32,89 | 7,31 | 97,35 | 31,07 | 31,65 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 29 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:35 | 8,63 | 32,69 | 11,45 | 149,06 | 29,96 | 31,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:35 | 8,64 | 32,69 | 11,20 | 145,98 | 30,02 | 31,37 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:35 | 8,75 | 32,77 | 11,16 | 145,91 | 30,21 | 31,38 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:35 | 8,80 | 32,77 | 9,71 | 129,86 | 30,55 | 31,52 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:35 | 8,87 | 32,83 | 9,67 | 127,52 | 30,64 | 31,54 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:35 | 9,01 | 32,93 | 7,15 | 95,29 | 31,10 | 31,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:35 | 9,02 | 32,93 | 5,87 | 78,60 | 31,28 | 31,64 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 30 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:00 | 8,64 | 32,42 | 11,54 | 150,00 | 29,87 | 31,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 8,71 | 32,45 | 9,59 | 125,15 | 29,97 | 31,37 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 8,79 | 32,58 | 9,28 | 121,69 | 30,25 | 31,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 8,73 | 32,62 | 8,10 | 106,60 | 30,38 | 31,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 8,84 | 32,64 | 8,01 | 105,74 | 30,57 | 31,59 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 8,90 | 32,69 | 7,83 | 103,74 | 30,81 | 31,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 8,93 | 32,79 | 6,66 | 88,94 | 31,19 | 31,64 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:20 | 8,60 | 32,48 | 10,26 | 150,60 | 29,96 | 31,44 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:20 | 8,77 | 32,67 | 9,60 | 145,47 | 30,13 | 31,46 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:20 | 8,81 | 32,67 | 9,40 | 130,77 | 30,51 | 31,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:20 | 8,91 | 32,68 | 9,73 | 128,24 | 30,61 | 31,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:20 | 8,94 | 32,68 | 8,76 | 115,83 | 30,74 | 31,57 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:20 | 8,94 | 32,72 | 7,52 | 100,21 | 31,13 | 31,64 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:20 | 9,01 | 32,88 | 6,19 | 82,77 | 31,22 | 31,70 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:15 | 8,61 | 32,52 | 11,25 | 146,37 | 29,91 | 31,31 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:15 | 8,62 | 32,53 | 10,16 | 132,77 | 29,98 | 31,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:15 | 8,68 | 32,60 | 7,30 | 95,14 | 30,22 | 31,52 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:15 | 8,69 | 32,63 | 7,22 | 94,04 | 30,38 | 31,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:15 | 8,75 | 32,64 | 7,13 | 94,04 | 30,43 | 31,56 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:15 | 8,81 | 32,67 | 6,72 | 89,03 | 30,68 | 31,57 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:15 | 8,91 | 32,89 | 6,11 | 81,29 | 30,84 | 31,58 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-42. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga Mallorquín.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:35 | 8,46 | 37,02 | 11,58 | 137,40 | 27,05 | 27,09 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:35 | 8,62 | 37,16 | 10,87 | 135,16 | 27,09 | 27,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:35 | 8,84 | 39,50 | 10,74 | 133,72 | 27,16 | 28,57 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:35 | 8,91 | 39,81 | 8,93 | 112,05 | 27,48 | 29,63 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:35 | 8,99 | 40,31 | 8,74 | 109,84 | 27,71 | 30,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:35 | 9,01 | 41,17 | 7,88 | 99,40 | 27,56 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:35 | 8,32 | 43,34 | 6,92 | 87,62 | 27,85 | 30,79 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 29 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:40 | 8,44 | 36,87 | 12,56 | 165,68 | 30,88 | 32,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:40 | 8,48 | 37,33 | 11,75 | 155,36 | 30,97 | 32,25 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:40 | 8,50 | 39,44 | 10,71 | 142,34 | 31,22 | 32,39 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:40 | 8,50 | 39,94 | 10,62 | 142,49 | 31,83 | 33,04 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:40 | 8,52 | 40,14 | 9,13 | 122,76 | 31,85 | 33,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:40 | 8,54 | 41,55 | 8,59 | 115,65 | 31,89 | 33,16 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:40 | 8,96 | 42,15 | 6,67 | 90,37 | 32,13 | 33,23 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 30 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:07 | 8,45 | 35,76 | 12,55 | 165,39 | 30,82 | 29,76 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:07 | 8,59 | 39,74 | 12,80 | 161,27 | 31,09 | 30,16 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:07 | 8,76 | 40,32 | 11,64 | 155,18 | 31,49 | 30,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:07 | 8,87 | 40,60 | 10,13 | 135,45 | 31,57 | 31,63 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:07 | 8,88 | 41,25 | 9,18 | 123,59 | 31,94 | 32,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:07 | 8,98 | 41,92 | 8,78 | 118,50 | 32,07 | 33,36 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:07 | 8,87 | 43,00 | 7,18 | 97,20 | 32,13 | 33,69 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:24 | 8,58 | 36,37 | 12,50 | 164,59 | 30,76 | 32,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:24 | 8,72 | 37,18 | 9,71 | 129,20 | 31,07 | 32,33 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:24 | 8,75 | 37,80 | 8,78 | 116,87 | 31,17 | 32,69 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:24 | 8,77 | 38,52 | 8,42 | 112,64 | 31,46 | 32,98 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:24 | 8,86 | 39,45 | 8,36 | 111,86 | 31,47 | 33,38 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:24 | 8,94 | 41,76 | 8,09 | 108,69 | 31,71 | 33,46 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:24 | 9,00 | 43,70 | 6,86 | 92,46 | 31,81 | 33,70 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:20 | 8,58 | 36,83 | 11,16 | 140,44 | 27,84 | 30,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:20 | 8,57 | 37,48 | 10,97 | 138,70 | 28,11 | 30,59 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:20 | 8,61 | 39,45 | 10,58 | 134,40 | 28,37 | 30,63 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:20 | 8,81 | 39,83 | 9,49 | 121,19 | 28,61 | 30,69 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:20 | 8,82 | 40,67 | 7,61 | 97,54 | 28,67 | 30,76 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:20 | 8,99 | 42,00 | 7,34 | 94,43 | 28,87 | 30,93 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:20 | 8,76 | 42,56 | 6,81 | 88,87 | 29,73 | 30,98 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-43. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga Mallorquín.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:40 | 6,20 | 908,84 | 4,18 | 51,08 | 25,36 | 29,91 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:40 | 6,28 | 909,06 | 4,06 | 49,71 | 25,45 | 30,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:40 | 6,37 | 909,55 | 3,93 | 48,45 | 25,84 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:40 | 6,64 | 916,85 | 3,97 | 47,48 | 25,84 | 30,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:40 | 6,94 | 946,49 | 3,80 | 47,65 | 26,85 | 30,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:40 | 7,09 | 953,59 | 3,80 | 46,50 | 26,97 | 30,91 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:40 | 7,61 | 965,46 | 3,57 | 45,66 | 28,02 | 30,93 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 29 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:45 | 6,13 | 832,19 | 4,10 | 51,04 | 26,46 | 30,05 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:45 | 6,41 | 840,57 | 4,03 | 50,28 | 26,58 | 30,53 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:45 | 6,50 | 854,60 | 4,02 | 50,30 | 26,75 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:45 | 7,05 | 856,09 | 4,00 | 50,88 | 27,76 | 30,99 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:45 | 7,27 | 862,16 | 3,86 | 49,61 | 28,39 | 31,28 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:45 | 7,62 | 904,61 | 3,70 | 47,59 | 28,40 | 31,63 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:45 | 7,86 | 930,57 | 3,54 | 46,53 | 29,75 | 31,76 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 30 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:13 | 6,57 | 867,36 | 4,05 | 51,91 | 28,25 | 30,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:13 | 6,79 | 894,64 | 4,00 | 51,49 | 25,51 | 30,16 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:13 | 6,90 | 912,01 | 3,78 | 48,71 | 28,54 | 3032,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:13 | 7,47 | 917,95 | 3,76 | 48,70 | 28,86 | 30,36 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:13 | 7,72 | 928,62 | 3,75 | 48,59 | 28,88 | 30,65 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:13 | 7,90 | 964,15 | 3,74 | 48,51 | 28,94 | 31,51 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:13 | 7,92 | 971,66 | 3,52 | 46,15 | 29,58 | 31,69 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:29 | 6,27 | 839,48 | 4,02 | 49,02 | 23,20 | 30,58 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:29 | 6,32 | 848,32 | 3,82 | 46,77 | 25,41 | 30,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:29 | 6,33 | 884,80 | 3,73 | 45,92 | 25,72 | 31,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:29 | 6,43 | 851,80 | 3,64 | 45,25 | 26,29 | 31,67 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:29 | 6,77 | 889,56 | 3,57 | 45,11 | 27,28 | 31,92 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:29 | 6,89 | 932,71 | 3,55 | 44,97 | 27,43 | 32,19 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:29 | 7,57 | 995,40 | 3,53 | 45,32 | 28,26 | 32,69 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:24 | 6,07 | 862,62 | 4,07 | 49,61 | 25,19 | 29,42 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:24 | 6,31 | 872,53 | 4,01 | 49,48 | 25,91 | 29,52 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:24 | 6,32 | 875,78 | 3,91 | 48,54 | 26,41 | 29,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:24 | 6,63 | 887,07 | 3,93 | 48,88 | 26,83 | 29,94 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:24 | 7,18 | 938,46 | 3,85 | 48,48 | 27,12 | 30,09 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:24 | 7,27 | 943,81 | 3,56 | 45,57 | 28,08 | 30,37 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:24 | 7,81 | 974,90 | 3,49 | 44,95 | 28,45 | 30,42 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-44. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga Mallorquín.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 10:45 | 7,08 | 31,88 | 14,37 | 177,79 | 27,05 | 28,86 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:45 | 7,49 | 32,34 | 14,27 | 176,72 | 27,10 | 29,51 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:45 | 7,99 | 33,00 | 13,87 | 174,00 | 27,85 | 30,03 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:45 | 8,03 | 33,11 | 13,32 | 169,17 | 28,57 | 30,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:45 | 8,33 | 33,29 | 11,47 | 147,18 | 29,06 | 30,64 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:45 | 8,39 | 33,54 | 10,49 | 136,05 | 29,19 | 30,88 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:45 | 8,98 | 34,04 | 10,13 | 131,42 | 29,64 | 31,58 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 29 DE 2016 | Alicuota 1 | 09:50 | 7,12 | 32,19 | 13,91 | 172,70 | 27,44 | 29,16 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:50 | 7,34 | 32,41 | 13,45 | 167,76 | 27,47 | 29,47 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:50 | 7,34 | 32,49 | 13,18 | 164,66 | 27,55 | 29,89 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:50 | 7,54 | 33,31 | 12,65 | 161,12 | 28,69 | 30,26 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:50 | 7,63 | 33,58 | 11,80 | 151,55 | 29,14 | 30,86 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:50 | 8,27 | 33,79 | 11,56 | 149,20 | 29,43 | 30,96 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:50 | 8,98 | 33,94 | 10,13 | 133,15 | 30,47 | 32,23 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 30 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:17 | 8,73 | 33,09 | 14,01 | 182,12 | 30,10 | 31,22 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:17 | 8,77 | 33,13 | 13,91 | 181,48 | 30,28 | 31,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:17 | 8,83 | 33,25 | 13,85 | 180,86 | 30,33 | 31,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:17 | 8,87 | 33,71 | 13,75 | 179,88 | 30,44 | 32,01 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:17 | 8,94 | 33,82 | 13,74 | 180,44 | 30,68 | 32,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:17 | 9,04 | 34,25 | 13,67 | 179,70 | 30,74 | 32,03 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:17 | 9,07 | 34,43 | 13,62 | 179,05 | 30,74 | 32,15 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:33 | 7,01 | 32,09 | 14,06 | 174,48 | 27,21 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:33 | 7,24 | 32,49 | 13,60 | 172,24 | 28,41 | 31,04 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:33 | 7,69 | 33,09 | 13,68 | 173,13 | 28,52 | 31,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:33 | 7,76 | 33,48 | 12,27 | 157,19 | 29,02 | 31,39 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:33 | 8,06 | 33,64 | 11,51 | 148,04 | 29,21 | 31,56 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:33 | 8,14 | 33,78 | 11,41 | 149,79 | 30,49 | 32,36 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:33 | 8,31 | 34,18 | 11,11 | 146,20 | 30,62 | 32,42 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:30 | 7,10 | 32,16 | 12,92 | 160,66 | 27,25 | 28,99 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:30 | 7,24 | 32,98 | 12,79 | 160,76 | 27,89 | 30,06 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:30 | 7,32 | 33,23 | 12,05 | 151,85 | 27,99 | 30,32 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:30 | 7,59 | 33,23 | 11,83 | 149,78 | 28,26 | 30,92 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:30 | 7,86 | 33,33 | 11,36 | 144,00 | 28,30 | 31,11 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:30 | 8,45 | 33,46 | 10,91 | 138,62 | 28,41 | 31,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:30 | 8,50 | 33,74 | 10,63 | 136,02 | 28,82 | 32,20 | AGUA TURBIA |

Figura 7-81. Variación de pH. Ciénaga Mallorcaín. Punto 1.

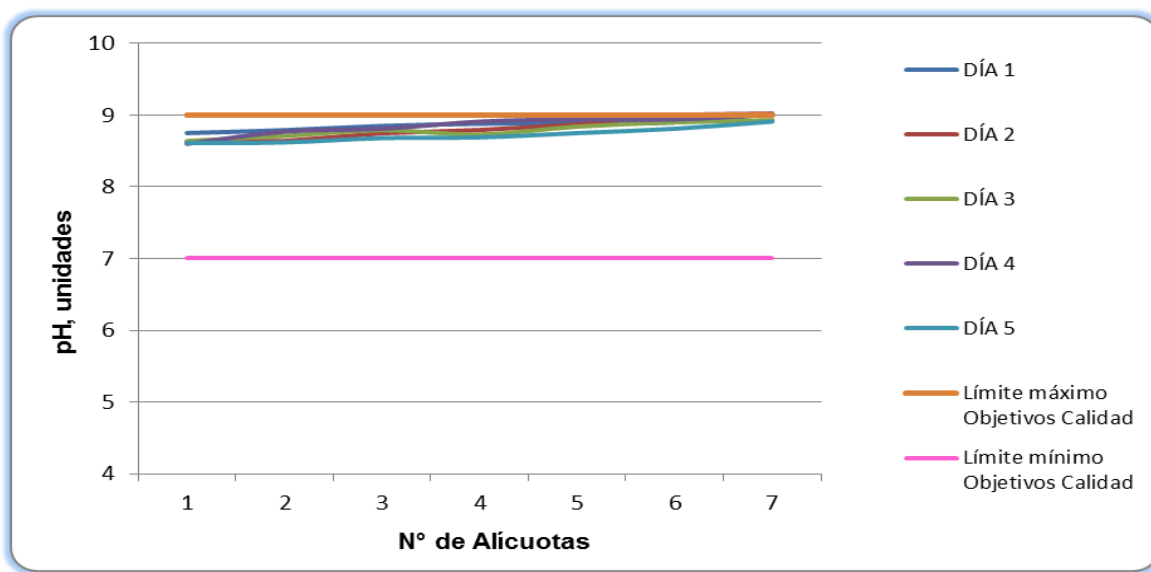


Figura 7-82. Variación de pH. Ciénaga Mallorcaín. Punto 2.

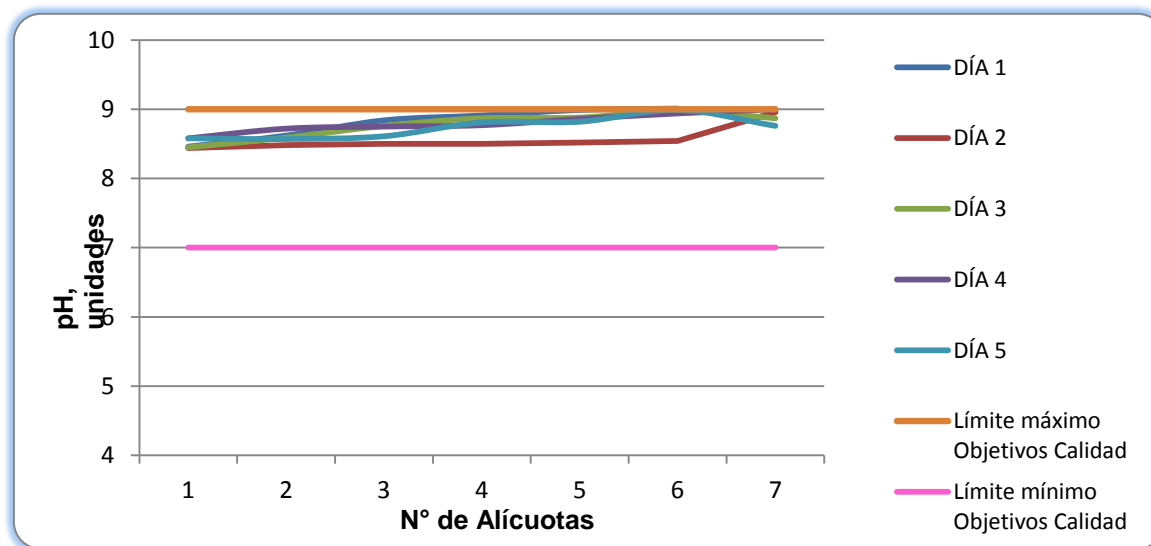


Figura 7-83. Variación de pH. Ciénaga Mallorcaín. Punto 3.

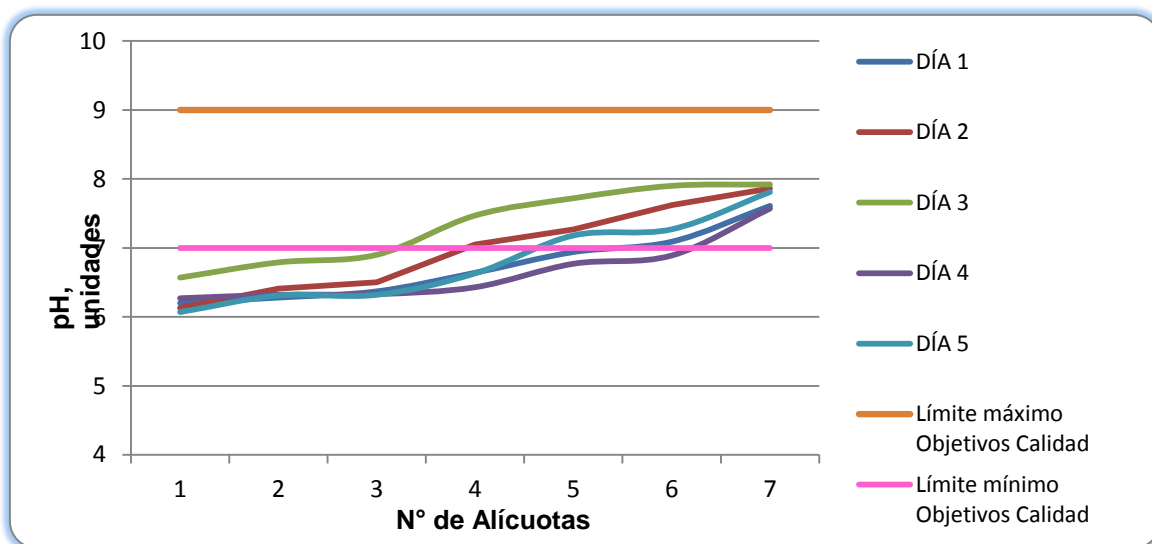


Figura 7-84. Variación de pH. Ciénaga Mallorcaín. Punto 4.

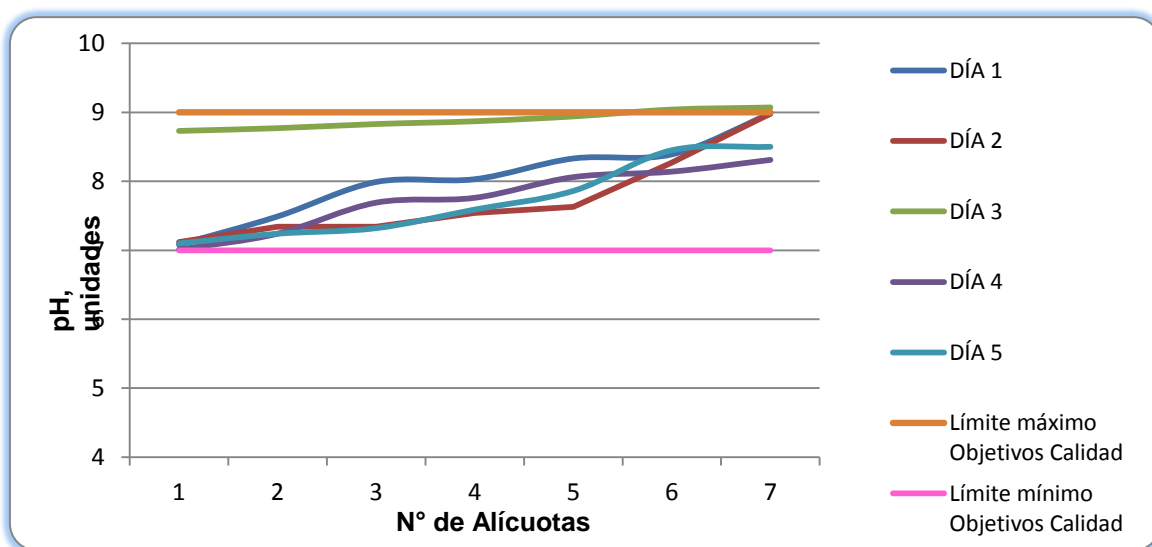


Figura 7-85. Variación de Temperatura. Ciénaga Mallorquín. Punto 1.

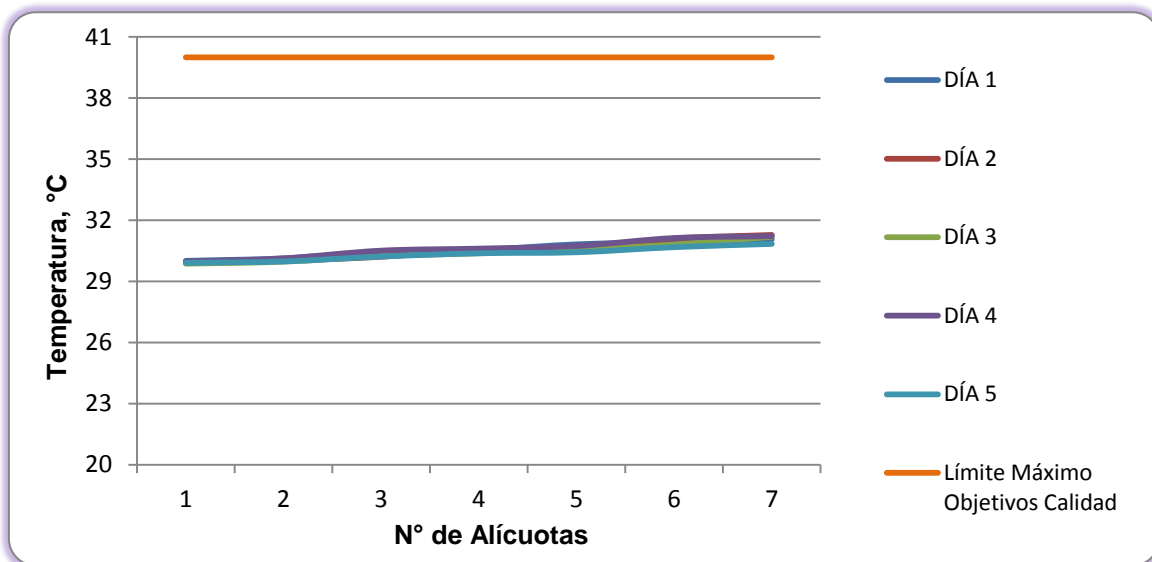


Figura 7-86. Variación de Temperatura. Ciénaga Mallorquín. Punto 2.

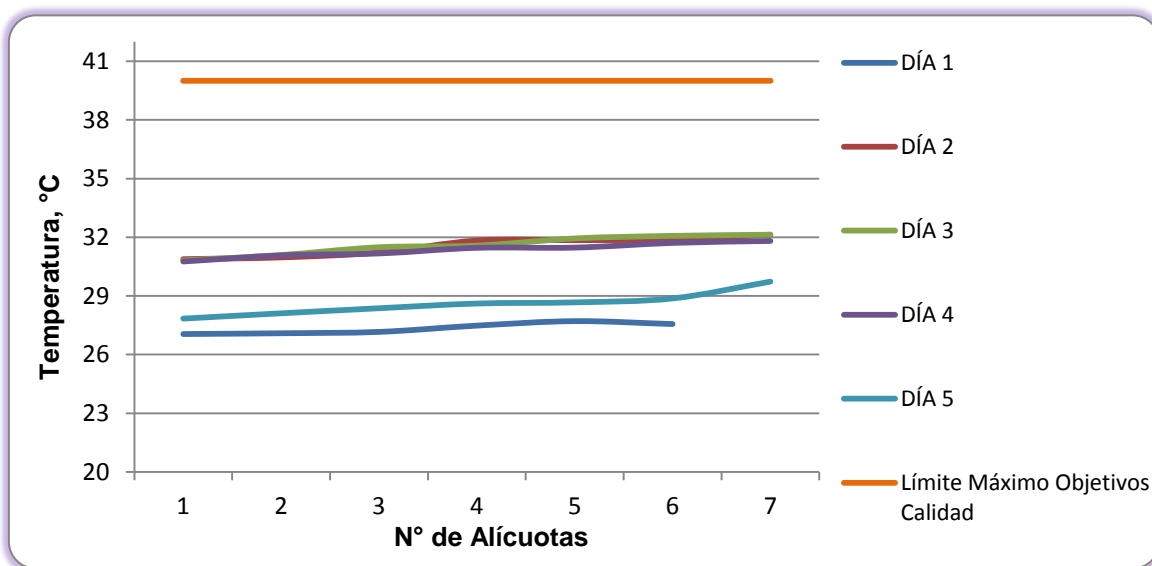


Figura 7-87. Variación de Temperatura. Ciénaga Mallorcaín. Punto 3.

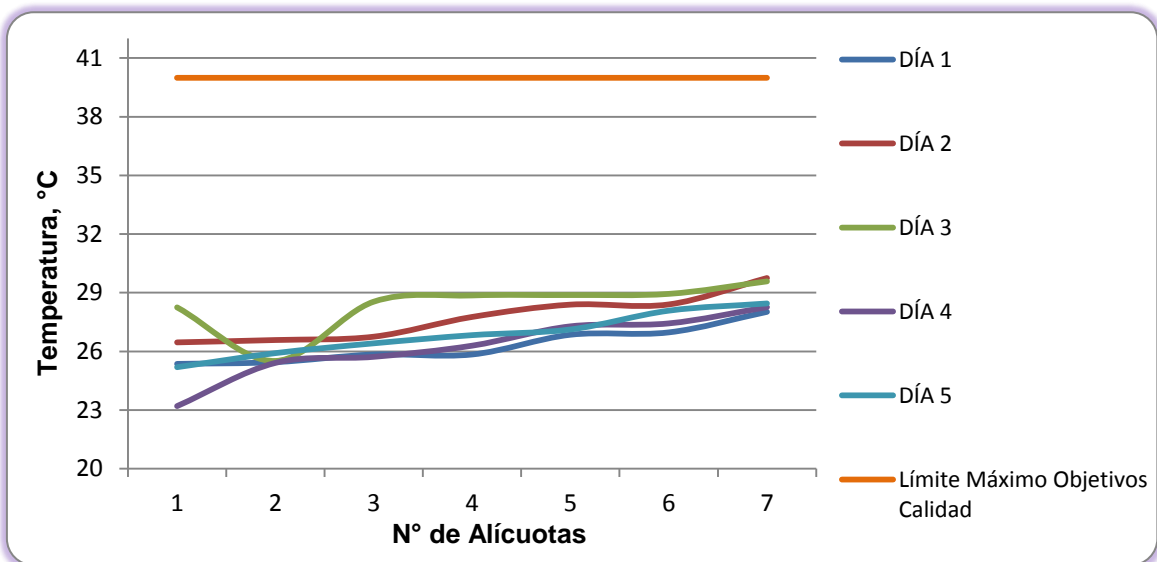


Figura 7-88. Variación de Temperatura. Ciénaga Mallorcaín. Punto 4.

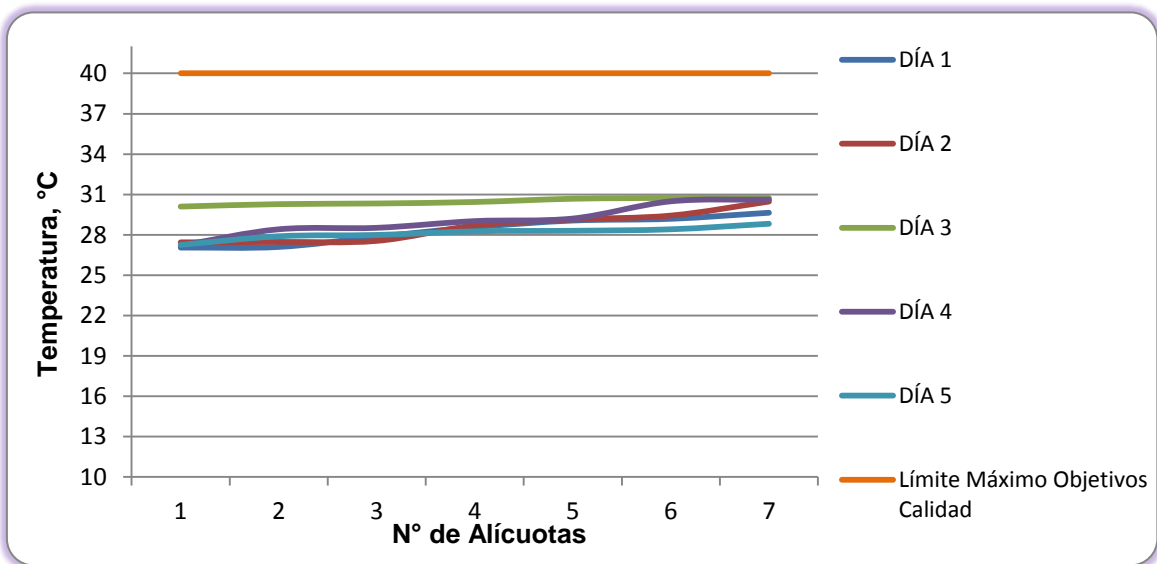


Figura 7-89. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Mallorcaín. Punto 1.

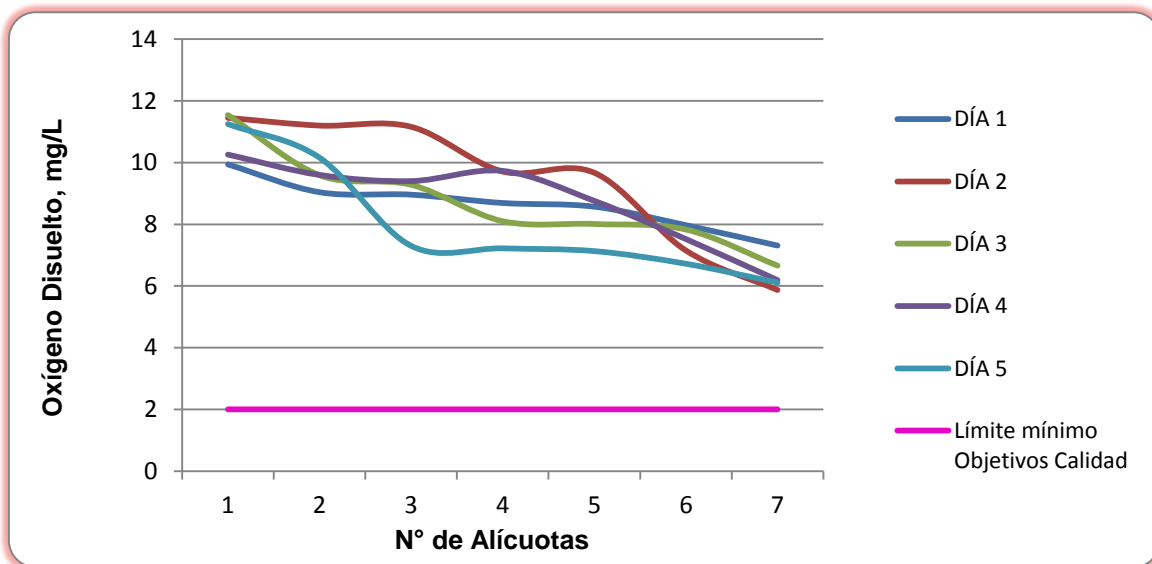


Figura 7-90. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Mallorcaín. Punto 2.

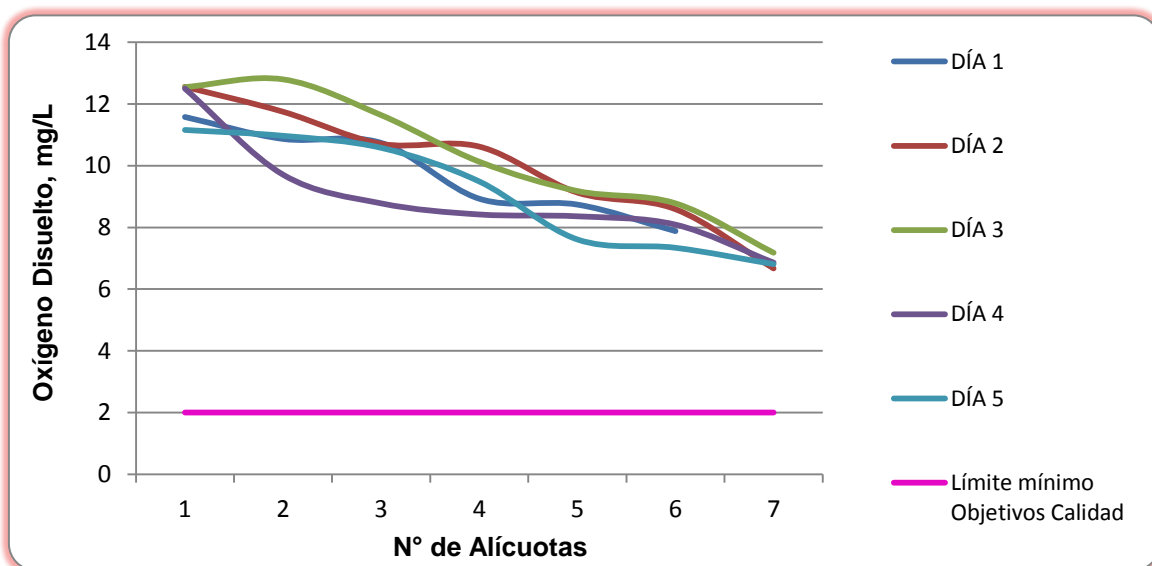


Figura 7-91. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Mallorcaín. Punto 3.

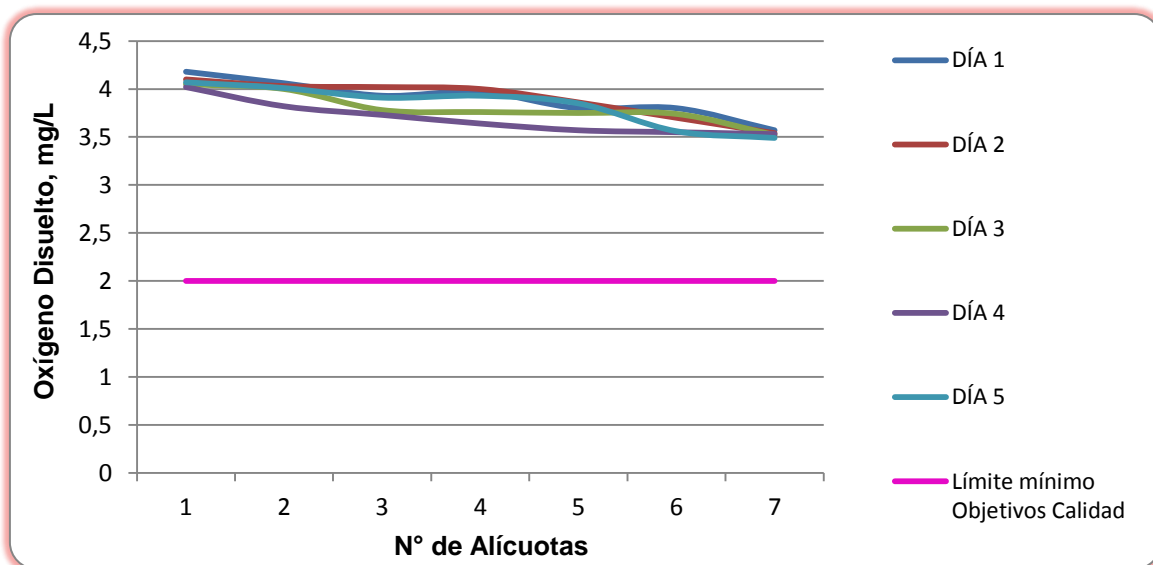


Figura 7-92. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Mallorcaín. Punto 4.

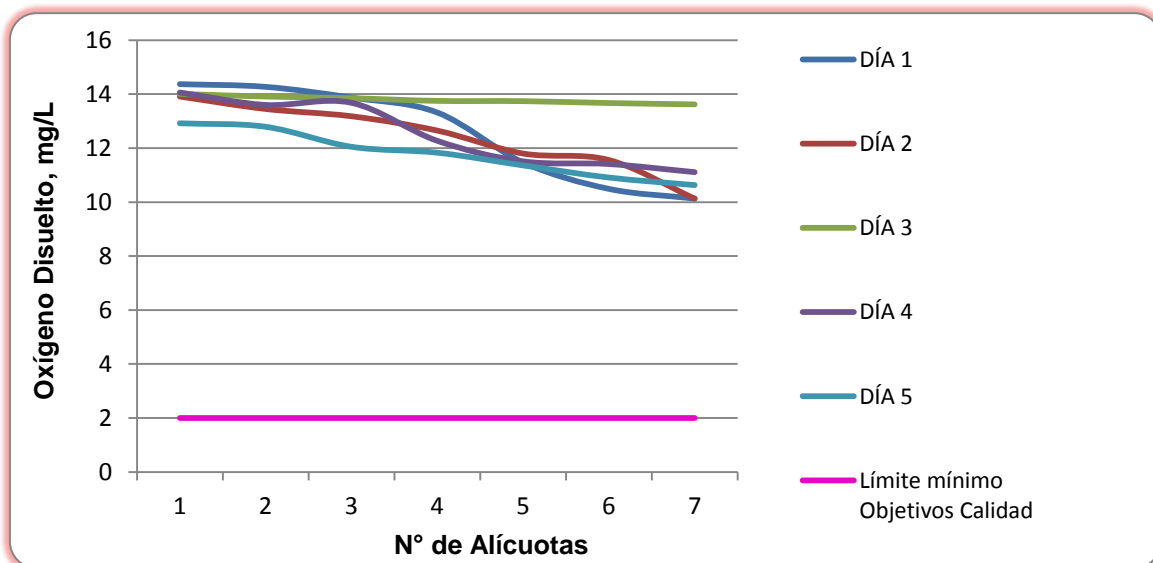


Figura 7-93. Variación de Conductividad. Ciénaga Mallorcaín. Punto 1.

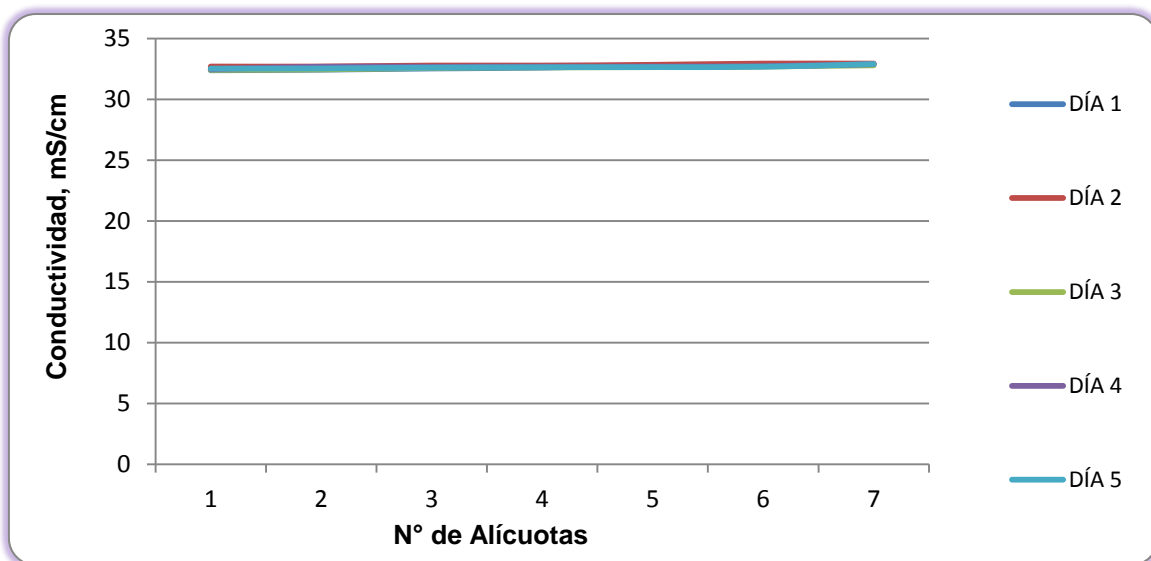


Figura 7-94. Variación de Conductividad. Ciénaga Mallorcaín. Punto 2.

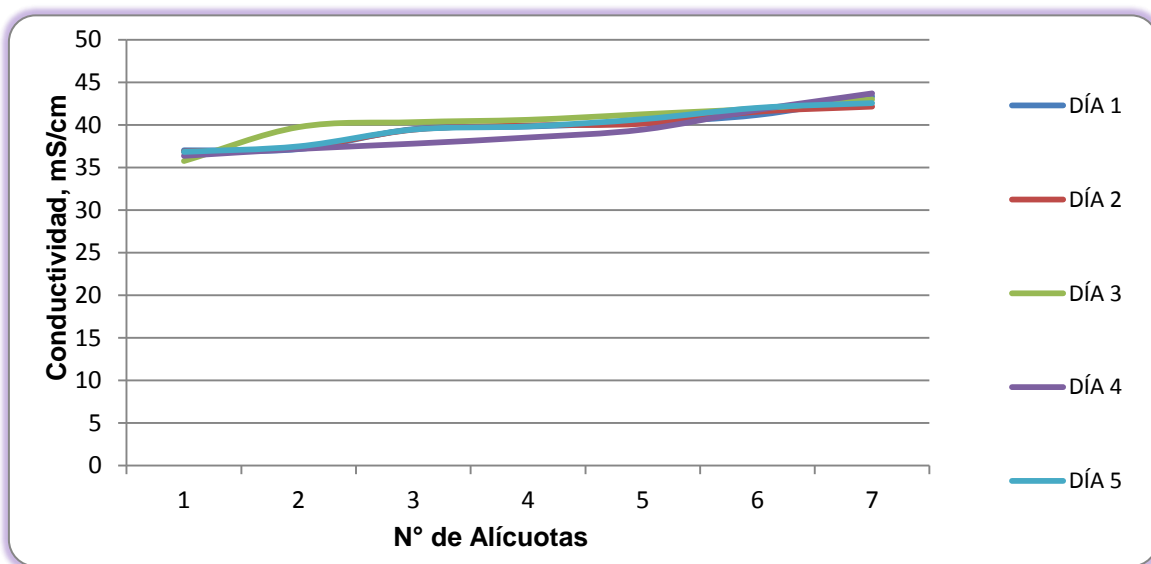


Figura 7-95. Variación de Conductividad. Ciénaga Mallorcaín. Punto 3.

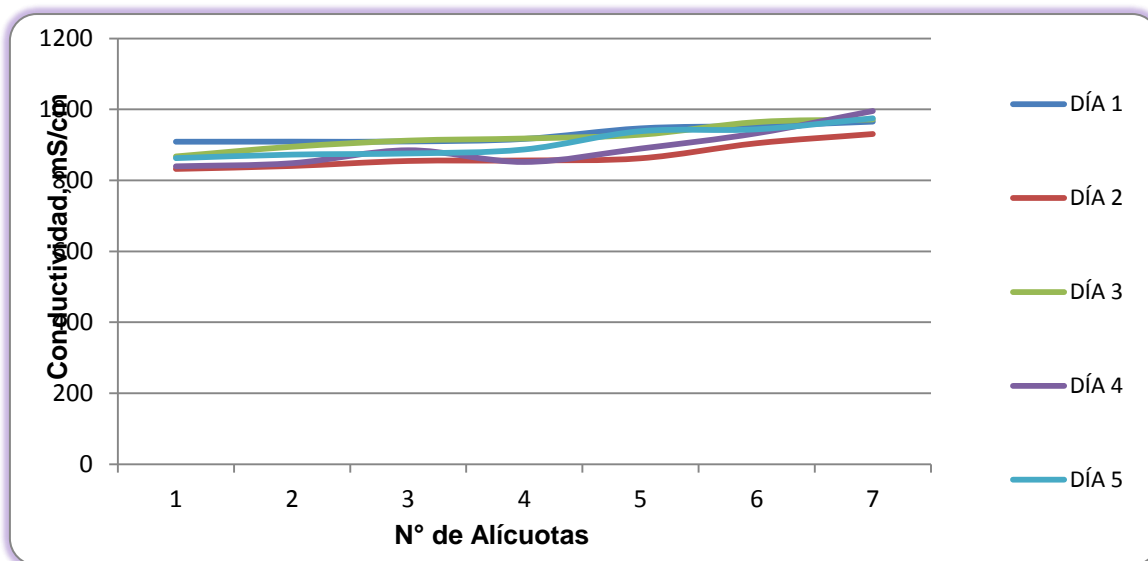
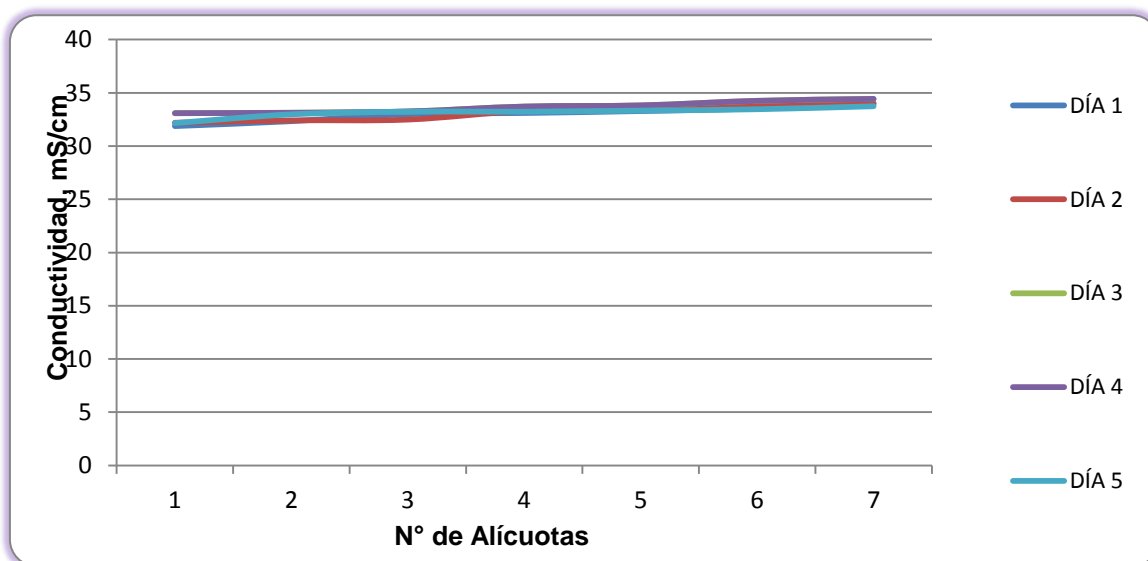


Figura 7-96. Variación de Conductividad. Ciénaga Mallorcaín. Punto 4.



7.1.7.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

A continuación se presentan en las tablas 7-45 a 7-48, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en cuatro puntos monitoreados en la Ciénaga Mallorquín identificados como 1, 2, 3 y 4; junto con los objetivos de calidad planteados para este sistema hidrográfico para el período 2011-2020. Según el artículo primero de la resolución en mención para la Cuenca del Río Magdalena, Clase III.

Tabla 7-45 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Mallorquín. Punto 1.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24029-1 | 24029-8 | 24029-12 | 24029-16 | 24029-20 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 6,42 | 6,39 | 6,29 | 6,32 | 6,39 | 6,36 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 33,72 | 33,58 | 33,44 | 33,4 | 33,8 | 33,59 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 107,000 | 114,000 | 146,000 | 149,000 | 134,000 | 130,00 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 1820,282 | 1852,258 | 1817,541 | 1833,072 | 1783,740 | 1821,38 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 45 | 680 | 820 | 45 | 92 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 45 | 680 | 40 | 45 | 68 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-46 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Mallorquín. Punto 2

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24029-2 | 24029-7 | 24029-11 | 24029-15 | 24029-19 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 6,11 | 6,35 | 6,37 | 6,40 | 6,42 | 6,33 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 32,08 | 33,72 | 33,56 | 33,54 | 33,60 | 33,30 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 119,000 | 121,000 | 158,000 | 136,000 | 189,000 | 144,60 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 1558,992 | 1503,263 | 1530,671 | 1562,647 | 1560,820 | 1543,28 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 13000 | 14000 | 46000 | 23000 | 14000 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 4500 | 11000 | 31000 | 7800 | 4500 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-47 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Mallorquín. Punto 3

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24029-3 | 24029-6 | 24029-10 | 24029-14 | 24029-18 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 6,45 | 6,15 | 6,17 | 6,19 | 6,17 | 6,23 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 33,84 | 32,28 | 32,44 | 32,52 | 32,4 | 32,70 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 780,000 | 653,333 | 610,000 | 695,000 | 720,000 | 691,67 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 155,077 | 152,245 | 150,418 | 154,072 | 154,073 | 153,18 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 93000 | 120000,0 | 92000 | 930000 | 110000 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 93000 | 120000,0 | 92000 | 930000 | 45000 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-48 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Mallorquín. Punto 4

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24029-4 | 24029-5 | 24029-9 | 24029-13 | 24029-17 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 6,42 | 6,4 | 6,42 | 6,35 | 6,42 | 6,40 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 33,72 | 33,60 | 33,64 | 33,44 | 33,72 | 33,62 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 131,000 | 136,000 | 122,000 | 148,000 | 142,000 | 135,80 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 1874,184 | 1881,493 | 1836,727 | 1865,962 | 1838,554 | 1859,38 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 6800 | 6800 | 7800 | 6800 | 6800 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 6800 | 4500 | 200 | 4500 | 4022 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

7.1.8 Ciénaga Los Manatíes

7.1.8.1 Resultados de las mediciones de campo

En las Tablas 7-49 a 7-50 se presentan los resultados obtenidos en campo para los dos puntos monitoreados en esta ciénaga

Tabla 7-49. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga Los Manatíes.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:20 | 7,87 | 29,03 | 4,86 | 59,50 | 25,75 | 29,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:20 | 8,20 | 29,06 | 4,85 | 59,46 | 25,66 | 29,59 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:20 | 8,38 | 29,06 | 4,84 | 59,62 | 25,94 | 29,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:20 | 8,74 | 29,44 | 4,84 | 59,63 | 25,73 | 30,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:20 | 8,75 | 29,44 | 4,67 | 57,89 | 26,29 | 30,58 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:20 | 8,88 | 29,49 | 4,65 | 57,60 | 28,79 | 30,71 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:20 | 8,97 | 29,63 | 4,39 | 57,65 | 29,84 | 30,85 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 29 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:15 | 7,89 | 29,60 | 5,01 | 61,21 | 25,47 | 29,26 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:15 | 8,34 | 29,79 | 4,89 | 60,23 | 25,94 | 29,32 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:15 | 8,35 | 29,84 | 4,64 | 57,74 | 26,52 | 29,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:15 | 8,38 | 29,90 | 4,61 | 57,49 | 26,59 | 29,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:15 | 8,40 | 29,94 | 4,45 | 56,05 | 27,23 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:15 | 8,86 | 29,94 | 4,16 | 53,66 | 28,67 | 30,59 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:15 | 8,97 | 29,97 | 4,09 | 53,79 | 29,88 | 30,86 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 30 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:45 | 7,85 | 29,02 | 5,05 | 61,65 | 25,43 | 29,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:45 | 7,86 | 29,25 | 4,77 | 58,84 | 26,01 | 29,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:45 | 8,00 | 29,64 | 4,76 | 59,20 | 26,51 | 29,74 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:45 | 8,01 | 29,72 | 4,76 | 58,94 | 26,68 | 29,76 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:45 | 8,13 | 29,84 | 4,65 | 58,01 | 28,71 | 29,94 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:45 | 8,62 | 29,92 | 4,02 | 52,08 | 28,91 | 30,45 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:45 | 8,53 | 29,92 | 4,01 | 52,38 | 29,44 | 30,85 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:30 | 8,13 | 29,08 | 4,99 | 60,81 | 25,32 | 29,06 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:30 | 8,38 | 29,14 | 4,94 | 64,44 | 25,55 | 29,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:30 | 8,54 | 29,38 | 4,92 | 61,01 | 26,38 | 29,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:30 | 8,63 | 29,47 | 4,86 | 60,59 | 26,67 | 29,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:30 | 8,75 | 29,59 | 4,78 | 60,88 | 27,97 | 29,95 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:30 | 8,81 | 29,69 | 4,13 | 53,05 | 28,40 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:30 | 8,97 | 29,96 | 4,06 | 53,03 | 29,41 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:19 | 7,99 | 29,03 | 5,01 | 60,72 | 25,00 | 29,26 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:19 | 8,12 | 29,03 | 4,66 | 58,12 | 26,66 | 29,91 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:19 | 8,30 | 29,28 | 4,51 | 57,00 | 27,45 | 30,44 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:19 | 8,46 | 29,38 | 4,49 | 56,41 | 27,76 | 30,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:19 | 8,63 | 29,53 | 4,38 | 56,99 | 29,25 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:19 | 8,67 | 29,73 | 4,26 | 55,73 | 29,57 | 30,79 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:19 | 8,94 | 29,90 | 4,14 | 54,29 | 29,71 | 30,89 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-50. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga Los Manatíes.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| NOVIEMBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:25 | 7,05 | 29,44 | 5,80 | 73,04 | 27,40 | 28,18 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:25 | 7,31 | 29,42 | 5,72 | 72,30 | 27,62 | 28,29 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:25 | 7,62 | 29,46 | 5,67 | 7182,00 | 27,74 | 29,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:25 | 7,64 | 29,49 | 5,39 | 68,40 | 27,82 | 29,89 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:25 | 7,70 | 29,56 | 5,28 | 67,46 | 28,23 | 30,64 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:25 | 7,83 | 29,85 | 5,23 | 67,73 | 29,07 | 30,72 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:25 | 8,10 | 29,99 | 5,01 | 65,10 | 29,25 | 31,72 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 29 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:20 | 7,11 | 29,12 | 5,94 | 74,39 | 27,08 | 29,16 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:20 | 7,22 | 29,17 | 5,88 | 73,88 | 27,27 | 30,26 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:20 | 7,87 | 29,20 | 5,82 | 7378,00 | 27,81 | 31,06 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:20 | 7,91 | 29,20 | 5,53 | 70,49 | 28,11 | 31,22 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:20 | 8,25 | 29,28 | 5,35 | 68,37 | 28,25 | 31,69 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:20 | 8,27 | 29,31 | 5,27 | 68,26 | 29,08 | 32,05 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:20 | 8,82 | 29,52 | 5,20 | 67,57 | 29,28 | 32,38 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 30 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:50 | 7,01 | 29,11 | 5,89 | 74,02 | 27,28 | 29,91 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:50 | 7,25 | 29,27 | 5,62 | 71,04 | 27,61 | 30,45 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:50 | 7,47 | 29,28 | 5,55 | 70,19 | 27,63 | 30,89 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:50 | 8,03 | 29,38 | 5,49 | 69,46 | 27,63 | 31,26 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:50 | 8,32 | 29,47 | 5,20 | 66,46 | 28,90 | 31,52 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:50 | 8,32 | 29,68 | 5,20 | 66,52 | 29,81 | 32,01 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:50 | 8,47 | 29,91 | 5,02 | 65,00 | 29,03 | 32,99 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:35 | 7,16 | 29,12 | 5,84 | 73,55 | 27,41 | 28,85 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:35 | 8,24 | 29,15 | 5,79 | 73,24 | 27,67 | 28,92 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:35 | 8,36 | 29,38 | 5,64 | 72,05 | 28,26 | 29,22 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:35 | 8,56 | 29,54 | 5,53 | 70,75 | 28,34 | 29,69 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:35 | 8,63 | 29,63 | 5,16 | 67,16 | 29,50 | 29,75 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:35 | 8,76 | 29,93 | 5,15 | 66,79 | 29,51 | 32,59 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:35 | 8,83 | 30,10 | 5,09 | 66,49 | 29,60 | 32,90 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:26 | 7,07 | 29,07 | 5,57 | 69,88 | 27,14 | 28,94 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:26 | 7,53 | 29,08 | 5,54 | 70,21 | 27,76 | 28,98 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:26 | 7,54 | 29,15 | 5,50 | 70,56 | 28,51 | 29,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:26 | 8,03 | 29,29 | 5,37 | 68,00 | 28,59 | 30,52 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:26 | 8,33 | 29,45 | 5,33 | 68,82 | 28,89 | 31,36 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:26 | 8,64 | 29,52 | 5,18 | 67,63 | 29,57 | 32,17 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:26 | 8,89 | 29,58 | 5,11 | 67,71 | 29,89 | 32,23 | AGUA TURBIA |

Figura 7-97. Variación de pH. Ciénaga Los Manatíes. Punto 1.

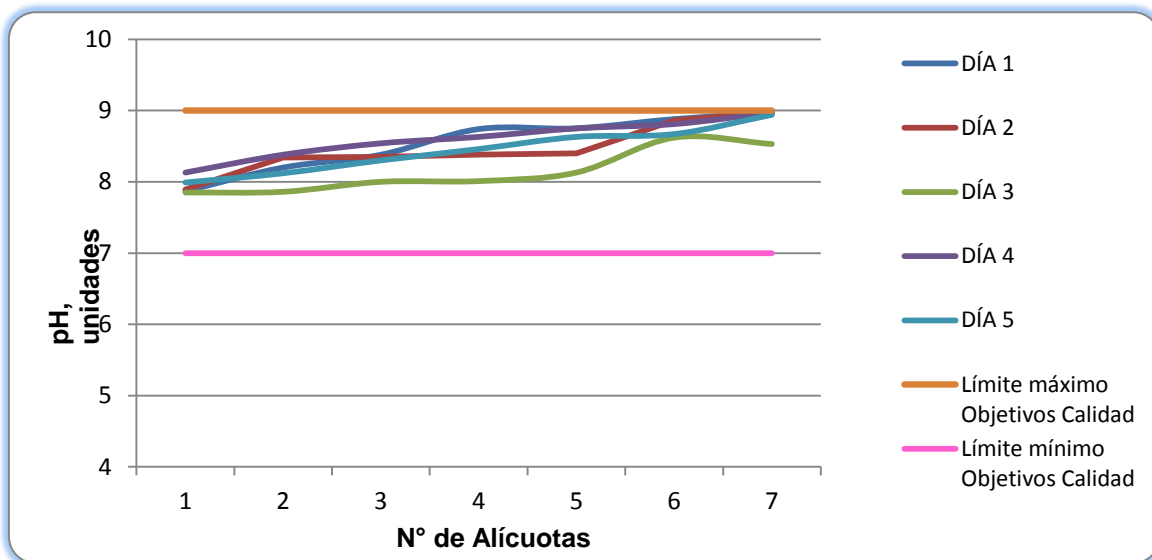


Figura 7-98. Variación de pH. Ciénaga Los Manatíes. Punto 2.

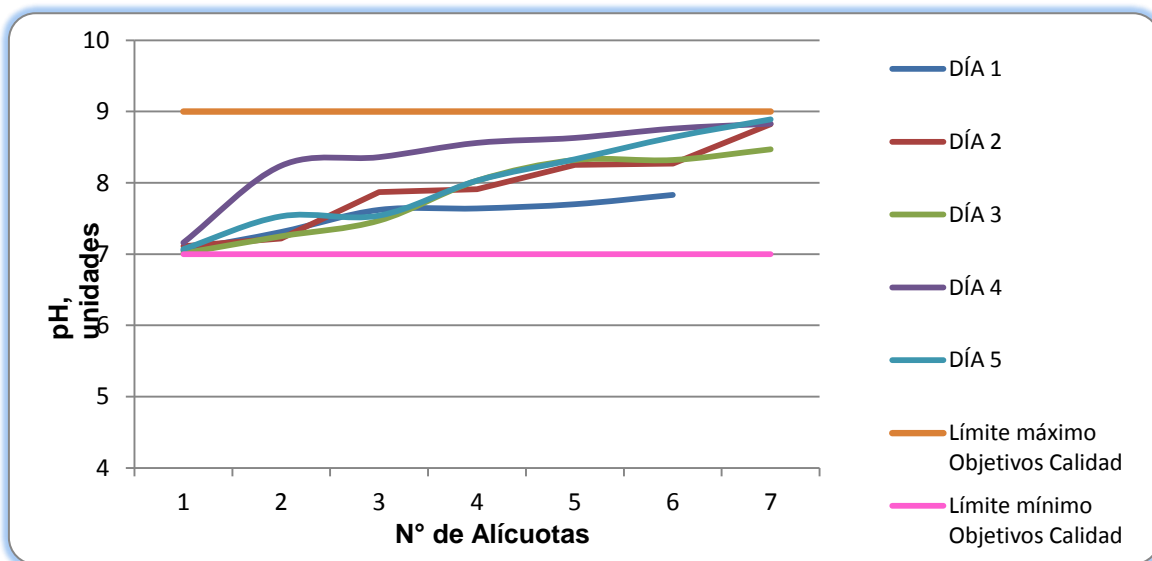


Figura 7-99. Variación de Temperatura. Ciénaga Los Manatíes. Punto 1.

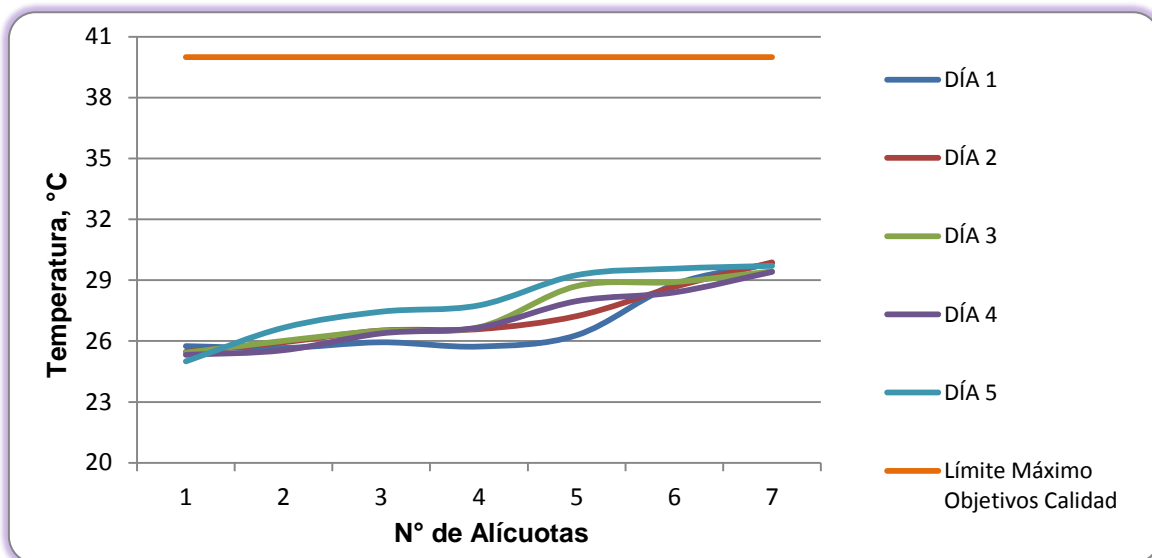


Figura 7-100. Variación de Temperatura. Ciénaga Los Manatíes. Punto 2.

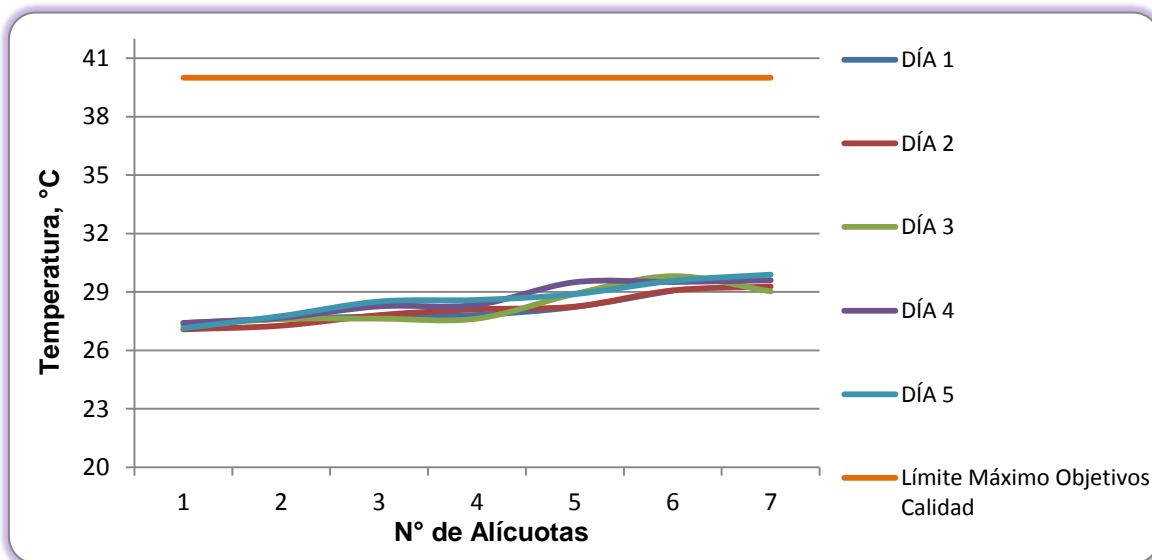


Figura 7-101. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Los Manatíes. Punto 1.

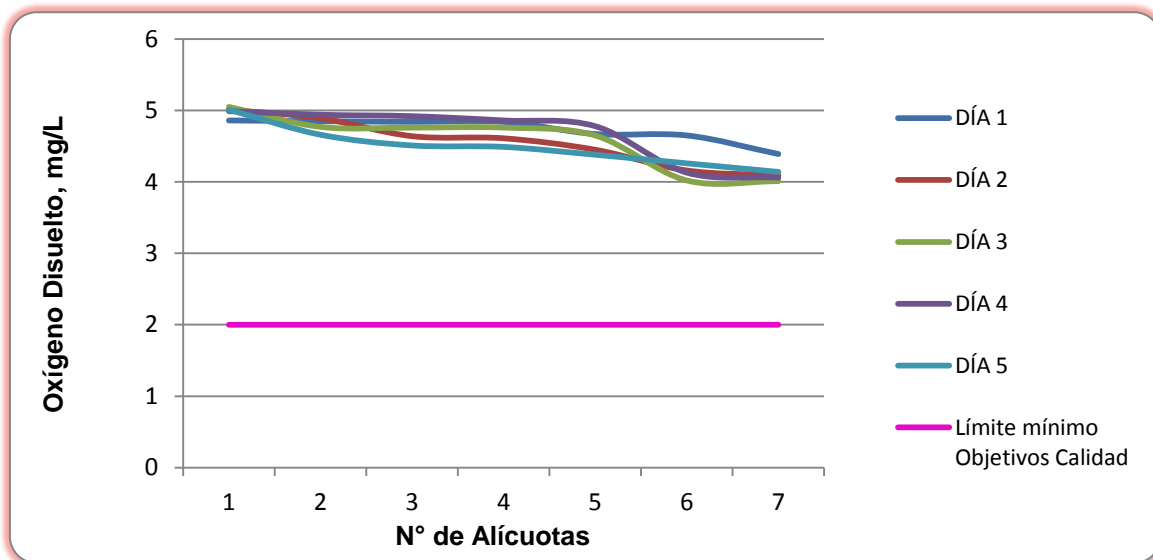


Figura 7-102. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga Los Manatíes. Punto 2.

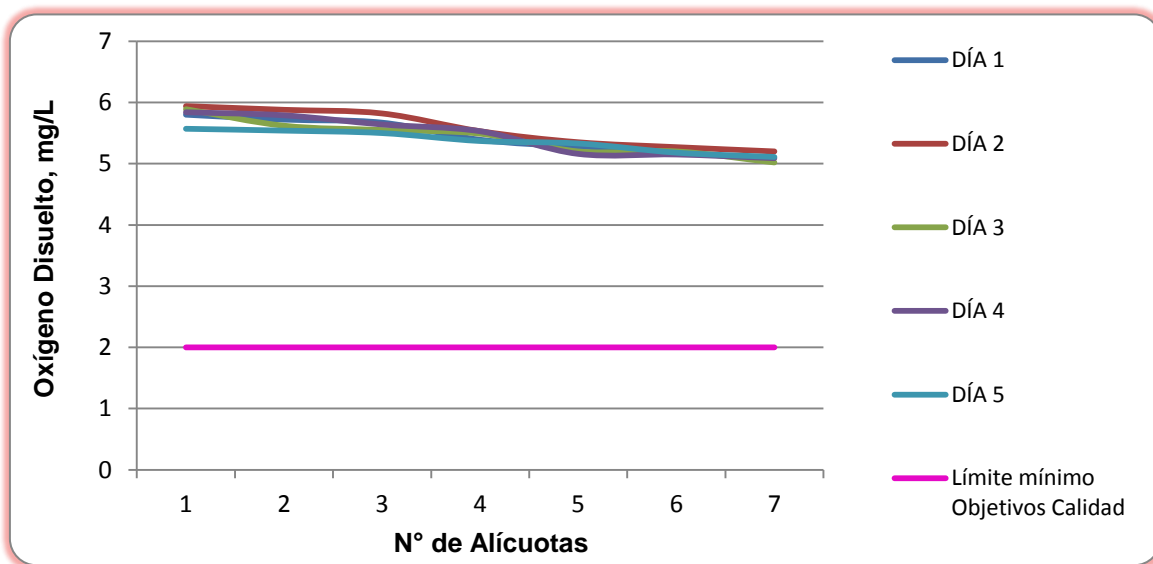


Figura 7-103. Variación de Conductividad. Ciénaga Los Manatíes. Punto 1.

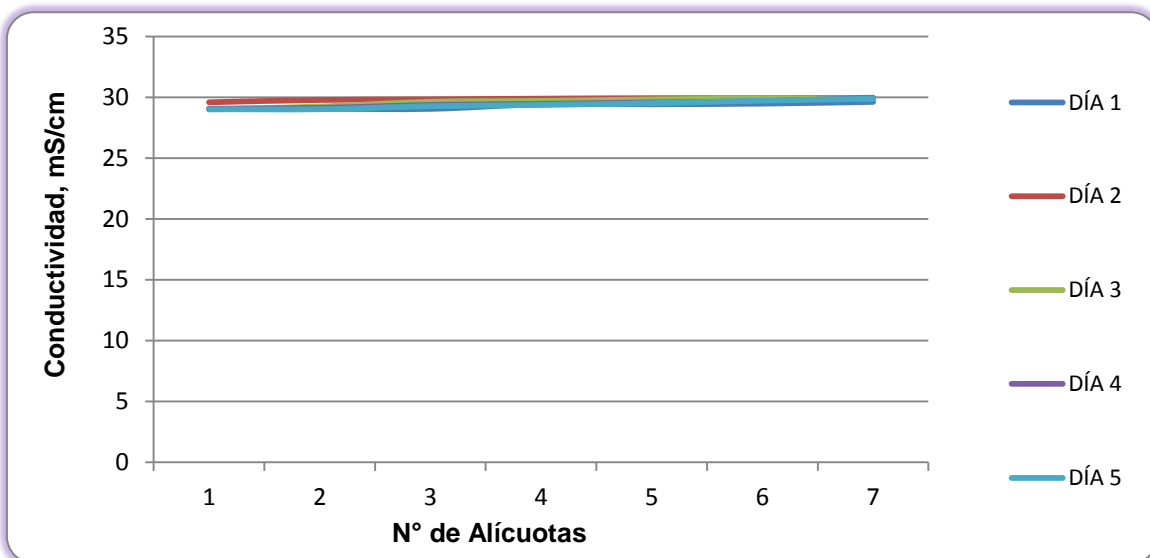
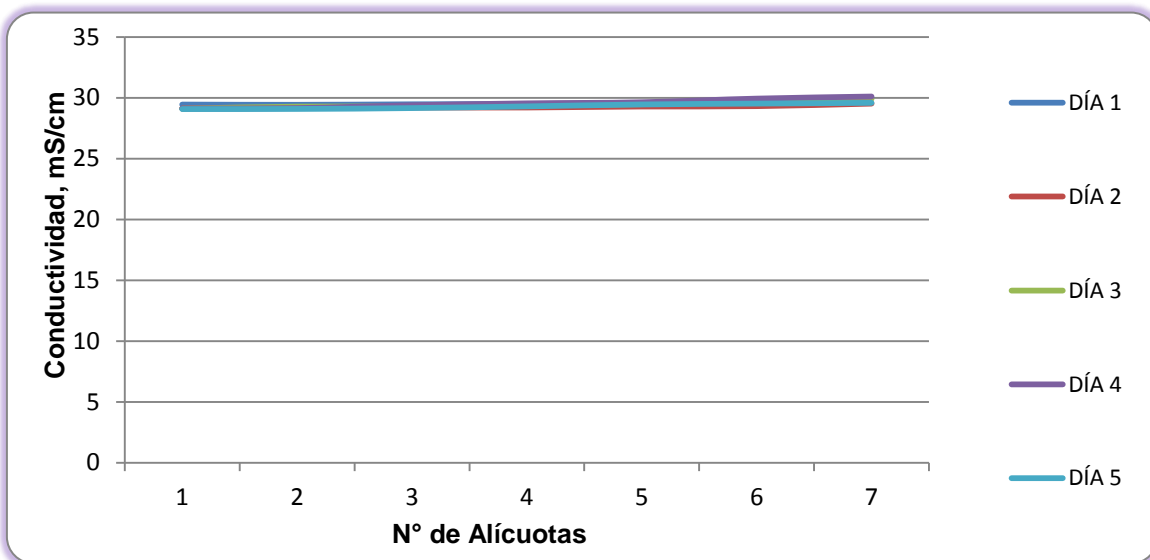


Figura 7-104. Variación de Conductividad. Ciénaga Los Manatíes. Punto 2.



7.1.8.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

A continuación se presentan en las tablas 7-51 a 7-52, los resultados de los parámetros de DBO5, DQO, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en los dos puntos monitoreados en la Ciénaga Los Manatíes identificados como 1 y 2; junto con los objetivos de calidad planteados para este sistema hidrográfico para el período 2011-2020. Según el artículo primero de la resolución en mención para la Cuenca del Río Magdalena, Clase III.

Tabla 7-51 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Los Manatíes. Punto 1.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24030-1 | 24030-3 | 24030-5 | 24030-7 | 24030-9 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,75 | 5,71 | 5,69 | 5,68 | 5,75 | 5,72 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 30,24 | 30,00 | 29,84 | 29,92 | 30,4 | 30,08 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 120,000 | 119,000 | 118,000 | 106,000 | 97,000 | 112,00 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 1336,988 | 1347,037 | 1437,484 | 1409,162 | 1368,964 | 1379,93 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 220 | 210 | 260 | 260 | 260 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 220 | 170 | 170 | 130 | 210 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-52 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga Los Manatíes. Punto 2.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24030-2 | 24030-4 | 24030-6 | 24030-8 | 24030-10 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,71 | 5,75 | 5,69 | 5,70 | 5,65 | 5,70 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 29,92 | 30,04 | 29,96 | 29,76 | 29,92 | 29,92 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 116,000 | 115,000 | 116,000 | 95,000 | 95,000 | 107,40 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 2388,149 | 1367,137 | 1370,791 | 1399,113 | 1392,717 | 1583,58 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 3300 | 2300 | 4300 | 4600 | 2300 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 3300 | 780 | 3100 | 3100 | 450 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

7.1.9 Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne)

7.1.9.1 Resultados de las mediciones de campo

En las Tablas 7-53 a 7-54 se presentan los resultados obtenidos en campo para los dos puntos monitoreados en esta ciénaga

Tabla 7-53. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga El Rincón.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA $^{\circ}\text{C}$ | TEMPERATURA AMBIENTE $^{\circ}\text{C}$ | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|--|---|---------------|
| NOVIEMBRE 28 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:03 | 8,04 | 3507 | 5,70 | 71,78 | 27,39 | 28,42 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:03 | 8,15 | 3508 | 5,57 | 70,77 | 27,92 | 30,79 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:03 | 8,35 | 3504 | 5,52 | 70,22 | 27,99 | 30,79 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:03 | 8,46 | 3522 | 5,39 | 69,29 | 28,62 | 31,17 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:03 | 8,73 | 3524 | 5,08 | 65,45 | 28,72 | 31,54 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:03 | 8,82 | 3557 | 5,03 | 65,10 | 29,00 | 31,74 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:03 | 8,94 | 3593 | 5,00 | 64,82 | 29,10 | 32,02 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 29 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:45 | 8,06 | 3514 | 5,87 | 73,44 | 27,01 | 29,45 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:45 | 8,14 | 3580 | 5,71 | 72,47 | 27,87 | 30,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:45 | 8,22 | 3580 | 5,67 | 72,47 | 28,47 | 30,48 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:45 | 8,22 | 3580 | 5,61 | 72,67 | 28,64 | 32,04 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:45 | 8,37 | 3583 | 5,37 | 72,11 | 28,78 | 32,16 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:45 | 8,81 | 3584 | 5,05 | 65,70 | 29,33 | 32,45 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:45 | 8,91 | 3595 | 5,01 | 65,20 | 29,35 | 32,90 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 30 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:30 | 8,10 | 3505 | 5,99 | 75,17 | 27,21 | 28,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:30 | 8,13 | 3517 | 5,98 | 75,38 | 27,48 | 28,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:30 | 8,50 | 3545 | 5,73 | 72,52 | 27,70 | 29,45 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:30 | 8,59 | 3551 | 5,52 | 69,97 | 27,77 | 30,03 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:30 | 8,87 | 3567 | 5,51 | 70,94 | 27,73 | 30,39 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:30 | 8,91 | 3573 | 5,35 | 69,03 | 28,85 | 30,39 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:30 | 8,95 | 3593 | 5,33 | 39,98 | 29,95 | 30,42 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:35 | 8,01 | 3505 | 5,94 | 74,96 | 27,54 | 29,68 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:35 | 8,08 | 3510 | 5,56 | 70,21 | 27,54 | 29,95 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:35 | 8,17 | 3512 | 5,49 | 69,47 | 27,66 | 30,34 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:35 | 8,38 | 3516 | 5,30 | 67,80 | 28,31 | 30,49 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:35 | 8,44 | 3561 | 5,14 | 67,15 | 29,00 | 31,69 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:35 | 8,71 | 3560 | 5,17 | 67,00 | 29,10 | 31,83 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:35 | 8,83 | 3600 | 5,07 | 35,85 | 29,23 | 31,96 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:15 | 8,07 | 3522 | 5,77 | 72,19 | 27,01 | 29,23 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:15 | 8,20 | 3524 | 5,71 | 72,14 | 27,59 | 29,93 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:15 | 8,33 | 3531 | 5,68 | 72,08 | 27,86 | 29,94 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:15 | 8,37 | 3537 | 5,57 | 70,80 | 27,94 | 30,18 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:15 | 8,46 | 3565 | 5,56 | 71,92 | 29,03 | 31,48 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:15 | 8,48 | 3595 | 5,24 | 68,21 | 29,39 | 31,82 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:15 | 8,68 | 3597 | 5,20 | 68,16 | 29,83 | 31,89 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-54. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga El Rincón.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA $^{\circ}\text{C}$ | TEMPERATURA AMBIENTE $^{\circ}\text{C}$ | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|--|---|---------------|
| NOVIEMBRE 28 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:10 | 8,11 | 3509 | 6,28 | 78,51 | 27,01 | 29,63 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:10 | 8,13 | 3510 | 6,11 | 76,42 | 27,05 | 30,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:10 | 8,37 | 3516 | 5,86 | 71,36 | 27,24 | 30,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:10 | 8,45 | 3538 | 5,72 | 72,15 | 27,49 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:10 | 8,45 | 3558 | 5,62 | 72,60 | 28,96 | 31,44 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:10 | 8,47 | 3558 | 5,53 | 71,93 | 29,38 | 32,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:10 | 8,48 | 3568 | 5,03 | 65,37 | 29,51 | 32,20 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 29 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:50 | 8,26 | 3505 | 5,82 | 73,18 | 27,31 | 28,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:50 | 8,28 | 3522 | 5,68 | 72,41 | 28,14 | 28,68 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:50 | 8,36 | 3528 | 5,66 | 72,25 | 28,22 | 29,06 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:50 | 8,39 | 3565 | 5,57 | 71,25 | 28,34 | 29,81 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:50 | 8,44 | 3569 | 5,36 | 68,79 | 28,52 | 30,36 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:50 | 8,46 | 3582 | 5,24 | 69,45 | 28,69 | 32,47 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:50 | 8,49 | 3595 | 5,03 | 65,66 | 29,92 | 32,76 | AGUA TURBIA |
| NOVIEMBRE 30 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:37 | 8,12 | 3507 | 6,28 | 78,77 | 27,21 | 29,34 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:37 | 8,19 | 3508 | 6,11 | 76,69 | 27,23 | 29,84 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:37 | 8,21 | 3518 | 6,07 | 76,37 | 27,31 | 29,84 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:37 | 8,23 | 3527 | 6,02 | 75,83 | 27,44 | 30,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:37 | 8,27 | 3541 | 5,61 | 71,94 | 28,50 | 30,15 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:37 | 8,36 | 3541 | 5,51 | 71,00 | 28,79 | 31,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:37 | 8,48 | 3609 | 5,32 | 69,78 | 29,89 | 32,96 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 01 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:42 | 8,16 | 3509 | 6,25 | 79,03 | 27,70 | 28,74 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:42 | 8,19 | 3510 | 6,23 | 79,49 | 28,25 | 29,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:42 | 8,27 | 3532 | 6,08 | 78,02 | 28,59 | 29,48 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:42 | 8,40 | 3532 | 5,76 | 74,42 | 28,97 | 30,05 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:42 | 8,42 | 3539 | 5,70 | 73,80 | 29,11 | 30,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:42 | 8,37 | 3562 | 5,21 | 67,67 | 29,25 | 32,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:42 | 8,34 | 3588 | 5,07 | 66,26 | 29,62 | 32,84 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:22 | 8,01 | 3504 | 5,98 | 76,26 | 28,19 | 28,82 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:22 | 8,13 | 3507 | 5,63 | 72,12 | 29,43 | 29,75 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:22 | 8,22 | 3518 | 5,44 | 68,59 | 29,46 | 29,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:22 | 8,25 | 3555 | 5,32 | 66,61 | 28,80 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:22 | 8,33 | 3561 | 5,16 | 66,96 | 28,86 | 30,76 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:22 | 8,35 | 3601 | 5,14 | 66,96 | 29,43 | 31,43 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:22 | 8,45 | 3606 | 5,10 | 66,60 | 29,58 | 31,97 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 02 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:22 | 8,01 | 3504 | 5,98 | 76,26 | 28,19 | 28,82 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:22 | 8,13 | 3507 | 5,63 | 72,12 | 28,43 | 29,75 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:22 | 8,22 | 3518 | 5,44 | 68,59 | 28,46 | 29,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:22 | 8,25 | 3555 | 5,32 | 66,61 | 28,80 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:22 | 8,33 | 3561 | 5,16 | 66,96 | 28,86 | 30,76 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:22 | 8,35 | 3601 | 5,14 | 66,96 | 29,43 | 31,43 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:22 | 8,45 | 3606 | 5,10 | 66,60 | 29,58 | 31,97 | AGUA TURBIA |

Figura 7-105. Variación de pH. Ciénaga El Rincón. Punto 1.

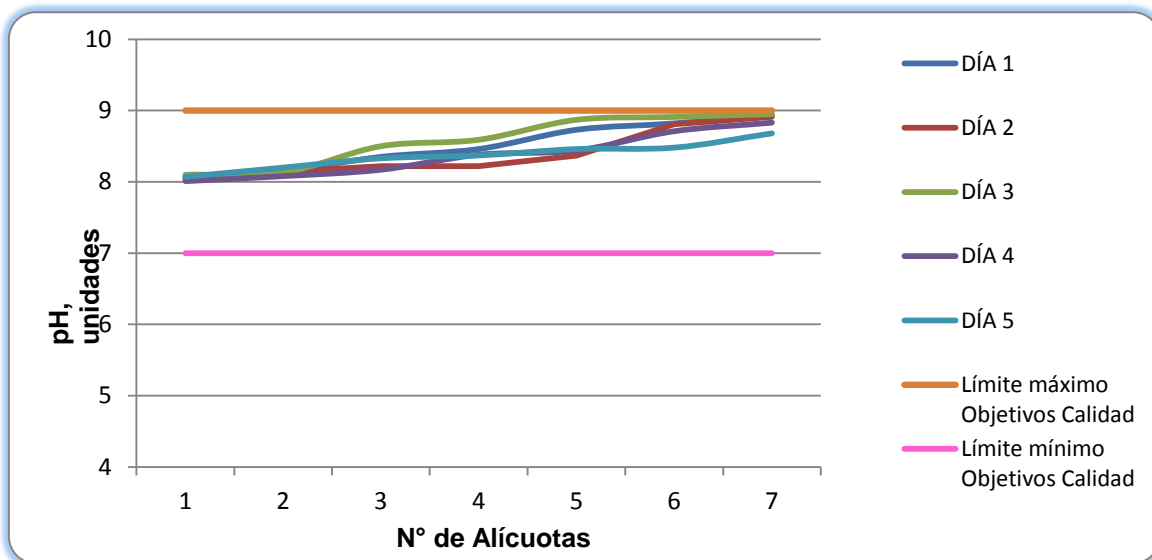


Figura 7-106. Variación de pH. Ciénaga El Rincón. Punto 2.

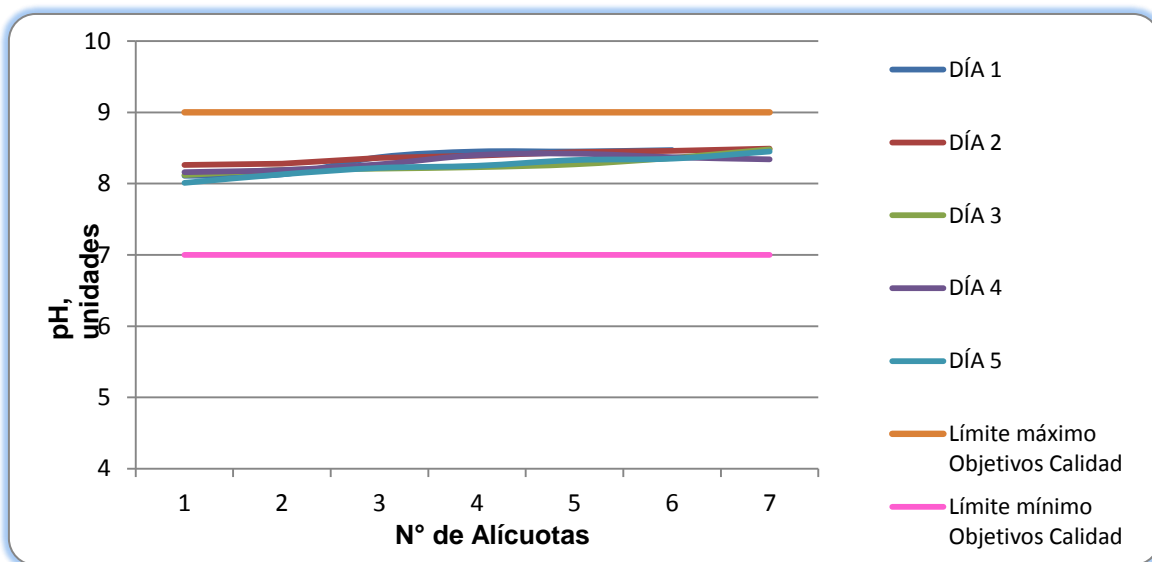


Figura 7-107. Variación de Temperatura. Ciénaga El Rincón. Punto 1.

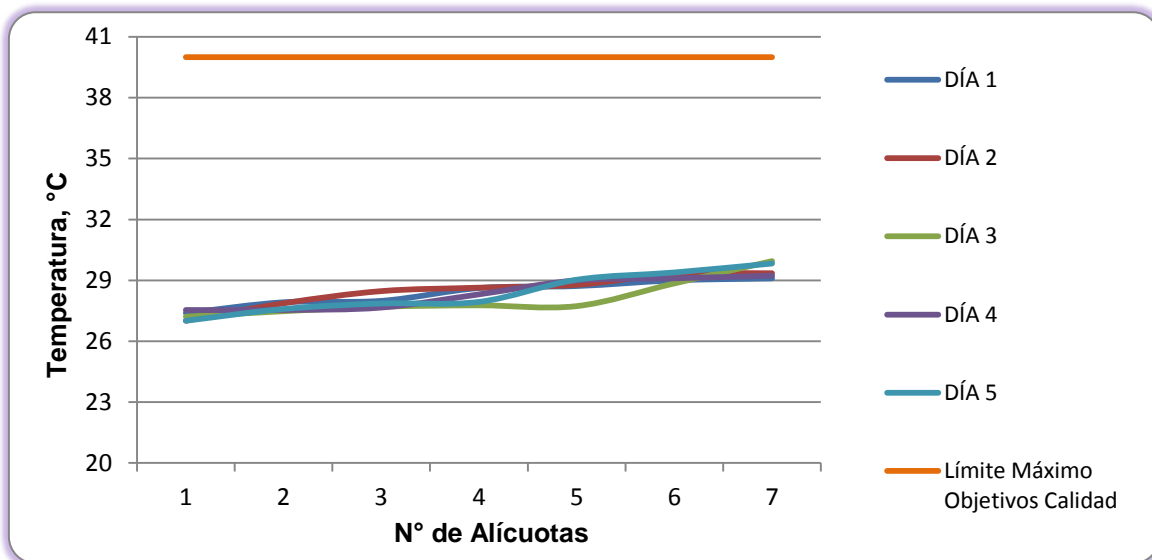


Figura 7-108. Variación de Temperatura. Ciénaga El Rincón. Punto 2.

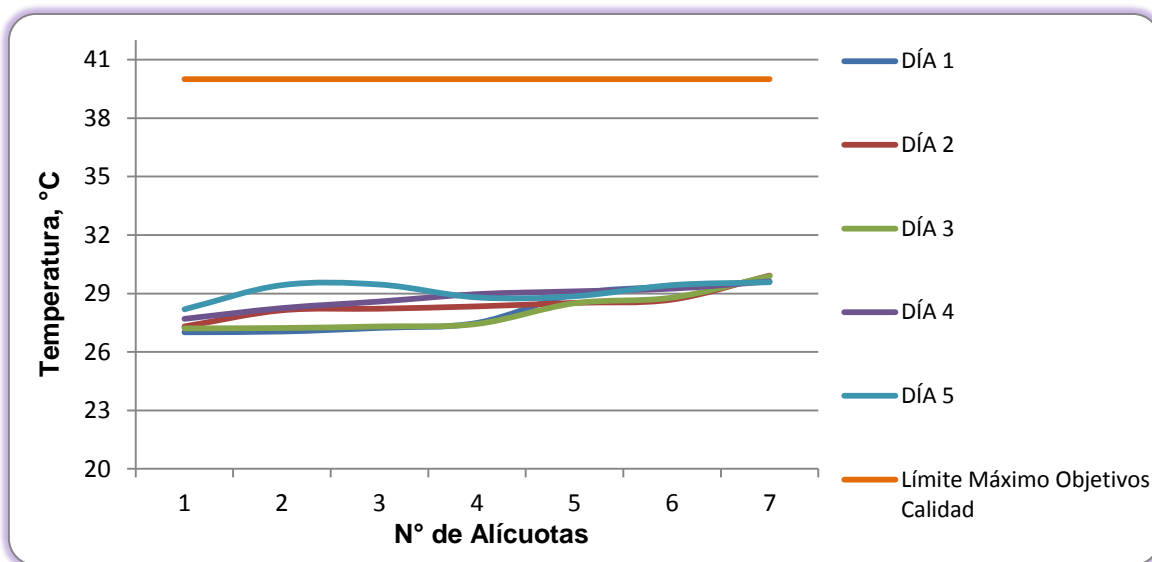


Figura 7-109. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Rincón. Punto 1.

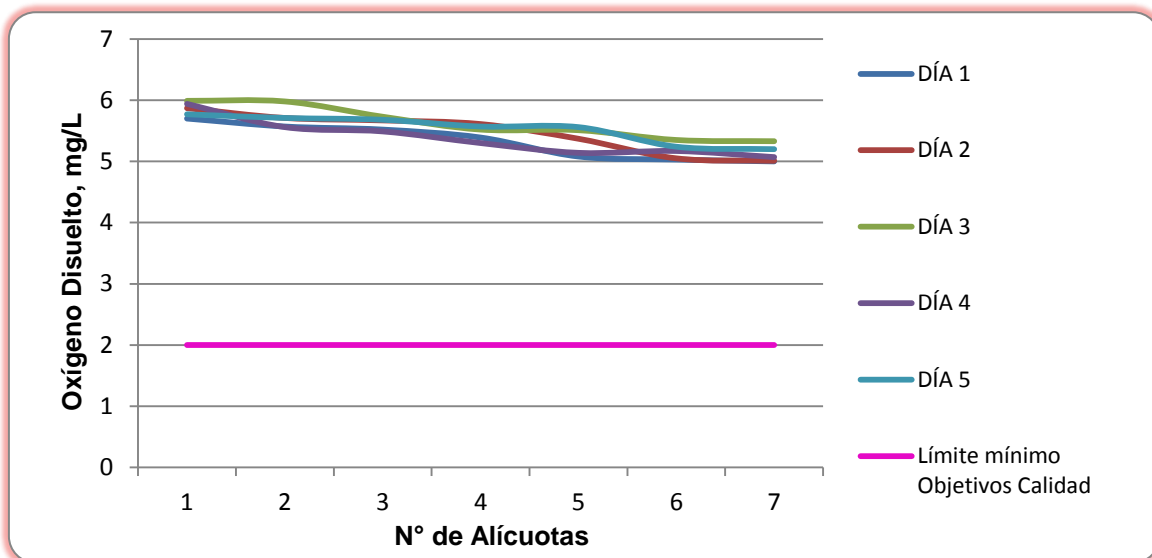


Figura 7-110. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga El Rincón Punto 2.

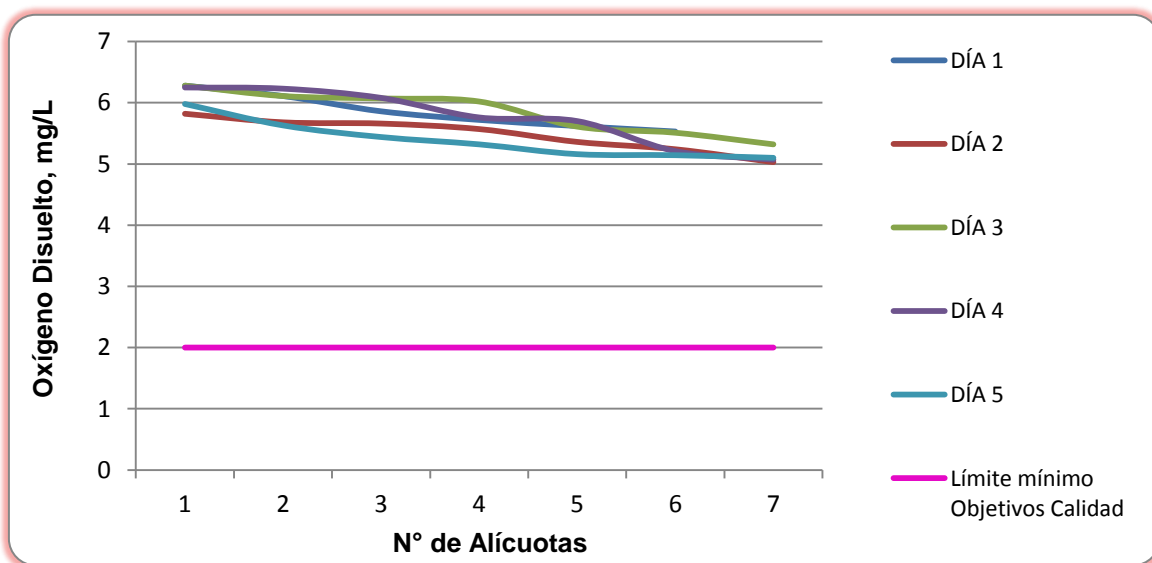


Figura 7-111. Variación de Conductividad. Ciénaga El Rincón. Punto 1.

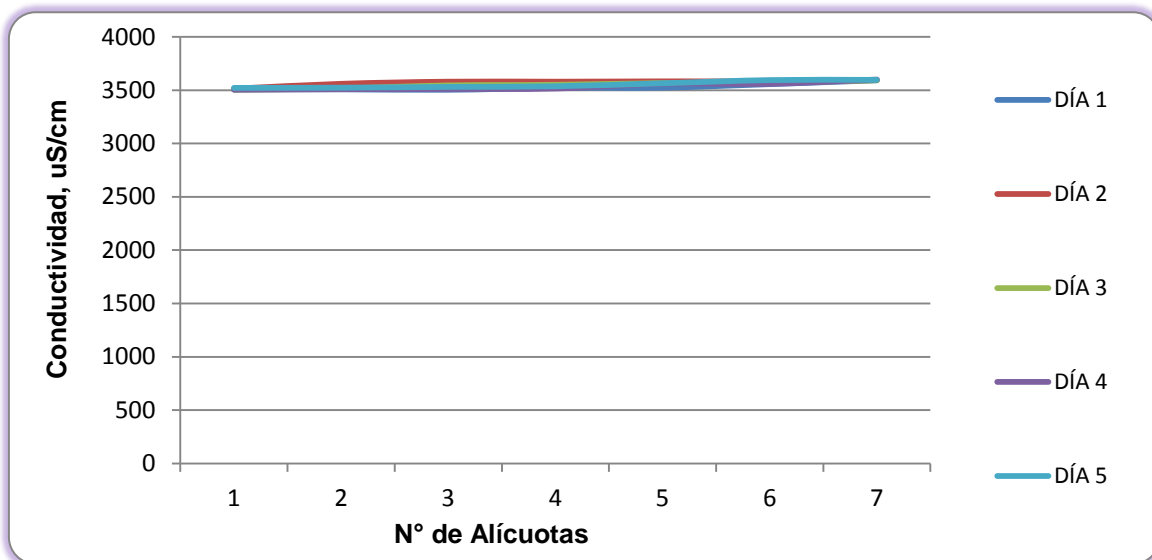
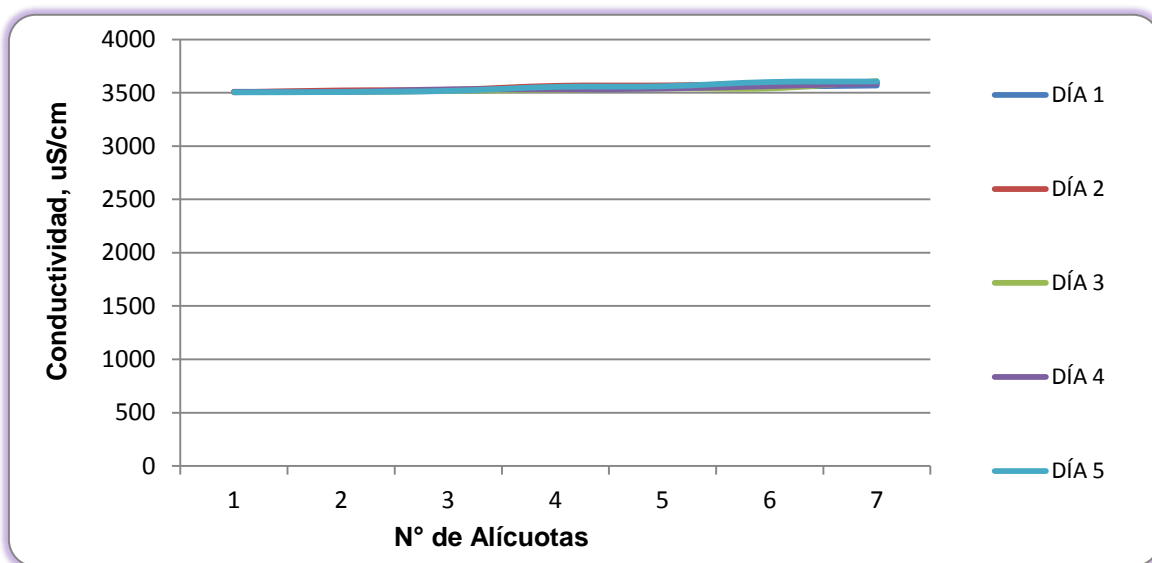


Figura 7-112. Variación de Conductividad. Ciénaga El Rincón. Punto 2.



7.1.9.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

A continuación se presentan en las tablas 7-55 a 7-56, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en los dos puntos monitoreados en la Ciénaga el Rincón, identificados como 1 y 2; junto con los objetivos de calidad planteados para este sistema hidrográfico para el período 2011-2020. Según el artículo primero de la resolución en mención para la Cuenca del Río Magdalena, Clase III.

Tabla 7-55 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Rincón. Punto 1.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------------------|
| | | 24031-1 | 24031-3 | 24031-5 | 24031-7 | 24031-9 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 7,48 | 7,52 | 7,55 | 7,43 | 7,50 | 7,50 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 34,12 | 34,24 | 34,40 | 33,92 | 34,20 | 34,18 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 11,60 | 15,20 | 14,00 | 11,60 | 14,40 | 13,36 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 436,570 | 452,330 | 437,712 | 455,527 | 439,082 | 444,24 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 45 | 61 | 68 | 82 | 45 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 45 | 20 | 45 | 61 | 45 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2015

Tabla 7-56 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga El Rincón. Punto 2.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24031-2 | 24031-4 | 24031-6 | 24031-8 | 24031-10 | 24031-11 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 7,48 | 7,47 | 7,51 | 7,48 | 7,45 | 7,41 | 7,47 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 34,00 | 34,08 | 34,16 | 34,12 | 34,04 | 33,84 | 34,04 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 14,40 | 17,20 | 16,40 | 17,20 | 17,20 | 16,80 | 16,53 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 431,545 | 416,242 | 448,675 | 448,675 | 424,236 | 420,810 | 431,70 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 20 | 40 | 20 | 36 | 40 | 40 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 | 20 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2015

7.1.10 Ciénaga del Totumo

7.1.10.1 Resultados de las mediciones de campo

En las Tablas 7-57 a 7-60 se presentan los resultados obtenidos en campo para los cuatro puntos monitoreados en esta ciénaga

Tabla 7-57. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga del Totumo.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 05 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:24 | 7,90 | 530,00 | 7,71 | 102,00 | 28,51 | 29,23 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:24 | 7,91 | 531,00 | 5,87 | 76,42 | 29,31 | 29,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:24 | 7,94 | 533,00 | 5,25 | 64,35 | 29,47 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:24 | 8,11 | 534,00 | 4,93 | 64,01 | 29,53 | 29,84 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:24 | 8,13 | 534,00 | 4,89 | 60,43 | 29,70 | 30,74 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:24 | 8,14 | 535,00 | 4,60 | 60,41 | 29,89 | 30,09 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:24 | 8,19 | 535,00 | 4,59 | 60,60 | 30,21 | 30,85 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 06 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:45 | 7,84 | 531,00 | 5,89 | 75,25 | 28,30 | 29,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:45 | 7,87 | 530,00 | 5,87 | 75,65 | 28,84 | 30,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:45 | 7,98 | 531,00 | 5,82 | 75,14 | 28,94 | 30,25 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:45 | 8,07 | 531,00 | 4,73 | 61,30 | 29,05 | 30,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:45 | 8,08 | 533,00 | 4,46 | 58,52 | 29,79 | 30,57 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:45 | 8,10 | 533,00 | 4,27 | 56,51 | 30,32 | 30,63 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:45 | 8,13 | 534,00 | 4,25 | 56,40 | 30,34 | 30,81 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 07 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:30 | 7,89 | 530,00 | 5,97 | 76,39 | 28,40 | 30,63 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:30 | 7,92 | 532,00 | 5,22 | 67,62 | 29,08 | 30,75 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:30 | 7,97 | 532,00 | 5,05 | 65,61 | 29,25 | 30,85 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:30 | 7,99 | 533,00 | 4,99 | 65,49 | 29,88 | 31,28 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:30 | 8,03 | 533,00 | 4,87 | 64,27 | 30,22 | 31,34 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:30 | 8,07 | 534,00 | 4,60 | 60,92 | 30,41 | 31,46 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:30 | 8,11 | 535,00 | 4,18 | 55,51 | 30,53 | 31,87 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 08 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:50 | 7,28 | 521,00 | 5,93 | 77,02 | 29,33 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:50 | 7,54 | 522,00 | 5,64 | 73,62 | 29,62 | 29,77 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:50 | 7,56 | 525,00 | 5,34 | 69,82 | 29,69 | 30,44 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:50 | 7,58 | 524,00 | 4,96 | 65,50 | 30,37 | 30,53 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:50 | 7,59 | 532,00 | 4,41 | 58,51 | 30,50 | 31,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:50 | 7,68 | 533,00 | 4,33 | 57,50 | 30,55 | 31,47 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:50 | 7,87 | 538,00 | 4,18 | 55,57 | 30,54 | 31,80 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 10 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:05 | 7,03 | 522,00 | 6,09 | 78,70 | 29,03 | 29,56 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:05 | 7,08 | 523,00 | 5,69 | 73,98 | 29,37 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:05 | 7,17 | 523,00 | 5,41 | 70,70 | 29,66 | 30,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:05 | 7,59 | 527,00 | 5,17 | 67,84 | 29,89 | 30,64 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:05 | 7,91 | 531,00 | 4,56 | 63,62 | 30,22 | 30,68 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:05 | 7,99 | 532,00 | 4,69 | 60,42 | 30,44 | 31,45 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:05 | 7,98 | 534,00 | 4,06 | 64,21 | 30,86 | 31,97 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-58. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga del Totumo.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 05 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:30 | 7,02 | 506,00 | 6,29 | 78,42 | 26,84 | 29,22 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:31 | 7,04 | 517,00 | 6,02 | 45,16 | 26,90 | 29,26 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:31 | 7,11 | 526,00 | 5,38 | 61,68 | 27,25 | 29,74 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:31 | 7,14 | 543,00 | 4,85 | 61,81 | 28,01 | 29,84 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:31 | 7,21 | 556,00 | 4,82 | 59,46 | 28,59 | 30,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:31 | 7,25 | 543,00 | 4,32 | 56,32 | 29,36 | 30,91 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:31 | 7,86 | 521,00 | 4,32 | 56,74 | 29,84 | 30,93 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 06 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:52 | 7,02 | 503,00 | 5,97 | 74,69 | 26,98 | 29,57 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:52 | 7,20 | 515,00 | 5,96 | 74,87 | 27,27 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:52 | 7,23 | 522,00 | 5,41 | 68,26 | 27,47 | 30,28 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:52 | 7,26 | 533,00 | 4,98 | 63,45 | 28,02 | 30,54 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:52 | 7,44 | 539,00 | 4,83 | 61,87 | 28,33 | 30,59 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:52 | 7,53 | 549,00 | 4,22 | 54,34 | 28,57 | 30,67 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:52 | 7,63 | 552,00 | 4,11 | 53,06 | 28,71 | 30,81 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 07 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:37 | 7,11 | 482,00 | 5,39 | 67,56 | 27,06 | 30,64 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:37 | 7,18 | 487,00 | 5,36 | 67,91 | 27,72 | 30,75 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:37 | 7,23 | 490,00 | 5,23 | 66,38 | 27,81 | 30,77 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:37 | 7,39 | 502,00 | 4,95 | 62,92 | 27,87 | 31,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:37 | 7,50 | 545,00 | 4,94 | 63,49 | 28,55 | 31,34 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:37 | 7,53 | 551,00 | 4,89 | 63,28 | 28,98 | 31,41 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:37 | 7,55 | 558,00 | 4,85 | 63,64 | 29,85 | 31,86 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 09 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:57 | 6,03 | 481,00 | 5,97 | 75,04 | 27,30 | 29,75 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:57 | 6,68 | 488,00 | 5,84 | 73,47 | 27,34 | 29,77 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:57 | 6,90 | 499,00 | 5,22 | 69,79 | 27,50 | 30,43 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:57 | 7,04 | 507,00 | 4,95 | 66,29 | 27,84 | 30,52 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:57 | 7,06 | 509,00 | 4,95 | 63,16 | 28,10 | 31,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:57 | 7,26 | 530,00 | 4,68 | 59,84 | 28,20 | 31,44 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:57 | 7,30 | 555,00 | 4,19 | 54,63 | 29,35 | 31,73 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 10 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:12 | 6,24 | 482,00 | 5,73 | 71,77 | 27,06 | 29,51 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:12 | 6,94 | 505,00 | 5,07 | 64,25 | 27,69 | 29,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:12 | 7,03 | 516,00 | 4,48 | 59,01 | 28,46 | 30,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:12 | 7,24 | 536,00 | 4,22 | 54,79 | 29,09 | 30,64 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:12 | 7,39 | 549,00 | 4,06 | 53,51 | 30,32 | 30,65 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:12 | 7,81 | 549,00 | 4,04 | 53,53 | 30,33 | 31,43 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:12 | 8,12 | 557,00 | 4,02 | 53,76 | 30,95 | 31,76 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-59. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga del Totumo.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 05 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:30 | 7,31 | 500,00 | 5,68 | 72,33 | 28,07 | 29,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:30 | 7,33 | 511,00 | 5,66 | 72,15 | 28,13 | 29,26 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:30 | 7,34 | 517,00 | 5,12 | 65,92 | 28,69 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:30 | 7,84 | 517,00 | 4,86 | 62,79 | 28,87 | 29,82 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:30 | 7,87 | 519,00 | 4,47 | 58,54 | 29,67 | 30,71 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:30 | 7,85 | 522,00 | 4,37 | 57,37 | 29,82 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:30 | 7,83 | 525,00 | 4,14 | 55,45 | 31,07 | 30,89 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 06 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:51 | 7,07 | 503,00 | 5,91 | 72,79 | 26,07 | 29,52 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:51 | 7,26 | 512,00 | 5,37 | 66,59 | 26,41 | 30,23 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:51 | 7,34 | 516,00 | 5,28 | 66,01 | 26,89 | 30,29 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:51 | 7,57 | 526,00 | 5,00 | 62,94 | 27,52 | 30,51 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:51 | 8,00 | 526,00 | 4,58 | 59,00 | 28,65 | 30,56 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:51 | 8,08 | 527,00 | 4,25 | 54,88 | 28,75 | 30,65 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:51 | 8,16 | 529,00 | 4,15 | 53,61 | 28,76 | 30,83 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 07 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:36 | 7,01 | 551,00 | 5,81 | 73,36 | 27,56 | 30,65 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:36 | 7,14 | 512,00 | 5,16 | 65,32 | 27,64 | 30,77 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:36 | 7,14 | 517,00 | 4,87 | 61,77 | 27,72 | 30,83 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:36 | 7,24 | 518,00 | 4,79 | 60,82 | 27,78 | 31,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:36 | 7,32 | 520,00 | 4,87 | 57,64 | 28,68 | 31,36 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:36 | 7,39 | 523,00 | 4,24 | 24,82 | 28,83 | 31,44 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:36 | 7,41 | 528,00 | 4,08 | 53,04 | 29,15 | 31,84 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 09 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:56 | 7,01 | 518,00 | 5,83 | 72,06 | 26,27 | 29,74 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:56 | 7,03 | 518,00 | 5,81 | 72,20 | 26,59 | 29,79 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:56 | 7,11 | 518,00 | 5,72 | 71,15 | 26,64 | 30,45 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:56 | 7,03 | 519,00 | 5,68 | 70,72 | 26,69 | 30,51 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:56 | 7,13 | 519,00 | 5,26 | 66,62 | 27,73 | 31,01 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:56 | 7,15 | 521,00 | 5,26 | 67,64 | 28,75 | 31,44 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:56 | 7,19 | 523,00 | 5,12 | 66,59 | 29,32 | 31,76 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 10 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:11 | 6,11 | 518,00 | 4,98 | 61,56 | 26,05 | 29,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:11 | 6,14 | 519,00 | 4,87 | 60,13 | 26,08 | 29,77 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:11 | 6,31 | 521,00 | 4,78 | 59,65 | 26,71 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:11 | 6,40 | 524,00 | 4,71 | 59,47 | 27,42 | 30,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:11 | 6,55 | 526,00 | 4,35 | 55,54 | 28,06 | 30,69 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:11 | 7,12 | 526,00 | 4,15 | 53,03 | 28,08 | 31,43 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:11 | 7,15 | 528,00 | 4,15 | 54,01 | 29,23 | 31,99 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-60. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga del Totumo.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 05 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:34 | 6,59 | 585,00 | 5,23 | 66,65 | 28,06 | 29,25 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:34 | 7,07 | 585,00 | 5,18 | 66,07 | 28,11 | 29,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:34 | 7,08 | 585,00 | 5,17 | 66,82 | 29,93 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:34 | 7,30 | 588,00 | 5,13 | 66,71 | 29,31 | 29,86 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:34 | 7,31 | 588,00 | 5,10 | 67,12 | 29,87 | 30,71 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:34 | 7,44 | 589,00 | 5,06 | 66,97 | 30,43 | 30,94 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:34 | 7,72 | 592,00 | 5,05 | 67,02 | 30,61 | 30,93 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 06 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:55 | 6,40 | 583,00 | 5,17 | 65,90 | 28,07 | 29,53 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:55 | 6,44 | 584,00 | 5,07 | 65,90 | 28,60 | 30,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:55 | 6,65 | 591,00 | 5,07 | 65,34 | 28,74 | 30,29 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:55 | 7,20 | 594,00 | 5,06 | 65,80 | 29,34 | 30,54 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:55 | 7,37 | 596,00 | 5,05 | 65,98 | 29,60 | 30,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:55 | 7,41 | 596,00 | 5,02 | 65,68 | 29,69 | 30,65 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:55 | 7,54 | 599,00 | 5,02 | 66,24 | 30,23 | 30,84 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 07 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:40 | 6,18 | 600,00 | 5,23 | 67,09 | 28,47 | 30,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:40 | 6,19 | 601,00 | 5,17 | 66,86 | 28,92 | 30,71 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:40 | 6,60 | 602,00 | 5,14 | 66,56 | 29,05 | 30,74 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:40 | 6,70 | 605,00 | 5,14 | 67,01 | 29,48 | 31,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:40 | 7,15 | 605,00 | 5,10 | 66,90 | 29,86 | 31,37 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:40 | 7,32 | 605,00 | 5,07 | 66,82 | 30,16 | 31,43 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:40 | 7,34 | 608,00 | 5,03 | 66,81 | 30,66 | 31,82 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 09 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,80 | 601,00 | 5,24 | 66,95 | 28,22 | 29,72 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,82 | 601,00 | 5,23 | 68,09 | 29,40 | 29,76 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,84 | 602,00 | 5,22 | 68,25 | 29,67 | 30,43 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,85 | 607,00 | 5,15 | 67,48 | 29,80 | 30,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,90 | 608,00 | 5,13 | 67,77 | 30,32 | 31,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,91 | 608,00 | 5,09 | 67,25 | 30,32 | 31,41 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 8,13 | 608,00 | 5,05 | 66,85 | 30,45 | 31,76 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 10 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:15 | 7,82 | 599,00 | 5,29 | 67,34 | 28,04 | 29,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:15 | 7,83 | 601,00 | 5,28 | 67,92 | 28,65 | 29,77 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:15 | 7,84 | 607,00 | 5,22 | 67,23 | 28,72 | 30,09 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:15 | 7,85 | 608,00 | 5,20 | 67,25 | 28,98 | 30,69 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:15 | 7,87 | 610,00 | 5,16 | 67,96 | 30,13 | 30,65 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:15 | 7,89 | 611,00 | 5,17 | 67,96 | 30,14 | 31,45 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:15 | 7,90 | 613,00 | 5,08 | 67,19 | 30,39 | 31,69 | AGUA TURBIA |

Figura 7-113. Variación de pH. Ciénaga del Totumo. Punto 1.

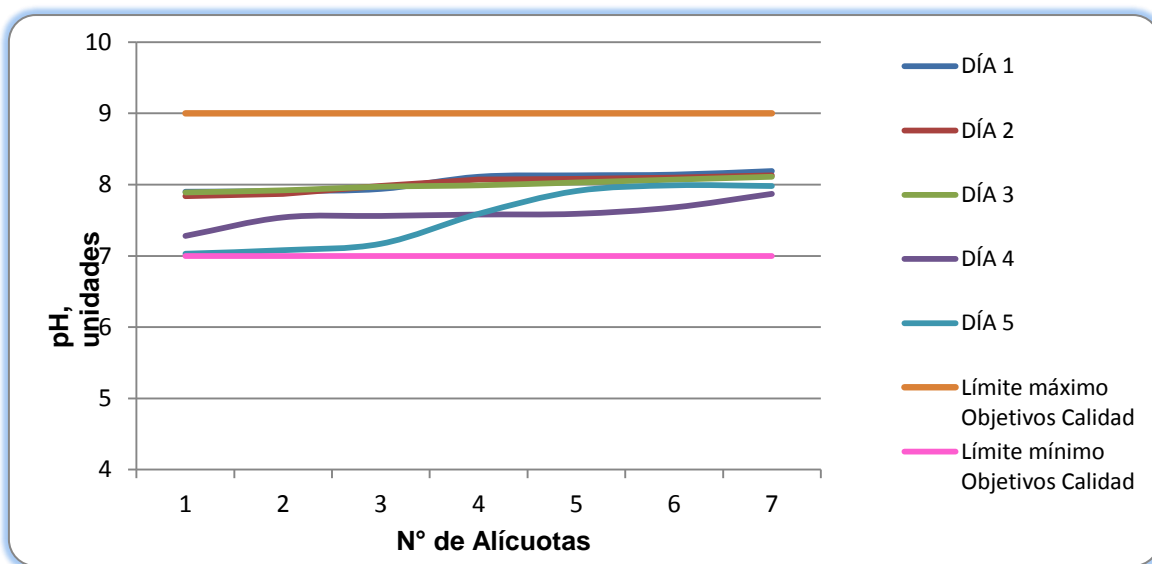


Figura 7-114. Variación de pH. Ciénaga del Totumo. Punto 2.

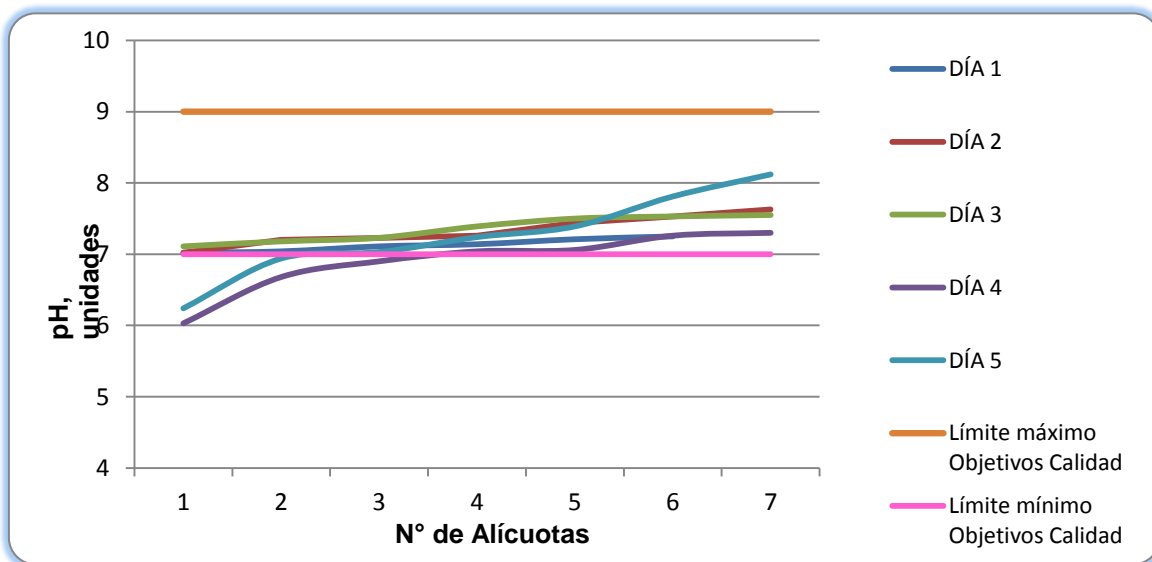


Figura 7-115. Variación de pH. Ciénaga del Totumo. Punto 3.

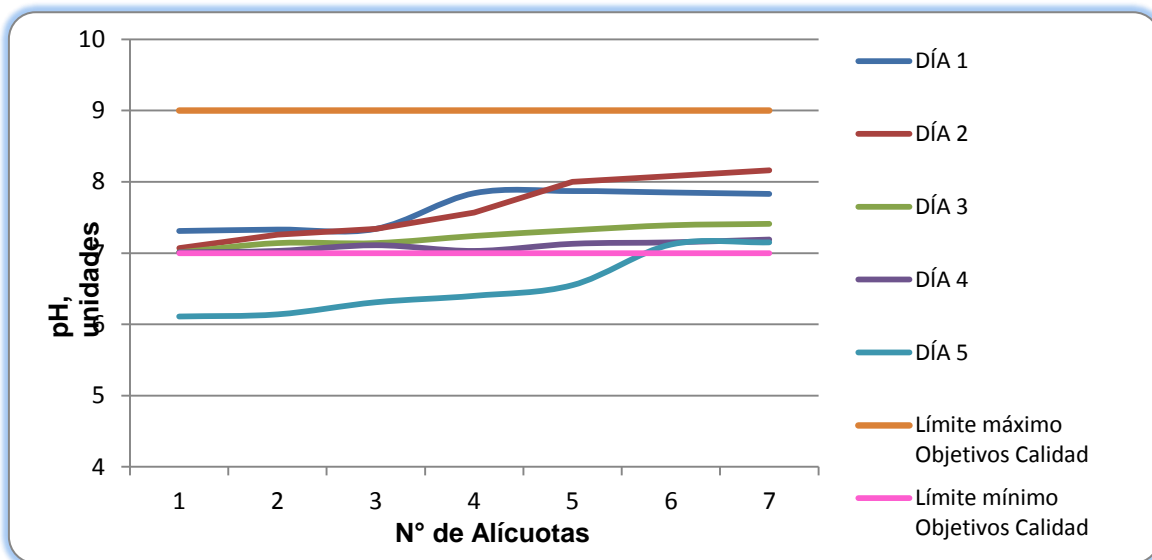


Figura 7-116. Variación de pH. Ciénaga del Totumo. Punto 4.

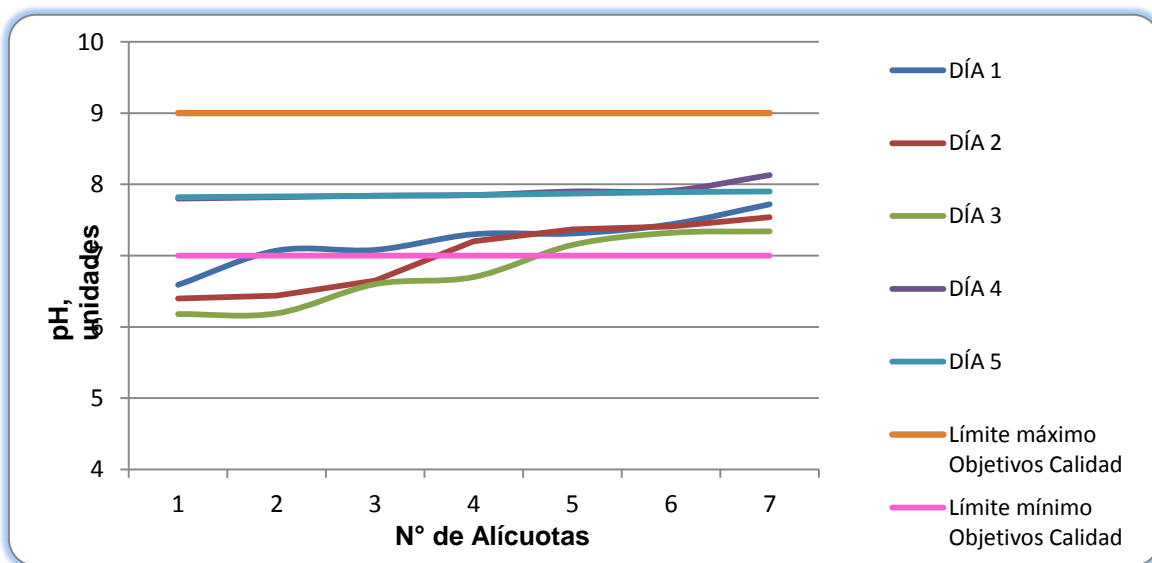


Figura 7-117. Variación de Temperatura. Ciénaga del Totumo. Punto 1.

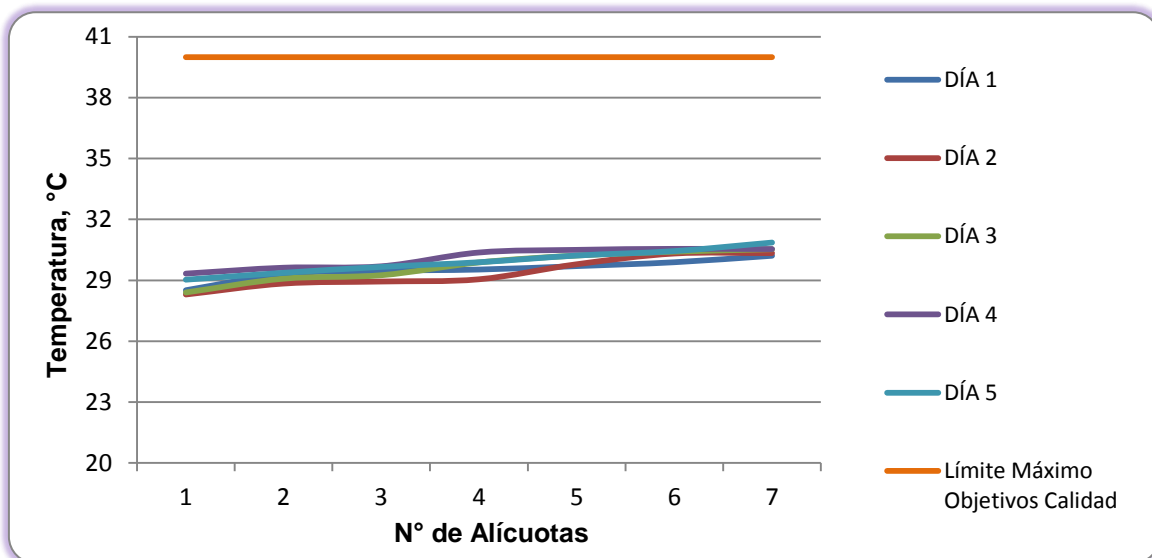


Figura 7-118. Variación de Temperatura. Ciénaga del Totumo. Punto 2.

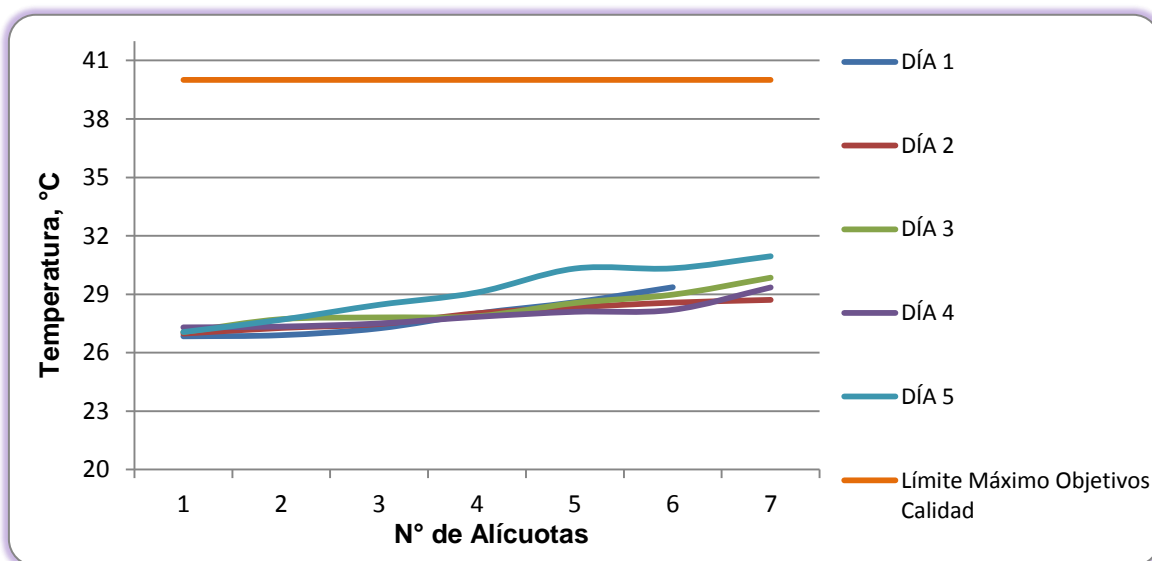


Figura 7-119. Variación de Temperatura. Ciénaga del Totumo. Punto 3.

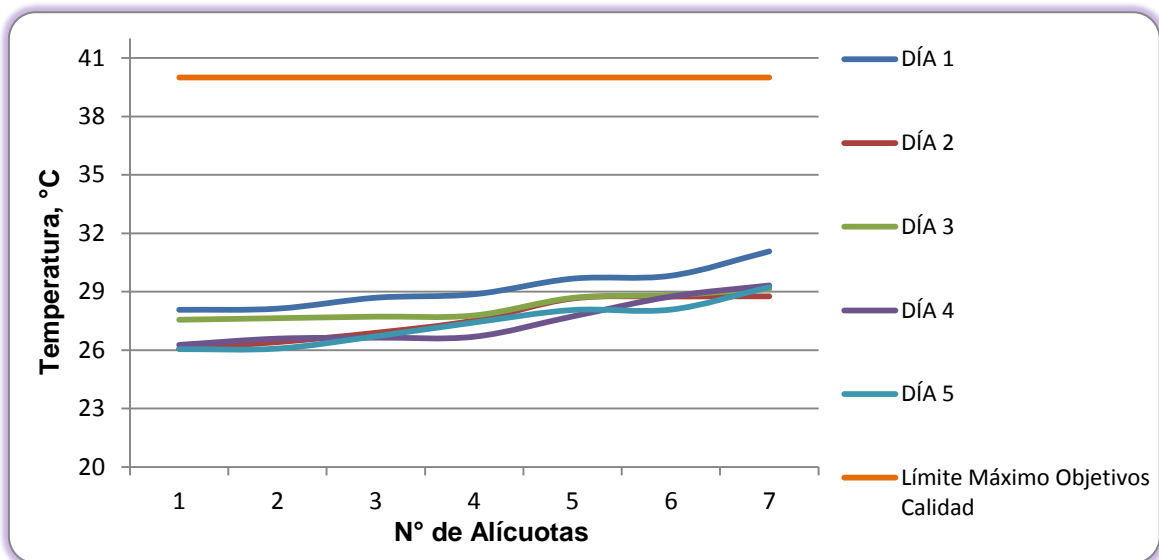


Figura 7-120. Variación de Temperatura. Ciénaga del Totumo. Punto 4.

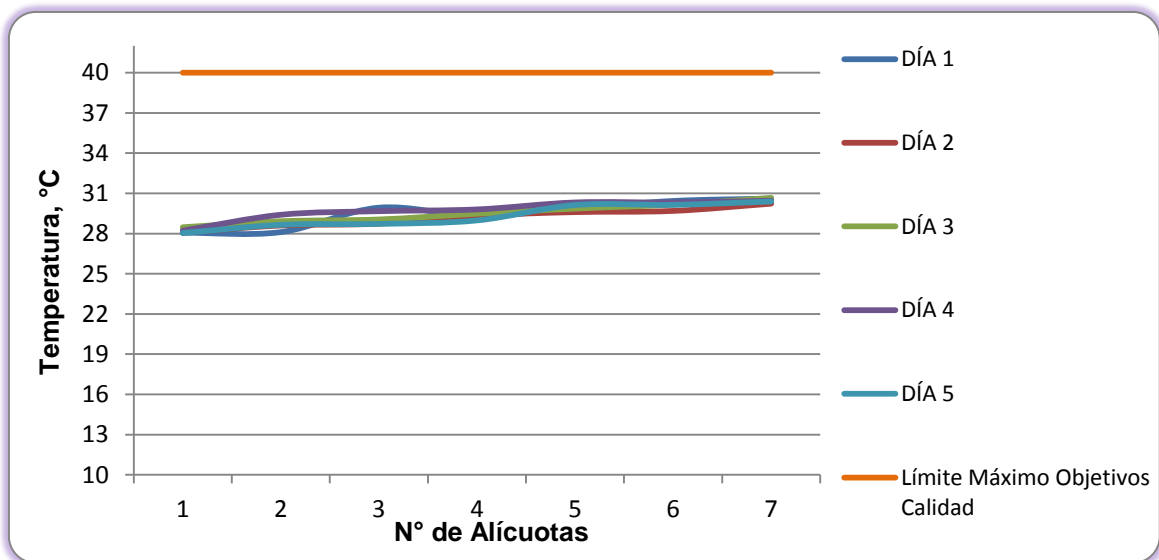


Figura 7-121. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga del Totumo. Punto 1.

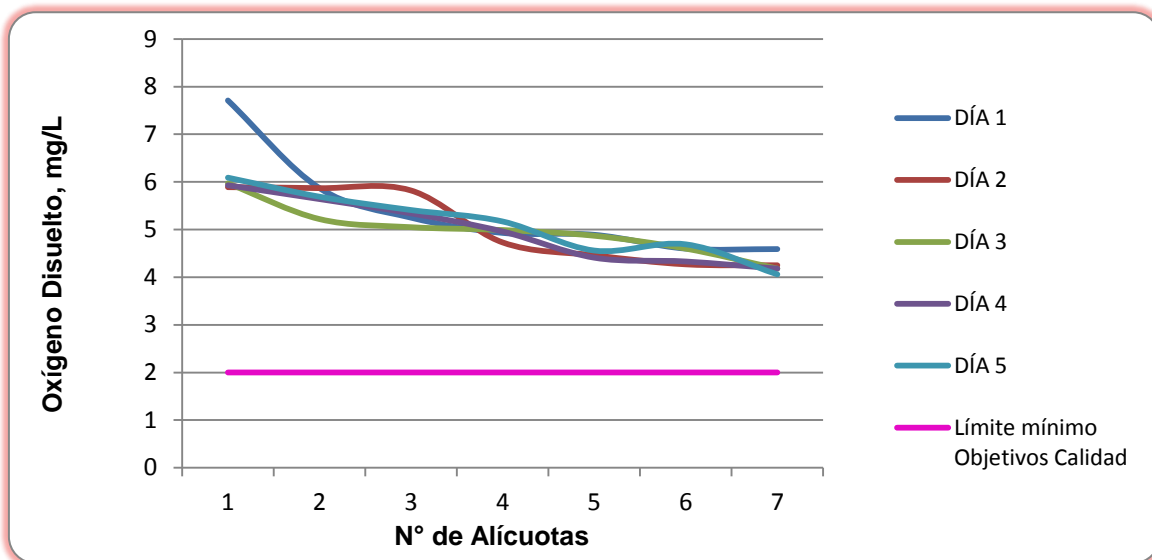


Figura 7-122. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga del Totumo. Punto 2.

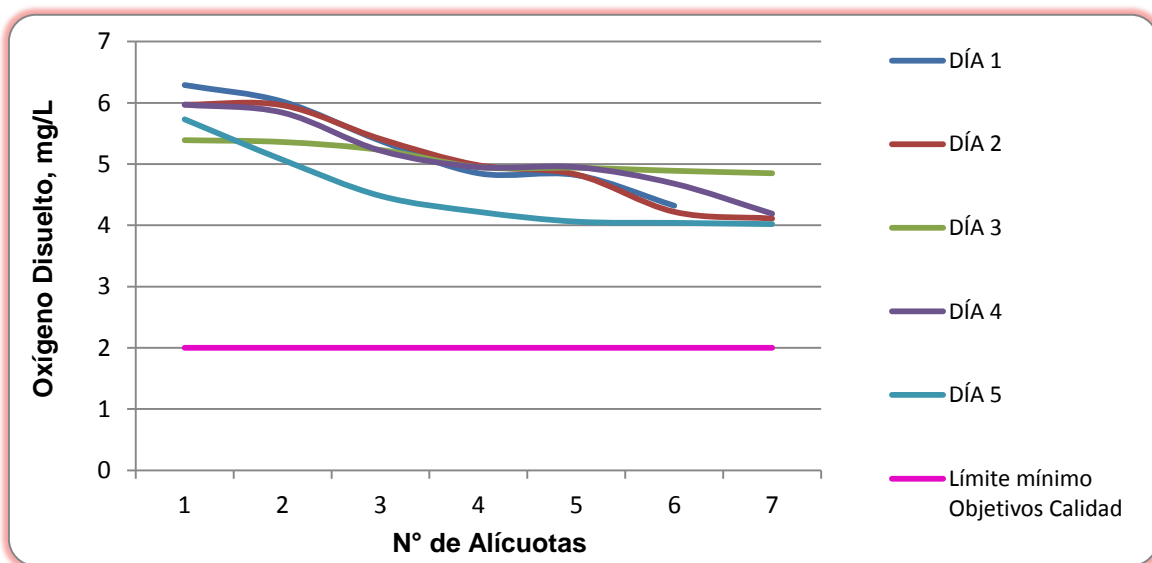


Figura 7-123. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga del Totumo. Punto 3.

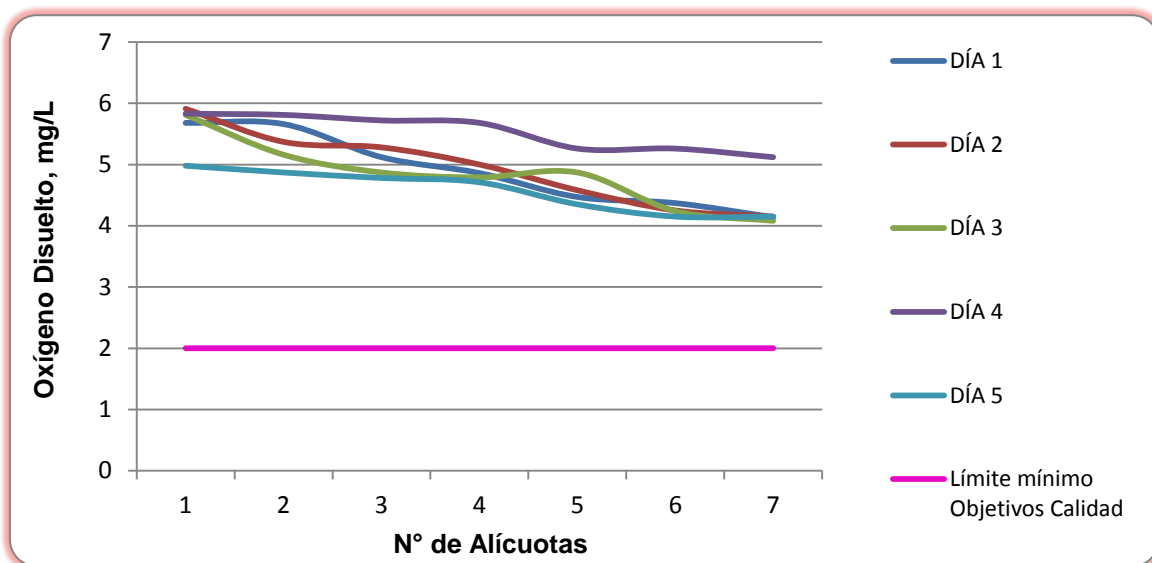


Figura 7-124. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga del Totumo. Punto 4.

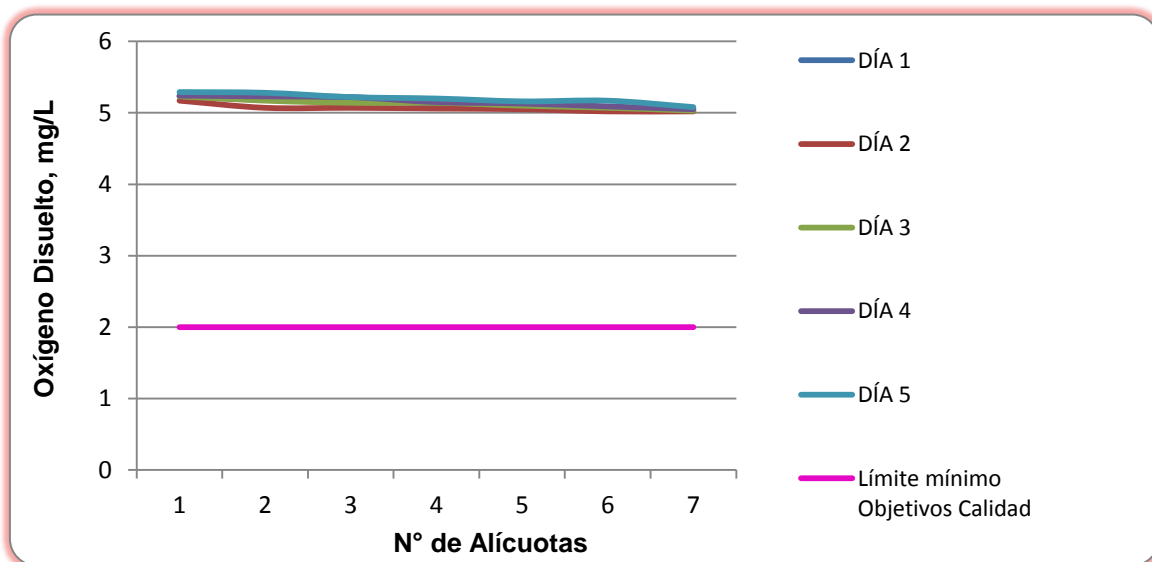


Figura 7-125. Variación de Conductividad. Ciénaga del Totumo. Punto 1.

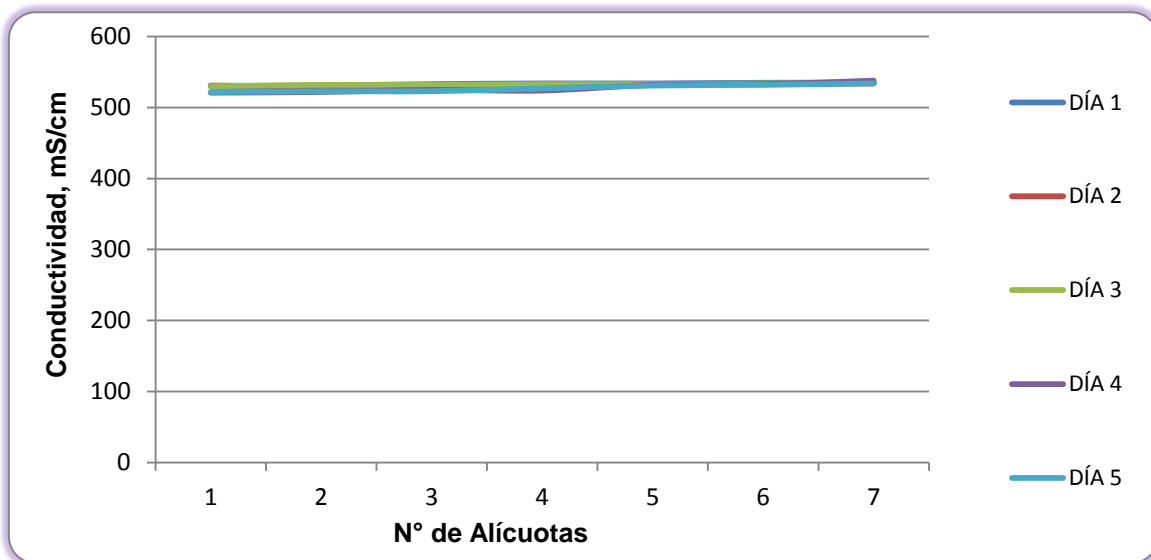


Figura 7-126. Variación de Conductividad. Ciénaga del Totumo. Punto 2.

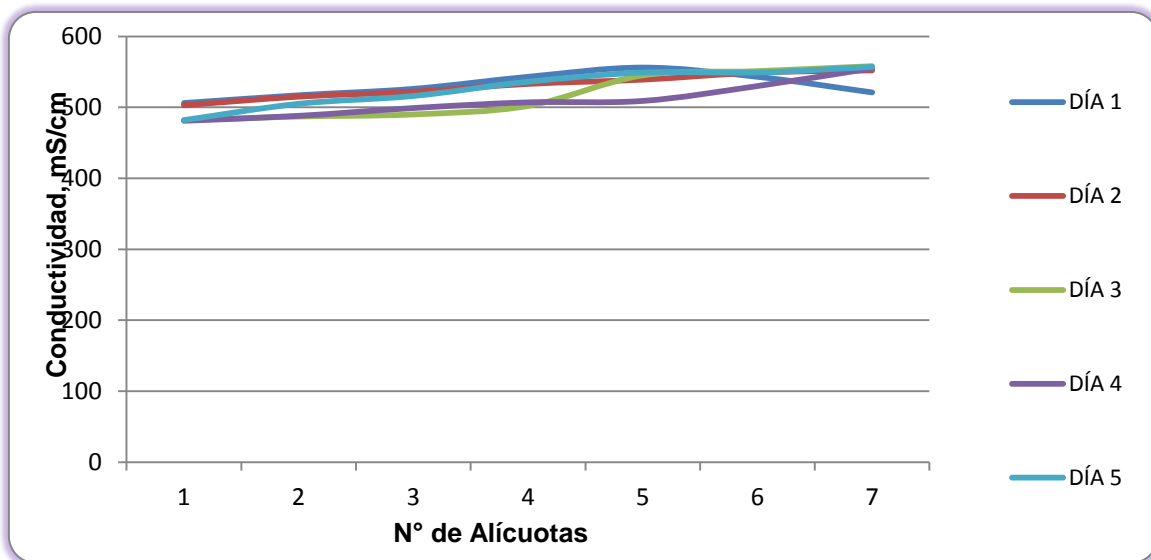


Figura 7-127. Variación de Conductividad. Ciénaga del Totumo. Punto 3.

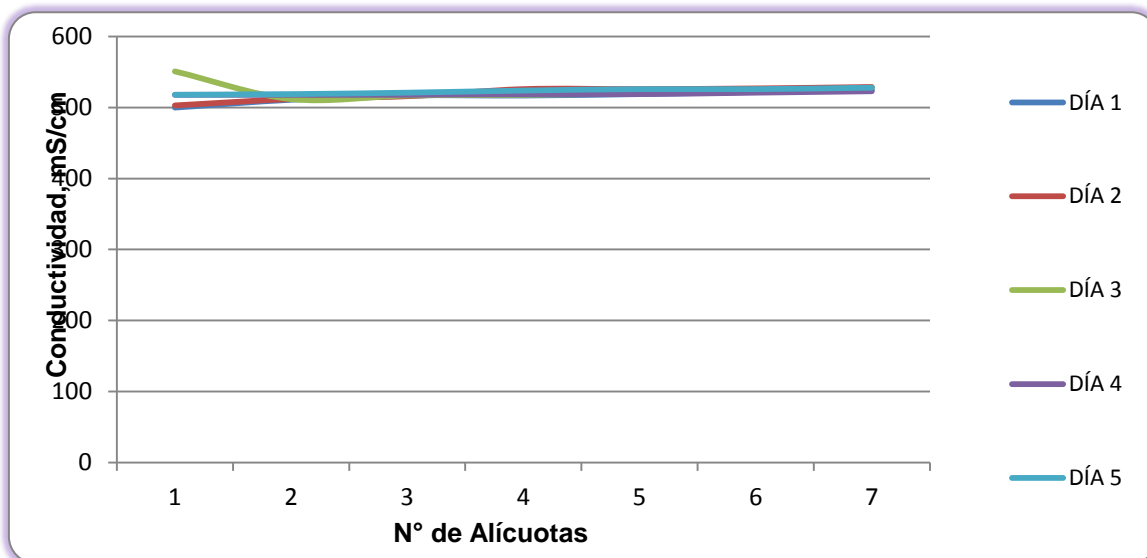
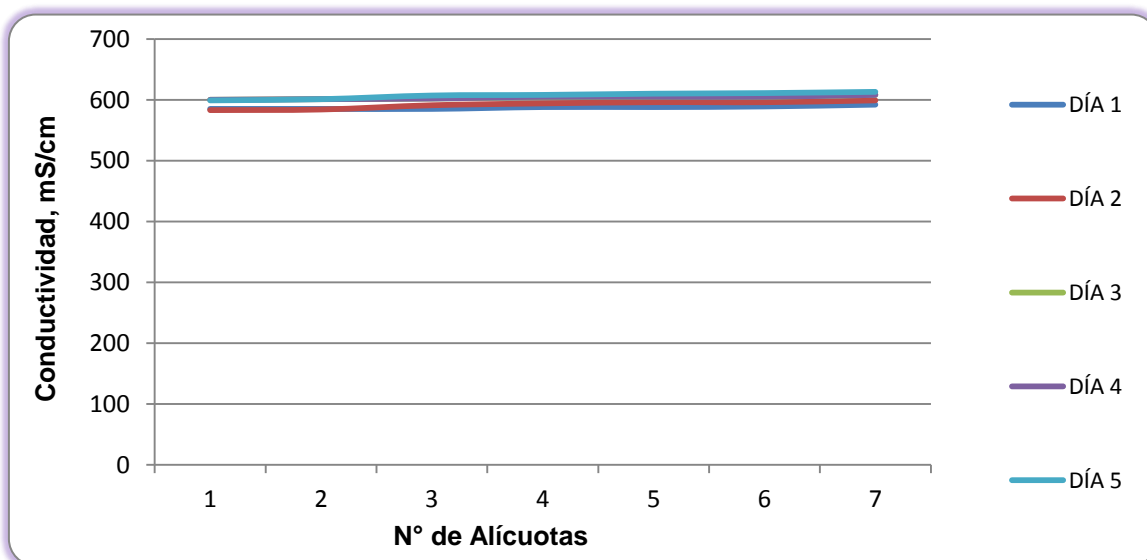


Figura 7-128. Variación de Conductividad. Ciénaga del Totumo. Punto 4.



7.1.10.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

A continuación se presentan en las tablas 7-61 a 7-64, los resultados de los parámetros de DBO5, DQO, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en los cuatro puntos monitoreados en la Ciénaga del Totumo identificados como 1, 2, 3 y 4; junto con los objetivos de calidad planteados para este sistema hidrográfico para el período 2011-2020. Según el artículo primero de la resolución en mención para la Cuenca del Río Magdalena, Clase III.

Tabla 7-61 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga del Totumo. Punto 1.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24098-1 | 24098-5 | 24098-9 | 24098-15 | 24098-19 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 3,85 | 3,80 | 3,79 | 3,86 | 3,82 | 3,82 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 20,04 | 19,80 | 19,72 | 19,92 | 19,84 | 19,86 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 12,000 | 13,200 | 10,000 | 10,400 | 10,800 | 11,28 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 99,511 | 97,546 | 99,602 | 103,302 | 101,109 | 100,21 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 330 | 430 | 220 | 460 | 210 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 78 | 110 | 110 | 460 | 110 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-62 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga del Totumo. Punto 2.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24098-2 | 24098-6 | 24098-10 | 24098-12 | 24098-16 | 24098-20 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 3,89 | 3,85 | 3,71 | 3,92 | 3,93 | 3,95 | 3,88 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 20,36 | 20,12 | 19,76 | 20,40 | 20,28 | 20,44 | 20,23 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 10,000 | 14,000 | 10,800 | 14,400 | 12,800 | 12,400 | 12,40 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 92,339 | 96,815 | 100,104 | 99,236 | 97,820 | 99,876 | 97,70 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 130 | 110 | 220 | 130 | 78 | 130 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 130 | 78 | 110 | 45 | 45 | 45 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-63 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga del Totumo. Punto 3.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24098-3 | 24098-7 | 24098-13 | 24098-17 | 24098-21 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 3,96 | 3,98 | 3,85 | 3,9 | 3,87 | 3,91 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 20,64 | 20,20 | 20,28 | 20,48 | 20,56 | 20,43 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 10,800 | 12,000 | 10,800 | 12,000 | 12,000 | 11,52 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 100,790 | 103,165 | 101,932 | 102,114 | 103,256 | 102,25 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 78 | 78,0 | 130,0 | 93,0 | 93,0 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 78,0 | 78,0 | 78,0 | 40,0 | 93,0 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-64 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga del Totumo. Punto 4.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24098-4 | 24098-8 | 24098-14 | 24098-18 | 24098-22 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 3,87 | 3,84 | 3,87 | 3,85 | 3,89 | 3,86 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 20,24 | 20,12 | 20,24 | 20,2 | 20,36 | 20,23 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 12,800 | 14,800 | 12,800 | 14,800 | 12,400 | 13,52 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 97,912 | 98,643 | 100,424 | 100,013 | 100,040 | 99,41 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 490 | 640 | 700 | 580 | 950 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 490 | 640 | 220 | 430 | 210 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

7.1.11 Ciénaga de Tocagua

7.1.11.1 Resultados de las mediciones de campo

En las Tablas 7-65 a 7-68 se presentan los resultados obtenidos en campo para los cuatro puntos monitoreados en esta ciénaga

Tabla 7-65. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga de Tocagua.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 05 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:26 | 7,08 | 364,00 | 4,59 | 59,20 | 28,82 | 29,59 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:26 | 7,18 | 364,00 | 4,47 | 58,01 | 29,10 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:26 | 7,19 | 364,00 | 4,28 | 55,66 | 29,20 | 29,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:26 | 7,28 | 364,00 | 4,26 | 56,23 | 30,15 | 29,82 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:26 | 7,68 | 364,00 | 4,20 | 55,51 | 30,22 | 30,09 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:26 | 7,69 | 364,00 | 4,15 | 55,02 | 30,41 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:26 | 7,77 | 364,00 | 4,02 | 53,75 | 30,94 | 32,49 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 06 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:24 | 7,24 | 365,00 | 4,36 | 54,96 | 27,27 | 30,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:24 | 7,35 | 365,00 | 4,31 | 56,02 | 29,17 | 30,54 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:24 | 7,47 | 365,00 | 4,22 | 55,02 | 29,84 | 31,87 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:24 | 7,69 | 366,00 | 4,22 | 55,44 | 29,85 | 32,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:24 | 7,74 | 366,00 | 4,21 | 55,56 | 30,13 | 31,14 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:24 | 7,75 | 366,00 | 4,15 | 54,86 | 30,23 | 32,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:24 | 7,93 | 367,00 | 4,03 | 53,62 | 30,63 | 31,63 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 07 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:15 | 7,08 | 364,00 | 5,60 | 73,08 | 29,60 | 30,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:15 | 7,10 | 365,00 | 5,52 | 72,10 | 29,64 | 30,32 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:15 | 7,13 | 365,00 | 4,50 | 59,25 | 30,02 | 31,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:15 | 7,39 | 365,00 | 4,39 | 58,09 | 30,33 | 31,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:15 | 7,56 | 365,00 | 4,28 | 56,52 | 30,78 | 31,39 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:15 | 7,71 | 365,00 | 4,17 | 55,69 | 30,89 | 31,69 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:15 | 7,93 | 367,00 | 4,03 | 53,86 | 30,91 | 31,77 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 09 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,32 | 364,00 | 5,73 | 72,05 | 27,30 | 30,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,42 | 365,00 | 5,49 | 70,20 | 28,30 | 30,63 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,43 | 365,00 | 5,41 | 69,44 | 28,53 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,48 | 365,00 | 5,32 | 68,32 | 28,53 | 31,16 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,75 | 366,00 | 5,21 | 67,54 | 29,13 | 31,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,76 | 366,00 | 4,59 | 60,27 | 29,86 | 31,14 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 7,91 | 366,00 | 4,34 | 57,50 | 30,40 | 31,83 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 10 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:14 | 7,01 | 364,00 | 4,53 | 57,53 | 27,75 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:14 | 7,20 | 364,00 | 4,50 | 57,22 | 27,82 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:14 | 7,39 | 365,00 | 4,46 | 56,80 | 27,91 | 30,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:14 | 7,49 | 366,00 | 4,44 | 56,60 | 27,97 | 31,25 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:14 | 7,59 | 366,00 | 4,33 | 55,89 | 28,73 | 31,43 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:14 | 7,68 | 366,00 | 4,29 | 56,21 | 29,68 | 31,69 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:14 | 7,85 | 367,00 | 4,02 | 53,30 | 30,40 | 32,14 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-66. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga de Tocagua.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 05 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:33 | 7,30 | 364,00 | 5,06 | 65,51 | 29,03 | 29,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:33 | 7,32 | 364,00 | 5,03 | 65,37 | 29,26 | 29,72 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:33 | 7,33 | 364,00 | 4,86 | 63,70 | 29,78 | 29,79 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:33 | 7,40 | 364,00 | 4,78 | 62,87 | 29,99 | 29,81 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:33 | 7,42 | 364,00 | 4,61 | 60,78 | 30,12 | 29,84 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:33 | 7,45 | 364,00 | 4,41 | 58,26 | 30,22 | 30,01 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:33 | 7,52 | 365,00 | 4,11 | 54,71 | 30,67 | 32,71 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 06 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:31 | 7,13 | 364,00 | 5,02 | 65,92 | 29,92 | 30,25 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:31 | 7,29 | 364,00 | 4,63 | 60,88 | 29,95 | 30,53 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:31 | 7,32 | 364,00 | 4,58 | 60,35 | 30,08 | 31,89 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:31 | 7,41 | 364,00 | 4,35 | 57,61 | 30,37 | 32,09 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:31 | 7,52 | 365,00 | 4,19 | 55,73 | 30,66 | 32,14 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:31 | 7,62 | 365,00 | 4,05 | 53,99 | 30,75 | 32,41 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:31 | 7,64 | 365,00 | 4,04 | 54,06 | 31,01 | 31,67 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 07 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:22 | 7,06 | 364,00 | 5,27 | 68,18 | 29,11 | 30,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:22 | 7,08 | 364,00 | 5,26 | 68,11 | 29,06 | 30,31 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:22 | 7,22 | 364,00 | 5,22 | 67,92 | 29,36 | 31,11 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:22 | 7,50 | 365,00 | 5,01 | 65,58 | 29,72 | 31,23 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:22 | 7,56 | 365,00 | 4,84 | 63,67 | 30,01 | 31,37 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:22 | 7,61 | 365,00 | 4,76 | 63,07 | 30,46 | 31,64 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:22 | 7,64 | 365,00 | 4,48 | 59,62 | 30,71 | 31,73 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 09 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:07 | 7,16 | 364,00 | 5,14 | 67,15 | 29,61 | 30,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:07 | 7,28 | 364,00 | 4,99 | 35,42 | 29,81 | 30,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:07 | 7,29 | 364,00 | 4,72 | 62,09 | 29,99 | 30,82 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:07 | 7,47 | 364,00 | 4,69 | 61,72 | 30,02 | 31,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:07 | 7,58 | 364,00 | 4,64 | 61,34 | 30,36 | 31,14 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:07 | 7,64 | 365,00 | 4,46 | 59,04 | 30,88 | 31,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:07 | 7,66 | 365,00 | 4,01 | 53,43 | 30,89 | 31,81 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 10 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:21 | 7,16 | 363,00 | 5,34 | 69,20 | 29,12 | 30,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:21 | 7,21 | 363,00 | 5,33 | 69,11 | 29,16 | 30,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:21 | 7,33 | 363,00 | 5,06 | 65,76 | 29,27 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:21 | 7,40 | 364,00 | 5,02 | 65,50 | 29,51 | 31,25 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:21 | 7,44 | 364,00 | 4,98 | 65,17 | 29,70 | 21,42 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:21 | 7,51 | 364,00 | 4,68 | 61,80 | 30,23 | 31,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:21 | 7,60 | 365,00 | 4,09 | 53,80 | 30,08 | 32,09 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-67. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga de Tocagua.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 05 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:32 | 7,19 | 367,00 | 2,55 | 33,44 | 29,35 | 29,67 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:32 | 7,23 | 367,00 | 2,52 | 33,18 | 29,60 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:32 | 7,24 | 367,00 | 2,51 | 33,26 | 30,16 | 29,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:32 | 7,38 | 367,00 | 2,34 | 31,10 | 30,59 | 29,79 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:32 | 7,43 | 367,00 | 2,13 | 28,53 | 30,90 | 29,82 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:32 | 7,47 | 367,00 | 2,09 | 28,14 | 30,91 | 30,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:32 | 7,51 | 367,00 | 2,00 | 26,95 | 30,93 | 32,83 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 06 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:30 | 7,24 | 367,00 | 2,49 | 32,74 | 29,50 | 30,28 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:30 | 7,27 | 367,00 | 2,44 | 32,11 | 29,54 | 30,54 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:30 | 7,28 | 367,00 | 2,32 | 30,61 | 29,64 | 31,97 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:30 | 7,32 | 367,00 | 2,29 | 30,44 | 30,14 | 32,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:30 | 7,33 | 366,00 | 2,27 | 30,44 | 30,55 | 32,14 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:30 | 7,34 | 367,00 | 2,13 | 30,37 | 30,49 | 32,56 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:30 | 7,39 | 367,00 | 2,07 | 27,91 | 30,99 | 32,81 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 07 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:21 | 7,22 | 366,00 | 3,34 | 43,66 | 29,35 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:21 | 7,26 | 366,00 | 3,24 | 42,38 | 29,37 | 30,36 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:21 | 7,28 | 366,00 | 3,11 | 40,72 | 29,41 | 31,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:21 | 7,30 | 366,00 | 2,82 | 37,28 | 29,96 | 31,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:21 | 7,32 | 367,00 | 2,61 | 34,59 | 30,05 | 31,36 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:21 | 7,33 | 367,00 | 2,45 | 32,51 | 30,08 | 31,65 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 11:21 | 7,37 | 367,00 | 2,06 | 27,52 | 30,37 | 31,79 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 09 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:07 | 7,23 | 366,00 | 2,91 | 38,00 | 29,19 | 30,23 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:07 | 7,28 | 366,00 | 2,89 | 37,86 | 29,39 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:07 | 7,29 | 366,00 | 2,71 | 35,85 | 29,97 | 30,84 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:07 | 7,29 | 367,00 | 2,64 | 35,20 | 30,47 | 31,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:07 | 7,38 | 367,00 | 2,59 | 34,71 | 30,79 | 31,11 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:07 | 7,39 | 367,00 | 2,46 | 33,03 | 30,86 | 31,14 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:07 | 7,39 | 367,00 | 2,23 | 30,04 | 31,00 | 31,83 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 10 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:20 | 7,20 | 366,00 | 3,44 | 44,74 | 29,05 | 30,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:20 | 7,21 | 367,00 | 3,42 | 44,82 | 29,56 | 30,19 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:20 | 7,27 | 367,00 | 2,97 | 39,39 | 30,20 | 30,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:20 | 7,29 | 367,00 | 2,82 | 37,55 | 30,42 | 31,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:20 | 7,34 | 367,00 | 2,68 | 35,73 | 30,47 | 31,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:20 | 7,36 | 367,00 | 2,42 | 32,34 | 30,54 | 31,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:20 | 7,37 | 366,00 | 2,38 | 31,83 | 30,57 | 32,00 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-68. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga de Tocagua.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 05 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:36 | 7,26 | 365,00 | 3,47 | 44,98 | 29,03 | 29,15 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:36 | 7,27 | 365,00 | 3,30 | 43,02 | 29,18 | 29,16 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:36 | 7,30 | 366,00 | 2,88 | 37,64 | 29,23 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:36 | 7,33 | 366,00 | 2,72 | 35,83 | 29,69 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:36 | 7,34 | 366,00 | 2,03 | 27,28 | 30,75 | 29,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:36 | 7,34 | 366,00 | 1,94 | 26,13 | 30,85 | 29,79 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:36 | 7,36 | 367,00 | 1,93 | 26,03 | 30,94 | 32,86 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 06 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:34 | 7,23 | 365,00 | 2,99 | 39,20 | 29,46 | 30,29 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:34 | 7,25 | 365,00 | 2,90 | 39,31 | 29,93 | 30,53 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:34 | 7,29 | 365,00 | 2,78 | 36,79 | 30,01 | 31,93 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:34 | 7,32 | 367,00 | 2,45 | 32,52 | 30,11 | 32,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:34 | 7,34 | 367,00 | 2,34 | 31,17 | 30,29 | 32,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:34 | 7,38 | 366,00 | 2,33 | 31,06 | 30,34 | 32,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:34 | 7,39 | 366,00 | 2,02 | 29,13 | 30,70 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 07 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:52 | 7,22 | 364,00 | 2,68 | 35,17 | 29,44 | 30,19 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:52 | 7,37 | 365,00 | 2,68 | 34,67 | 29,47 | 30,34 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:52 | 7,40 | 365,00 | 2,32 | 30,69 | 29,83 | 31,15 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:52 | 7,44 | 365,00 | 1,99 | 26,64 | 30,47 | 31,22 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:52 | 7,71 | 365,00 | 1,98 | 26,53 | 30,54 | 31,38 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:52 | 7,74 | 365,00 | 1,98 | 26,57 | 30,64 | 31,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:52 | 7,76 | 366,00 | 1,90 | 25,59 | 30,83 | 31,82 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 09 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:10 | 7,26 | 634,00 | 2,59 | 33,54 | 28,56 | 30,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:10 | 7,37 | 365,00 | 2,44 | 31,81 | 28,93 | 30,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:10 | 7,39 | 365,00 | 2,28 | 29,89 | 29,23 | 30,93 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:10 | 7,53 | 366,00 | 2,25 | 29,57 | 29,38 | 31,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:10 | 7,56 | 366,00 | 2,18 | 28,86 | 29,84 | 31,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:10 | 7,63 | 366,00 | 2,15 | 28,54 | 29,99 | 31,14 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:10 | 7,67 | 367,00 | 1,93 | 25,75 | 30,23 | 31,87 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 10 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:24 | 7,20 | 364,00 | 2,41 | 31,26 | 28,61 | 30,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:24 | 7,21 | 364,00 | 2,35 | 30,77 | 29,18 | 30,16 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:24 | 7,27 | 364,00 | 2,29 | 30,09 | 29,39 | 30,71 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:24 | 7,32 | 365,00 | 2,18 | 28,83 | 29,76 | 31,25 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:24 | 7,35 | 365,00 | 2,17 | 28,90 | 30,23 | 31,38 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:24 | 7,54 | 366,00 | 2,12 | 28,45 | 30,69 | 31,65 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:24 | 7,60 | 366,00 | 2,05 | 27,56 | 30,79 | 32,02 | AGUA TURBIA |

Figura 7-129. Variación de pH. Ciénaga de Tocagua. Punto 1.

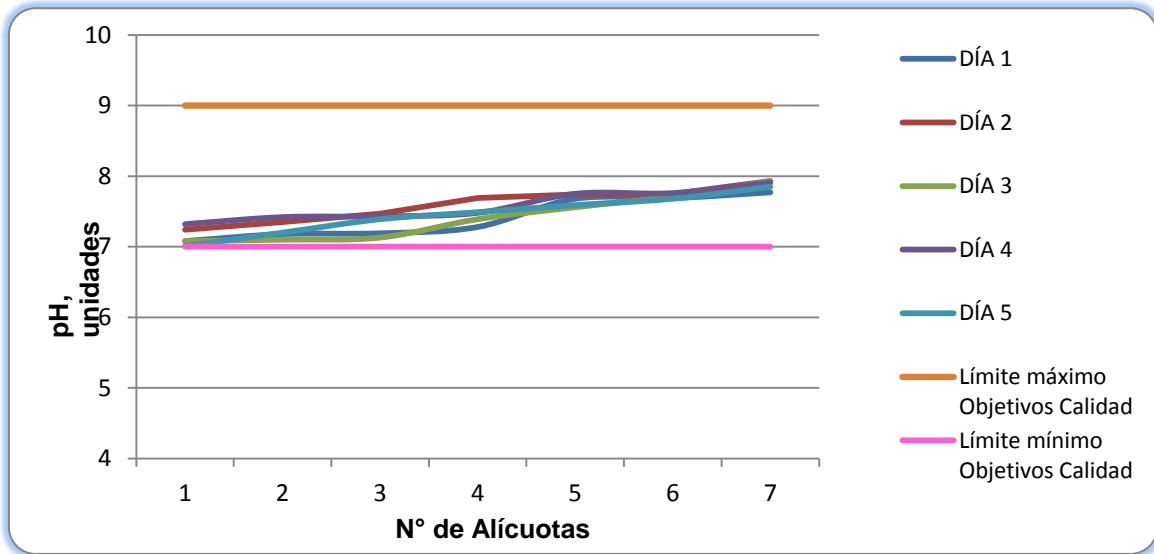


Figura 7-130. Variación de pH. Ciénaga de Tocagua. Punto 2.

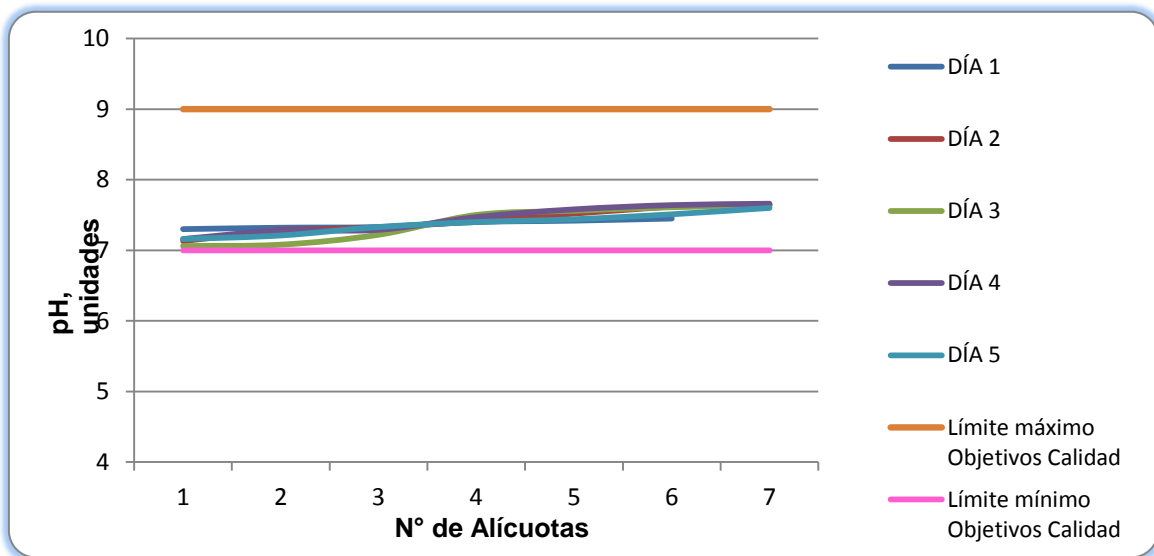


Figura 7-131. Variación de pH. Ciénaga de Tocagua. Punto 3.

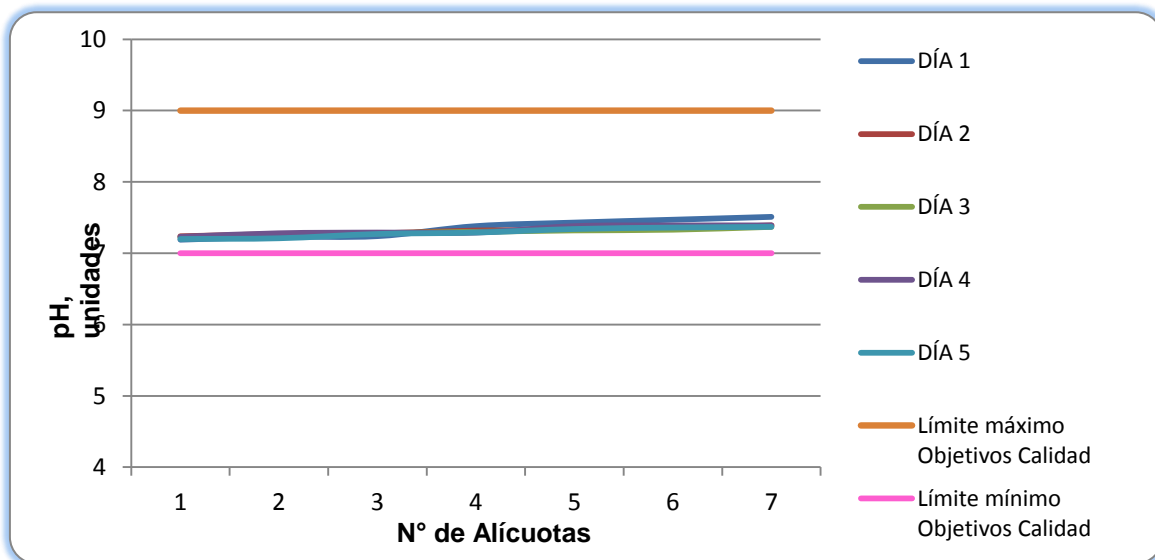


Figura 7-132. Variación de pH. Ciénaga de Tocagua. Punto 4.

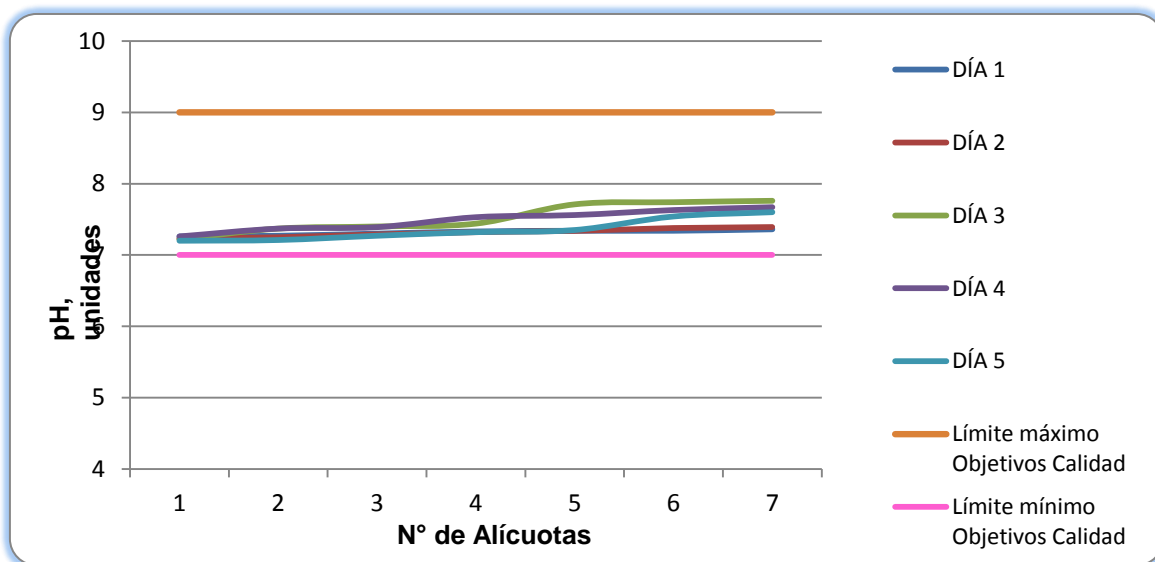


Figura 7-133. Variación de Temperatura. Ciénaga de Tocagua. Punto 1.

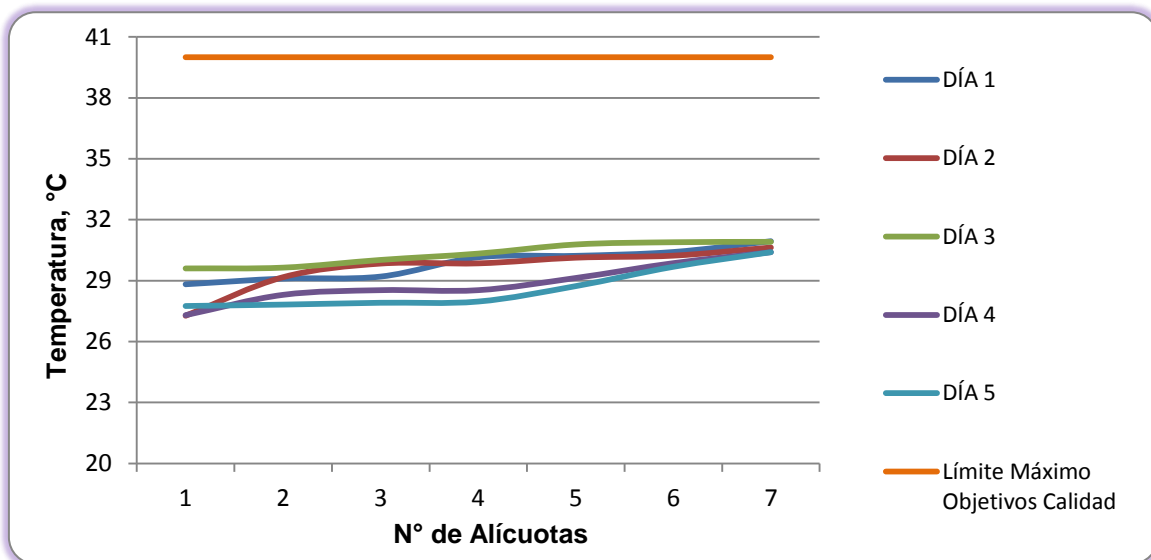


Figura 7-134. Variación de Temperatura. Ciénaga de Tocagua. Punto 2.

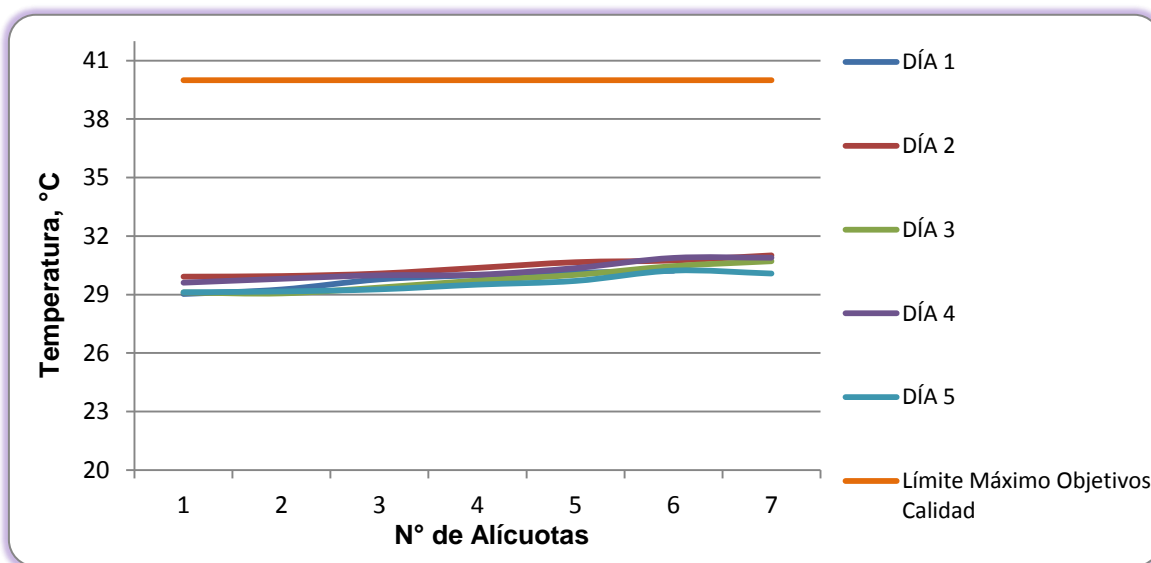


Figura 7-135. Variación de Temperatura. Ciénaga de Tocagua. Punto 3.

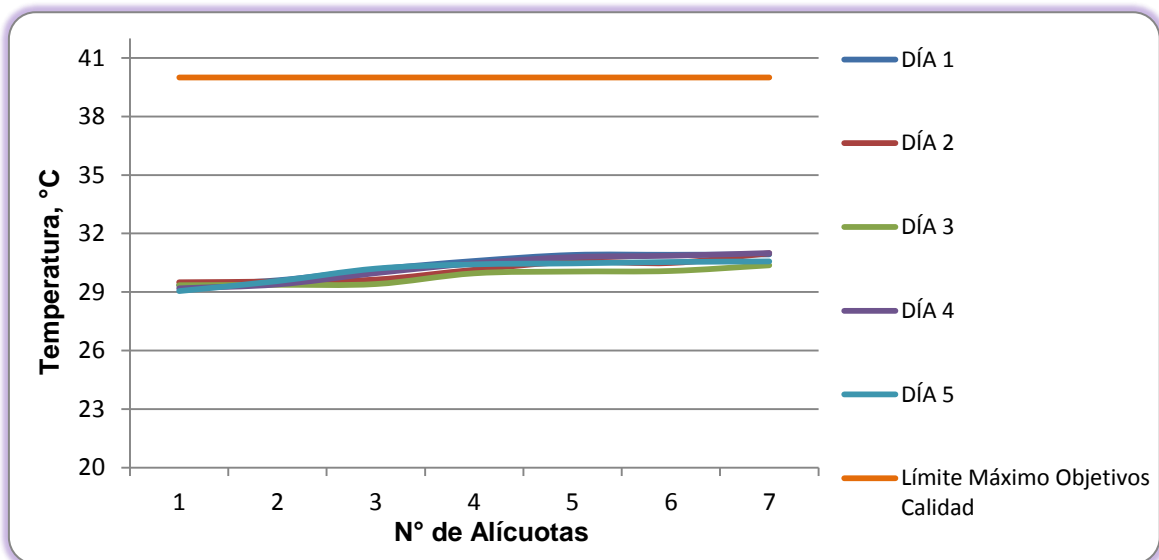


Figura 7-136. Variación de Temperatura. Ciénaga de Tocagua. Punto 4.

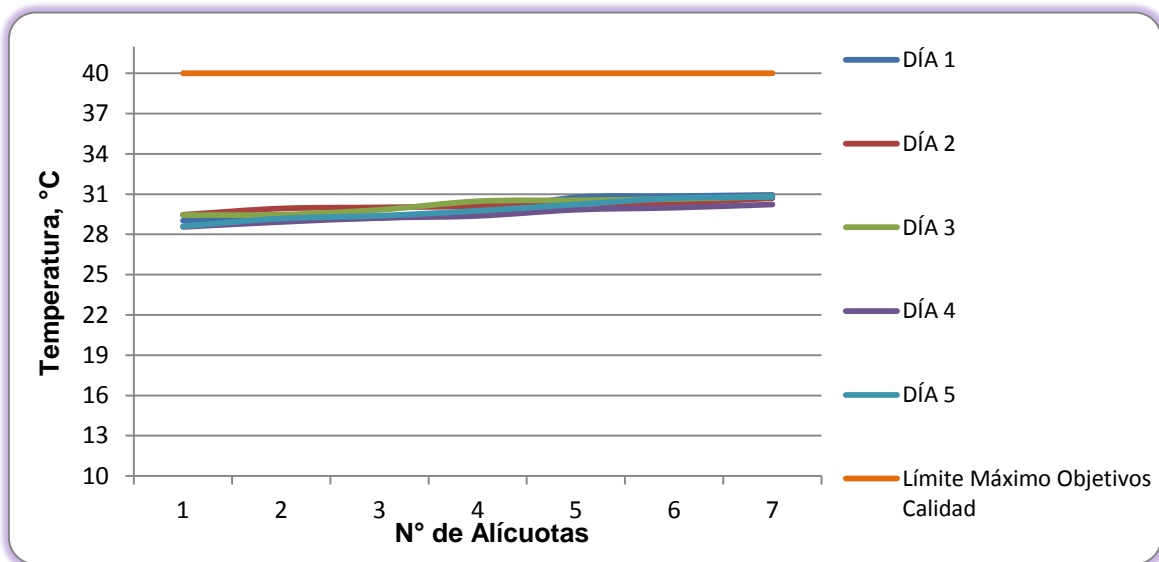


Figura 7-137. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Tocagua. Punto 1.

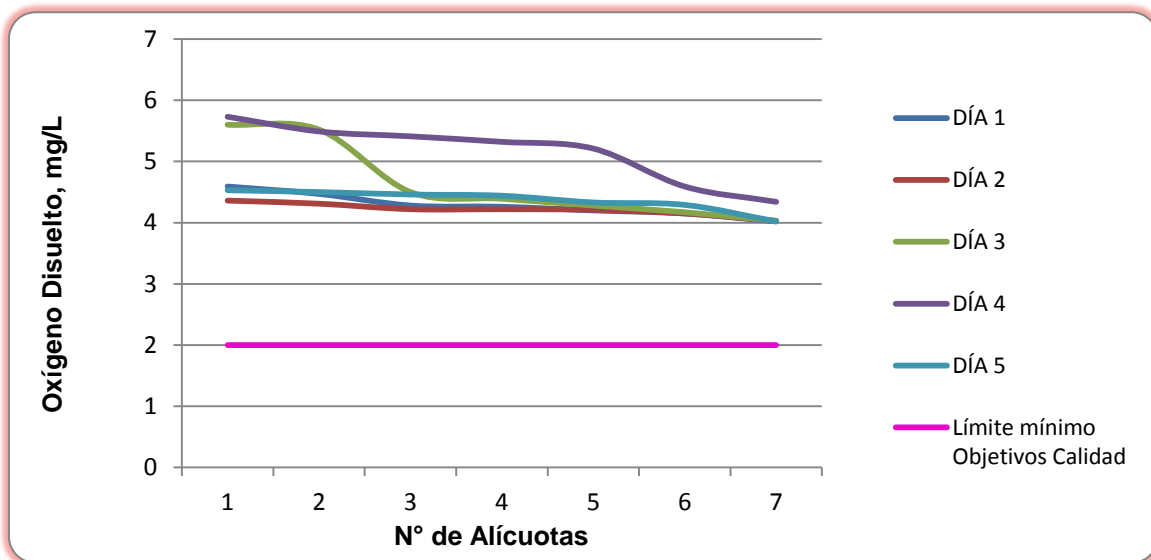


Figura 7-138. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Tocagua. Punto 2.

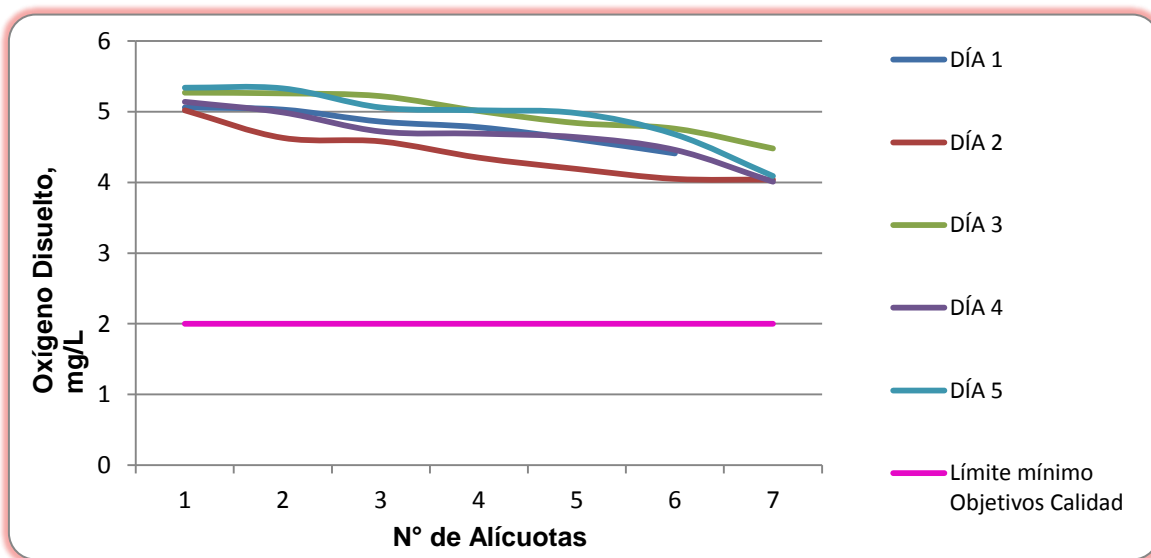


Figura 7-139. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Tocagua. Punto 3.

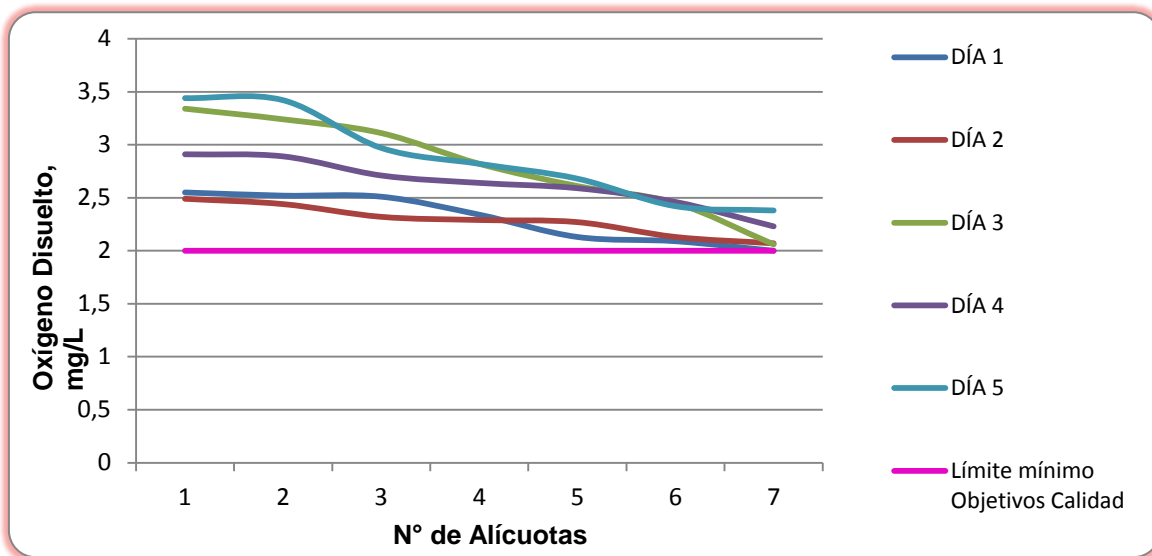


Figura 7-140. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Tocagua. Punto 4.

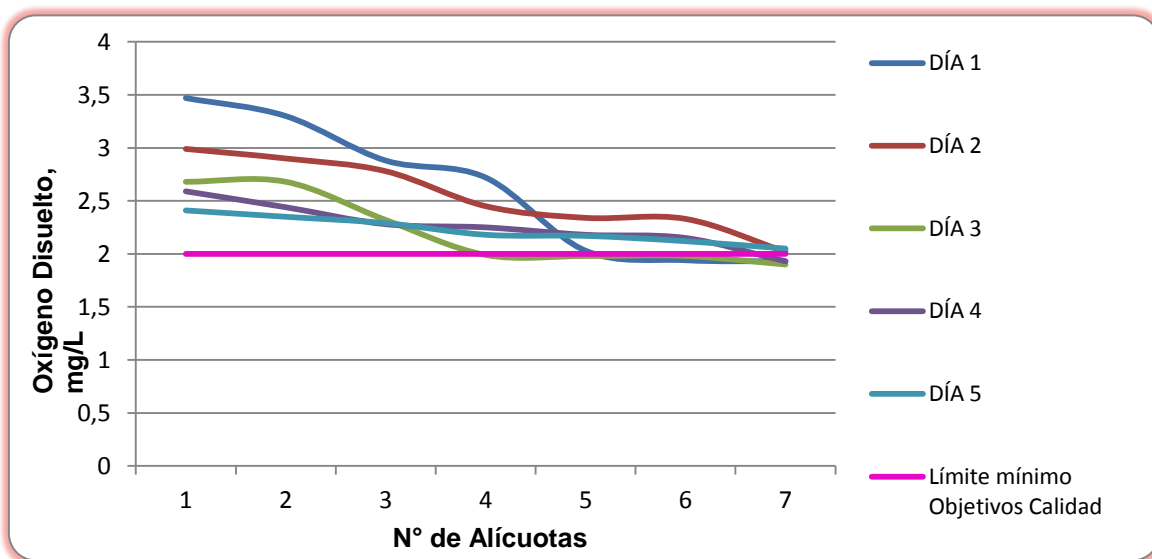


Figura 7-141. Variación de Conductividad. Ciénaga de Tocagua. Punto 1.

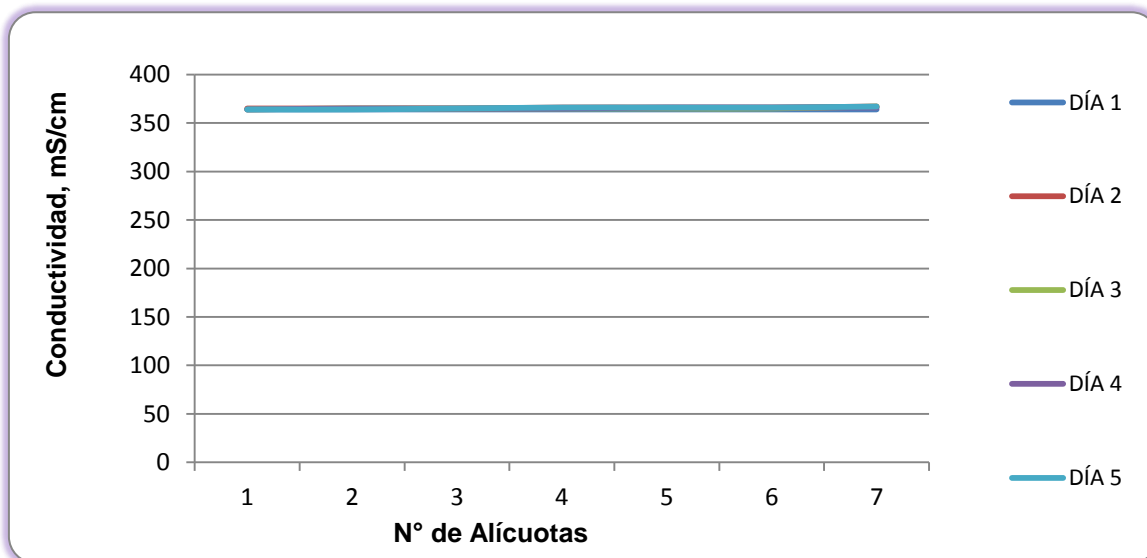


Figura 7-142. Variación de Conductividad. Ciénaga de Tocagua. Punto 2.

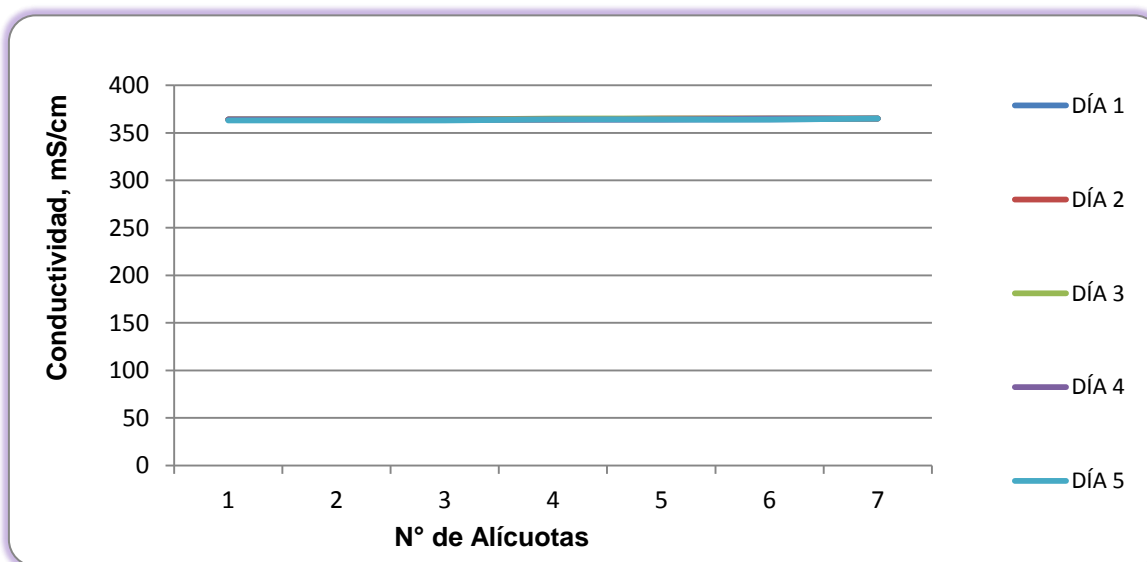


Figura 7-143. Variación de Conductividad. Ciénaga de Tocagua. Punto 3.

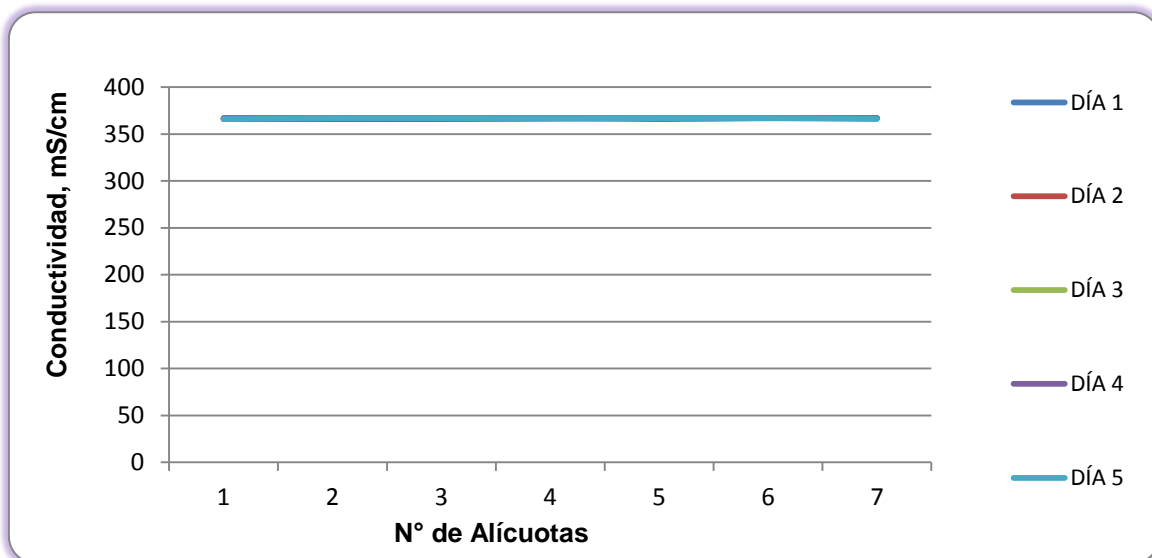
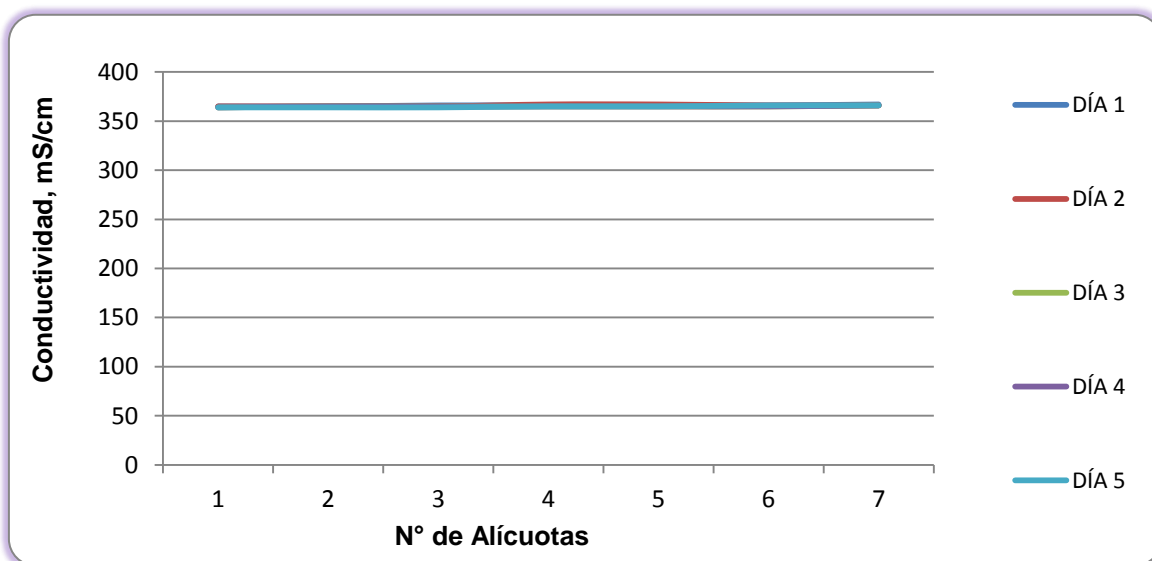


Figura 7-144. Variación de Conductividad. Ciénaga de Tocagua. Punto 4.



7.1.11.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

A continuación se presentan en las tablas 7-69 a 7-72, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en los primeros cuatro puntos monitoreados en la Ciénaga del Totumo identificados como 1, 2, 3 y 4; junto con los objetivos de calidad planteados para este sistema hidrográfico para el período 2011-2020. Según el artículo primero de la resolución en mención para la Cuenca del Río Magdalena, Clase III.

Tabla 7-69 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Tocagua. Punto 1.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24099-1 | 24099-5 | 24099-9 | 24099-13 | 24099-19 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 3,62 | 3,65 | 3,72 | 3,73 | 3,69 | 3,68 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 19,12 | 19,32 | 19,96 | 19,72 | 19,6 | 19,54 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 10,400 | 10,400 | 9,200 | 10,800 | 11,200 | 10,40 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 52,832 | 53,362 | 54,440 | 54,239 | 54,897 | 53,95 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 45 | 68 | 91 | 92 | 92 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 45 | 45 | 40 | 68 | 61 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-70 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Tocagua. Punto 2.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24099-2 | 24099-6 | 24099-10 | 24099-14 | 24099-20 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 3,92 | 3,88 | 3,87 | 3,89 | 3,85 | 3,88 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 20,6 | 20,40 | 20,68 | 20,56 | 20,44 | 20,54 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 12,000 | 10,000 | 12,000 | 12,800 | 10,000 | 11,36 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 52,412 | 52,613 | 53,417 | 53,545 | 53,508 | 53,10 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 340 | 330 | 320 | 340 | 380 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 200 | 270 | 140 | 170 | 260 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-71 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Tocagua. Punto 3.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24099-3 | 24099-7 | 24099-11 | 24099-16 | 24099-21 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 4,01 | 4,00 | 3,98 | 3,99 | 4,02 | 4,00 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 21,12 | 21,32 | 21,2 | 21,28 | 21,32 | 21,25 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 14,800 | 10,000 | 12,000 | 12,800 | 14,000 | 12,72 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 51,352 | 52,357 | 53,161 | 52,869 | 53,947 | 52,74 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 45 | 68,0 | 100,0 | 68,0 | 68,0 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 45,0 | 45,0 | 40,0 | 40,0 | 45,0 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-72 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Tocagua. Punto 4.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24099-4 | 24099-8 | 24099-12 | 24099-17 | 24099-22 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 3,75 | 3,73 | 3,80 | 3,79 | 3,83 | 3,78 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 19,96 | 19,84 | 20,08 | 20 | 20,16 | 20,01 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 14,800 | 16,400 | 14,000 | 14,800 | 15,600 | 15,12 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 53,508 | 53,746 | 52,905 | 53,947 | 53,770 | 53,58 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 790 | 640 | 490 | 330 | 790 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 140 | 460 | 330 | 210 | 220 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

7.1.12 Ciénaga de Balboa

7.1.12.1 Resultados de las mediciones de campo

En las Tablas 7-73 a 7-74 se presentan los resultados obtenidos en campo para dos puntos monitoreados en esta ciénaga

Tabla 7-73. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga de Balboa.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:20 | 8,41 | 41,04 | 7,60 | 98,73 | 29,51 | 29,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:20 | 8,46 | 41,59 | 7,59 | 99,08 | 29,82 | 29,63 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:20 | 8,48 | 42,11 | 7,58 | 99,60 | 30,06 | 30,08 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:20 | 8,50 | 42,87 | 7,57 | 100,13 | 30,66 | 30,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:20 | 8,52 | 43,18 | 7,57 | 100,40 | 30,83 | 30,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:20 | 8,52 | 43,29 | 7,57 | 100,79 | 31,08 | 31,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:20 | 8,54 | 43,44 | 7,56 | 100,67 | 31,09 | 31,63 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:02 | 8,36 | 41,23 | 7,59 | 97,96 | 29,10 | 30,03 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:09 | 8,37 | 41,43 | 7,57 | 98,70 | 29,74 | 31,09 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:09 | 8,38 | 41,49 | 7,56 | 99,16 | 30,12 | 31,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:09 | 8,46 | 41,60 | 7,53 | 99,52 | 30,60 | 31,34 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:09 | 8,54 | 41,66 | 7,37 | 97,47 | 30,63 | 31,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:09 | 8,54 | 43,06 | 7,27 | 96,24 | 30,68 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:02 | 8,58 | 43,14 | 7,25 | 96,13 | 30,78 | 31,93 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:17 | 8,34 | 41,06 | 7,58 | 98,97 | 29,83 | 29,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:17 | 8,38 | 41,96 | 7,56 | 98,79 | 29,88 | 29,17 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:17 | 8,39 | 42,36 | 7,48 | 98,16 | 30,14 | 29,34 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:17 | 8,42 | 42,36 | 7,43 | 97,66 | 30,24 | 30,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:17 | 8,43 | 42,55 | 7,39 | 97,49 | 30,47 | 30,33 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:17 | 8,45 | 42,86 | 7,29 | 96,79 | 30,87 | 31,18 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:17 | 8,57 | 43,35 | 7,22 | 96,16 | 31,07 | 31,83 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:47 | 8,33 | 41,10 | 7,43 | 97,18 | 29,93 | 29,46 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:47 | 8,34 | 41,12 | 7,42 | 98,51 | 30,88 | 29,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:47 | 8,37 | 41,45 | 7,41 | 98,84 | 31,18 | 29,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:47 | 8,42 | 41,52 | 7,41 | 98,91 | 31,23 | 30,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:47 | 8,43 | 41,54 | 7,39 | 99,17 | 31,57 | 30,89 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:47 | 8,45 | 42,24 | 7,38 | 99,06 | 31,59 | 31,06 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:47 | 8,59 | 42,72 | 7,28 | 97,76 | 31,61 | 31,42 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:42 | 8,37 | 41,68 | 7,60 | 99,51 | 30,01 | 29,67 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:42 | 8,38 | 41,76 | 7,54 | 99,60 | 30,57 | 29,93 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:42 | 8,39 | 42,13 | 7,53 | 99,64 | 30,68 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:42 | 8,40 | 42,71 | 7,53 | 99,62 | 30,87 | 30,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:42 | 8,51 | 42,78 | 7,39 | 98,10 | 30,89 | 31,46 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:42 | 8,53 | 42,92 | 7,38 | 98,17 | 31,00 | 31,52 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:42 | 8,55 | 42,98 | 7,26 | 97,59 | 31,67 | 31,79 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-74. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga de Balboa.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:27 | 8,23 | 46,76 | 8,19 | 104,09 | 28,20 | 29,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:27 | 8,38 | 46,95 | 8,16 | 103,91 | 28,32 | 29,64 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:27 | 8,45 | 46,99 | 8,15 | 104,59 | 28,80 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:27 | 8,46 | 47,10 | 8,08 | 105,06 | 29,61 | 30,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:27 | 8,48 | 47,54 | 8,06 | 106,05 | 30,36 | 31,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:27 | 8,51 | 47,33 | 7,90 | 104,42 | 30,64 | 31,28 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:27 | 8,59 | 47,71 | 7,80 | 103,64 | 30,97 | 31,66 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:08 | 8,18 | 46,88 | 8,18 | 105,50 | 29,11 | 30,01 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:09 | 8,22 | 47,04 | 8,15 | 105,64 | 29,42 | 31,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:09 | 8,25 | 47,27 | 8,10 | 105,10 | 29,48 | 31,17 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:09 | 8,28 | 47,44 | 8,08 | 105,14 | 29,66 | 31,32 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:09 | 8,41 | 47,57 | 8,01 | 105,84 | 30,63 | 31,63 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:09 | 8,41 | 47,59 | 7,91 | 104,63 | 31,69 | 31,72 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:09 | 8,43 | 47,74 | 7,84 | 104,96 | 31,46 | 31,95 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:24 | 8,22 | 46,55 | 8,13 | 105,31 | 29,38 | 29,04 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:24 | 8,26 | 47,16 | 8,12 | 105,39 | 29,50 | 29,15 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:24 | 8,27 | 47,22 | 8,12 | 106,56 | 30,20 | 29,32 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:24 | 8,32 | 47,60 | 8,03 | 105,41 | 30,21 | 30,04 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:24 | 8,43 | 47,72 | 8,01 | 105,23 | 30,26 | 30,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:24 | 8,46 | 47,74 | 7,93 | 104,80 | 30,63 | 31,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:24 | 8,56 | 47,79 | 7,90 | 105,38 | 31,23 | 31,81 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:54 | 8,23 | 46,51 | 8,18 | 105,53 | 29,13 | 29,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:54 | 8,32 | 46,83 | 8,05 | 103,99 | 29,20 | 29,95 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:54 | 8,36 | 47,19 | 7,95 | 102,92 | 29,33 | 30,23 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:54 | 8,40 | 47,28 | 7,90 | 103,59 | 30,21 | 30,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:54 | 8,44 | 47,35 | 7,85 | 103,42 | 30,53 | 30,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:54 | 8,54 | 47,40 | 7,81 | 103,42 | 30,75 | 30,84 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:54 | 8,55 | 47,54 | 7,81 | 104,55 | 31,45 | 31,37 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:49 | 8,29 | 46,62 | 8,19 | 106,91 | 29,87 | 29,64 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:49 | 8,31 | 46,68 | 8,19 | 107,60 | 30,28 | 29,92 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:49 | 8,46 | 46,95 | 8,10 | 106,73 | 30,46 | 30,16 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:49 | 8,49 | 46,97 | 8,07 | 107,32 | 31,05 | 30,18 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:49 | 8,50 | 47,07 | 8,04 | 107,24 | 31,24 | 31,35 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:49 | 8,55 | 47,24 | 7,93 | 106,28 | 31,52 | 31,56 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:49 | 8,58 | 47,63 | 7,90 | 105,93 | 31,57 | 31,81 | AGUA TURBIA |

Figura 7-145. Variación de pH. Ciénaga de Balboa. Punto 1.

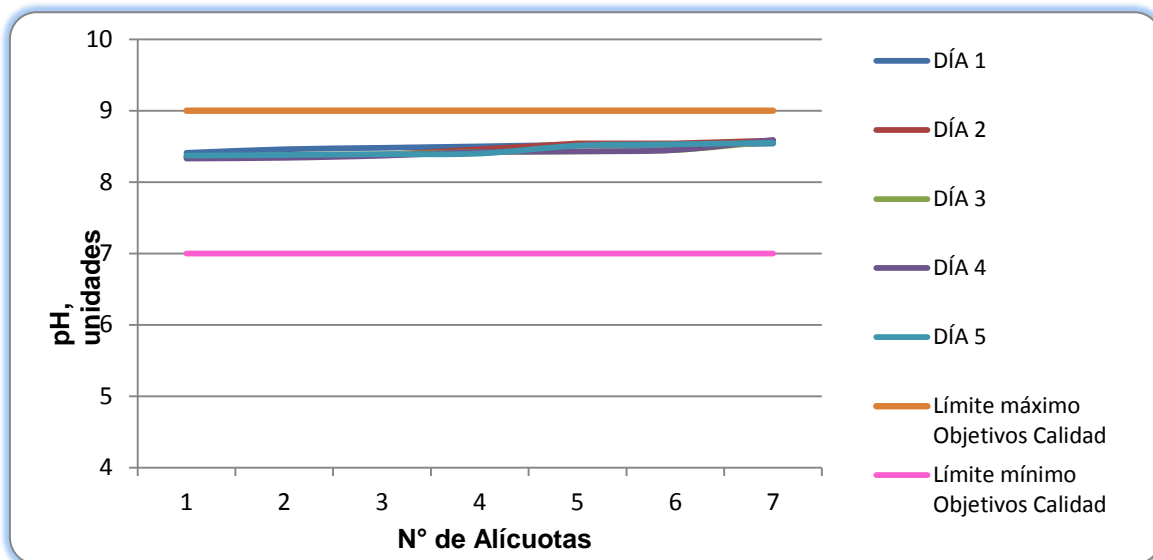


Figura 7-146. Variación de pH. Ciénaga de Balboa. Punto 2.

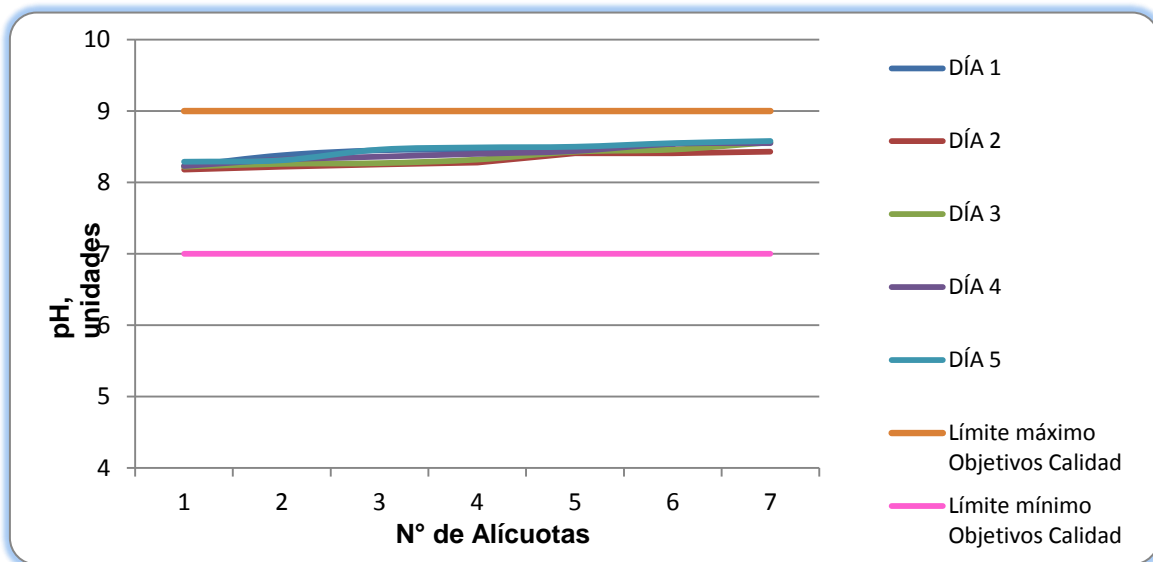


Figura 7-147. Variación de Temperatura. Ciénaga de Balboa. Punto 1.

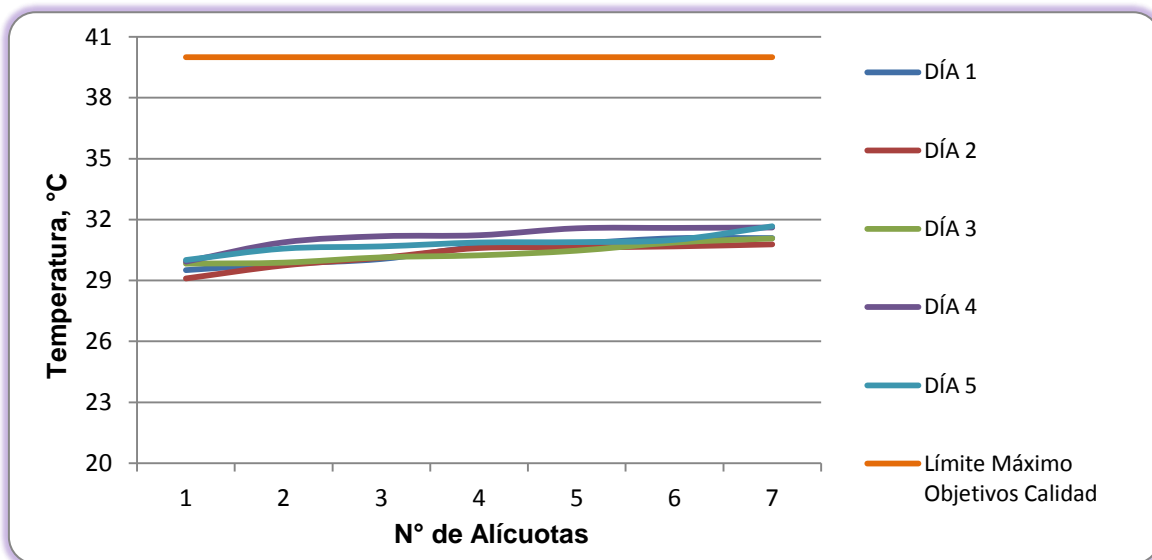


Figura 7-148. Variación de Temperatura. Ciénaga de Balboa. Punto 2.

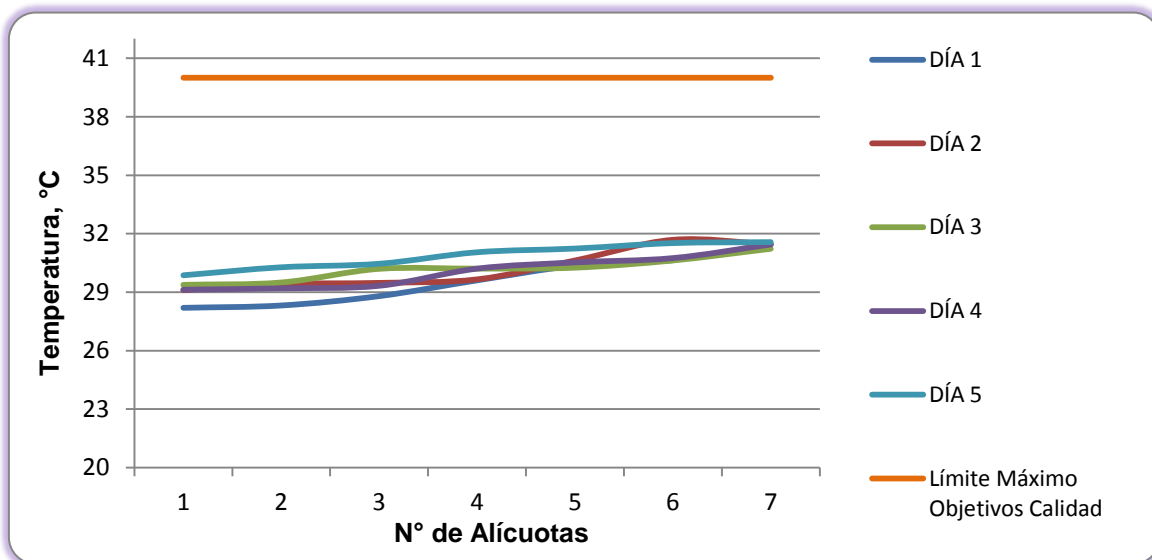


Figura 7-149. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Balboa. Punto 1.

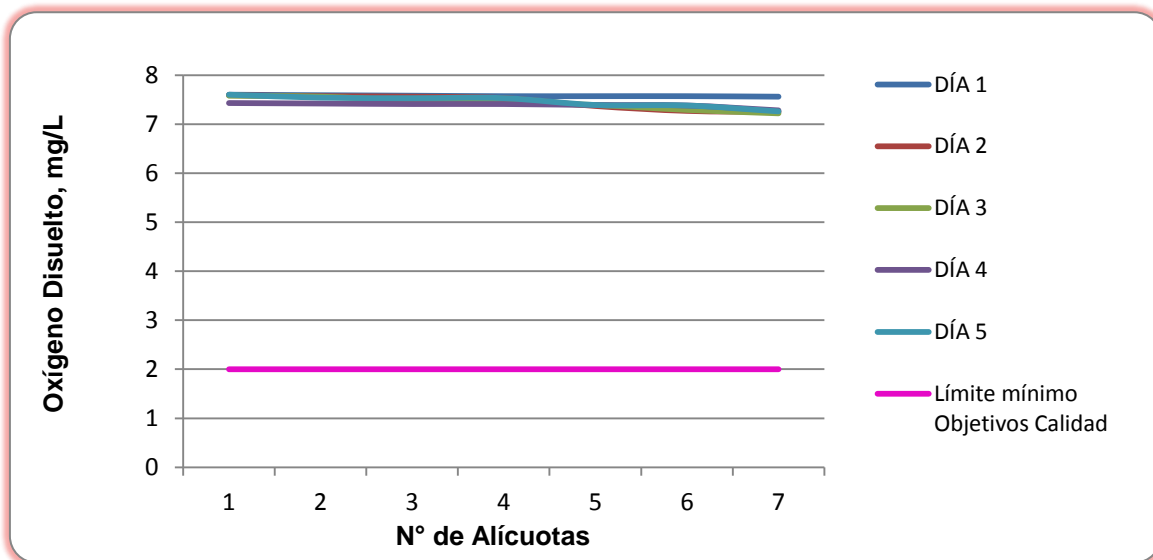


Figura 7-150. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Balboa. Punto 2.

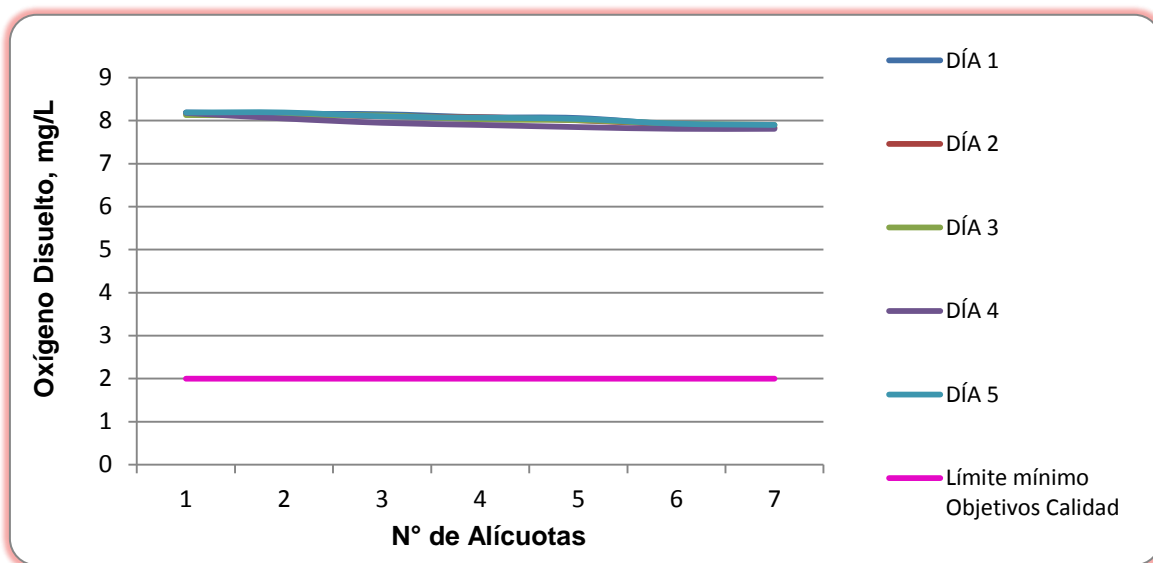


Figura 7-151. Variación de Conductividad. Ciénaga de Balboa. Punto 1.

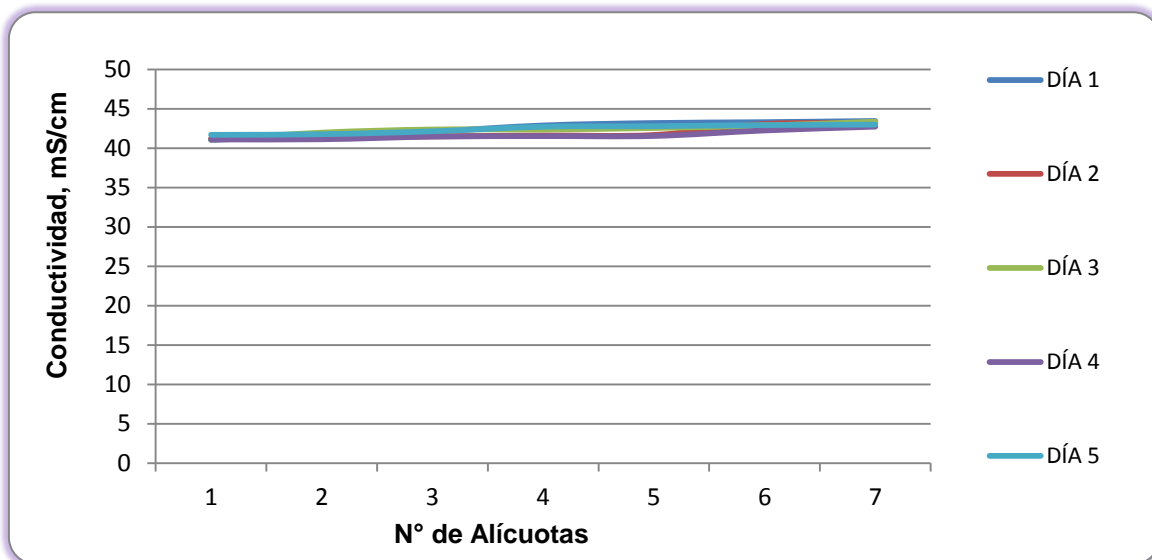
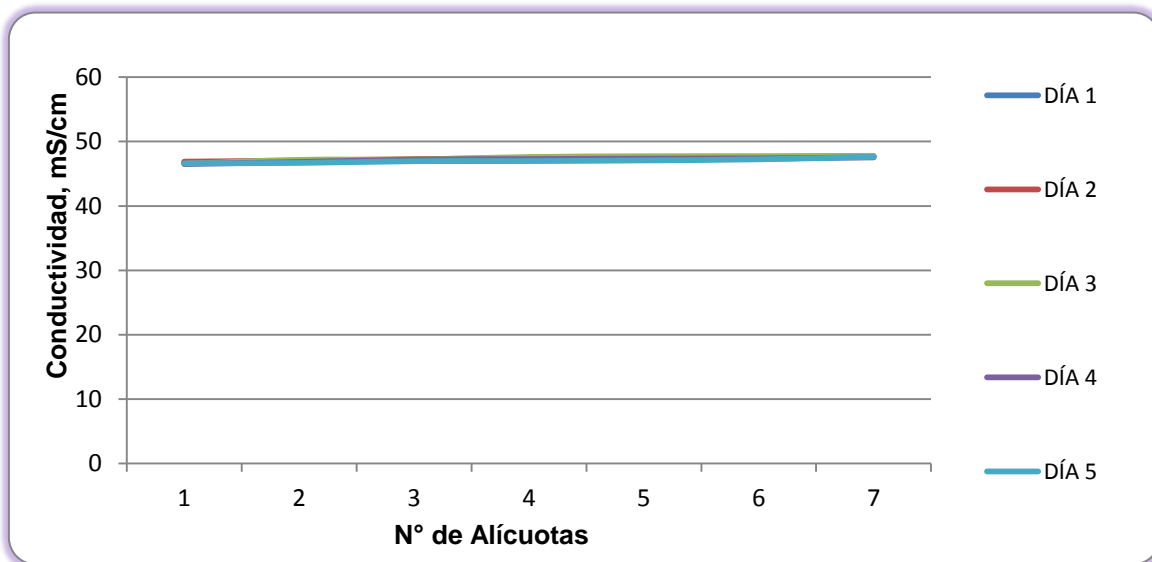


Figura 7-152. Variación de Conductividad. Ciénaga de Balboa. Punto 2.



7.1.12.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

A continuación se presentan en las tablas 7-75 a 7-76, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en los dos puntos monitoreados en la Ciénaga del Totumo identificados como 1 y 2; junto con los objetivos de calidad planteados para este sistema hidrográfico para el período 2011-2020. Según el artículo primero de la resolución en mención para la Cuenca del Río Magdalena, Clase III.

Tabla 7-75 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Balboa. Punto 1.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24141-1 | 24141-3 | 24141-5 | 24141-7 | 24141-9 | 24141-11 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 5,02 | 5,15 | 5,20 | 5,25 | 5,17 | 5,12 | 5,15 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 26,64 | 26,84 | 27,02 | 26,96 | 27,24 | 26,84 | 26,92 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 76,600 | 80,800 | 78,000 | 88,800 | 84,800 | 92,000 | 83,50 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 2889,193 | 2729,313 | 2754,894 | 2709,214 | 2776,820 | 2805,142 | 2777,43 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 34 | 110 | 130 | 250 | 39 | 150 | --- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 34 | 17 | 79 | 43 | 14 | 17 | --- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-76 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Balboa. Punto 2.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24141-2 | 24141-4 | 24141-6 | 24141-8 | 24141-10 | 24141-12 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 5,02 | 5,08 | 5,25 | <2,0 | 5,19 | 5,15 | 5,14 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 26,32 | 26,72 | 27,04 | <5,0 | 27,00 | 26,76 | 26,77 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 84,400 | 90,000 | 94,800 | <5,0 | 88,000 | 87,400 | 88,92 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 2660,794 | 2784,129 | 2669,016 | <2,5 | 2689,115 | 2725,660 | 2705,74 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 34 | 34 | 240 | <1,8 | 130 | 240 | --- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 34 | 27 | 17 | <1,8 | 14 | 27 | --- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

7.1.13 Ciénaga de Luruaco

7.1.13.1 Resultados de las mediciones de campo

En las Tablas 7-77 a 7-90 se presentan los resultados obtenidos en campo para catorce puntos monitoreados en esta ciénaga

Tabla 7-77. Resultados de Campo. Punto 1-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:26 | 7,78 | 996,71 | 4,72 | 61,28 | 29,16 | 29,79 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:26 | 7,86 | 1020,47 | 4,67 | 60,71 | 29,23 | 31,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:26 | 7,87 | 1029,80 | 4,52 | 59,34 | 29,84 | 31,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:26 | 7,87 | 1060,10 | 4,45 | 58,51 | 29,92 | 31,93 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:26 | 7,96 | 1072,62 | 4,38 | 58,00 | 30,37 | 32,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:26 | 7,97 | 1075,45 | 4,31 | 57,36 | 30,68 | 32,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:26 | 7,98 | 1077,41 | 4,25 | 56,63 | 30,76 | 33,19 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:48 | 7,70 | 985,04 | 4,8 | 61,52 | 29,01 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:48 | 7,74 | 985,44 | 4,7 | 61,33 | 29,21 | 30,15 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:48 | 7,85 | 1010,65 | 4,4 | 57,97 | 29,62 | 31,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:48 | 7,86 | 1013,55 | 4,4 | 57,39 | 29,84 | 31,43 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:48 | 7,90 | 1016,73 | 4,4 | 58,27 | 30,97 | 32,17 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:48 | 7,93 | 1016,79 | 4,3 | 57,06 | 31,10 | 33,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:48 | 7,97 | 1018,84 | 4,2 | 56,68 | 31,12 | 33,19 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:12 | 7,69 | 979,73 | 4,73 | 61,48 | 29,23 | 30,03 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:12 | 7,77 | 995,85 | 4,56 | 59,76 | 29,73 | 30,77 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:12 | 7,83 | 1013,61 | 4,52 | 59,40 | 29,90 | 31,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:12 | 7,86 | 1053,99 | 4,42 | 58,63 | 30,47 | 31,47 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:12 | 7,89 | 1057,96 | 4,36 | 57,98 | 30,64 | 32,14 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:12 | 7,90 | 1058,59 | 4,33 | 57,62 | 30,68 | 33,09 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:12 | 7,95 | 1060,70 | 4,28 | 57,39 | 31,17 | 33,21 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:25 | 7,72 | 992,02 | 4,63 | 60,15 | 29,19 | 30,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:25 | 7,74 | 1017,04 | 4,52 | 58,87 | 29,33 | 30,48 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:25 | 7,75 | 1021,93 | 4,52 | 59,82 | 30,35 | 31,53 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:25 | 7,78 | 1031,22 | 4,33 | 57,96 | 31,06 | 32,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:25 | 7,80 | 1032,72 | 4,32 | 57,86 | 31,10 | 32,31 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:25 | 7,83 | 1057,56 | 4,25 | 56,99 | 31,17 | 32,49 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:25 | 7,88 | 1072,03 | 4,20 | 56,34 | 31,15 | 33,19 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:34 | 7,72 | 983,21 | 4,75 | 62,29 | 29,80 | 30,87 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:34 | 7,74 | 1002,38 | 4,69 | 61,68 | 29,97 | 30,89 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:34 | 7,76 | 1018,34 | 4,66 | 61,60 | 30,30 | 31,01 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:34 | 7,79 | 1036,23 | 4,61 | 61,02 | 30,38 | 31,77 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:34 | 7,83 | 1036,23 | 4,60 | 60,98 | 30,47 | 32,23 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:34 | 7,92 | 1052,92 | 4,42 | 58,85 | 30,73 | 32,45 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:34 | 7,96 | 1069,29 | 4,40 | 58,87 | 31,04 | 32,50 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-78. Resultados de Campo. Punto 2-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:33 | 8,59 | 831,93 | 9,49 | 125,54 | 29,14 | 30,04 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:33 | 8,60 | 834,23 | 9,47 | 126,04 | 29,46 | 31,37 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:33 | 8,66 | 835,74 | 9,46 | 127,94 | 30,31 | 31,43 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:33 | 8,68 | 839,58 | 9,44 | 127,72 | 30,33 | 31,82 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:33 | 8,71 | 840,03 | 9,42 | 127,98 | 30,55 | 32,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:33 | 8,72 | 841,50 | 9,39 | 129,19 | 31,21 | 32,72 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:33 | 8,77 | 847,13 | 9,35 | 129,55 | 31,58 | 33,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:55 | 8,60 | 831,55 | 9,47 | 126,92 | 29,83 | 30,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:55 | 8,62 | 832,24 | 9,45 | 126,72 | 29,86 | 30,84 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:55 | 8,71 | 835,09 | 9,44 | 127,17 | 30,10 | 31,22 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:55 | 8,80 | 838,65 | 9,43 | 127,03 | 30,10 | 31,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:55 | 8,72 | 840,21 | 9,41 | 126,93 | 30,17 | 32,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:55 | 8,76 | 844,60 | 9,40 | 127,30 | 30,38 | 33,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:55 | 8,75 | 845,74 | 9,30 | 127,73 | 31,12 | 33,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:19 | 8,62 | 833,64 | 9,42 | 124,33 | 29,02 | 30,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:19 | 8,64 | 834,17 | 9,39 | 125,21 | 29,56 | 30,71 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:19 | 8,66 | 835,24 | 9,37 | 125,01 | 29,59 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:19 | 8,70 | 839,14 | 9,35 | 125,31 | 29,83 | 31,43 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:19 | 8,73 | 839,52 | 9,35 | 126,22 | 30,21 | 32,14 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:19 | 8,77 | 845,84 | 9,32 | 126,29 | 30,41 | 33,05 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:19 | 8,75 | 847,89 | 9,31 | 127,14 | 30,82 | 33,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:32 | 8,65 | 833,00 | 9,48 | 128,95 | 30,61 | 30,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:32 | 8,66 | 840,02 | 9,42 | 128,79 | 30,88 | 30,44 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:32 | 8,67 | 840,20 | 9,42 | 128,96 | 30,95 | 31,57 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:32 | 8,68 | 843,51 | 9,39 | 129,16 | 31,20 | 32,13 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:32 | 8,69 | 843,58 | 9,38 | 129,30 | 31,31 | 32,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:32 | 8,73 | 843,71 | 9,33 | 128,88 | 31,42 | 32,43 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:32 | 8,82 | 844,87 | 9,31 | 128,70 | 31,46 | 33,03 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:41 | 8,69 | 829,20 | 9,49 | 125,83 | 29,26 | 30,63 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:41 | 8,71 | 829,28 | 9,43 | 126,65 | 29,94 | 30,72 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:41 | 8,72 | 833,01 | 9,43 | 127,54 | 30,31 | 31,03 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:41 | 8,78 | 842,73 | 9,38 | 128,07 | 30,81 | 31,82 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:41 | 8,80 | 843,70 | 9,34 | 127,82 | 30,93 | 32,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:41 | 8,81 | 844,13 | 9,32 | 127,88 | 31,07 | 32,32 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:41 | 8,89 | 845,10 | 9,30 | 128,05 | 31,25 | 32,54 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-79. Resultados de Campo. Punto 3-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:40 | 7,88 | 925,28 | 6,44 | 85,39 | 29,26 | 29,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:40 | 7,98 | 925,61 | 6,42 | 85,95 | 29,77 | 31,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:40 | 7,99 | 926,98 | 6,42 | 87,96 | 30,99 | 31,41 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:40 | 8,05 | 928,33 | 6,40 | 87,92 | 31,13 | 31,96 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:40 | 8,06 | 929,02 | 6,34 | 88,03 | 31,28 | 32,07 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:40 | 8,09 | 930,05 | 6,33 | 87,66 | 31,55 | 32,69 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:40 | 8,15 | 930,89 | 6,31 | 87,61 | 31,69 | 33,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:02 | 8,08 | 936,32 | 6,31 | 83,58 | 29,21 | 30,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:02 | 8,06 | 938,24 | 6,30 | 84,18 | 29,67 | 30,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:02 | 8,10 | 938,46 | 6,28 | 84,12 | 29,80 | 31,24 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:02 | 8,19 | 938,65 | 6,27 | 84,96 | 30,41 | 31,42 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:02 | 8,20 | 939,04 | 6,24 | 85,04 | 30,71 | 32,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:02 | 8,25 | 939,74 | 6,23 | 84,95 | 30,74 | 33,07 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:02 | 8,28 | 939,95 | 6,22 | 85,56 | 31,20 | 33,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:26 | 8,21 | 936,43 | 6,32 | 84,24 | 29,54 | 30,07 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:26 | 8,22 | 937,12 | 6,31 | 85,60 | 30,47 | 30,72 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:26 | 8,24 | 937,71 | 6,30 | 86,05 | 30,83 | 31,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:26 | 8,26 | 938,44 | 6,30 | 86,33 | 31,00 | 31,42 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:26 | 8,29 | 938,68 | 6,28 | 86,07 | 31,01 | 32,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:26 | 8,29 | 939,38 | 6,29 | 86,26 | 31,21 | 33,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:26 | 8,30 | 940,30 | 6,27 | 86,49 | 31,35 | 33,18 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:39 | 8,17 | 935,36 | 6,29 | 83,65 | 29,40 | 30,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:39 | 8,18 | 935,37 | 6,29 | 84,16 | 29,42 | 30,48 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:39 | 8,20 | 935,40 | 6,28 | 84,84 | 29,92 | 31,63 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:39 | 8,22 | 936,59 | 6,27 | 85,80 | 30,23 | 32,02 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:39 | 8,25 | 939,07 | 6,26 | 85,95 | 30,74 | 32,33 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:39 | 8,28 | 939,95 | 6,23 | 85,73 | 30,85 | 32,51 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:39 | 8,30 | 940,04 | 6,21 | 86,23 | 30,95 | 33,18 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:48 | 8,14 | 935,27 | 6,31 | 83,66 | 29,26 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:48 | 8,18 | 935,85 | 6,28 | 83,96 | 29,70 | 30,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:48 | 8,20 | 937,04 | 6,27 | 84,03 | 29,83 | 31,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:48 | 8,21 | 937,22 | 6,26 | 84,31 | 30,09 | 31,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:48 | 8,24 | 937,63 | 6,25 | 85,19 | 30,72 | 32,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:48 | 8,26 | 938,36 | 6,24 | 85,35 | 30,90 | 32,44 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:48 | 8,29 | 938,91 | 6,23 | 86,40 | 31,63 | 32,86 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-80. Resultados de Campo. Punto 4-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:47 | 8,14 | 911,03 | 5,98 | 79,47 | 29,38 | 29,95 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:47 | 8,17 | 912,74 | 5,83 | 77,50 | 29,40 | 31,33 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:47 | 8,19 | 913,47 | 5,68 | 76,31 | 29,96 | 31,46 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:47 | 8,20 | 914,49 | 5,66 | 76,49 | 30,27 | 31,91 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:47 | 8,25 | 918,18 | 5,66 | 76,83 | 30,50 | 32,03 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:47 | 8,27 | 922,94 | 5,55 | 76,30 | 31,17 | 32,72 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:47 | 8,29 | 924,90 | 5,53 | 76,10 | 31,22 | 33,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:09 | 8,09 | 914,16 | 5,92 | 78,98 | 29,59 | 30,08 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:09 | 8,12 | 914,40 | 5,91 | 79,34 | 29,92 | 30,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:09 | 8,13 | 917,53 | 5,79 | 78,83 | 30,66 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:09 | 8,14 | 917,69 | 5,75 | 79,08 | 31,19 | 31,42 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:09 | 8,21 | 919,37 | 5,61 | 77,42 | 31,37 | 32,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:09 | 8,25 | 921,03 | 5,59 | 77,22 | 31,42 | 33,05 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:09 | 8,27 | 924,32 | 5,51 | 76,46 | 31,66 | 33,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:33 | 8,02 | 909,89 | 5,80 | 77,13 | 29,42 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:33 | 8,03 | 911,53 | 5,74 | 76,81 | 29,75 | 30,73 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:33 | 8,07 | 913,20 | 5,62 | 75,89 | 30,23 | 31,28 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:33 | 8,10 | 914,16 | 5,61 | 75,76 | 30,23 | 31,44 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:33 | 8,10 | 917,33 | 5,59 | 75,66 | 30,35 | 32,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:33 | 8,17 | 921,09 | 5,55 | 75,81 | 30,83 | 33,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:33 | 8,19 | 921,33 | 5,53 | 76,46 | 31,47 | 33,12 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:46 | 8,03 | 910,88 | 5,84 | 78,14 | 29,74 | 30,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:46 | 8,04 | 912,50 | 5,83 | 78,49 | 29,98 | 30,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:46 | 8,06 | 915,83 | 5,74 | 77,57 | 30,27 | 31,59 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:46 | 8,06 | 917,84 | 5,69 | 77,54 | 30,71 | 32,08 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:46 | 8,09 | 921,09 | 5,66 | 77,28 | 30,81 | 32,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:46 | 8,12 | 924,01 | 5,51 | 75,76 | 31,18 | 32,54 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:46 | 8,19 | 924,79 | 5,51 | 76,52 | 31,70 | 33,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:55 | 7,93 | 910,61 | 5,97 | 79,22 | 29,30 | 30,86 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:55 | 8,05 | 912,75 | 5,95 | 79,17 | 29,45 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:55 | 8,06 | 913,36 | 5,85 | 78,02 | 29,57 | 31,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:55 | 8,07 | 916,81 | 5,75 | 77,15 | 29,89 | 31,83 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:55 | 8,13 | 919,77 | 5,71 | 78,26 | 31,01 | 32,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:55 | 8,14 | 923,68 | 5,61 | 77,58 | 31,48 | 32,39 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:55 | 8,18 | 924,65 | 5,51 | 76,36 | 31,59 | 32,45 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-81. Resultados de Campo. Punto 5-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:20 | 8,50 | 960,48 | 8,98 | 116,54 | 29,57 | 29,98 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:20 | 8,57 | 964,58 | 8,96 | 116,38 | 29,62 | 31,32 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:20 | 8,57 | 975,11 | 8,93 | 117,32 | 30,34 | 31,43 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:20 | 8,58 | 977,91 | 8,92 | 117,24 | 30,37 | 31,95 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:20 | 8,60 | 978,08 | 8,85 | 116,61 | 30,52 | 62,05 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:20 | 8,63 | 978,87 | 8,81 | 117,18 | 31,12 | 32,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:20 | 8,71 | 978,93 | 8,81 | 117,52 | 31,31 | 33,20 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:42 | 8,51 | 959,88 | 9,33 | 120,49 | 29,29 | 30,03 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:42 | 8,56 | 964,64 | 9,28 | 119,96 | 29,35 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:42 | 8,64 | 965,27 | 9,23 | 119,46 | 29,42 | 31,26 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:42 | 8,67 | 965,78 | 9,23 | 120,09 | 29,75 | 31,46 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:42 | 8,69 | 965,97 | 9,10 | 119,81 | 30,49 | 32,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:42 | 8,71 | 969,92 | 8,78 | 117,49 | 31,51 | 33,01 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:42 | 8,73 | 972,39 | 8,70 | 116,70 | 31,66 | 33,16 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:06 | 8,44 | 959,50 | 9,39 | 121,02 | 29,17 | 30,09 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:06 | 8,52 | 966,54 | 9,33 | 120,39 | 29,24 | 30,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:06 | 8,56 | 967,12 | 9,25 | 119,81 | 29,47 | 31,26 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:06 | 8,56 | 971,02 | 9,22 | 120,34 | 29,95 | 31,43 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:06 | 8,61 | 971,39 | 9,17 | 119,87 | 30,04 | 32,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:06 | 8,64 | 975,88 | 9,07 | 119,89 | 30,55 | 33,17 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:06 | 8,69 | 976,38 | 8,96 | 118,71 | 30,88 | 33,14 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:19 | 8,59 | 961,14 | 9,35 | 120,43 | 29,13 | 30,23 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:19 | 8,65 | 961,69 | 9,32 | 121,01 | 29,63 | 30,49 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:19 | 8,68 | 963,38 | 8,92 | 116,93 | 30,20 | 31,57 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:19 | 8,67 | 969,08 | 8,91 | 116,91 | 30,26 | 32,06 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:19 | 8,69 | 971,39 | 8,88 | 117,02 | 30,53 | 32,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:19 | 8,74 | 974,54 | 8,87 | 117,58 | 30,91 | 32,51 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:19 | 8,78 | 975,82 | 8,82 | 117,78 | 31,38 | 33,13 | AGUA TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:28 | 8,52 | 959,06 | 9,35 | 121,07 | 29,46 | 30,83 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:28 | 8,65 | 960,67 | 9,32 | 121,57 | 29,92 | 30,92 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:28 | 8,66 | 966,03 | 9,24 | 121,34 | 30,34 | 31,05 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:28 | 8,67 | 966,78 | 9,17 | 121,10 | 30,69 | 31,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:28 | 8,69 | 967,74 | 9,14 | 122,01 | 31,38 | 32,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:28 | 8,71 | 968,94 | 8,86 | 118,58 | 31,53 | 32,41 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:28 | 8,75 | 975,04 | 8,78 | 117,63 | 31,59 | 32,48 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-82. Resultados de Campo. Punto 6-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:28 | 8,21 | 924,43 | 7,88 | 101,54 | 29,03 | 30,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:28 | 8,26 | 936,32 | 7,80 | 100,62 | 29,09 | 31,35 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:28 | 8,36 | 955,33 | 7,77 | 100,64 | 29,34 | 31,42 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:28 | 8,39 | 961,67 | 7,74 | 100,60 | 29,56 | 31,89 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:28 | 8,44 | 965,00 | 7,74 | 100,64 | 29,58 | 32,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:28 | 8,44 | 967,13 | 7,66 | 100,25 | 29,99 | 32,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:28 | 8,56 | 968,68 | 7,54 | 99,88 | 30,75 | 33,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:46 | 8,20 | 941,62 | 7,73 | 99,63 | 29,03 | 31,12 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:46 | 8,37 | 943,80 | 7,61 | 98,41 | 29,23 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:46 | 8,42 | 952,09 | 7,58 | 100,51 | 30,45 | 31,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:46 | 8,44 | 957,85 | 7,57 | 100,51 | 30,45 | 31,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:46 | 8,45 | 962,84 | 7,55 | 100,26 | 30,91 | 32,13 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:46 | 8,46 | 977,63 | 7,53 | 100,23 | 31,06 | 33,14 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:46 | 8,50 | 978,10 | 7,49 | 99,86 | 31,16 | 33,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:10 | 8,26 | 930,55 | 7,94 | 103,35 | 29,67 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:10 | 8,61 | 936,17 | 7,87 | 103,04 | 30,03 | 30,77 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:10 | 8,40 | 945,59 | 7,72 | 101,67 | 30,39 | 31,22 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:10 | 8,45 | 955,12 | 7,70 | 101,76 | 30,61 | 31,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:10 | 8,53 | 957,66 | 7,68 | 102,00 | 30,93 | 32,13 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:10 | 8,57 | 964,89 | 7,62 | 101,29 | 30,98 | 33,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:10 | 8,58 | 972,43 | 7,56 | 100,77 | 31,15 | 33,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:23 | 8,27 | 929,03 | 7,94 | 103,1 | 29,1 | 30,2 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:23 | 8,38 | 937,46 | 7,99 | 103,3 | 29,3 | 30,5 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:23 | 8,44 | 942,70 | 7,81 | 101,2 | 29,3 | 31,5 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:23 | 8,44 | 949,16 | 7,78 | 101,1 | 29,5 | 32,1 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:23 | 8,48 | 951,94 | 7,74 | 101,2 | 30,0 | 32,3 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:23 | 8,50 | 953,04 | 7,74 | 101,5 | 30,1 | 32,4 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:23 | 8,59 | 955,83 | 7,66 | 102,3 | 31,3 | 33,0 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:32 | 8,24 | 920,70 | 7,93 | 102,8 | 29,42 | 30,79 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:32 | 8,30 | 935,46 | 7,85 | 102,6 | 29,92 | 30,89 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:32 | 8,37 | 937,08 | 7,80 | 102,0 | 29,96 | 31,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:32 | 8,42 | 938,63 | 7,76 | 101,6 | 30,04 | 31,82 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:32 | 8,48 | 948,74 | 7,66 | 109,4 | 30,11 | 32,24 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:32 | 8,53 | 956,85 | 7,56 | 99,3 | 30,21 | 32,33 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:32 | 8,58 | 970,48 | 7,54 | 99,2 | 30,33 | 32,56 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-83. Resultados de Campo. Punto 7-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:36 | 8,52 | 867,36 | 8,90 | 117,87 | 29,20 | 30,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:36 | 8,55 | 873,84 | 8,90 | 118,41 | 29,44 | 31,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:36 | 8,63 | 880,13 | 8,87 | 119,42 | 30,07 | 31,43 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:36 | 8,65 | 883,10 | 8,83 | 119,42 | 30,31 | 31,92 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:36 | 8,67 | 928,62 | 8,83 | 119,95 | 30,54 | 32,22 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:36 | 8,64 | 955,93 | 8,83 | 120,08 | 30,60 | 32,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:36 | 8,64 | 964,16 | 8,72 | 119,88 | 31,17 | 33,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:50 | 8,49 | 852,42 | 8,97 | 118,55 | 29,09 | 30,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:50 | 8,50 | 869,05 | 8,88 | 117,54 | 29,17 | 30,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:50 | 8,52 | 880,59 | 8,82 | 117,79 | 29,64 | 31,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:50 | 8,53 | 897,25 | 8,80 | 117,95 | 29,84 | 31,52 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:50 | 8,66 | 912,75 | 8,80 | 117,99 | 29,85 | 32,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:50 | 8,68 | 943,30 | 8,80 | 120,18 | 30,82 | 33,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:50 | 8,72 | 968,73 | 8,74 | 120,71 | 31,41 | 33,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:14 | 8,54 | 871,80 | 8,91 | 119,35 | 29,80 | 30,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:14 | 8,57 | 894,39 | 8,83 | 119,13 | 30,18 | 30,77 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:14 | 8,59 | 896,50 | 8,77 | 119,09 | 30,52 | 31,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:14 | 8,64 | 910,28 | 8,76 | 119,42 | 30,73 | 31,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:14 | 8,72 | 948,45 | 8,75 | 119,70 | 30,91 | 32,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:14 | 8,75 | 970,04 | 8,73 | 119,54 | 30,96 | 33,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:14 | 8,85 | 973,75 | 8,64 | 119,42 | 31,45 | 33,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:27 | 8,49 | 857,42 | 8,99 | 118,66 | 29,02 | 30,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:27 | 8,52 | 885,54 | 8,98 | 119,83 | 29,60 | 30,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:27 | 8,60 | 887,60 | 8,94 | 120,64 | 30,14 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:27 | 8,64 | 894,04 | 8,90 | 120,35 | 30,30 | 32,14 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:27 | 8,71 | 923,78 | 8,84 | 120,70 | 30,81 | 32,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:27 | 8,82 | 925,14 | 8,72 | 119,86 | 31,16 | 32,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:27 | 8,89 | 967,59 | 8,60 | 118,89 | 31,40 | 33,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:36 | 8,64 | 860,60 | 8,79 | 116,11 | 29,06 | 30,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:36 | 8,65 | 884,32 | 8,79 | 116,28 | 29,12 | 30,91 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:36 | 8,66 | 896,91 | 8,76 | 117,04 | 29,69 | 31,03 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:36 | 8,69 | 907,62 | 8,73 | 118,50 | 30,50 | 31,59 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:36 | 8,71 | 968,42 | 8,73 | 118,93 | 30,69 | 32,37 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:36 | 8,82 | 957,23 | 8,68 | 118,81 | 30,94 | 32,36 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:36 | 8,85 | 972,07 | 8,62 | 118,05 | 30,97 | 32,61 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-84. Resultados de Campo. Punto 8-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:44 | 8,71 | 891,72 | 8,82 | 116,37 | 29,00 | 30,13 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:44 | 8,73 | 895,79 | 8,74 | 117,71 | 30,09 | 31,33 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:44 | 8,74 | 908,01 | 8,72 | 118,09 | 30,38 | 33,45 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:44 | 8,81 | 927,28 | 8,54 | 117,20 | 31,08 | 31,75 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:44 | 8,81 | 933,89 | 8,48 | 116,83 | 31,28 | 32,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:44 | 8,86 | 955,27 | 8,37 | 115,95 | 31,57 | 32,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:44 | 8,87 | 957,43 | 8,32 | 115,39 | 31,63 | 33,24 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:54 | 8,70 | 907,79 | 8,86 | 117,03 | 29,06 | 30,07 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:54 | 8,80 | 908,54 | 8,75 | 115,84 | 29,18 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:54 | 8,86 | 940,68 | 8,58 | 114,62 | 29,66 | 31,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:54 | 8,86 | 947,79 | 8,44 | 113,12 | 29,83 | 31,41 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:54 | 8,88 | 950,52 | 8,41 | 112,97 | 29,95 | 32,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:54 | 8,89 | 972,10 | 8,41 | 116,64 | 31,63 | 33,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:54 | 8,87 | 975,83 | 8,37 | 116,15 | 31,66 | 33,14 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:18 | 8,69 | 904,77 | 8,84 | 117,41 | 29,35 | 30,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:18 | 8,72 | 906,40 | 8,83 | 117,30 | 29,36 | 30,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:18 | 8,75 | 917,51 | 8,82 | 118,41 | 29,92 | 31,22 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:18 | 8,76 | 933,66 | 8,70 | 117,00 | 30,01 | 31,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:18 | 8,81 | 958,52 | 8,69 | 119,42 | 31,15 | 32,14 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:18 | 8,83 | 959,94 | 8,28 | 113,92 | 31,21 | 33,05 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:18 | 8,85 | 971,36 | 8,27 | 114,19 | 31,40 | 33,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:31 | 8,74 | 890,57 | 8,88 | 118,43 | 29,57 | 30,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:31 | 8,75 | 922,67 | 8,70 | 116,27 | 29,68 | 30,46 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:31 | 8,79 | 927,70 | 8,54 | 115,09 | 30,12 | 30,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:31 | 8,80 | 943,68 | 8,53 | 115,58 | 30,41 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:31 | 8,81 | 959,18 | 8,53 | 116,18 | 30,68 | 32,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:31 | 8,83 | 964,10 | 8,33 | 114,41 | 31,12 | 32,44 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:31 | 8,86 | 966,15 | 8,31 | 114,99 | 31,51 | 33,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:40 | 8,65 | 897,30 | 8,87 | 117,58 | 29,25 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:40 | 8,65 | 899,38 | 8,84 | 117,56 | 29,42 | 30,85 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:40 | 8,67 | 911,95 | 8,81 | 117,30 | 29,48 | 30,91 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:40 | 8,72 | 928,44 | 8,63 | 115,20 | 29,62 | 31,83 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:40 | 8,76 | 948,10 | 8,59 | 116,27 | 30,35 | 32,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:40 | 8,80 | 959,89 | 8,46 | 116,86 | 31,42 | 32,33 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:40 | 8,84 | 966,37 | 8,21 | 113,71 | 31,56 | 32,39 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-85. Resultados de Campo. Punto 9-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:28 | 8,14 | 915,50 | 6,66 | 86,50 | 29,41 | 29,99 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:28 | 8,18 | 927,27 | 6,52 | 84,92 | 29,57 | 31,35 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:28 | 8,21 | 927,72 | 6,47 | 84,69 | 29,88 | 31,39 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:28 | 8,27 | 945,40 | 6,37 | 84,05 | 30,38 | 31,88 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:28 | 8,27 | 945,84 | 6,33 | 83,64 | 30,47 | 32,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:28 | 8,31 | 949,82 | 6,28 | 83,44 | 30,82 | 32,69 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:28 | 8,32 | 954,50 | 6,16 | 82,29 | 31,16 | 33,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:59 | 8,10 | 909,34 | 6,69 | 86,32 | 29,03 | 30,01 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:59 | 8,13 | 917,32 | 6,61 | 85,37 | 29,05 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:59 | 8,14 | 930,61 | 6,43 | 84,34 | 30,01 | 31,24 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:59 | 8,16 | 931,58 | 6,40 | 84,00 | 30,05 | 31,45 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:59 | 8,22 | 933,92 | 6,39 | 85,32 | 31,15 | 32,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:59 | 8,25 | 947,63 | 6,18 | 82,58 | 31,18 | 33,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:59 | 8,35 | 963,92 | 6,13 | 81,95 | 31,20 | 33,14 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:17 | 8,12 | 911,49 | 6,69 | 86,69 | 29,27 | 30,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:17 | 8,13 | 932,69 | 6,65 | 86,65 | 29,61 | 30,79 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:17 | 8,14 | 937,80 | 6,64 | 86,64 | 29,70 | 31,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:17 | 8,16 | 952,00 | 6,51 | 85,16 | 29,85 | 31,41 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:17 | 8,22 | 960,11 | 6,42 | 84,25 | 30,04 | 32,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:17 | 8,26 | 960,58 | 6,41 | 84,44 | 30,28 | 33,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:17 | 8,29 | 960,87 | 6,10 | 81,79 | 31,39 | 33,13 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:20 | 8,14 | 909,09 | 6,58 | 86,26 | 29,99 | 30,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:20 | 8,17 | 918,61 | 6,56 | 86,16 | 30,11 | 30,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:20 | 8,19 | 920,04 | 6,45 | 85,05 | 30,35 | 31,55 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:20 | 8,21 | 939,20 | 6,25 | 82,63 | 30,50 | 32,02 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:20 | 8,33 | 939,89 | 6,21 | 82,40 | 30,73 | 32,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:20 | 8,37 | 941,32 | 6,20 | 82,29 | 30,74 | 32,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:20 | 8,38 | 953,33 | 6,11 | 81,39 | 30,97 | 33,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:31 | 8,09 | 916,90 | 6,67 | 86,46 | 29,29 | 30,82 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:31 | 8,10 | 923,82 | 6,65 | 86,30 | 29,36 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:31 | 8,12 | 938,04 | 6,58 | 86,15 | 29,91 | 31,01 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:31 | 8,17 | 944,92 | 6,45 | 85,06 | 30,36 | 31,83 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:31 | 8,18 | 947,89 | 6,43 | 85,03 | 30,53 | 32,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:31 | 8,21 | 958,39 | 6,40 | 85,19 | 30,95 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:31 | 8,22 | 967,23 | 6,32 | 84,53 | 31,25 | 32,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-86. Resultados de Campo. Punto 10-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:33 | 8,09 | 831,10 | 8,88 | 114,49 | 29,15 | 30,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:33 | 8,10 | 831,26 | 8,84 | 114,42 | 29,39 | 31,37 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:33 | 8,12 | 834,22 | 8,78 | 114,05 | 29,61 | 31,46 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:33 | 8,24 | 834,30 | 8,76 | 114,50 | 30,00 | 31,96 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:33 | 8,25 | 834,41 | 8,72 | 114,37 | 30,22 | 32,18 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:33 | 8,78 | 834,99 | 8,45 | 111,50 | 30,58 | 32,71 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:33 | 8,80 | 835,34 | 8,76 | 111,79 | 30,97 | 33,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:03 | 8,10 | 831,15 | 8,76 | 113,10 | 29,23 | 30,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:03 | 8,13 | 834,42 | 8,75 | 114,80 | 30,24 | 30,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:03 | 8,20 | 834,59 | 8,69 | 114,63 | 30,84 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:03 | 8,33 | 835,16 | 8,61 | 114,05 | 30,84 | 31,48 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:03 | 8,54 | 835,39 | 8,55 | 113,42 | 30,93 | 32,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:03 | 8,55 | 836,64 | 8,51 | 113,07 | 31,03 | 33,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:03 | 8,80 | 837,36 | 8,45 | 112,62 | 31,22 | 33,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:21 | 8,15 | 831,16 | 8,87 | 114,32 | 29,13 | 30,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:21 | 8,20 | 831,16 | 8,82 | 113,74 | 29,16 | 30,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:21 | 8,24 | 833,38 | 8,73 | 113,26 | 29,53 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:21 | 8,27 | 834,25 | 8,64 | 112,14 | 29,55 | 31,48 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:21 | 8,44 | 835,37 | 8,52 | 111,06 | 29,81 | 32,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:21 | 8,50 | 837,98 | 8,50 | 110,98 | 29,91 | 33,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:21 | 8,56 | 838,60 | 8,44 | 112,73 | 31,36 | 33,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:24 | 8,11 | 831,17 | 8,74 | 112,47 | 29,02 | 30,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:24 | 8,17 | 831,31 | 8,65 | 111,38 | 29,05 | 30,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:24 | 8,31 | 831,85 | 8,61 | 111,22 | 29,25 | 31,59 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:24 | 8,37 | 832,29 | 8,58 | 111,89 | 29,84 | 32,07 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:24 | 8,43 | 835,46 | 8,46 | 111,32 | 30,40 | 32,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:24 | 8,45 | 835,74 | 8,40 | 111,82 | 31,14 | 32,54 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:24 | 8,46 | 838,48 | 8,40 | 112,08 | 31,29 | 33,14 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:35 | 8,13 | 832,07 | 8,89 | 114,69 | 29,19 | 30,88 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:35 | 8,14 | 832,30 | 8,87 | 114,51 | 29,23 | 30,98 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:35 | 8,36 | 832,98 | 8,77 | 115,35 | 30,40 | 31,06 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:35 | 8,37 | 835,60 | 8,72 | 115,72 | 30,97 | 31,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:35 | 8,41 | 835,69 | 8,59 | 114,37 | 31,17 | 32,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:35 | 8,57 | 836,12 | 8,57 | 114,11 | 31,17 | 32,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:35 | 8,62 | 838,33 | 8,45 | 112,88 | 31,37 | 32,53 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-87. Resultados de Campo. Punto 11-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:38 | 8,56 | 828,24 | 9,41 | 123,53 | 30,01 | 30,06 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:38 | 8,50 | 831,76 | 9,25 | 121,11 | 30,15 | 31,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:38 | 8,57 | 832,43 | 9,04 | 118,43 | 30,17 | 31,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:38 | 8,61 | 833,75 | 9,03 | 119,73 | 30,94 | 31,98 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:38 | 8,74 | 834,94 | 8,96 | 119,43 | 31,27 | 32,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:38 | 8,76 | 834,96 | 8,94 | 119,62 | 31,52 | 32,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:38 | 8,89 | 837,72 | 8,84 | 118,41 | 31,58 | 33,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:07 | 8,39 | 823,77 | 9,41 | 122,03 | 29,56 | 30,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:07 | 8,45 | 833,07 | 9,39 | 121,78 | 29,56 | 30,83 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:07 | 8,68 | 833,69 | 9,34 | 122,33 | 30,18 | 31,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:07 | 8,70 | 836,84 | 9,32 | 122,28 | 30,29 | 31,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:07 | 8,73 | 839,07 | 9,18 | 121,70 | 30,94 | 32,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:07 | 8,75 | 840,79 | 9,14 | 121,18 | 30,94 | 33,14 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:07 | 8,87 | 842,83 | 8,92 | 118,55 | 31,08 | 33,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:25 | 8,53 | 822,98 | 9,27 | 119,5 | 29,2 | 31,1 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:25 | 8,56 | 824,55 | 9,14 | 118,6 | 29,6 | 30,8 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:25 | 8,60 | 827,39 | 9,05 | 119,0 | 30,4 | 31,2 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:25 | 8,62 | 828,39 | 9,04 | 119,0 | 30,5 | 31,4 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:25 | 8,63 | 831,48 | 8,98 | 118,9 | 30,8 | 32,2 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:25 | 8,65 | 833,95 | 8,95 | 118,9 | 31,1 | 33,1 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:25 | 8,81 | 834,58 | 8,81 | 117,3 | 31,2 | 33,1 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:28 | 8,52 | 819,79 | 9,27 | 119,74 | 29,30 | 30,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:28 | 8,61 | 820,39 | 9,11 | 119,32 | 30,16 | 30,52 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:28 | 8,63 | 832,48 | 9,09 | 119,23 | 30,25 | 31,63 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:28 | 8,67 | 832,73 | 9,05 | 118,86 | 30,33 | 32,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:28 | 8,73 | 837,33 | 8,97 | 119,11 | 31,03 | 32,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:28 | 8,74 | 837,42 | 8,94 | 118,81 | 31,08 | 32,56 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:28 | 8,77 | 841,94 | 8,89 | 118,72 | 31,39 | 33,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:39 | 8,52 | 819,79 | 9,27 | 119,74 | 29,30 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:39 | 8,61 | 820,39 | 9,11 | 119,32 | 30,16 | 30,98 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:39 | 8,63 | 832,48 | 9,09 | 119,23 | 30,25 | 31,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:39 | 8,68 | 832,73 | 9,05 | 118,86 | 30,33 | 31,79 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:39 | 8,73 | 837,33 | 8,87 | 119,11 | 31,03 | 32,33 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:39 | 8,78 | 837,42 | 8,94 | 118,81 | 31,08 | 32,32 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:39 | 8,88 | 841,98 | 8,89 | 118,72 | 31,39 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-88. Resultados de Campo. Punto 12-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:47 | 7,72 | 1010,40 | 5,51 | 71,44 | 29,22 | 30,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:47 | 7,76 | 1015,59 | 5,29 | 68,97 | 29,50 | 31,35 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:47 | 7,78 | 1012,12 | 5,29 | 69,02 | 29,55 | 31,98 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:47 | 7,81 | 1018,67 | 5,23 | 68,55 | 29,83 | 32,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:47 | 7,84 | 1024,22 | 5,16 | 68,66 | 30,79 | 32,74 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:47 | 7,86 | 1034,33 | 5,10 | 68,23 | 31,13 | 32,73 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:47 | 7,89 | 1035,69 | 5,09 | 68,32 | 31,35 | 33,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:11 | 7,73 | 1016,51 | 5,54 | 71,75 | 29,11 | 30,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:11 | 7,76 | 1021,52 | 5,52 | 72,03 | 29,58 | 30,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:11 | 7,81 | 1024,18 | 5,44 | 71,26 | 29,82 | 31,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:11 | 7,84 | 1028,07 | 5,42 | 71,78 | 30,52 | 31,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:11 | 7,84 | 1028,09 | 5,27 | 69,88 | 30,58 | 32,18 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:11 | 7,86 | 1036,61 | 5,16 | 69,15 | 31,25 | 33,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:11 | 7,87 | 1037,59 | 5,11 | 68,57 | 31,33 | 33,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:29 | 7,75 | 1013,08 | 5,59 | 72,28 | 29,01 | 30,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:29 | 7,83 | 1015,83 | 5,56 | 72,60 | 29,63 | 30,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:29 | 7,85 | 1016,96 | 5,52 | 72,18 | 29,71 | 31,48 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:29 | 7,87 | 1029,58 | 5,45 | 71,55 | 29,96 | 32,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:29 | 7,88 | 1035,98 | 5,42 | 71,31 | 30,09 | 33,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:29 | 7,88 | 1036,44 | 5,34 | 70,41 | 30,22 | 33,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:29 | 7,89 | 1037,17 | 5,26 | 68,83 | 30,65 | 33,18 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:32 | 7,73 | 1019,21 | 5,49 | 71,09 | 29,09 | 30,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:32 | 7,77 | 1020,72 | 5,44 | 70,50 | 29,14 | 30,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:32 | 7,78 | 1022,93 | 5,38 | 69,93 | 29,32 | 30,54 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:32 | 7,79 | 1026,45 | 5,34 | 70,37 | 30,19 | 30,99 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:32 | 7,81 | 1032,29 | 5,31 | 70,05 | 30,25 | 32,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:32 | 7,83 | 1035,46 | 5,20 | 68,62 | 30,26 | 32,67 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:32 | 7,87 | 1037,06 | 5,17 | 69,12 | 31,10 | 33,02 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:43 | 7,70 | 1011,88 | 5,49 | 71,25 | 29,23 | 30,79 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:43 | 7,73 | 1020,70 | 5,49 | 21,27 | 29,25 | 30,99 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:43 | 7,74 | 1021,80 | 5,34 | 69,39 | 29,29 | 31,07 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:43 | 7,79 | 1029,73 | 5,32 | 69,75 | 29,86 | 31,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:43 | 7,81 | 1032,46 | 5,21 | 68,53 | 30,05 | 31,83 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:43 | 7,83 | 1034,26 | 5,21 | 68,61 | 30,13 | 32,31 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:43 | 7,88 | 1037,25 | 5,17 | 69,14 | 31,12 | 31,61 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-89. Resultados de Campo. Punto 13-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:30 | 7,75 | 850,62 | 8,15 | 106,21 | 29,76 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:30 | 7,76 | 852,73 | 8,15 | 106,41 | 29,88 | 31,35 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:30 | 7,88 | 855,61 | 8,08 | 105,79 | 30,05 | 31,48 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:30 | 7,92 | 857,95 | 8,05 | 106,96 | 30,99 | 31,77 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:30 | 7,93 | 858,11 | 8,04 | 106,83 | 30,99 | 32,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:30 | 7,95 | 861,91 | 7,82 | 104,55 | 31,37 | 32,73 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:30 | 8,09 | 863,03 | 7,79 | 104,52 | 31,60 | 33,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:40 | 7,68 | 845,61 | 8,14 | 105,07 | 29,16 | 30,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:40 | 7,72 | 848,14 | 8,10 | 104,58 | 29,17 | 30,83 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:40 | 7,81 | 848,95 | 8,06 | 104,55 | 29,46 | 31,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:40 | 7,86 | 858,89 | 7,93 | 103,75 | 29,99 | 31,46 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:40 | 7,96 | 860,51 | 7,89 | 103,41 | 30,10 | 32,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:40 | 8,05 | 864,67 | 7,81 | 102,39 | 30,11 | 33,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:40 | 8,07 | 868,49 | 7,79 | 102,39 | 30,27 | 33,13 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:15 | 7,73 | 853,22 | 8,10 | 104,33 | 29,02 | 30,13 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:15 | 7,76 | 856,72 | 8,02 | 103,61 | 29,20 | 30,83 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:15 | 7,78 | 863,28 | 7,98 | 103,74 | 29,59 | 31,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:15 | 7,79 | 863,75 | 7,87 | 103,75 | 30,47 | 31,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:15 | 7,89 | 865,50 | 7,87 | 104,40 | 30,87 | 32,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:15 | 7,89 | 865,85 | 7,86 | 404,58 | 31,06 | 33,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:15 | 7,93 | 868,57 | 7,84 | 104,78 | 31,35 | 33,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:27 | 7,70 | 846,97 | 8,07 | 103,91 | 29,00 | 30,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:27 | 7,74 | 847,50 | 8,13 | 103,99 | 29,04 | 30,45 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:27 | 7,76 | 854,69 | 7,98 | 103,00 | 29,14 | 30,99 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:27 | 7,83 | 855,51 | 7,97 | 103,43 | 29,48 | 32,01 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:27 | 7,85 | 857,67 | 7,94 | 103,81 | 29,95 | 32,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:27 | 7,87 | 860,74 | 7,99 | 104,66 | 30,47 | 32,56 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:27 | 7,88 | 861,57 | 7,87 | 104,72 | 31,07 | 33,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:37 | 7,69 | 843,89 | 8,18 | 105,95 | 29,38 | 30,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:37 | 7,71 | 845,66 | 8,12 | 106,06 | 29,90 | 30,89 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:37 | 7,74 | 849,50 | 8,10 | 107,32 | 30,81 | 30,99 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:37 | 7,76 | 856,60 | 8,06 | 106,93 | 30,89 | 31,83 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:37 | 7,78 | 860,23 | 8,04 | 106,98 | 31,08 | 32,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:37 | 7,79 | 866,07 | 7,92 | 105,97 | 31,43 | 32,32 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:37 | 7,82 | 866,44 | 7,86 | 105,26 | 31,48 | 32,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-90. Resultados de Campo. Punto 14-Ciénaga de Luruaco.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DICIEMBRE 12 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:36 | 8,47 | 829,70 | 7,98 | 104,35 | 29,96 | 30,12 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:36 | 8,44 | 831,15 | 7,89 | 103,20 | 29,97 | 31,36 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:36 | 8,48 | 832,25 | 7,80 | 102,40 | 30,20 | 31,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:36 | 8,50 | 835,58 | 7,72 | 101,57 | 30,33 | 31,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:36 | 8,51 | 835,83 | 7,71 | 101,46 | 30,34 | 32,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:36 | 8,52 | 844,17 | 7,63 | 101,83 | 31,24 | 32,74 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:36 | 8,56 | 844,58 | 7,59 | 101,96 | 31,66 | 33,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 13 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:44 | 8,39 | 831,81 | 7,99 | 103,17 | 29,19 | 30,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:44 | 8,42 | 832,30 | 7,94 | 102,58 | 29,20 | 30,84 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:44 | 8,44 | 835,07 | 7,93 | 105,63 | 31,14 | 31,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:44 | 8,46 | 837,89 | 7,82 | 104,41 | 31,28 | 31,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:44 | 8,54 | 841,26 | 7,68 | 102,60 | 31,31 | 32,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:44 | 8,56 | 844,00 | 7,62 | 102,27 | 31,60 | 33,22 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:44 | 8,58 | 847,96 | 7,61 | 102,21 | 31,65 | 33,14 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 14 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:19 | 8,43 | 836,63 | 7,96 | 103,53 | 29,62 | 30,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:19 | 8,44 | 837,07 | 7,89 | 102,79 | 29,72 | 30,85 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:19 | 8,46 | 837,18 | 7,87 | 103,05 | 30,04 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:19 | 8,47 | 837,90 | 7,87 | 103,12 | 30,08 | 31,52 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:19 | 8,47 | 837,97 | 7,69 | 101,91 | 30,79 | 32,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:19 | 8,49 | 839,33 | 7,68 | 102,19 | 31,05 | 33,08 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:19 | 8,50 | 841,51 | 7,67 | 102,55 | 31,36 | 33,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 15 DE 2016 | Alicuota 1 | 08:31 | 8,43 | 835,17 | 7,95 | 102,92 | 29,33 | 30,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:31 | 8,47 | 837,19 | 7,92 | 103,73 | 30,06 | 30,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:31 | 8,50 | 837,26 | 7,92 | 104,70 | 30,65 | 30,98 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:31 | 8,53 | 838,10 | 7,88 | 104,29 | 30,72 | 32,04 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:31 | 8,54 | 839,52 | 7,85 | 103,93 | 30,74 | 32,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:31 | 8,56 | 841,99 | 7,83 | 103,71 | 30,77 | 32,55 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:31 | 8,57 | 842,76 | 7,73 | 103,55 | 31,49 | 33,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| DICIEMBRE 16 DE 2016 | Alicuota 1 | 07:41 | 8,42 | 836,13 | 7,91 | 103,82 | 30,02 | 30,83 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:41 | 8,49 | 836,17 | 7,85 | 103,17 | 30,07 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:41 | 8,49 | 836,99 | 7,77 | 102,88 | 30,09 | 30,97 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:41 | 8,51 | 837,10 | 7,71 | 102,79 | 31,18 | 31,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:41 | 8,52 | 838,90 | 7,71 | 102,83 | 31,20 | 32,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:41 | 8,57 | 839,35 | 7,70 | 102,85 | 31,70 | 32,34 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:41 | 8,59 | 840,41 | 7,68 | 102,76 | 31,40 | 32,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Figura 7-153. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 1.

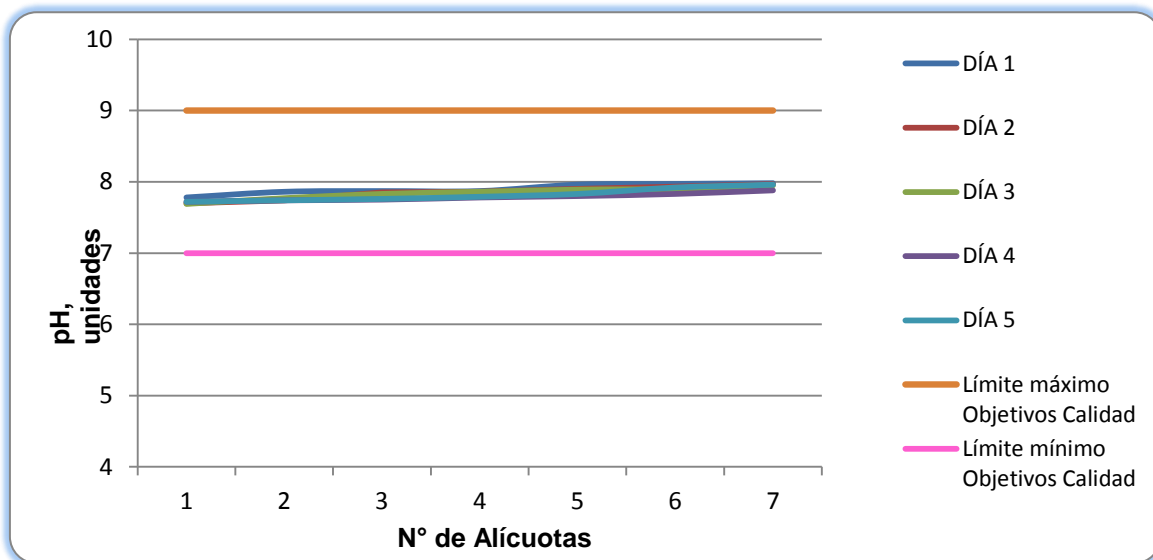


Figura 7-154. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 2.

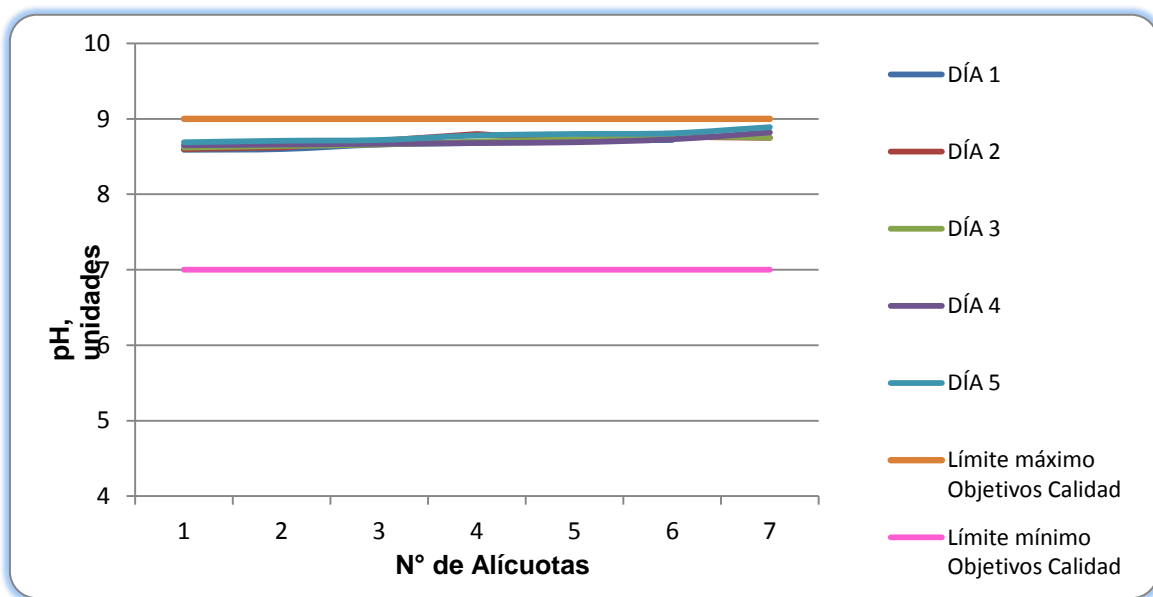


Figura 7-155. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 3.

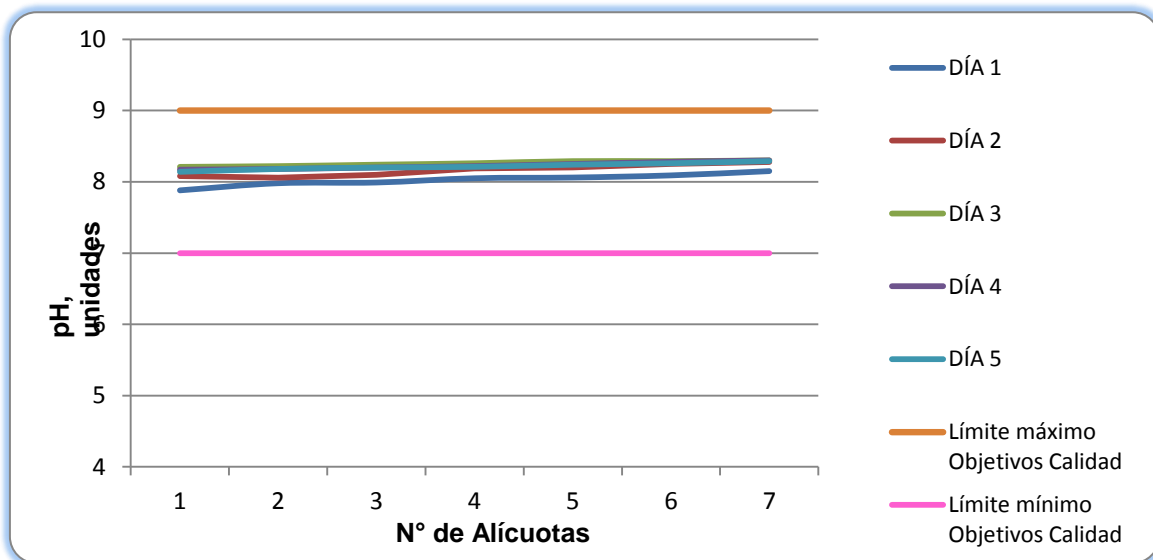


Figura 7-156. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 4.

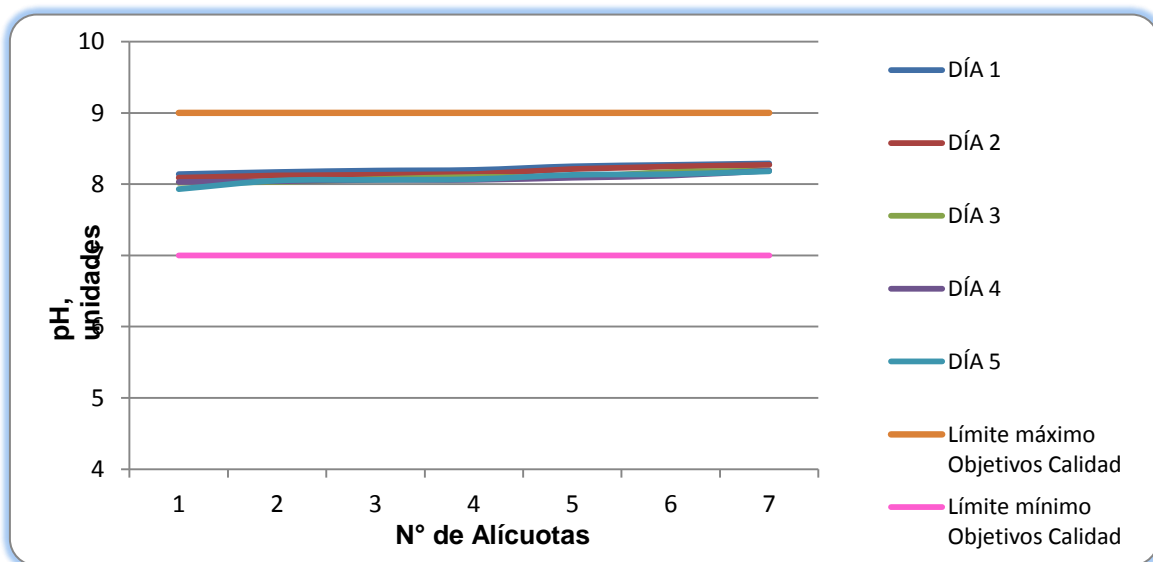


Figura 7-157. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 5.

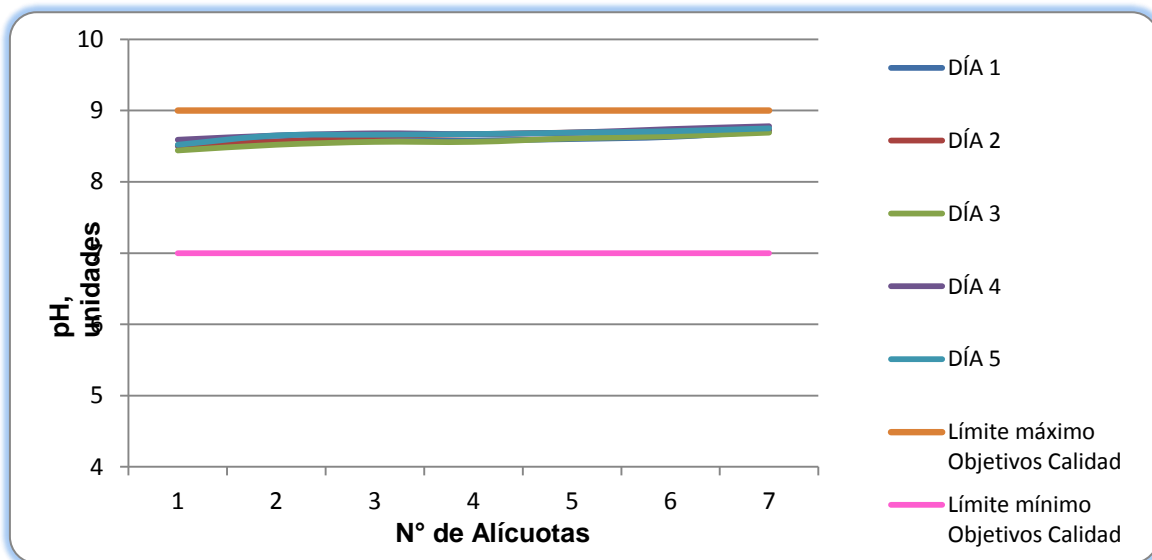


Figura 7-158. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 6.

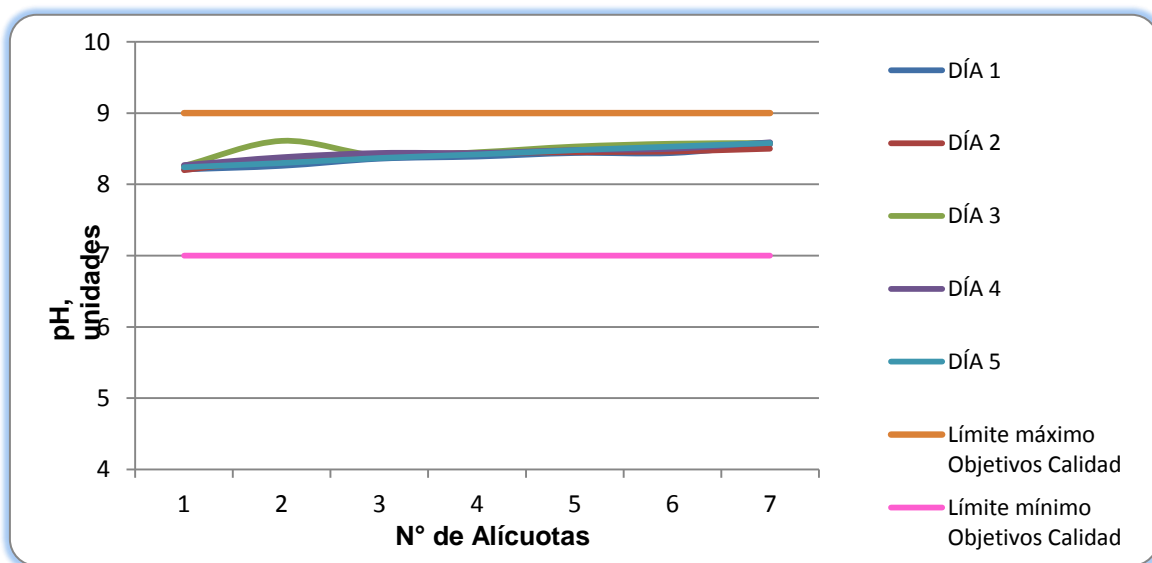


Figura 7-159. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 7.

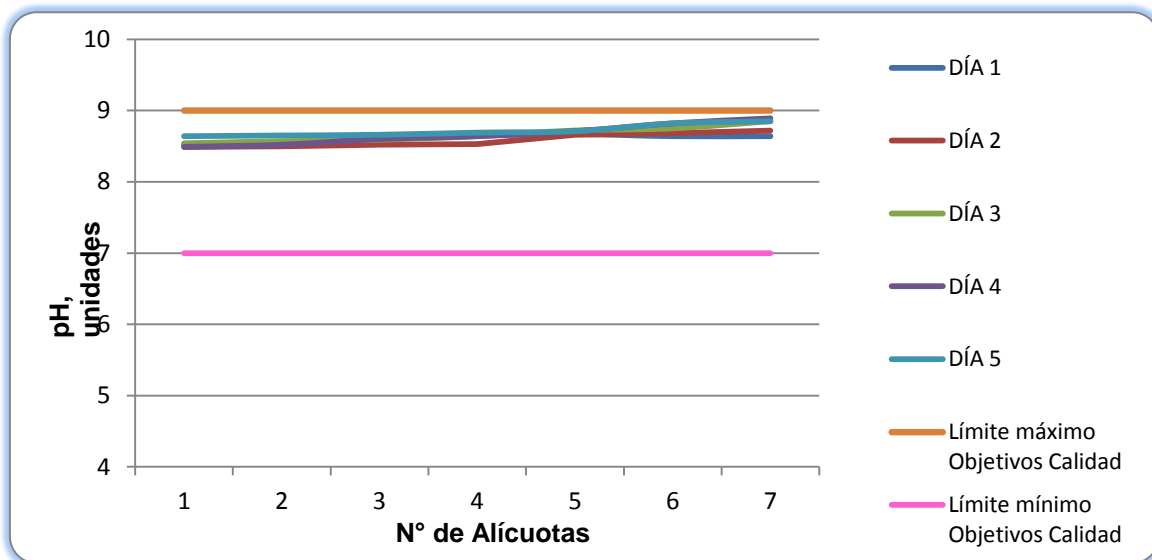


Figura 7-160. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 8.

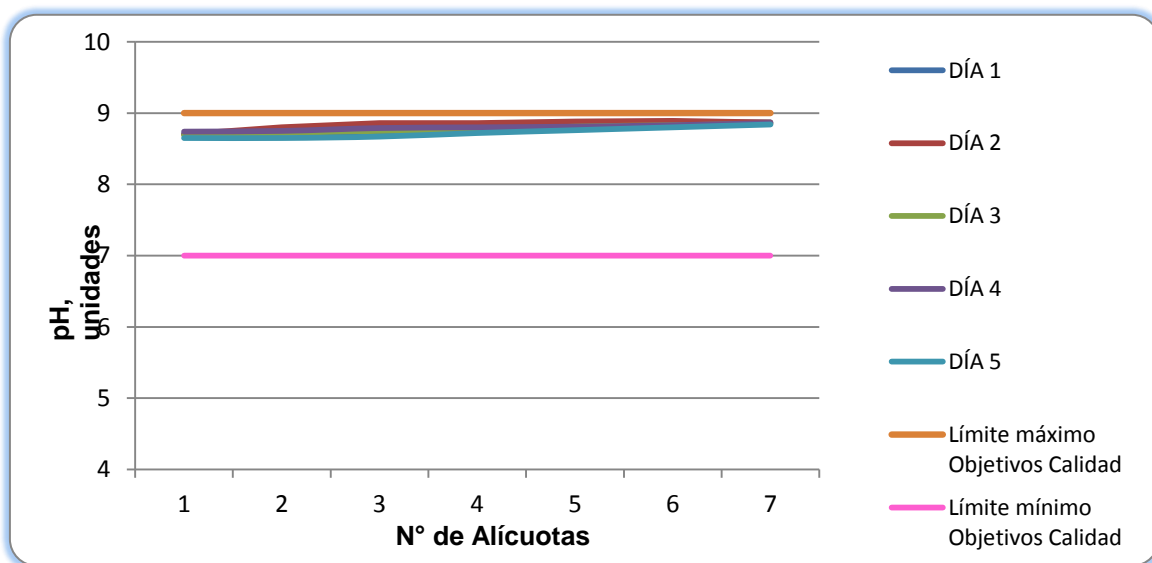


Figura 7-161. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 9.

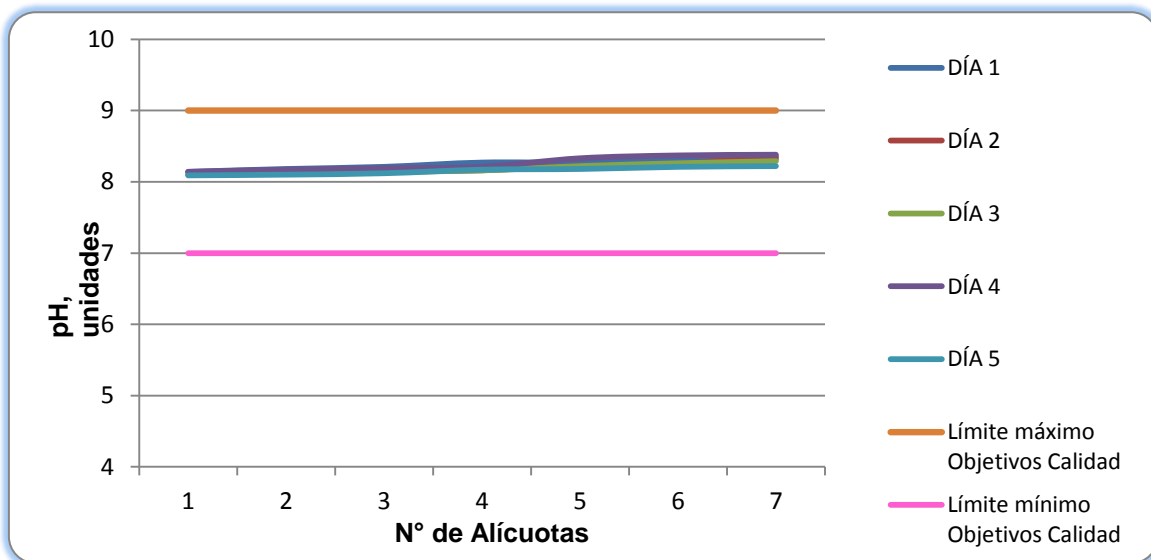


Figura 7-162. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 10.

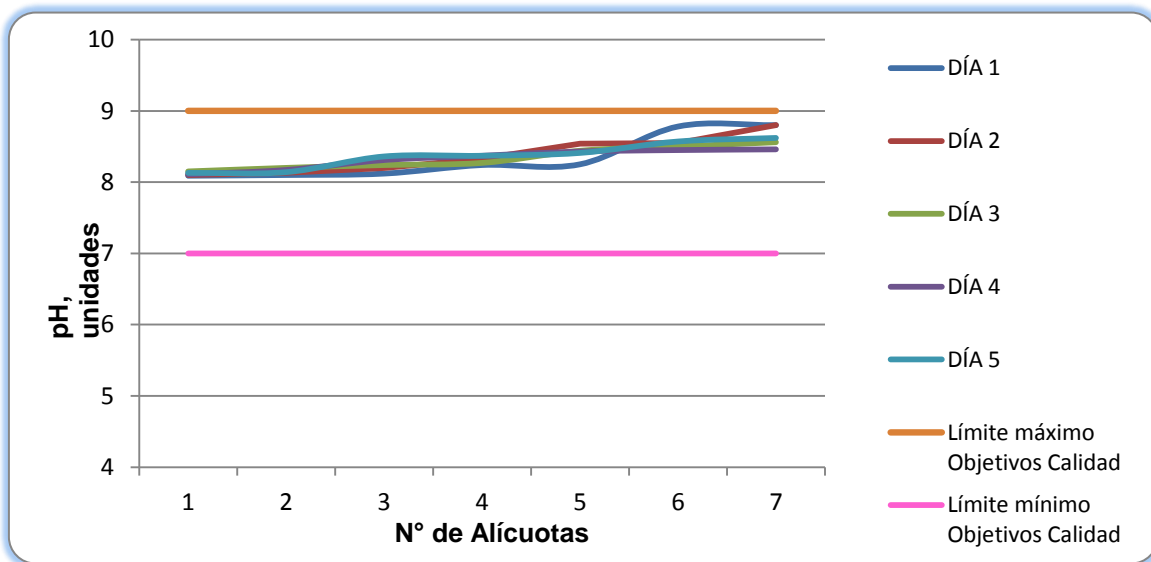


Figura 7-163. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 11.

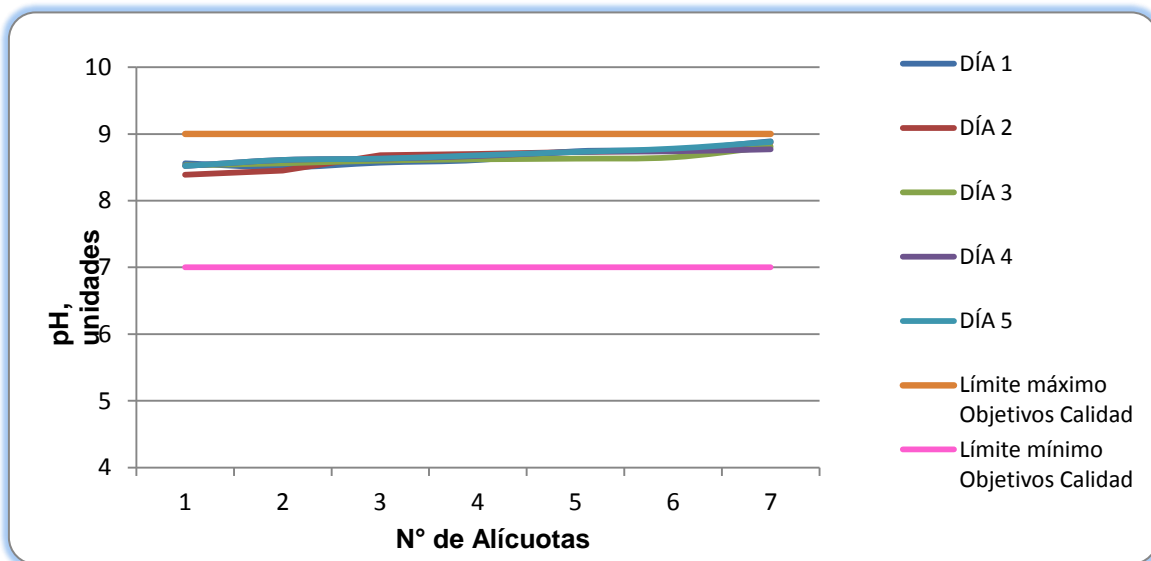


Figura 7-164. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 12.

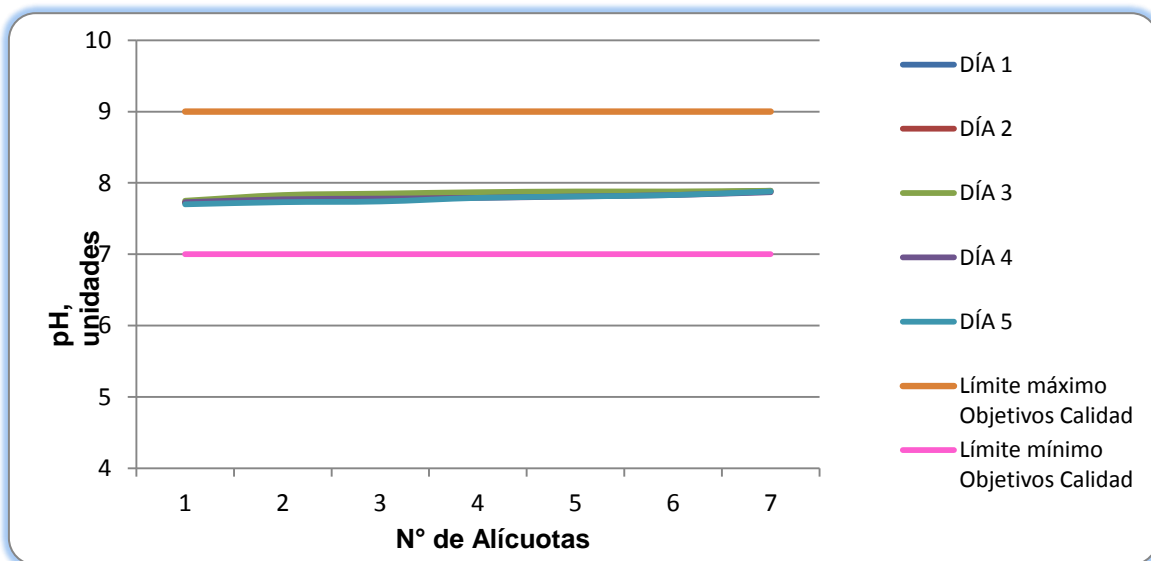


Figura 7-165. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 13.

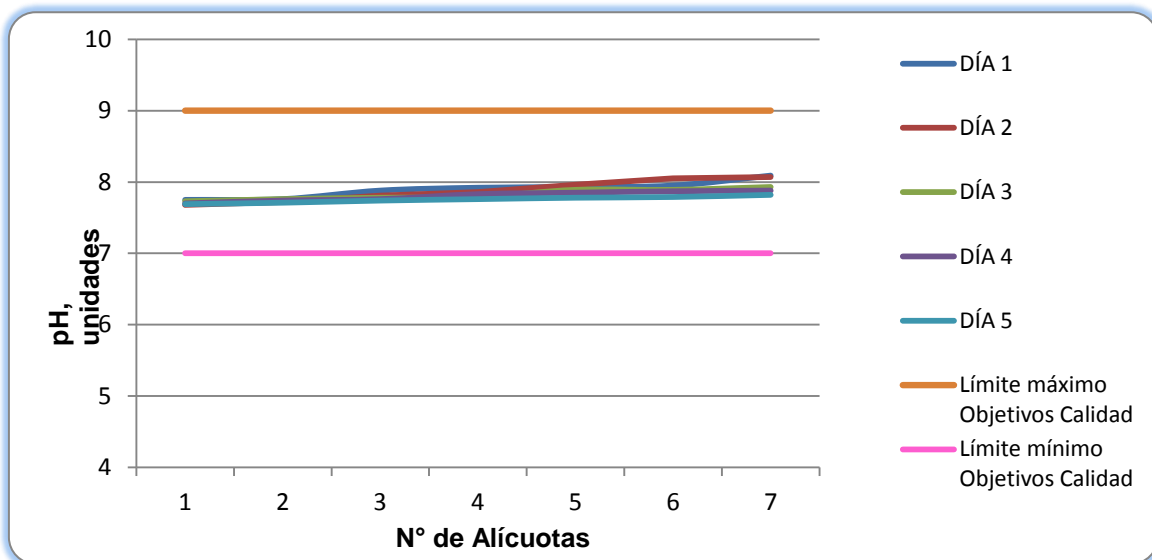


Figura 7-166. Variación de pH. Ciénaga de Luruaco. Punto 14.

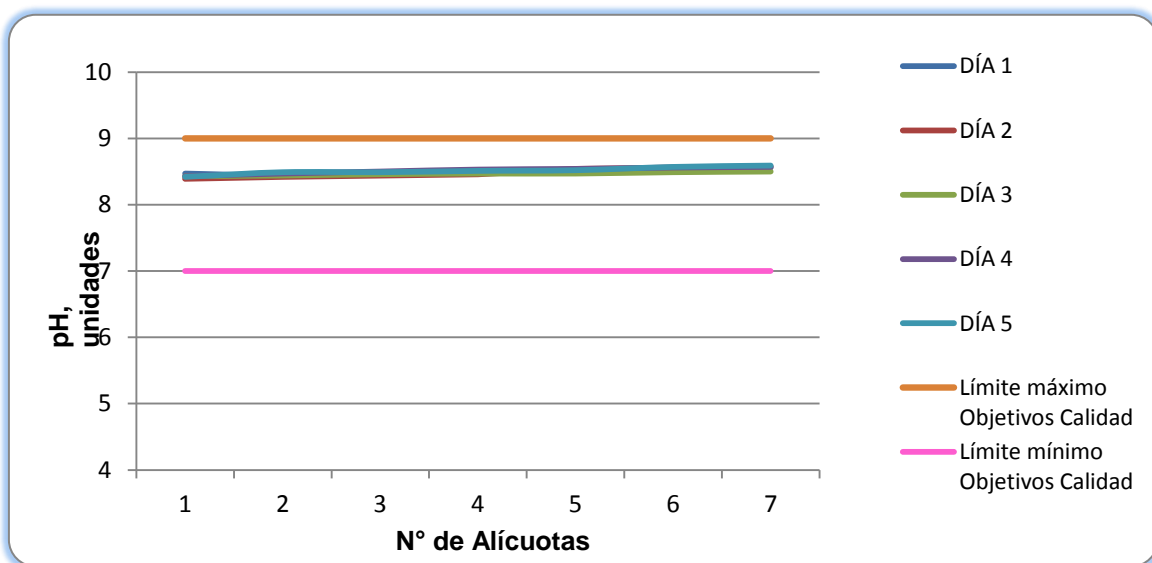


Figura 7-167. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 1.

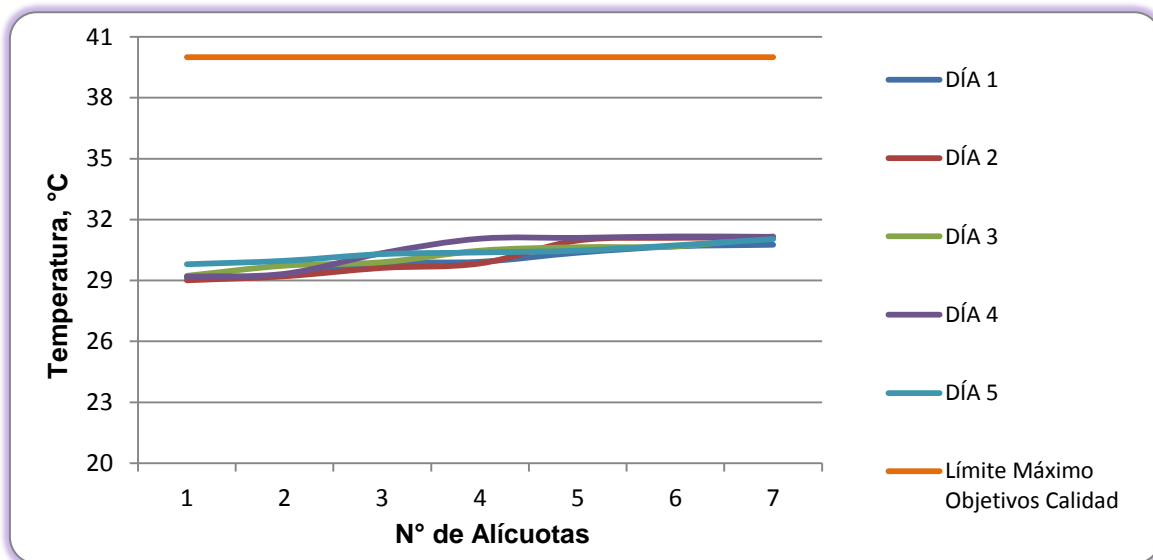


Figura 7-168. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 2.

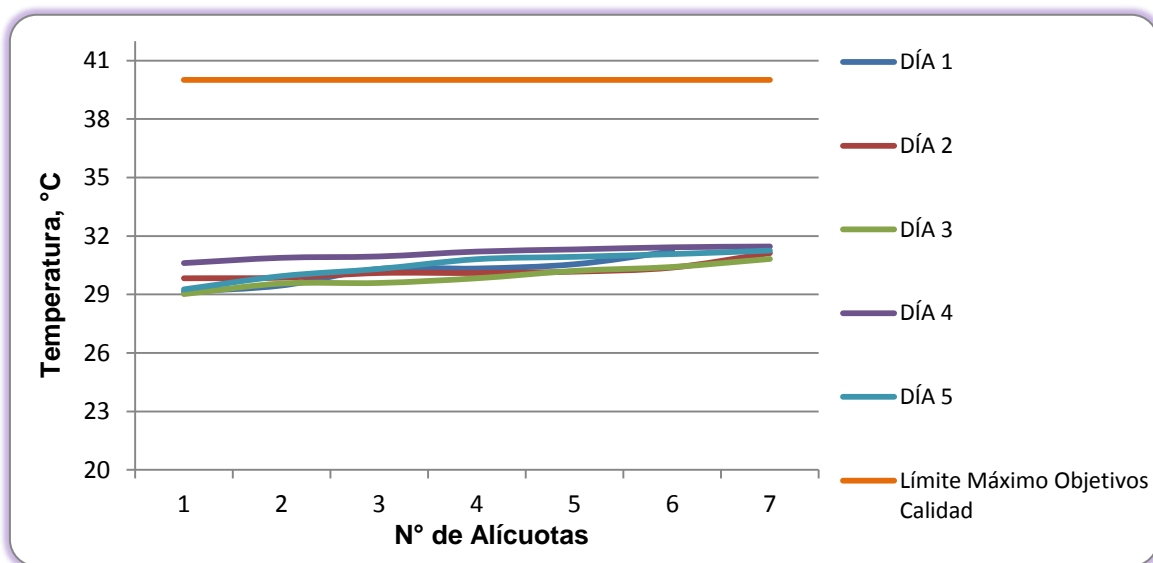


Figura 7-169. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 3.

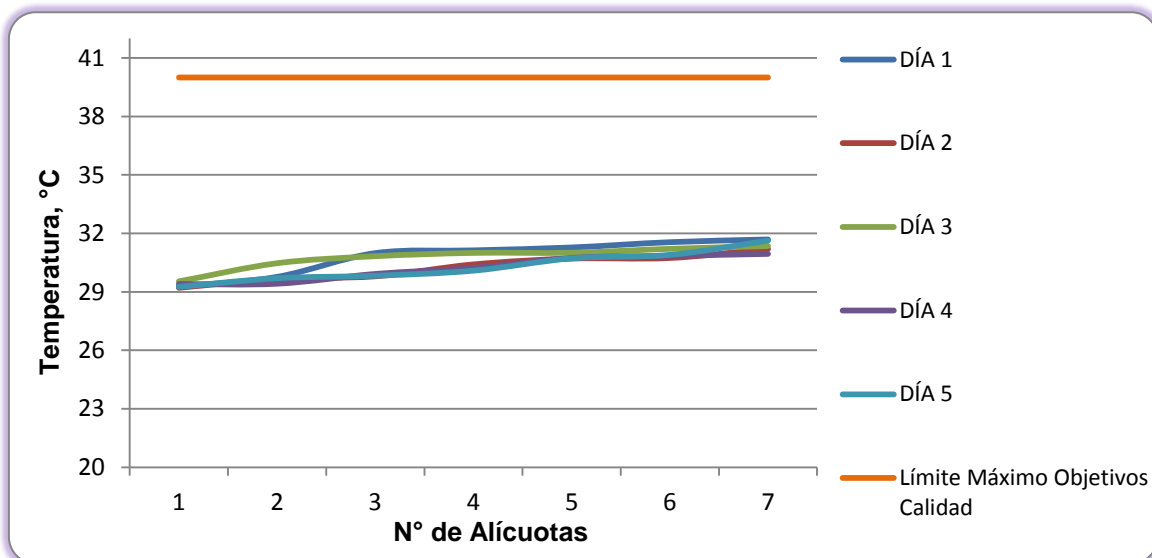


Figura 7-170. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 4.

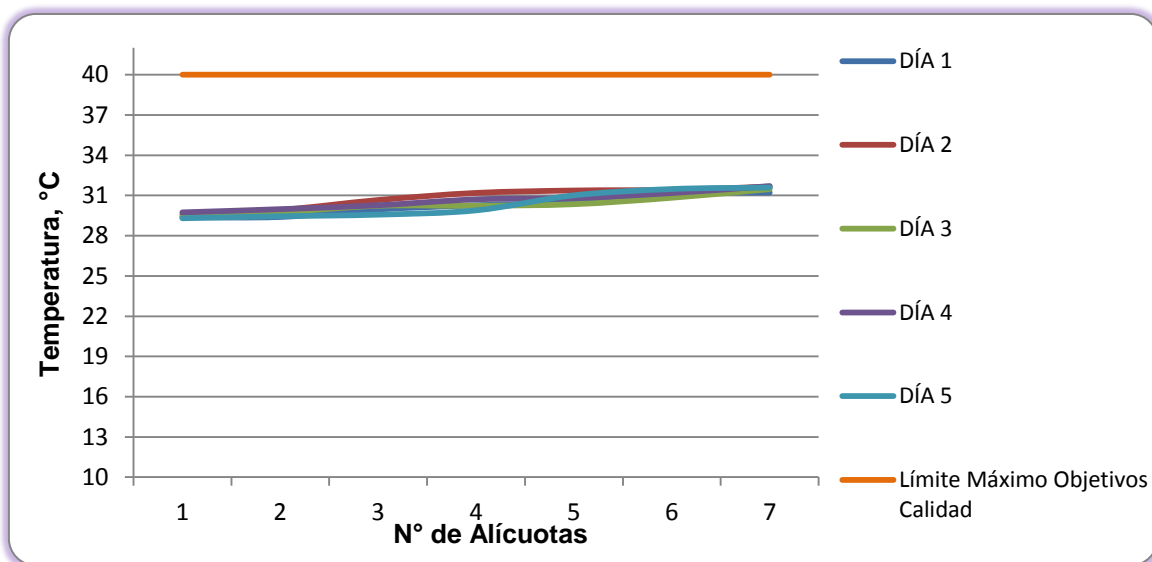


Figura 7-171. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 5.

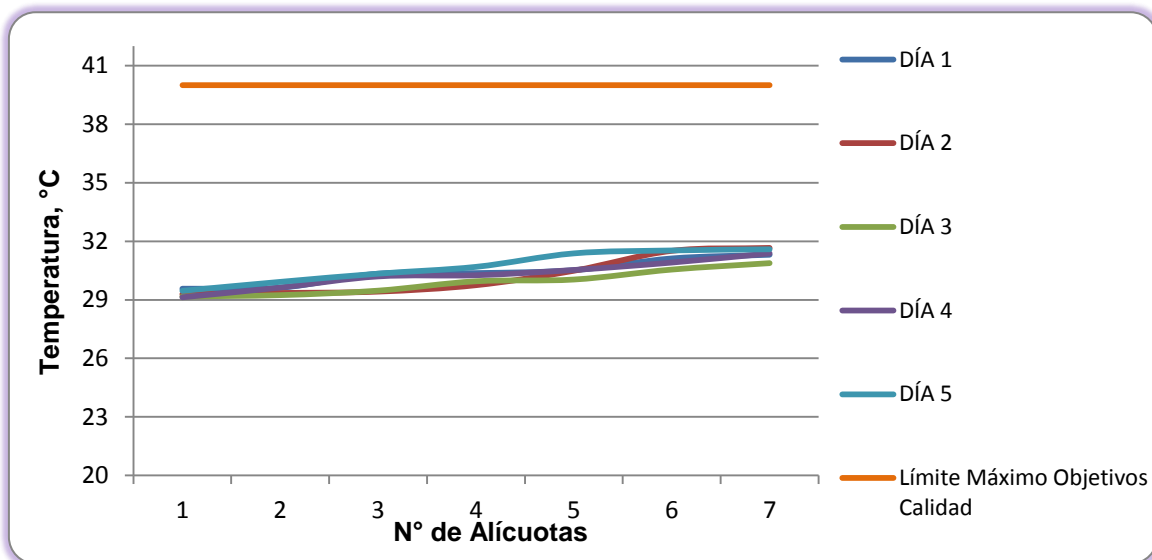


Figura 7-172. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 6.

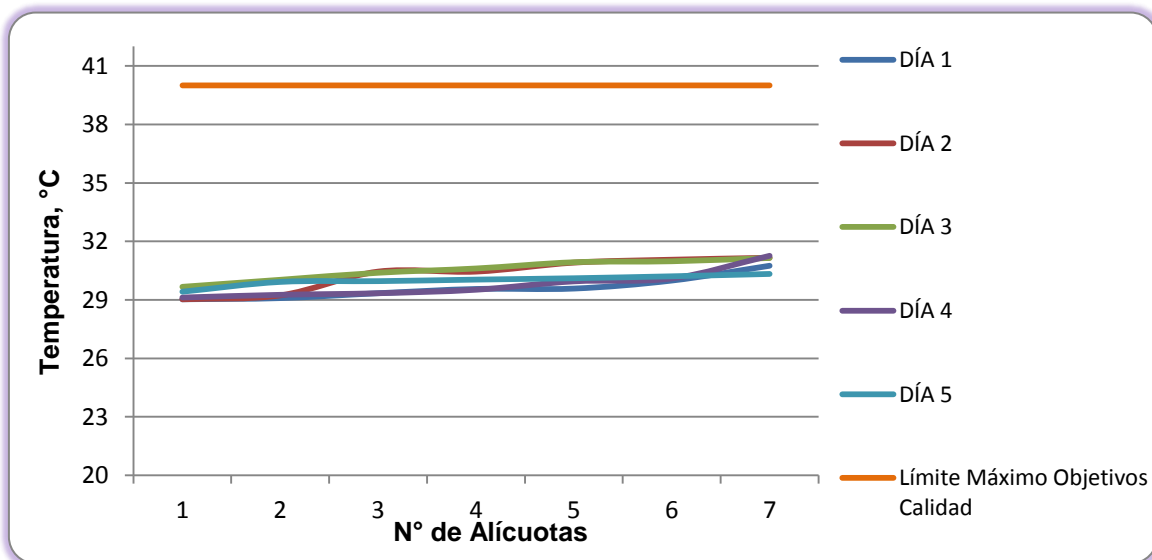


Figura 7-173. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 7.

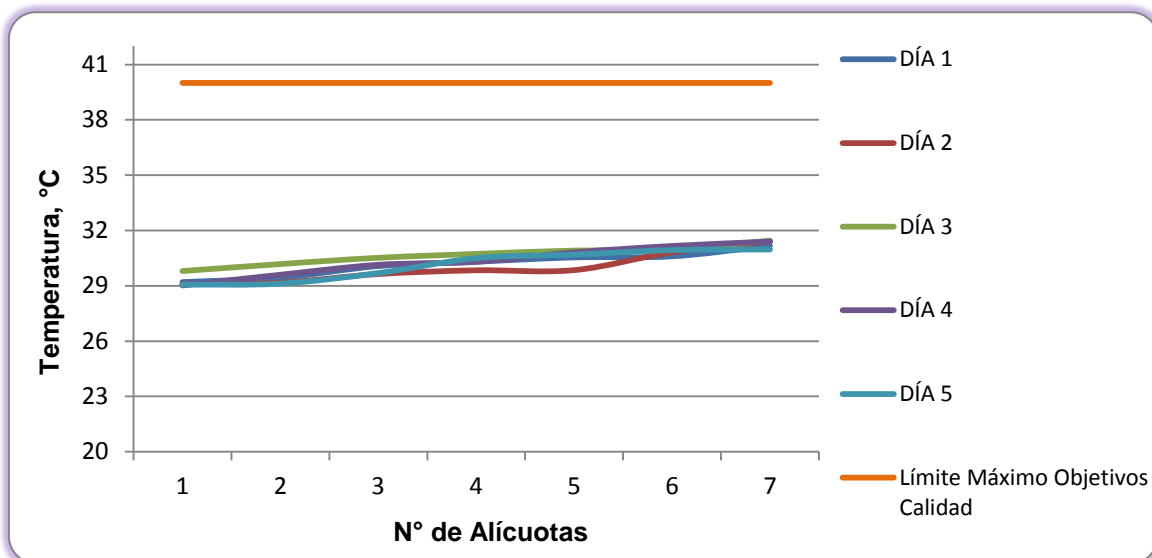


Figura 7-174. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 8.

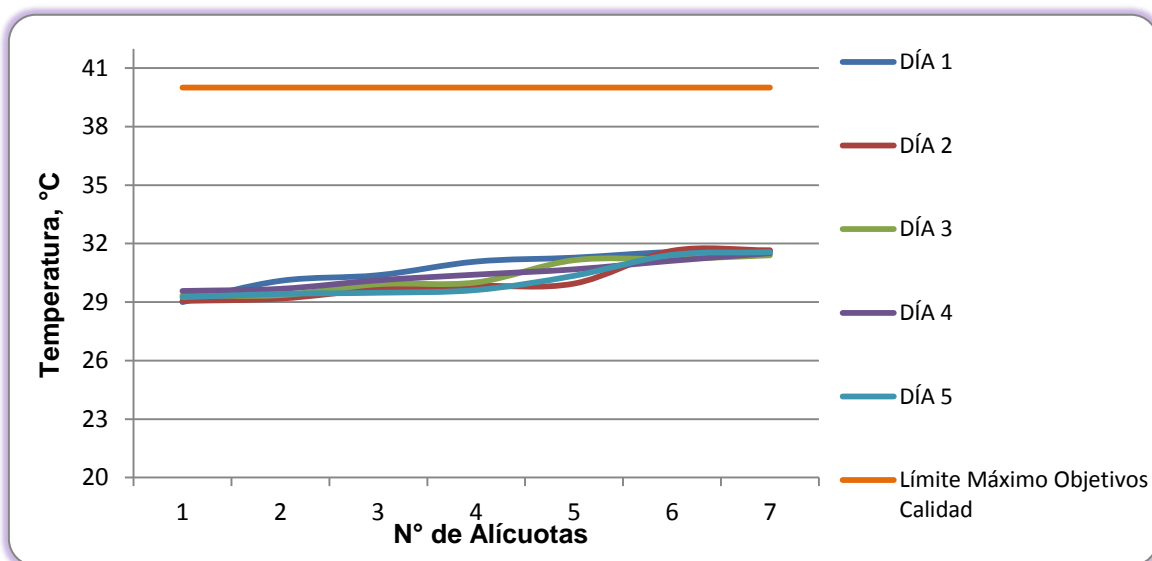


Figura 7-175. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 9.

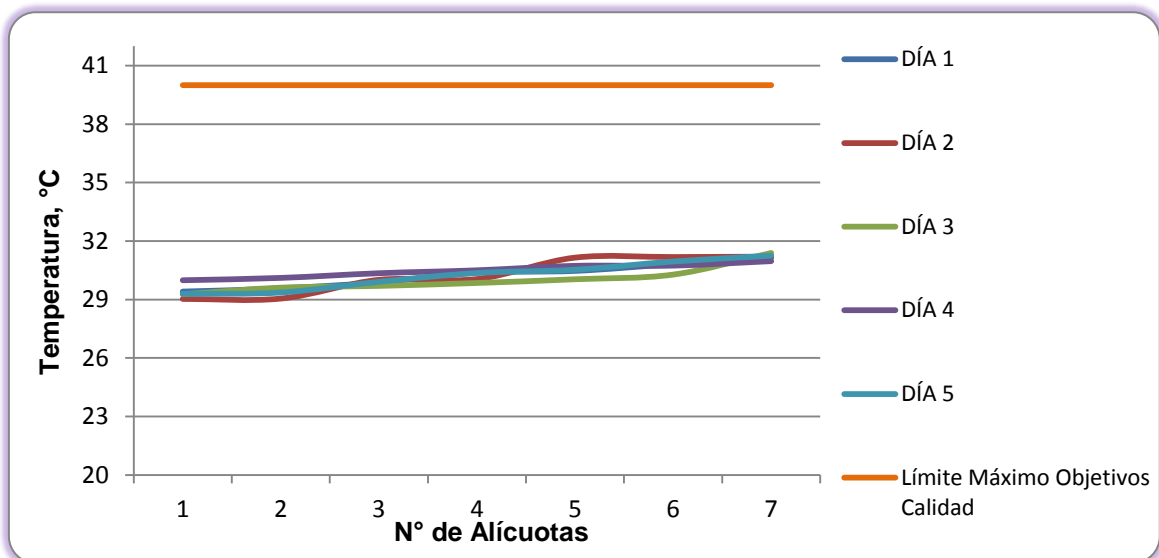


Figura 7-176. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 10.

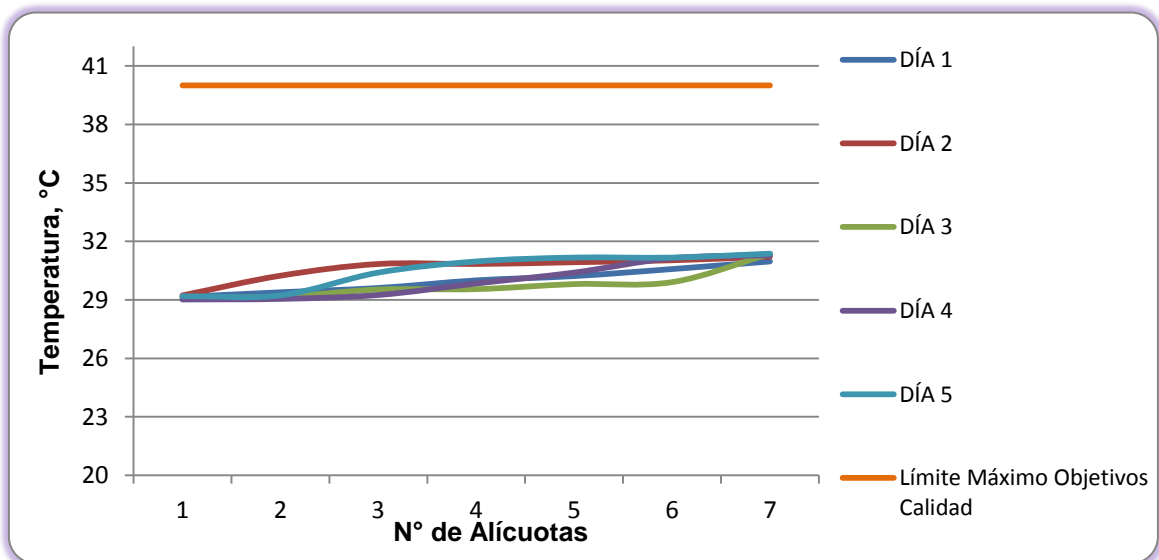


Figura 7-177. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 11.

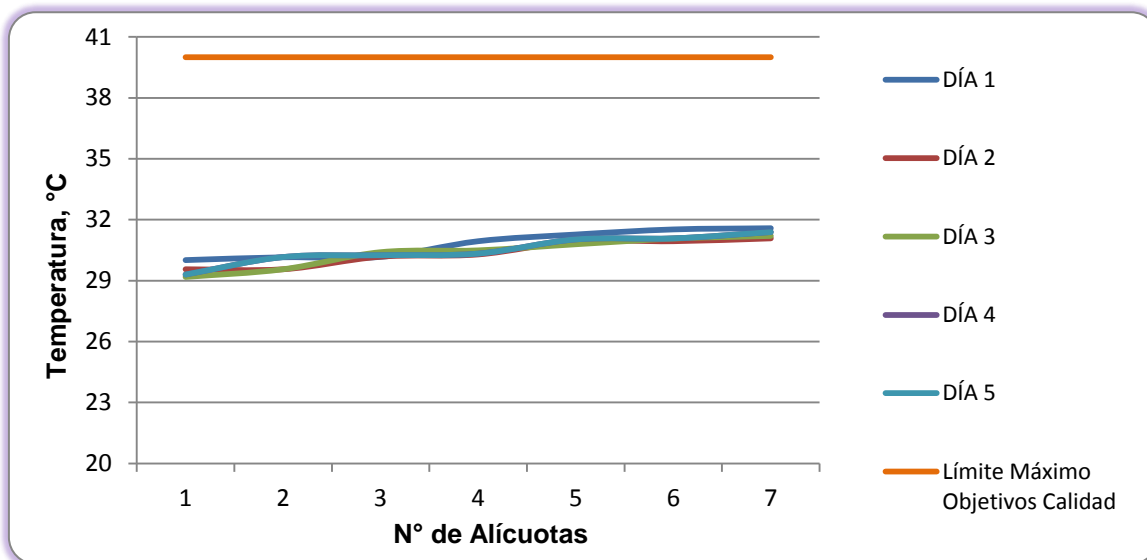


Figura 7-178. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 12.

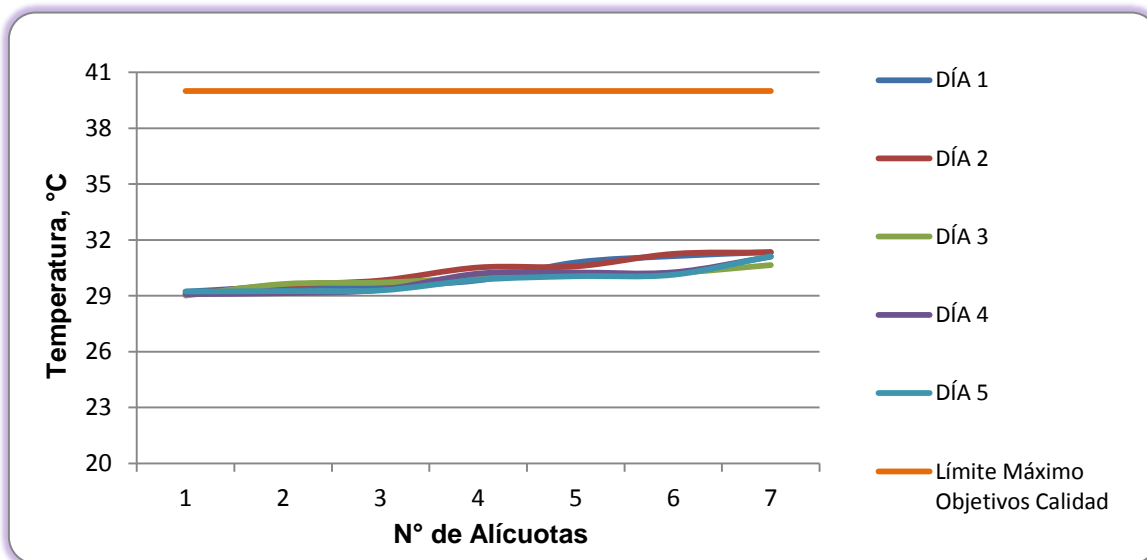


Figura 7-179. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 13.

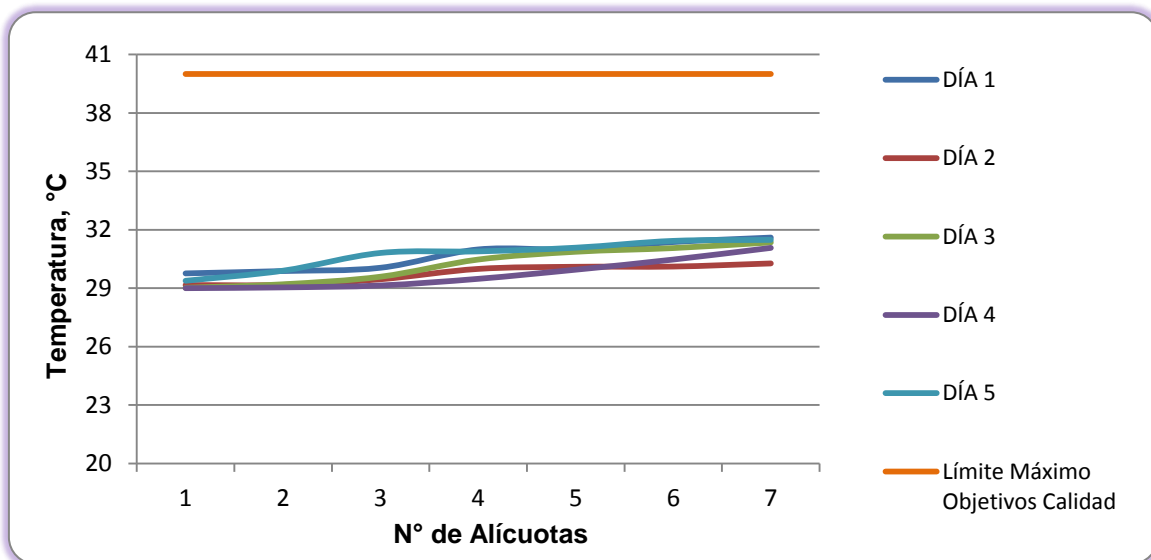


Figura 7-180. Variación de Temperatura. Ciénaga de Luruaco. Punto 14.

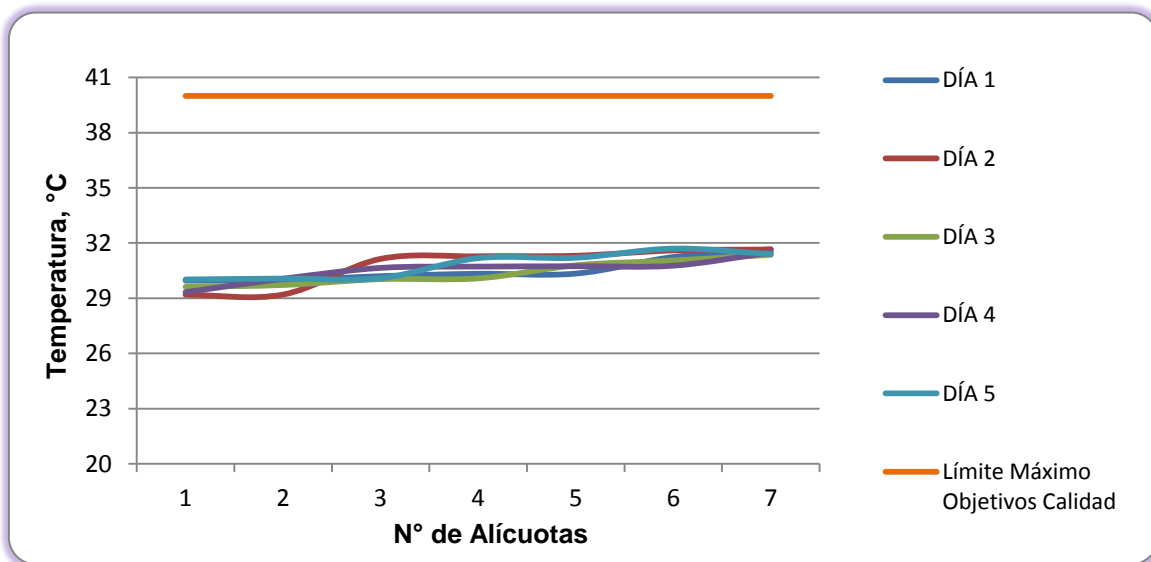


Figura 7-181. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 1.

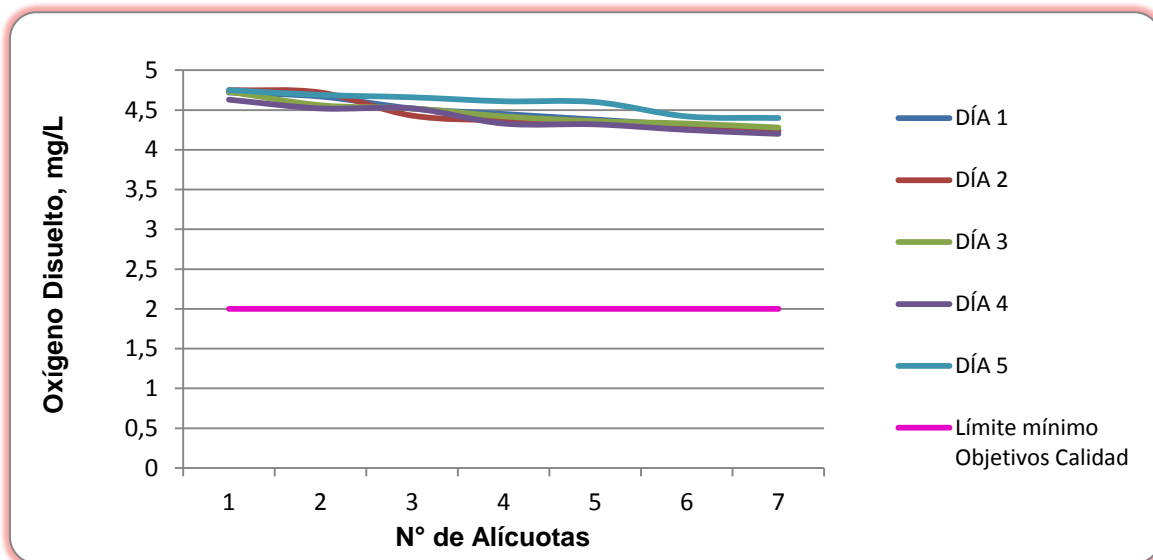


Figura 7-182. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 2.

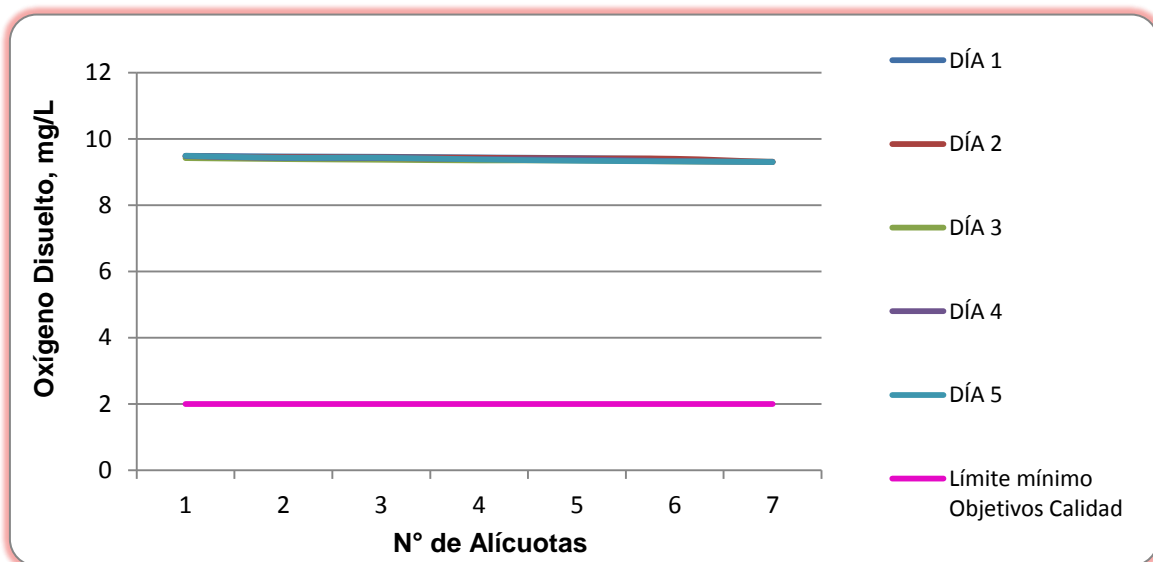


Figura 7-183. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 3.

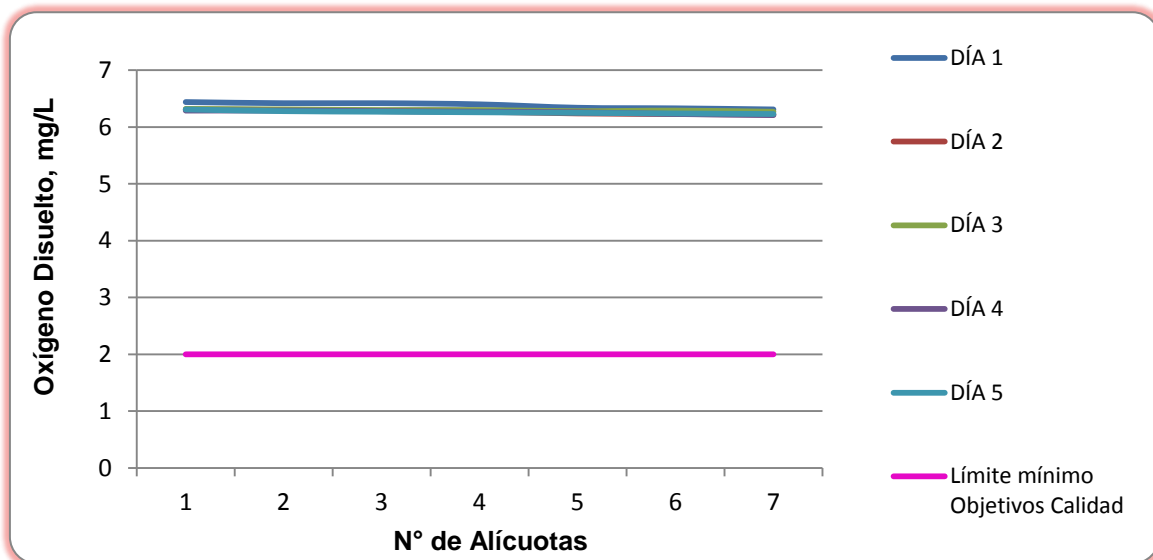


Figura 7-184. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 4.

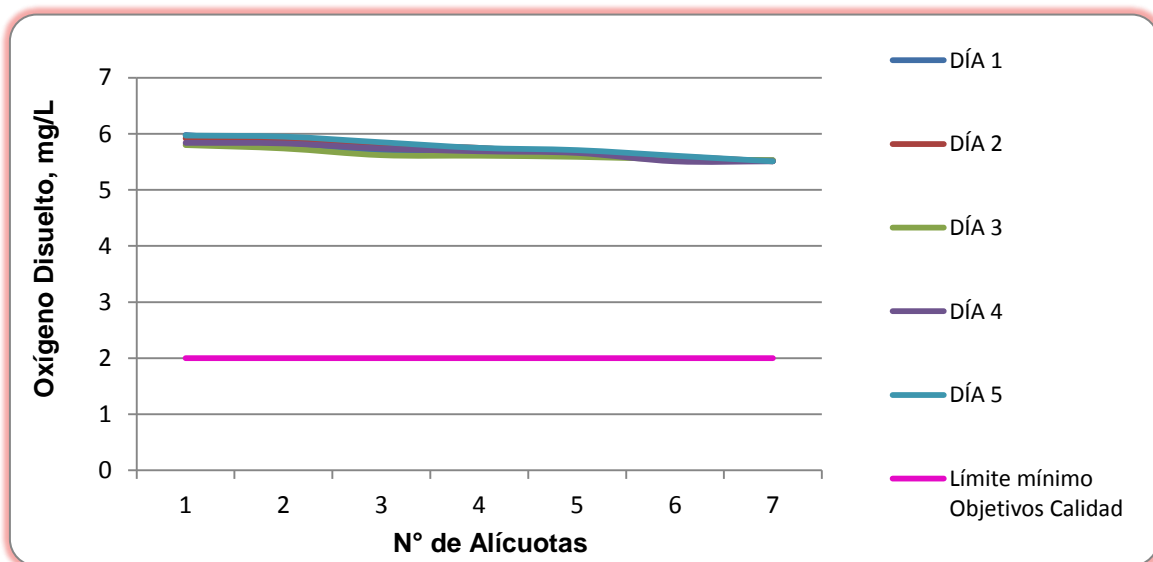


Figura 7-185. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 5.

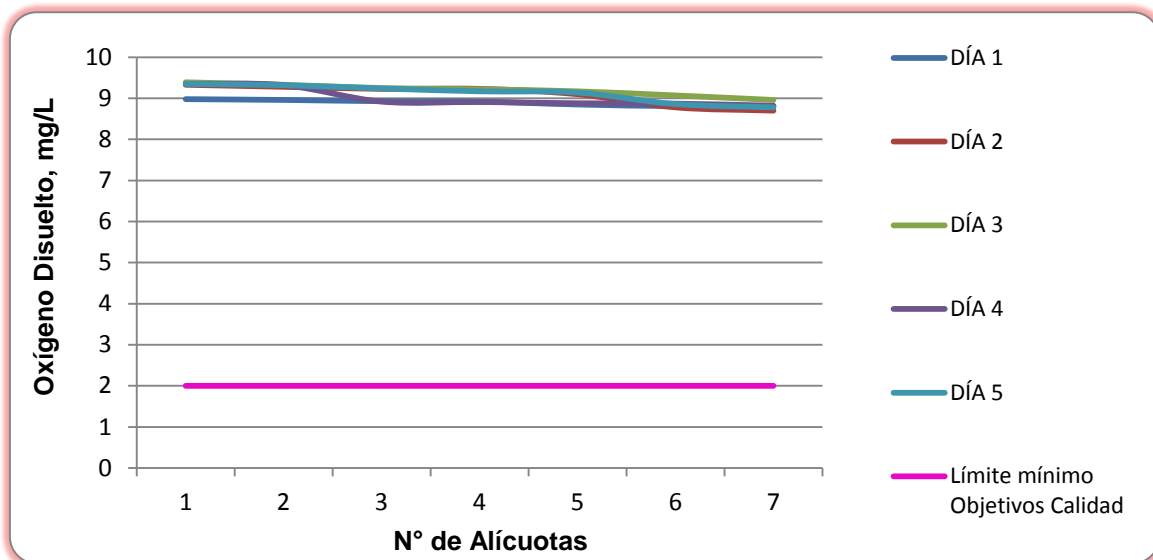


Figura 7-186. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 6.

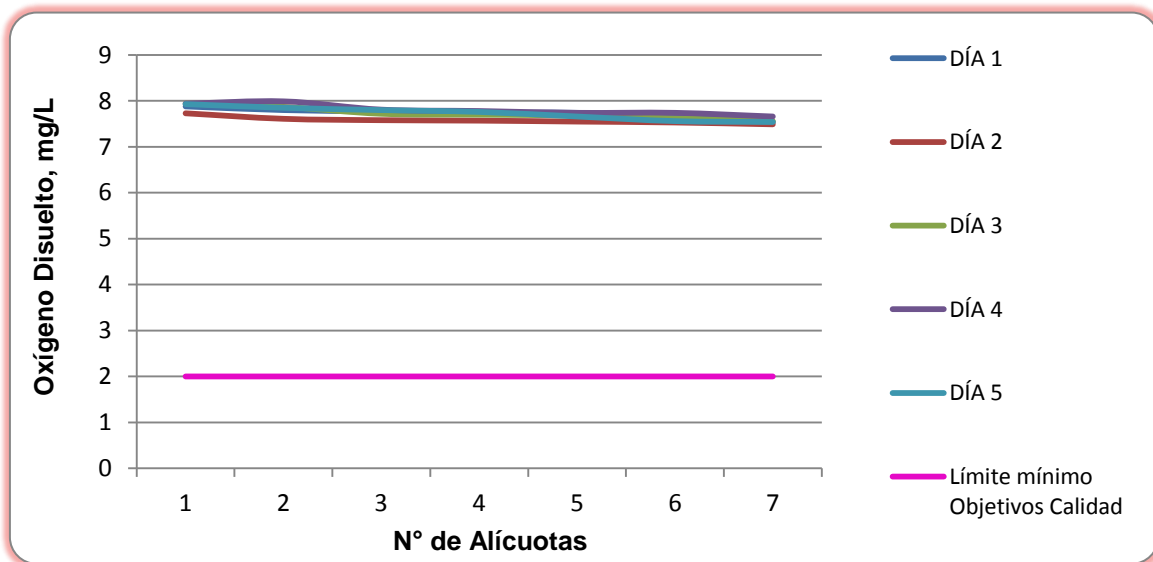


Figura 7-187. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 7

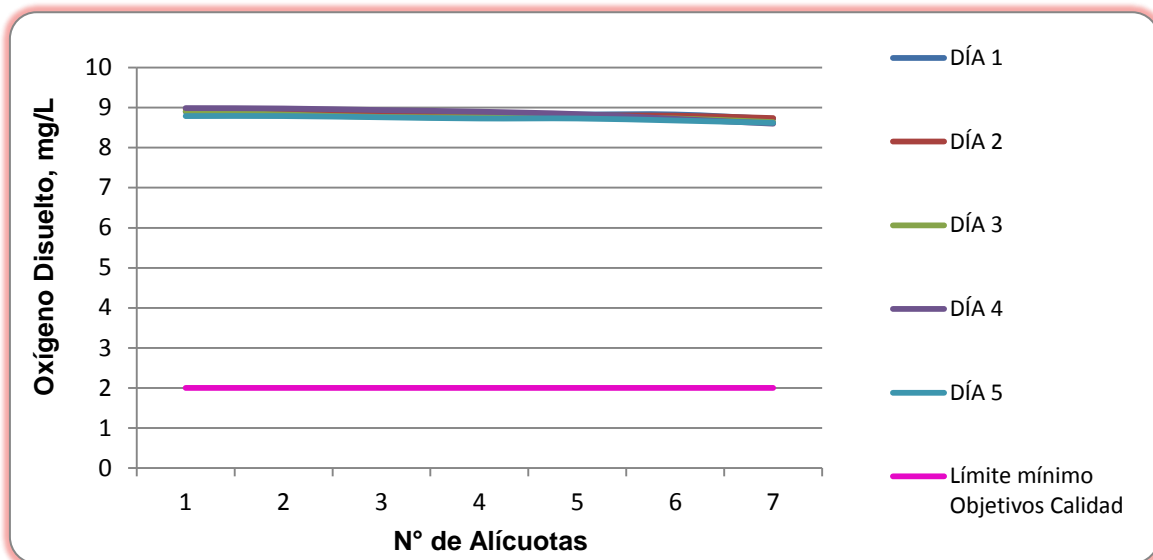


Figura 7-188. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 8.

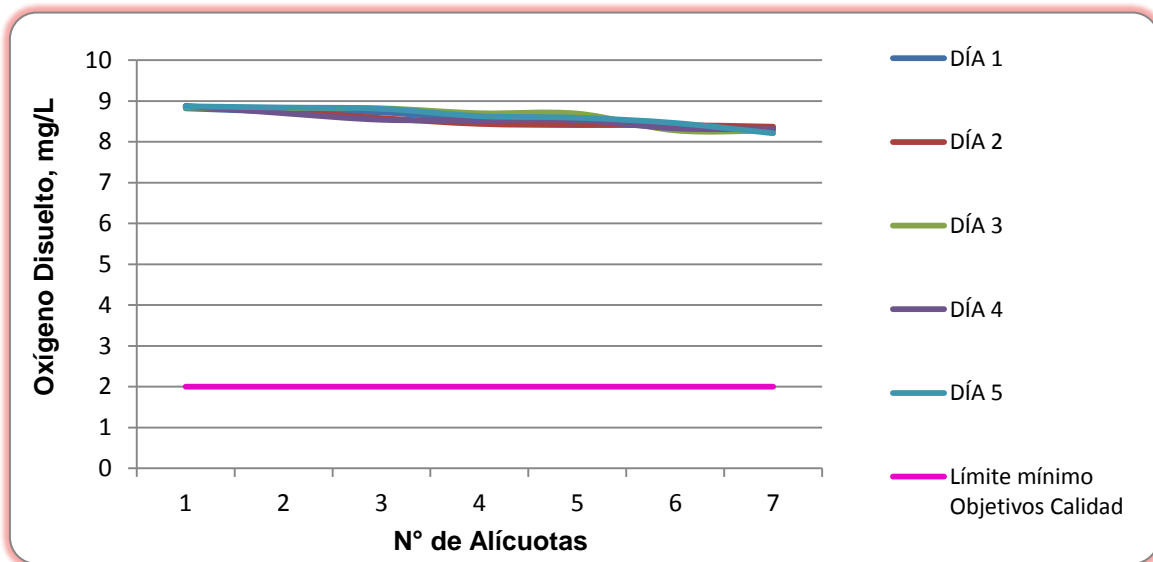


Figura 7-189. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 9.

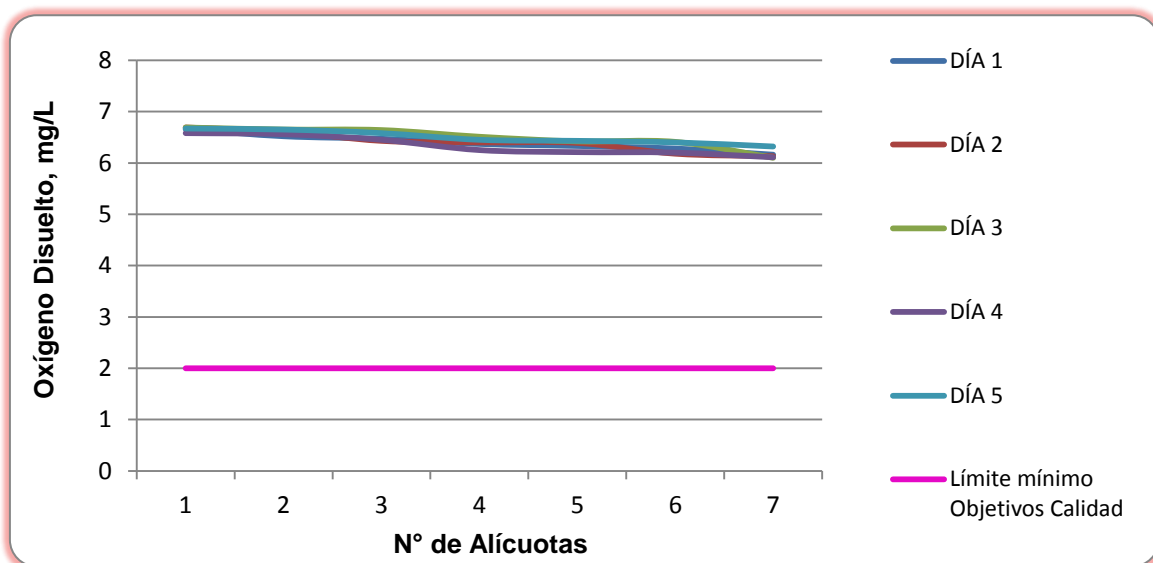


Figura 7-190. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 10.

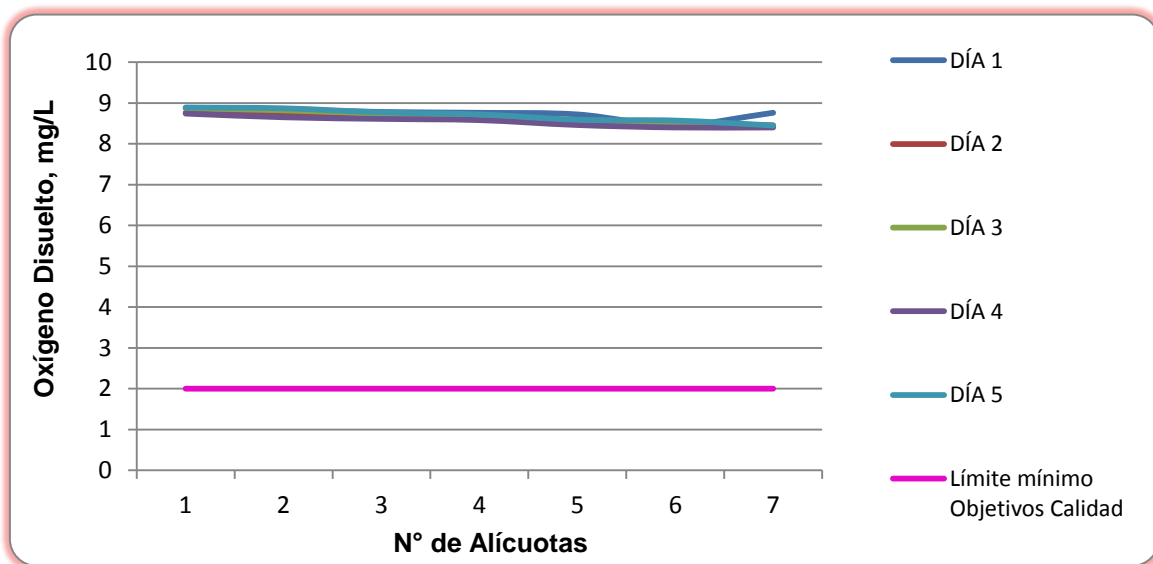


Figura 7-191. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 11.

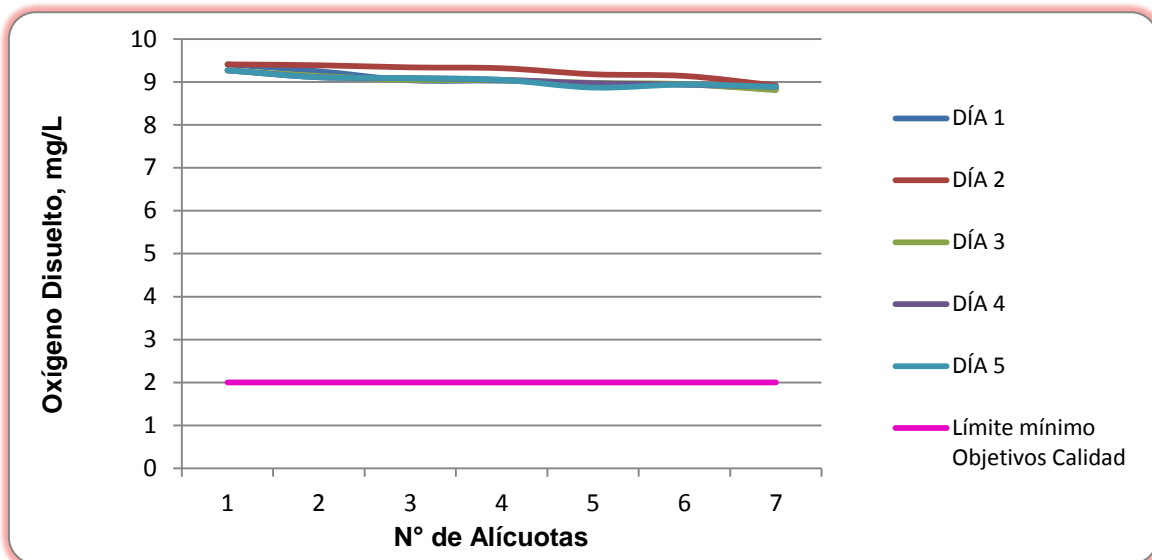


Figura 7-192. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 12.

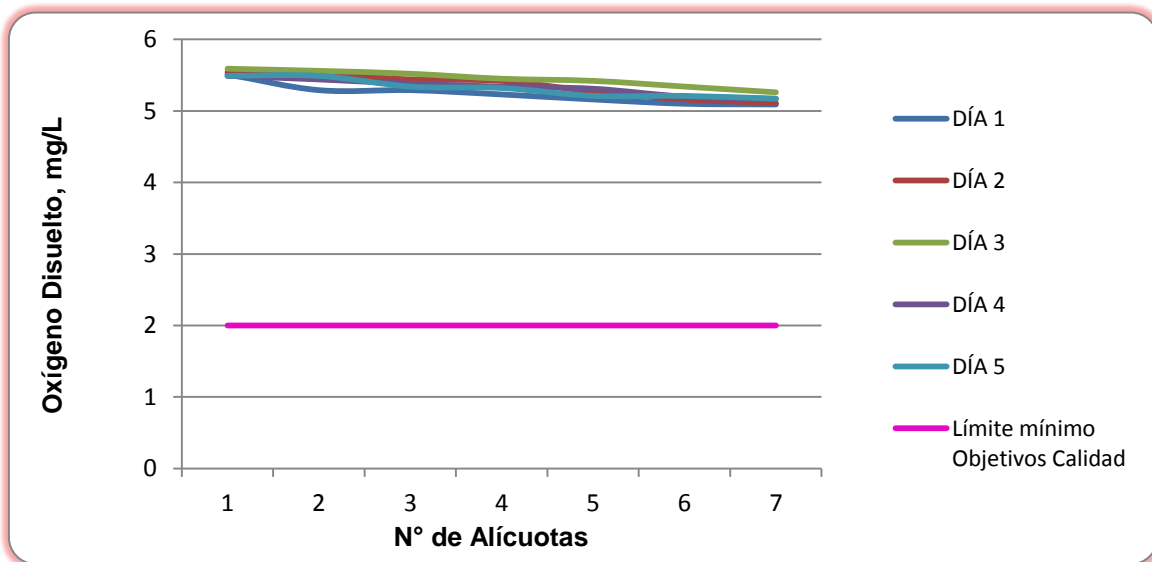


Figura 7-193. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 13.

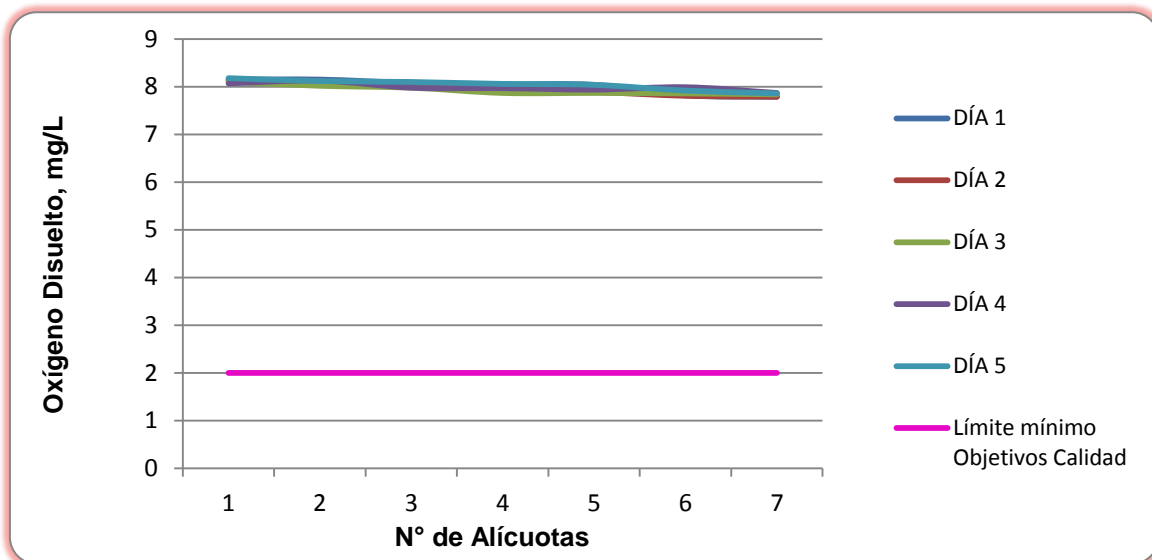


Figura 7-194. Variación de Oxígeno Disuelto. Ciénaga de Luruaco. Punto 14.

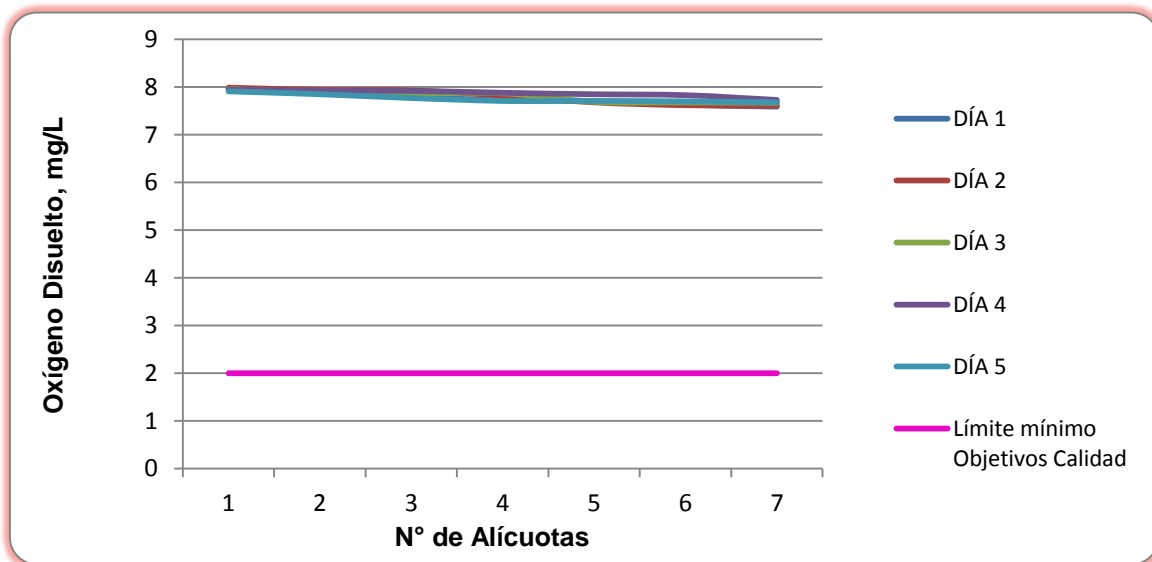


Figura 7-195. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 1.

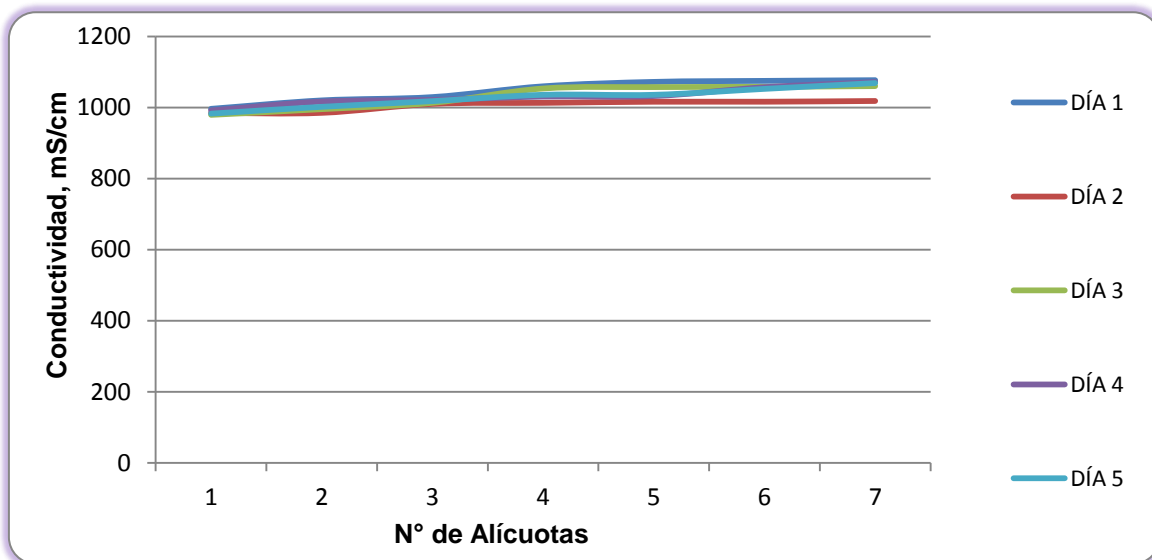


Figura 7-196. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 2.

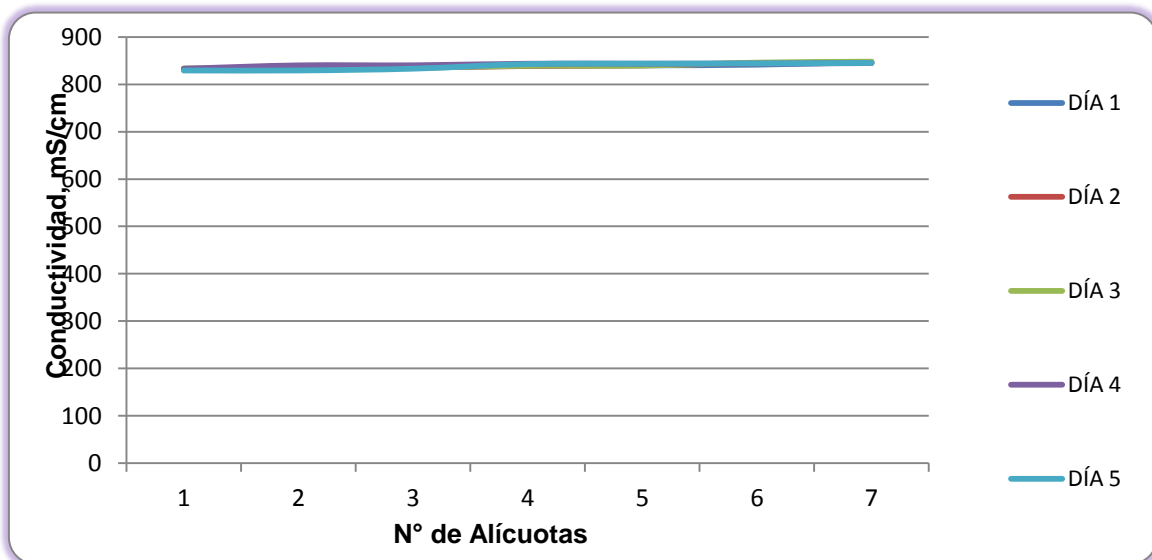


Figura 7-197. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 3.

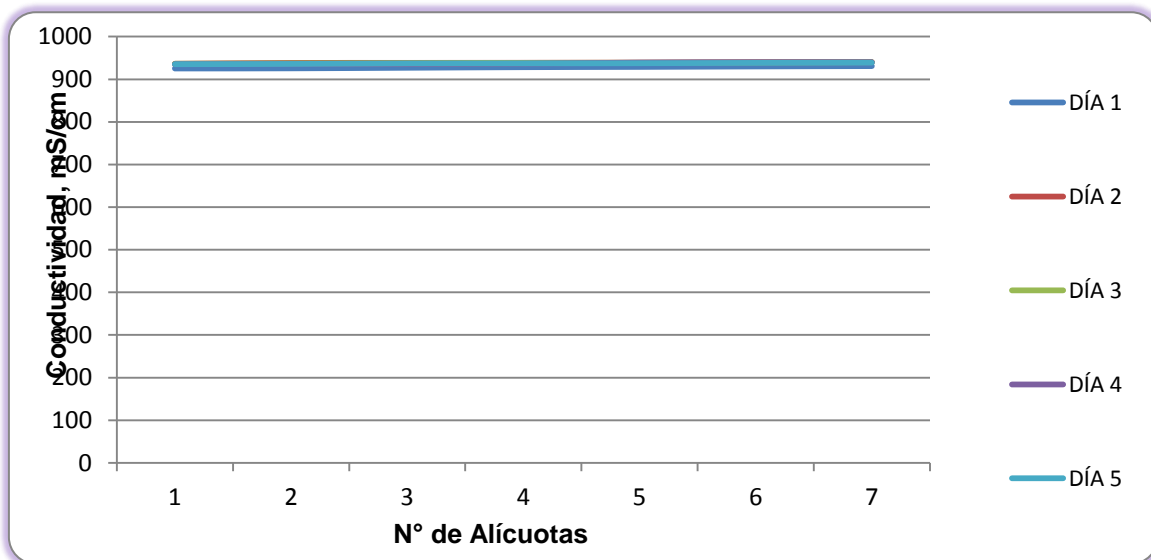


Figura 7-198. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 4.

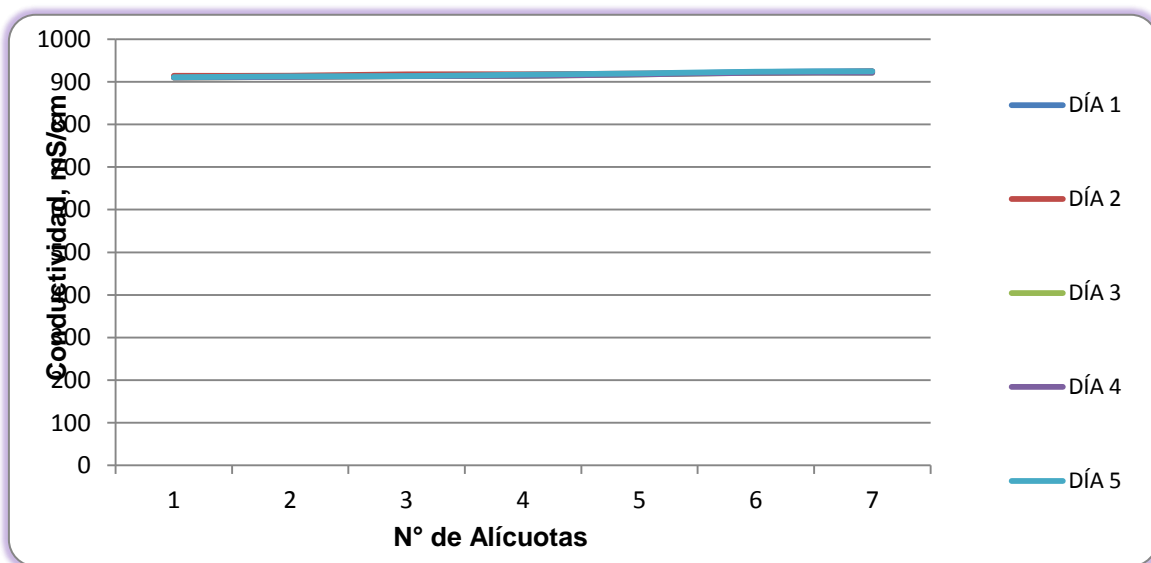


Figura 7-199. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 5.

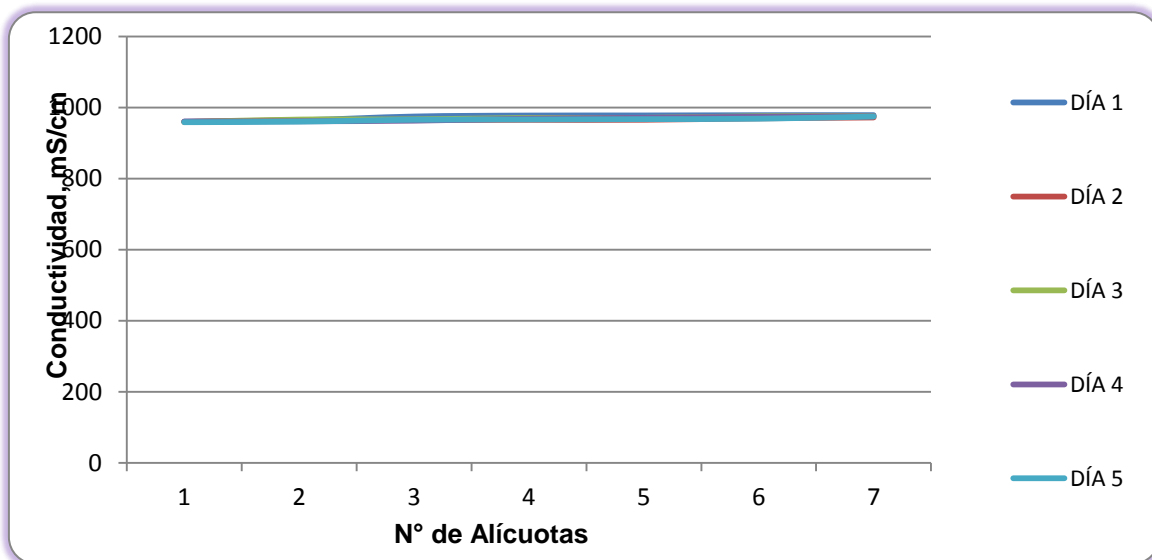


Figura 7-200. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 6.

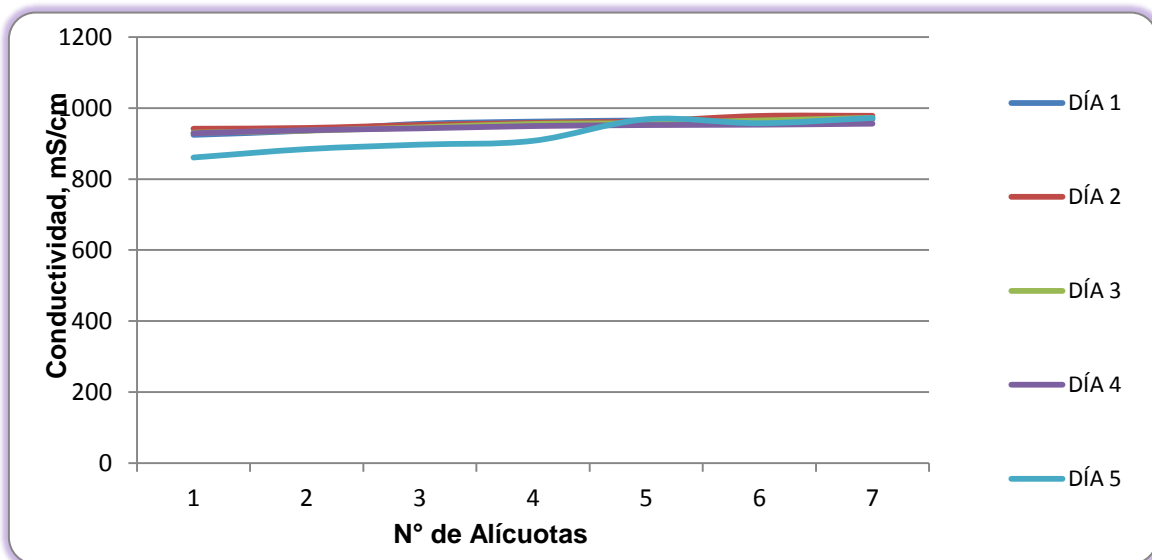


Figura 7-201. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 7.

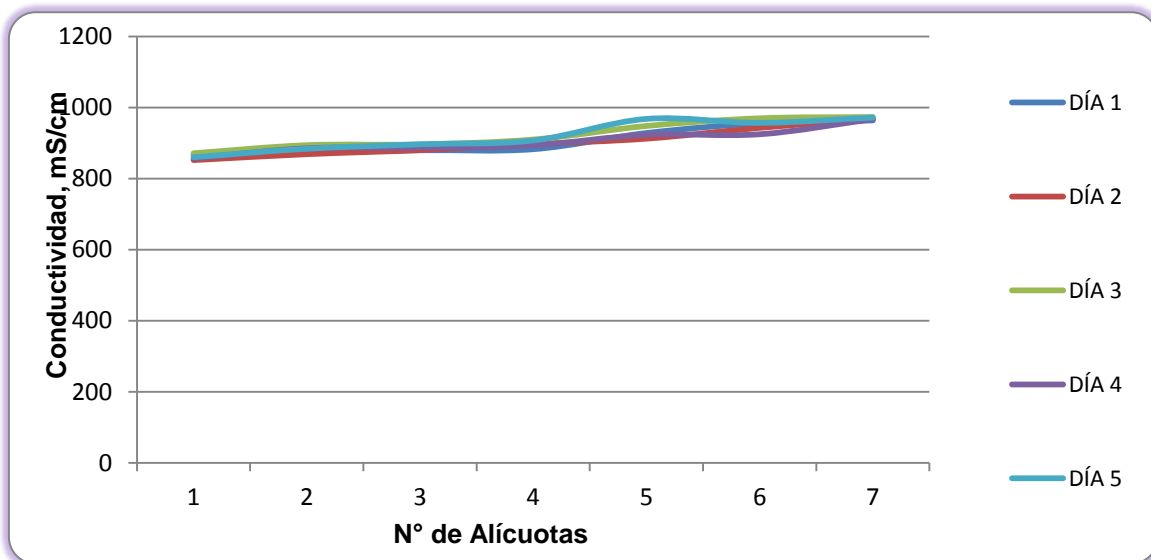


Figura 7-202. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 8.

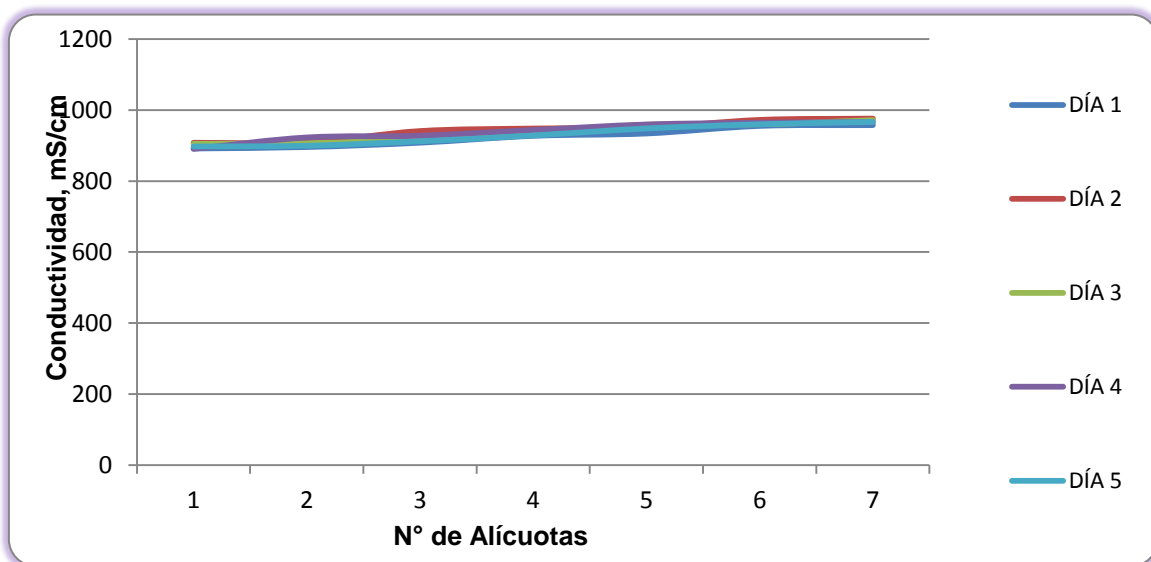


Figura 7-203. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 9.

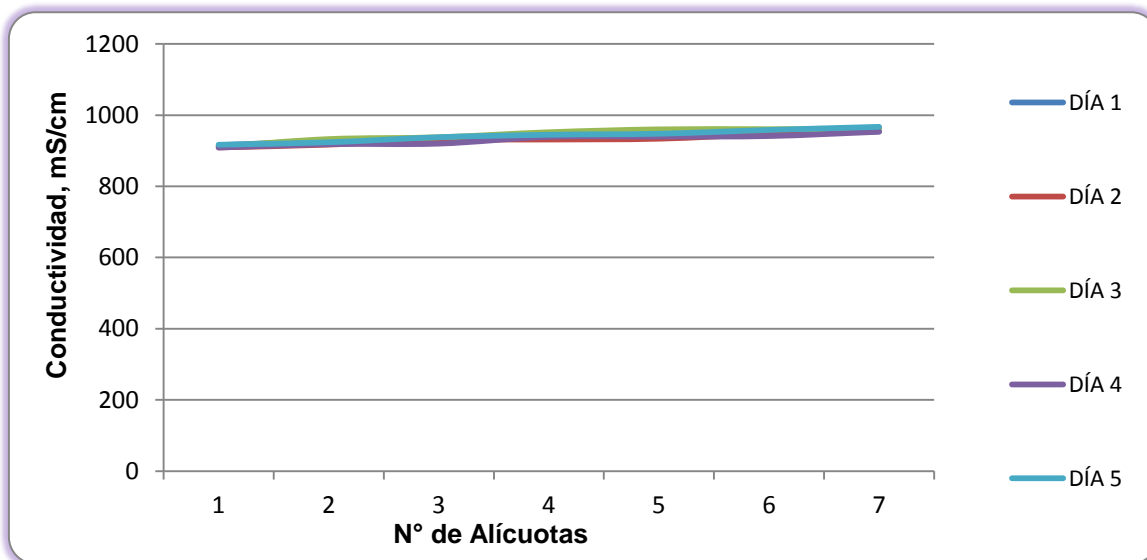


Figura 7-204. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 10.

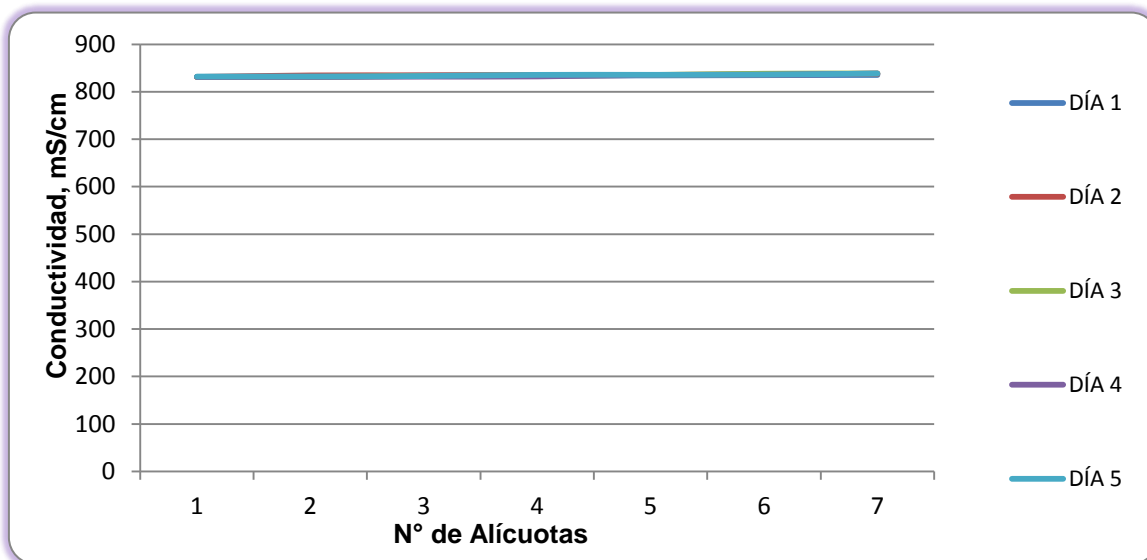


Figura 7-205. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 11.

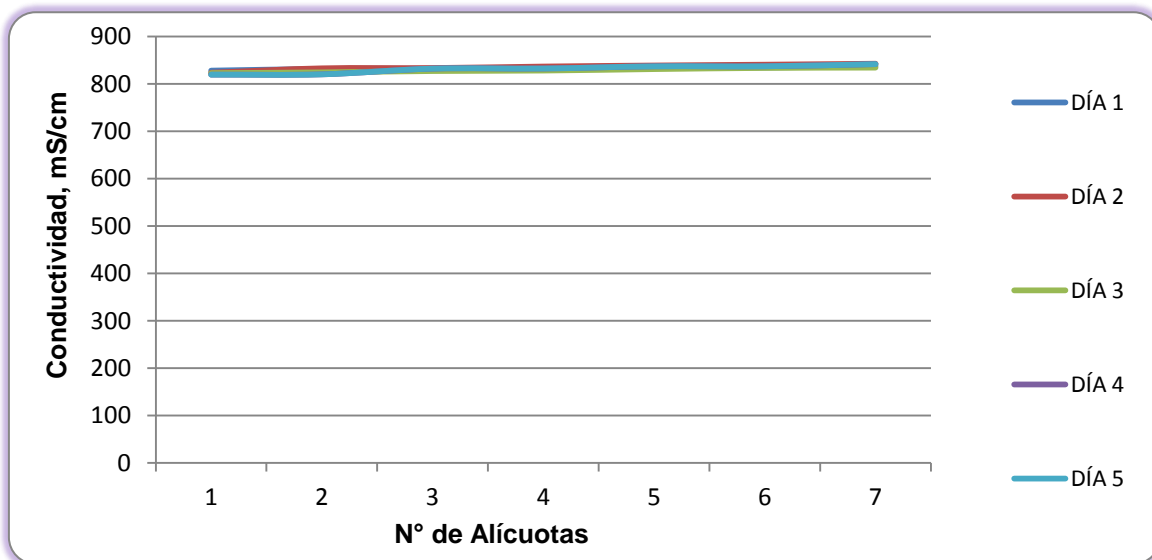


Figura 7-206. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 12.

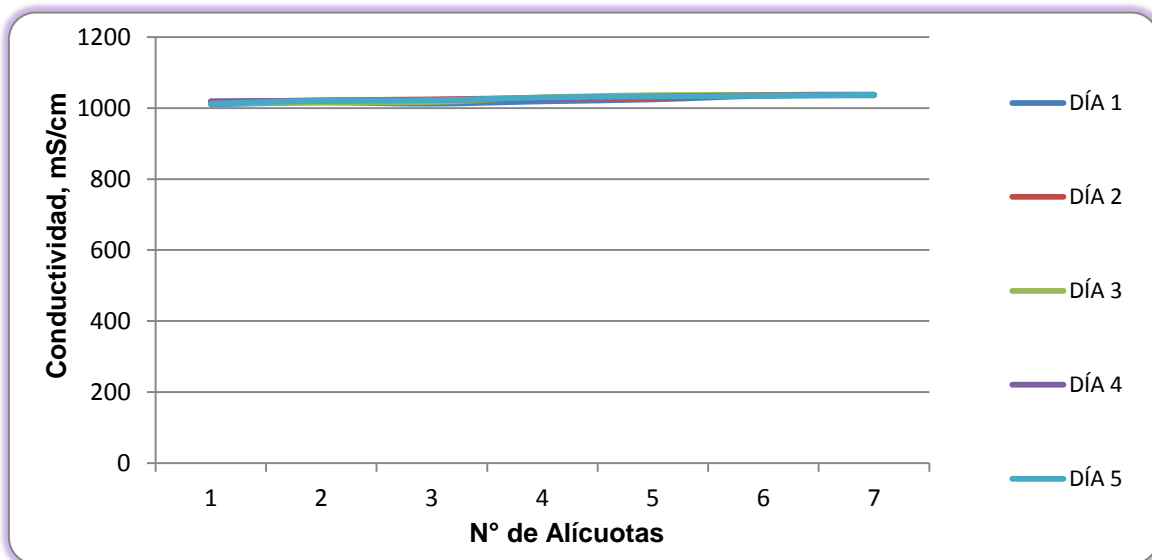


Figura 7-207. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 13.

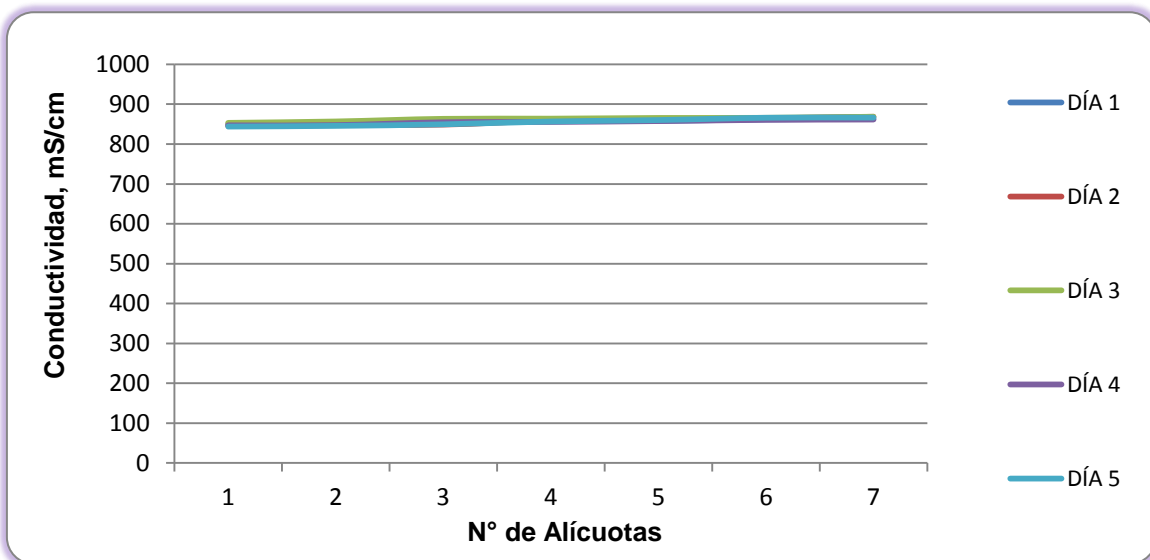
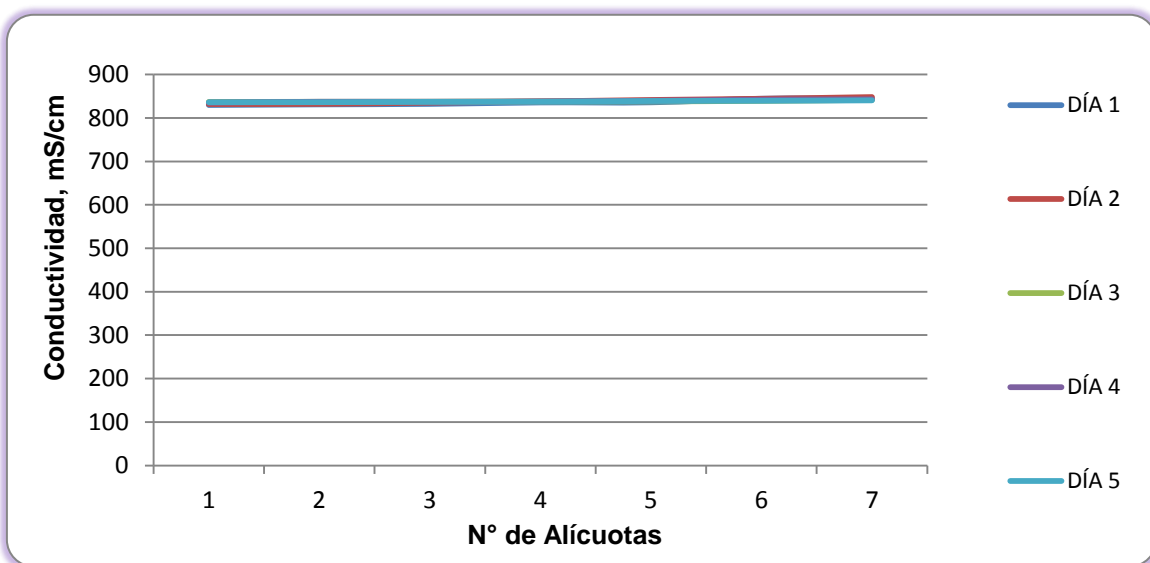


Figura 7-208. Variación de Conductividad. Ciénaga de Luruaco. Punto 14.



7.1.13.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

A continuación se presentan en las tablas 7-91 a 7-104, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en los catorce puntos monitoreados en la Ciénaga de Luruaco identificados como 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14; junto con los objetivos de calidad planteados para este sistema hidrográfico para el período 2011-2020. Según el artículo primero de la resolución en mención para la Cuenca del Río Magdalena, Clase III.

Tabla 7-91 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 1.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-1 | 24130-15 | 24130-29 | 24130-43 | 24130-57 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 5,71 | 5,80 | 5,92 | 5,87 | 5,76 | 5,81 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 30,08 | 30,40 | 31,12 | 30,92 | 30,2 | 30,54 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 9,200 | 10,000 | 9,200 | 10,000 | 8,800 | 9,44 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 224,145 | 227,708 | 221,313 | 227,434 | 228,530 | 225,83 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 220 | 240 | 110 | 350 | 62 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 40 | 27 | 70 | 40 | 21 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-92 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 2.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-2 | 24130-16 | 24130-30 | 24130-44 | 24130-58 | | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 5,58 | 5,42 | 5,68 | 5,70 | 5,62 | 5,60 | <25 |
| DQO | mgO ₂ /L | 29,2 | 28,48 | 29,88 | 29,76 | 29,60 | 29,38 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 11,200 | 12,400 | 12,400 | 12,800 | 8,000 | 11,36 | <250 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 215,649 | 219,120 | 217,933 | 222,135 | 225,790 | 220,13 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 2400 | 1300 | 480 | 400 | 270 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 450 | 140 | 140 | 92 | 93 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-93 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 3.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-3 | 24130-17 | 24130-31 | 24130-45 | 24130-59 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 6,41 | 6,39 | 6,38 | 6,40 | 6,43 | 6,40 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 33,98 | 33,78 | 33,48 | 33,6 | 33,6 | 33,69 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 10,000 | 9,200 | 11,200 | 10,000 | 8,400 | 9,76 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 227,525 | 222,683 | 224,419 | 225,881 | 228,439 | 225,79 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 9,3 | 6,8 | 14,0 | 12,0 | 12,0 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 4,5 | 4,0 | 9,1 | 6,1 | 8,2 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-94 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 4.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-4 | 24130-18 | 24130-32 | 24130-46 | 24130-60 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,51 | 5,43 | 5,41 | 5,49 | 5,37 | 5,44 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 28,92 | 28,72 | 28,48 | 28,68 | 28,28 | 28,62 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 10,400 | 12,800 | 9,200 | 10,400 | 10,800 | 10,72 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 255,573 | 425,333 | 236,936 | 242,874 | 239,676 | 280,08 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 170,0 | 25,0 | 64,0 | 45,0 | 33,0 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 7,8 | 13,0 | 14,0 | 17,0 | 17,0 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-95 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 5.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-5 | 24130-19 | 24130-33 | 24130-47 | 24130-61 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,54 | 5,61 | 5,63 | 5,58 | 5,67 | 5,61 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 29,72 | 29,52 | 29,32 | 29,44 | 29,68 | 29,54 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 8,400 | 10,000 | 9,200 | 10,400 | 9,600 | 9,52 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 195,641 | 197,559 | 202,127 | 205,873 | 201,397 | 200,52 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 79 | 27 | 47 | 79 | 47 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 79 | 14 | 17 | 12 | 24 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-96 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 6.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-6 | 21430-20 | 24130-34 | 24130-48 | 24130-62 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,91 | 5,98 | 6,05 | 5,93 | 5,87 | 5,95 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 31,00 | 31,20 | 31,52 | 31,24 | 31,00 | 31,19 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 11,600 | 12,400 | 10,000 | 12,000 | 10,000 | 11,20 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 198,838 | 205,599 | 208,888 | 211,629 | 214,096 | 207,81 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 240 | 79 | 47 | 32 | 41,0 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 130 | 14 | 21 | 14 | 6,8 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-97 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 7.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|---------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-7 | 24130-21 | 2413035 | 24130-49 | 23130-63 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 6,20 | 6,18 | 6,23 | 6,20 | 6,18 | 6,20 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 32,4 | 32,52 | 32,72 | 32,52 | 32,56 | 32,54 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 10,000 | 14,000 | 10,800 | 12,800 | 9,600 | 11,44 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 217,476 | 211,081 | 206,969 | 206,056 | 209,984 | 210,31 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 2800 | 56 | 450 | 1300 | 1100 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 170 | 32 | 140 | 930 | 140 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-98 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 8.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-8 | 24130-22 | 24130-36 | 24130-50 | 24130-64 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 6,00 | 6,35 | 6,02 | 6,08 | 6,09 | 6,11 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 32,0 | 33,7 | 31,8 | 31,8 | 31,6 | 32,16 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 9,200 | 10,400 | 10,000 | 12,000 | 10,000 | 10,32 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 213,913 | 207,792 | 207,244 | 209,436 | 208,797 | 209,44 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 11000 | 4000 | 4700 | 4900 | 2700 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 7800 | 1700 | 1400 | 1100 | 1400 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-99 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 9.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-9 | 24130-23 | 24130-37 | 24130-51 | 24130-65 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 6,47 | 6,72 | 6,48 | 6,73 | 6,67 | 6,61 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 34,40 | 34,92 | 34,52 | 34,72 | 34,72 | 34,66 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 10,000 | 12,000 | 12,000 | 14,000 | 12,000 | 12,00 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 213,913 | 211,994 | 215,100 | 217,020 | 217,202 | 215,05 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 2400 | 340 | 490 | 790 | 320 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 2400 | 120 | 490 | 140 | 140 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2015

Tabla 7-100 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 10.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-10 | 24130-24 | 24130-38 | 24130-52 | 24130-66 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 6,39 | 6,65 | 6,57 | 6,28 | 6,43 | 6,46 | <26 |
| DQO | mgO2/L | 33,96 | 34,04 | 33,76 | 33,84 | 34,20 | 33,96 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 9,600 | 11,200 | 10,800 | 12,000 | 10,800 | 10,88 | <251 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 209,528 | 197,742 | 198,290 | 201,214 | 207,244 | 202,80 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 33 | 22 | 26 | 230 | 26 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 33 | 14 | 12 | 7,8 | 12 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2015

Tabla 7-101 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 11.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-11 | 24130-25 | 24130-39 | 24130-53 | 24130-67 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,51 | 5,08 | 5,42 | 5,39 | 5,51 | 5,38 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 28,88 | 28,96 | 28,84 | 28,72 | 28,88 | 28,86 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 10,800 | 12,800 | 12,800 | 10,000 | 10,000 | 11,28 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 206,604 | 210,624 | 212,451 | 215,283 | 216,197 | 212,23 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 11 | 78 | 12,00 | 9,2 | 12 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 11 | 45 | 9 | 6,1 | 6 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-102 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 12.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-12 | 24130-26 | 24130-40 | 24130-54 | 24130-68 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 6,48 | 6,47 | 6,42 | 6,47 | 6,51 | 6,47 | <26 |
| DQO | mgO2/L | 33,96 | 34,00 | 33,64 | 33,72 | 34,20 | 33,90 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 15,600 | 13,200 | 15,200 | 12,800 | 27,600 | 16,88 | <251 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 224,054 | 218,481 | 220,948 | 223,871 | 222,550 | 221,98 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 540 | 54 | 120 | 72 | 140 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 70 | 24 | 95 | 28 | 39 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-103 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 13.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 21430-13 | 24130-27 | 24130-41 | 23140-55 | 24130-69 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,62 | 5,54 | 5,65 | 5,72 | 5,65 | 5,64 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 29,60 | 29,08 | 29,72 | 29,44 | 29,64 | 29,50 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 11,800 | 12,000 | 12,800 | 14,000 | 12,000 | 12,52 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 214,552 | 209,345 | 208,705 | 210,989 | 211,720 | 211,06 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 160000 | 160000 | 43000 | 92000 | 160000 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 160000 | 160000 | 43000 | 54000 | 160000 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-104 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Ciénaga de Luruaco. Punto 14.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24130-14 | 24130-28 | 24130-42 | 24130-56 | 24130-70 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 6,17 | 6,15 | 6,19 | 6,23 | 6,18 | 6,18 | <26 |
| DQO | mgO2/L | 32,84 | 32,72 | 32,92 | 32,60 | 32,64 | 32,74 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 11,000 | 14,000 | 10,800 | 12,000 | 10,000 | 11,56 | <251 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 197,742 | 205,510 | 204,229 | 202,676 | 200,848 | 202,20 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 160000 | 160000 | 160000 | 92000 | 160000 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 2400 | 1700 | 2400 | 2000 | 2000 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

7.1.14 Embalse del Guájaro

7.1.14.1 Resultados de las mediciones de campo

En las Tablas 7-105 a 7-123 se presentan los resultados obtenidos en campo para 19 puntos monitoreados en este embalse

Tabla 7-105. Resultados de Campo. Punto 1-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD m S/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 10 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:40 | 6,80 | 187,71 | 2,07 | 26,89 | 28,17 | 29,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:40 | 6,85 | 187,95 | 2,01 | 26,29 | 28,53 | 29,99 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:40 | 6,91 | 188,02 | 1,67 | 25,79 | 28,58 | 30,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:40 | 6,93 | 188,02 | 1,96 | 25,68 | 28,63 | 30,31 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:40 | 6,98 | 188,19 | 1,95 | 25,60 | 28,73 | 30,49 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:40 | 7,10 | 188,34 | 1,87 | 24,54 | 28,79 | 30,58 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:40 | 7,10 | 188,41 | 1,83 | 24,14 | 29,00 | 30,62 | AGUA TURBIA |
| ENERO 11 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:54 | 6,82 | 187,02 | 2,02 | 26,32 | 28,33 | 29,53 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:54 | 6,91 | 187,12 | 2,00 | 26,20 | 28,63 | 29,57 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:54 | 6,92 | 187,27 | 1,90 | 24,96 | 28,77 | 29,84 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:54 | 6,92 | 187,37 | 1,90 | 25,04 | 28,94 | 29,85 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:54 | 7,01 | 187,82 | 1,82 | 23,99 | 28,95 | 30,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:54 | 7,06 | 188,03 | 1,77 | 23,34 | 28,96 | 30,33 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:54 | 7,10 | 188,35 | 1,75 | 23,24 | 29,12 | 30,67 | AGUA TURBIA |
| ENERO 12 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:28 | 6,87 | 187,17 | 2,04 | 26,58 | 28,34 | 29,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:28 | 6,88 | 187,32 | 2,01 | 26,10 | 28,41 | 29,66 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:28 | 6,94 | 187,36 | 1,86 | 24,27 | 28,42 | 29,93 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:28 | 6,98 | 187,78 | 1,82 | 23,88 | 28,70 | 30,04 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:28 | 7,03 | 187,89 | 1,80 | 23,75 | 29,01 | 30,14 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:28 | 7,06 | 188,34 | 1,79 | 23,64 | 29,06 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:28 | 7,07 | 188,36 | 1,75 | 23,13 | 29,10 | 30,31 | AGUA TURBIA |
| ENERO 13 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:33 | 6,58 | 187,06 | 2,10 | 27,31 | 28,24 | 31,31 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:33 | 6,89 | 187,13 | 1,97 | 25,57 | 28,41 | 30,45 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:33 | 6,96 | 187,16 | 1,92 | 25,09 | 28,49 | 30,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:33 | 6,96 | 187,92 | 1,92 | 25,21 | 28,75 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:33 | 6,98 | 188,25 | 1,87 | 24,58 | 28,80 | 31,09 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:33 | 7,03 | 188,28 | 1,82 | 23,95 | 28,86 | 31,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:33 | 7,06 | 188,46 | 1,81 | 23,87 | 28,97 | 31,38 | AGUA TURBIA |
| ENERO 14 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:16 | 6,89 | 187,05 | 2,11 | 27,29 | 28,20 | 30,06 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:16 | 6,89 | 187,07 | 2,08 | 27,04 | 28,21 | 30,16 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:16 | 6,91 | 187,12 | 2,05 | 26,71 | 28,33 | 31,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:16 | 6,92 | 187,56 | 1,95 | 25,43 | 28,39 | 31,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:16 | 6,97 | 187,63 | 1,95 | 25,47 | 28,47 | 31,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:16 | 6,98 | 187,86 | 1,93 | 25,40 | 28,86 | 31,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:16 | 7,08 | 188,37 | 1,82 | 24,05 | 29,09 | 31,34 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-106. Resultados de Campo. Punto 2-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 10 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:51 | 7,48 | 171,74 | 5,35 | 69,41 | 28,11 | 29,53 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:51 | 7,59 | 172,41 | 5,28 | 68,75 | 28,30 | 29,68 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:51 | 7,53 | 172,47 | 5,26 | 68,55 | 28,35 | 29,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:51 | 7,62 | 172,49 | 5,16 | 67,26 | 28,36 | 30,04 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:51 | 7,63 | 172,63 | 5,09 | 66,49 | 28,47 | 30,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:51 | 7,64 | 172,68 | 5,02 | 65,76 | 28,62 | 30,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:51 | 7,64 | 172,73 | 5,01 | 66,11 | 29,01 | 30,46 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 11 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:05 | 7,54 | 171,47 | 5,24 | 68,06 | 28,17 | 29,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:05 | 7,59 | 171,53 | 5,14 | 66,81 | 28,21 | 29,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:05 | 7,61 | 171,65 | 5,12 | 66,58 | 28,23 | 29,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:05 | 7,63 | 171,77 | 5,11 | 66,51 | 28,28 | 29,89 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:05 | 7,63 | 171,85 | 5,08 | 66,26 | 28,39 | 29,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:05 | 7,64 | 172,37 | 5,05 | 66,04 | 28,53 | 30,22 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:05 | 7,66 | 172,78 | 5,02 | 66,07 | 28,87 | 30,34 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 12 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:39 | 7,48 | 171,20 | 5,31 | 69,17 | 28,32 | 29,64 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:39 | 7,53 | 171,35 | 5,29 | 69,15 | 28,51 | 29,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:39 | 7,62 | 171,72 | 5,26 | 69,03 | 28,72 | 29,91 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:39 | 7,63 | 171,78 | 5,19 | 68,15 | 28,75 | 30,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:39 | 7,66 | 172,12 | 5,08 | 66,86 | 28,87 | 30,24 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:39 | 7,68 | 172,27 | 5,08 | 67,03 | 29,00 | 30,34 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:39 | 7,69 | 173,04 | 5,02 | 66,42 | 29,15 | 30,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 13 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:44 | 7,49 | 171,49 | 5,39 | 69,92 | 28,10 | 30,02 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:44 | 7,56 | 171,69 | 5,36 | 64,56 | 28,12 | 30,07 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:44 | 7,56 | 171,76 | 5,30 | 68,84 | 28,17 | 30,52 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:44 | 7,57 | 171,99 | 5,27 | 68,67 | 28,34 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:44 | 7,63 | 172,66 | 5,20 | 68,02 | 28,54 | 30,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:44 | 7,64 | 172,94 | 5,02 | 65,70 | 28,57 | 31,36 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:44 | 7,66 | 173,01 | 4,97 | 65,20 | 28,70 | 31,41 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 14 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:27 | 7,53 | 171,20 | 5,35 | 69,66 | 28,30 | 29,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:27 | 7,57 | 171,36 | 5,35 | 69,78 | 28,39 | 30,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:27 | 7,58 | 171,98 | 5,23 | 68,23 | 28,40 | 30,43 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:27 | 7,66 | 172,31 | 5,16 | 67,34 | 28,42 | 30,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:27 | 7,68 | 172,43 | 5,10 | 66,92 | 28,71 | 30,94 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:27 | 7,69 | 172,63 | 5,07 | 66,88 | 28,99 | 31,39 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:27 | 7,69 | 172,64 | 5,07 | 66,91 | 29,01 | 31,43 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-107. Resultados de Campo. Punto 3-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 10 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:53 | 7,74 | 217,21 | 6,57 | 85,42 | 28,22 | 29,54 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:53 | 7,75 | 217,25 | 6,56 | 85,56 | 28,39 | 29,69 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:53 | 7,76 | 217,32 | 6,55 | 85,54 | 28,46 | 29,82 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:53 | 7,81 | 217,37 | 6,49 | 84,89 | 28,54 | 29,82 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:53 | 7,83 | 217,53 | 6,46 | 85,06 | 28,84 | 30,06 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:53 | 7,85 | 217,74 | 6,43 | 84,69 | 28,91 | 30,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:53 | 7,84 | 218,19 | 6,37 | 84,12 | 29,05 | 30,59 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 11 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:02 | 7,76 | 217,02 | 6,51 | 84,51 | 28,14 | 29,61 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:02 | 7,77 | 217,29 | 6,50 | 84,65 | 28,31 | 29,85 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:02 | 7,78 | 217,69 | 6,47 | 84,40 | 28,40 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:02 | 7,80 | 217,85 | 6,40 | 83,52 | 28,42 | 30,18 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:02 | 7,84 | 218,24 | 6,39 | 83,64 | 28,58 | 30,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:02 | 7,85 | 218,30 | 6,39 | 83,94 | 28,77 | 30,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:02 | 7,89 | 218,38 | 6,31 | 83,03 | 28,86 | 30,28 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 12 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:42 | 7,78 | 217,00 | 6,58 | 85,40 | 28,13 | 29,55 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:42 | 7,78 | 217,02 | 6,53 | 84,91 | 28,23 | 29,56 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:42 | 7,86 | 217,27 | 6,50 | 85,31 | 28,72 | 29,61 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:42 | 7,88 | 217,54 | 6,43 | 84,44 | 28,75 | 29,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:42 | 7,85 | 217,67 | 6,43 | 84,79 | 28,97 | 29,96 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:42 | 7,85 | 217,94 | 6,40 | 84,41 | 28,98 | 30,03 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:42 | 7,89 | 218,05 | 6,32 | 83,40 | 29,01 | 30,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 13 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:46 | 7,67 | 217,13 | 6,55 | 85,00 | 28,12 | 29,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:46 | 7,68 | 217,25 | 6,51 | 84,59 | 28,19 | 30,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:46 | 7,73 | 217,29 | 6,49 | 84,63 | 28,38 | 30,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:46 | 7,74 | 217,54 | 6,39 | 83,35 | 28,39 | 31,02 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:46 | 7,79 | 217,78 | 6,37 | 83,19 | 28,46 | 31,05 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:46 | 7,80 | 218,43 | 6,33 | 82,78 | 28,53 | 31,13 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:46 | 7,83 | 218,48 | 6,29 | 82,32 | 28,57 | 31,44 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 14 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:33 | 7,64 | 217,00 | 6,59 | 85,95 | 28,39 | 29,98 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:33 | 7,69 | 217,04 | 6,57 | 85,94 | 28,54 | 30,01 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:33 | 7,76 | 217,18 | 6,53 | 85,75 | 28,75 | 30,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:33 | 7,79 | 217,36 | 6,54 | 86,09 | 28,96 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:33 | 7,83 | 217,42 | 6,37 | 86,11 | 29,04 | 30,94 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:33 | 7,84 | 217,84 | 6,35 | 83,96 | 29,11 | 30,96 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:33 | 7,85 | 218,30 | 6,34 | 83,87 | 29,14 | 31,14 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-108. Resultados de Campo. Punto 4-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 10 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:42 | 8,11 | 296,55 | 7,70 | 101,25 | 28,82 | 29,58 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:42 | 8,13 | 296,67 | 7,67 | 100,87 | 28,83 | 29,59 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:42 | 8,14 | 296,97 | 7,60 | 100,35 | 29,04 | 29,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:42 | 8,15 | 297,71 | 7,56 | 99,88 | 29,07 | 29,91 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:42 | 8,17 | 298,00 | 7,55 | 100,01 | 29,21 | 30,24 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:42 | 8,20 | 298,09 | 7,54 | 100,43 | 29,43 | 30,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:42 | 8,22 | 298,24 | 7,53 | 100,29 | 29,50 | 30,65 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 11 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:51 | 8,08 | 296,82 | 7,71 | 101,46 | 28,86 | 29,72 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:51 | 8,14 | 296,94 | 7,70 | 101,50 | 28,95 | 29,95 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:51 | 8,16 | 297,57 | 7,70 | 101,65 | 29,03 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:51 | 8,16 | 297,58 | 7,68 | 102,37 | 29,54 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:51 | 8,20 | 297,74 | 7,61 | 101,84 | 29,75 | 30,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:51 | 8,22 | 297,83 | 7,59 | 101,61 | 29,77 | 30,61 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:51 | 8,22 | 298,41 | 7,54 | 101,09 | 29,85 | 30,68 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 12 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:31 | 8,06 | 296,72 | 7,67 | 100,82 | 28,80 | 29,54 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:31 | 8,06 | 296,79 | 7,64 | 100,71 | 28,95 | 29,59 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:31 | 8,08 | 296,86 | 7,63 | 100,71 | 29,02 | 29,71 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:31 | 8,11 | 297,03 | 7,63 | 100,94 | 29,21 | 29,73 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:31 | 8,13 | 297,07 | 7,62 | 101,76 | 29,64 | 29,78 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:31 | 8,15 | 297,09 | 7,60 | 101,53 | 29,66 | 30,57 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:31 | 8,19 | 297,65 | 7,56 | 101,15 | 29,74 | 30,65 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 13 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:35 | 8,08 | 296,88 | 7,70 | 101,92 | 29,17 | 30,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:35 | 8,10 | 297,26 | 7,59 | 100,58 | 29,23 | 30,38 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:35 | 8,11 | 297,27 | 7,56 | 100,41 | 29,35 | 30,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:35 | 8,15 | 298,06 | 7,55 | 100,33 | 29,38 | 30,66 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:35 | 8,15 | 298,10 | 7,52 | 100,24 | 29,54 | 30,82 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:35 | 8,17 | 298,13 | 7,50 | 100,14 | 29,63 | 31,43 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:35 | 8,21 | 298,46 | 7,50 | 100,71 | 29,43 | 31,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 14 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:22 | 8,06 | 296,50 | 7,68 | 101,08 | 28,87 | 30,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:22 | 8,07 | 296,78 | 7,65 | 100,86 | 28,96 | 30,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:22 | 8,10 | 297,36 | 7,65 | 100,88 | 28,97 | 30,36 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:22 | 8,11 | 297,45 | 7,64 | 100,90 | 29,05 | 30,55 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:22 | 8,13 | 297,85 | 7,62 | 100,78 | 29,05 | 30,75 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:22 | 8,20 | 298,22 | 7,55 | 100,84 | 29,65 | 30,89 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:22 | 8,21 | 298,41 | 7,52 | 101,03 | 29,96 | 30,41 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-109. Resultados de Campo. Punto 5-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 10 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:30 | 7,21 | 303,14 | 4,37 | 56,42 | 27,85 | 29,95 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:30 | 7,22 | 303,48 | 4,37 | 56,60 | 28,02 | 29,99 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:30 | 7,22 | 303,56 | 4,36 | 56,52 | 28,06 | 30,08 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:30 | 7,23 | 303,79 | 4,35 | 56,42 | 28,09 | 30,25 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:30 | 7,24 | 303,80 | 4,35 | 56,66 | 28,32 | 30,37 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:30 | 7,26 | 303,82 | 4,34 | 56,65 | 28,43 | 30,54 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:30 | 7,26 | 305,88 | 4,34 | 56,67 | 28,45 | 30,55 | AGUA TURBIA |
| ENERO 11 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:45 | 7,22 | 303,02 | 4,36 | 56,28 | 27,84 | 29,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:45 | 7,22 | 303,44 | 4,36 | 56,54 | 28,08 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:45 | 7,24 | 303,70 | 4,35 | 56,44 | 28,11 | 30,35 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:45 | 7,24 | 303,88 | 4,35 | 56,58 | 28,24 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:45 | 7,25 | 305,19 | 4,35 | 56,53 | 28,29 | 30,49 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:45 | 7,26 | 305,29 | 4,34 | 56,61 | 28,30 | 30,53 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:45 | 7,27 | 305,82 | 4,34 | 56,61 | 28,39 | 30,68 | AGUA TURBIA |
| ENERO 12 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:15 | 7,09 | 304,57 | 4,38 | 56,59 | 27,89 | 29,54 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:15 | 7,12 | 304,75 | 4,38 | 56,67 | 27,96 | 29,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:15 | 7,13 | 304,87 | 4,37 | 56,81 | 28,21 | 29,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:15 | 7,15 | 305,36 | 4,35 | 56,85 | 28,25 | 30,14 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:15 | 7,17 | 306,60 | 4,35 | 59,69 | 28,35 | 30,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:15 | 7,22 | 305,91 | 4,36 | 57,34 | 28,95 | 30,24 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:15 | 7,29 | 306,25 | 4,34 | 57,36 | 29,09 | 30,48 | AGUA TURBIA |
| ENERO 13 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:25 | 7,07 | 304,87 | 4,38 | 57,02 | 28,29 | 30,01 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:25 | 7,11 | 304,88 | 4,38 | 57,23 | 28,48 | 30,01 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:25 | 7,15 | 304,98 | 4,37 | 57,52 | 28,87 | 30,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:25 | 7,18 | 305,15 | 4,36 | 57,54 | 29,01 | 30,31 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:25 | 7,22 | 305,77 | 4,35 | 57,44 | 29,04 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:25 | 7,22 | 306,07 | 4,34 | 57,32 | 29,05 | 30,98 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:25 | 7,23 | 306,35 | 4,34 | 57,67 | 29,38 | 31,39 | AGUA TURBIA |
| ENERO 14 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:09 | 7,09 | 304,50 | 4,37 | 56,85 | 28,25 | 30,11 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:09 | 7,11 | 304,95 | 4,36 | 56,94 | 28,34 | 30,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:09 | 7,16 | 305,07 | 4,37 | 57,44 | 28,52 | 30,26 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:09 | 7,18 | 305,53 | 4,36 | 57,35 | 28,92 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:09 | 7,21 | 305,78 | 4,35 | 57,43 | 28,96 | 30,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:09 | 7,25 | 305,96 | 4,35 | 57,40 | 29,03 | 31,01 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:09 | 7,28 | 306,07 | 4,34 | 57,58 | 29,29 | 31,04 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-110. Resultados de Campo. Punto 6-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 10 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:41 | 7,01 | 409,94 | 3,56 | 46,25 | 28,18 | 29,57 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:41 | 7,08 | 410,03 | 3,55 | 46,15 | 28,22 | 29,58 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:41 | 7,09 | 410,10 | 3,53 | 46,13 | 28,37 | 30,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:41 | 7,12 | 410,65 | 3,53 | 46,14 | 28,49 | 30,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:41 | 7,15 | 410,77 | 3,51 | 46,14 | 28,80 | 30,31 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:41 | 7,16 | 410,78 | 3,51 | 46,28 | 28,96 | 30,43 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:41 | 7,18 | 410,91 | 3,49 | 46,03 | 28,98 | 30,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 11 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:56 | 7,07 | 409,80 | 3,59 | 46,62 | 28,16 | 29,71 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:56 | 7,08 | 409,86 | 3,56 | 46,29 | 28,32 | 29,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:56 | 7,14 | 409,98 | 3,54 | 46,68 | 28,67 | 30,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:56 | 7,17 | 409,97 | 3,54 | 46,52 | 28,79 | 30,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:56 | 7,18 | 410,23 | 3,52 | 46,28 | 28,81 | 30,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:56 | 7,21 | 411,04 | 3,51 | 46,21 | 28,88 | 30,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:56 | 7,25 | 411,26 | 3,52 | 46,38 | 29,08 | 30,44 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 12 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:25 | 7,05 | 409,72 | 3,69 | 48,15 | 28,41 | 29,85 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:25 | 7,05 | 409,79 | 3,63 | 47,44 | 28,50 | 30,06 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:25 | 7,07 | 410,10 | 3,62 | 47,56 | 28,77 | 30,12 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:25 | 7,07 | 410,11 | 3,53 | 46,38 | 28,78 | 30,24 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:25 | 7,08 | 410,98 | 3,51 | 46,15 | 28,81 | 30,42 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:25 | 7,14 | 411,28 | 3,49 | 46,02 | 28,97 | 30,42 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:25 | 7,20 | 411,46 | 3,47 | 45,88 | 29,11 | 30,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 13 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:36 | 7,16 | 409,96 | 3,63 | 47,34 | 28,38 | 30,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:36 | 7,18 | 410,18 | 3,59 | 46,90 | 28,48 | 30,18 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:36 | 7,19 | 410,26 | 3,57 | 46,84 | 28,70 | 30,45 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:36 | 7,22 | 410,58 | 3,56 | 46,79 | 28,80 | 30,46 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:36 | 7,25 | 410,96 | 3,53 | 46,95 | 28,86 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:36 | 7,26 | 410,96 | 3,48 | 45,82 | 28,89 | 31,32 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:36 | 7,27 | 411,18 | 3,47 | 45,71 | 28,92 | 31,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 14 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:20 | 7,13 | 409,68 | 3,61 | 47,35 | 28,54 | 30,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:20 | 7,14 | 410,59 | 3,59 | 47,00 | 28,59 | 30,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:20 | 7,19 | 410,72 | 3,58 | 46,91 | 28,64 | 30,89 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:20 | 7,21 | 411,04 | 3,55 | 46,57 | 28,69 | 31,05 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:20 | 7,23 | 411,10 | 3,53 | 46,33 | 28,72 | 31,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:20 | 7,23 | 411,22 | 3,50 | 46,00 | 28,79 | 31,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:20 | 7,25 | 411,34 | 3,48 | 46,00 | 29,10 | 31,38 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-111. Resultados de Campo. Punto 7-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 02 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:22 | 8,51 | 1140,00 | 8,30 | 104,60 | 27,40 | 28,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:22 | 8,50 | 1142,00 | 8,80 | 105,50 | 27,90 | 28,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:22 | 8,30 | 1109,00 | 8,55 | 105,80 | 28,00 | 29,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:22 | 8,49 | 1144,00 | 8,52 | 105,40 | 28,40 | 29,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:22 | 8,60 | 1100,00 | 8,55 | 105,70 | 29,00 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:22 | 8,66 | 1117,00 | 8,40 | 103,40 | 29,90 | 30,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:22 | 8,55 | 1109,00 | 8,49 | 103,50 | 30,40 | 30,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 03 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:30 | 8,49 | 1112,00 | 8,20 | 100,20 | 29,40 | 29,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:30 | 8,40 | 1115,00 | 8,22 | 102,40 | 30,20 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:30 | 8,44 | 1118,00 | 8,30 | 100,30 | 30,10 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:30 | 8,46 | 1130,00 | 8,19 | 101,30 | 29,40 | 29,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:30 | 8,50 | 1100,00 | 8,24 | 102,40 | 28,60 | 29,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:30 | 8,49 | 1140,00 | 8,22 | 100,50 | 28,50 | 29,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:30 | 8,43 | 1128,00 | 8,15 | 101,30 | 29,50 | 30,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 04 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:45 | 8,40 | 1120,00 | 7,33 | 101,20 | 30,40 | 31,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:45 | 8,44 | 1122,00 | 7,46 | 100,40 | 30,80 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:45 | 8,49 | 1115,00 | 7,39 | 91,00 | 31,00 | 31,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:45 | 8,42 | 1119,00 | 8,02 | 100,20 | 31,60 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:45 | 8,49 | 1107,00 | 8,15 | 104,30 | 32,20 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:45 | 8,38 | 1118,00 | 8,00 | 105,30 | 32,00 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:45 | 8,41 | 1116,00 | 8,29 | 102,40 | 31,50 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 05 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:00 | 8,26 | 1126,00 | 7,22 | 105,20 | 30,60 | 31,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 8,30 | 1130,00 | 7,30 | 100,40 | 30,80 | 31,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 8,33 | 1109,00 | 7,29 | 102,40 | 31,40 | 31,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 8,27 | 1115,00 | 7,22 | 100,50 | 31,60 | 31,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 8,31 | 1122,00 | 7,31 | 100,60 | 31,40 | 31,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 8,44 | 1108,00 | 7,33 | 100,20 | 31,00 | 30,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 8,29 | 1100,00 | 7,44 | 102,50 | 31,20 | 30,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 06 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:23 | 8,49 | 1150,00 | 8,26 | 102,40 | 28,60 | 30,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:23 | 8,65 | 1149,00 | 8,30 | 102,50 | 28,90 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:23 | 8,62 | 1146,00 | 8,33 | 100,20 | 30,00 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:23 | 8,59 | 1150,00 | 8,41 | 101,40 | 31,90 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:23 | 8,55 | 1109,00 | 8,22 | 100,30 | 31,60 | 32,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:23 | 8,59 | 1108,00 | 8,26 | 104,40 | 31,20 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:23 | 8,51 | 1115,00 | 8,29 | 103,20 | 30,00 | 31,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-112. Resultados de Campo. Punto 8-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 02 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:26 | 8,32 | 1094,00 | 5,96 | 82,16 | 31,31 | 30,73 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:26 | 8,43 | 1083,00 | 6,18 | 85,20 | 31,32 | 30,86 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:26 | 8,43 | 1090,00 | 5,99 | 82,74 | 31,42 | 30,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:26 | 8,40 | 1086,00 | 5,99 | 83,08 | 31,63 | 31,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:26 | 8,39 | 1086,00 | 6,15 | 85,28 | 31,62 | 31,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:26 | 8,41 | 1088,00 | 5,89 | 81,69 | 31,63 | 31,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:26 | 8,41 | 1091,00 | 5,64 | 78,33 | 31,70 | 31,67 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 03 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:28 | 8,42 | 1093,00 | 5,16 | 70,98 | 31,20 | 31,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:28 | 8,39 | 1092,00 | 5,17 | 70,85 | 31,00 | 31,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:28 | 8,46 | 1090,00 | 5,03 | 69,85 | 31,40 | 31,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:28 | 8,38 | 1086,00 | 5,06 | 69,74 | 31,30 | 31,38 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:28 | 8,36 | 1085,00 | 5,10 | 70,56 | 31,50 | 31,58 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:28 | 8,31 | 1081,00 | 5,11 | 70,69 | 31,50 | 31,59 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:28 | 8,33 | 1083,00 | 5,15 | 71,38 | 31,60 | 31,69 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 04 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:44 | 8,29 | 1083,00 | 5,15 | 70,84 | 31,20 | 31,33 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:44 | 8,31 | 1086,00 | 5,21 | 71,80 | 31,30 | 31,72 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:44 | 8,33 | 1080,00 | 5,17 | 71,39 | 31,40 | 31,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:44 | 8,26 | 1081,00 | 5,19 | 71,39 | 31,20 | 31,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:44 | 8,21 | 1087,00 | 5,00 | 72,08 | 31,60 | 31,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:44 | 8,24 | 1090,00 | 5,23 | 72,08 | 31,30 | 31,96 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:44 | 8,29 | 1091,00 | 5,26 | 72,63 | 31,40 | 31,77 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 05 DE 2017 | Alicuota 1 | 07:58 | 8,19 | 1083,00 | 5,20 | 71,53 | 31,20 | 31,56 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:58 | 8,22 | 1084,00 | 5,23 | 72,22 | 31,40 | 31,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:58 | 8,16 | 1086,00 | 5,22 | 71,80 | 31,20 | 61,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:58 | 8,24 | 1082,00 | 5,19 | 71,94 | 31,60 | 31,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:58 | 8,30 | 1087,00 | 5,10 | 70,69 | 31,60 | 31,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:58 | 8,27 | 1087,00 | 5,15 | 71,25 | 31,50 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:58 | 8,23 | 1083,00 | 5,21 | 71,94 | 31,40 | 32,89 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 06 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:14 | 8,30 | 1086,00 | 5,70 | 78,41 | 31,20 | 31,32 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:14 | 8,24 | 1083,00 | 5,72 | 78,68 | 31,20 | 31,52 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:14 | 8,33 | 1091,00 | 5,62 | 77,45 | 31,30 | 31,67 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:14 | 8,35 | 1093,00 | 5,60 | 77,47 | 31,50 | 31,63 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:14 | 8,27 | 1085,00 | 5,66 | 78,15 | 31,40 | 31,99 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:14 | 8,28 | 1088,00 | 5,68 | 78,28 | 31,30 | 32,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:14 | 8,31 | 1082,00 | 5,62 | 77,60 | 31,40 | 32,04 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-113. Resultados de Campo. Punto 9-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 02 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:09 | 7,45 | 1475,00 | 4,01 | 55,10 | 29,6 | 30,72 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:09 | 7,50 | 1470,00 | 4,06 | 54,38 | 29,8 | 30,91 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:09 | 7,49 | 1463,00 | 4,25 | 56,18 | 30,1 | 30,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:09 | 7,53 | 1478,00 | 4,31 | 58,39 | 30,4 | 31,52 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:09 | 7,52 | 1460,00 | 4,17 | 56,28 | 30,2 | 31,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:09 | 7,49 | 1479,00 | 4,22 | 57,17 | 30,4 | 31,41 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:09 | 7,48 | 1462,00 | 4,09 | 55,52 | 30,5 | 31,55 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 03 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:15 | 7,46 | 1460,00 | 4,09 | 54,47 | 29,15 | 30,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:15 | 7,37 | 1435,00 | 4,12 | 55,08 | 29,70 | 30,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:15 | 7,42 | 1432,00 | 4,15 | 55,90 | 30,10 | 31,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:15 | 7,38 | 1429,00 | 4,01 | 54,74 | 30,80 | 31,92 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:15 | 7,40 | 1438,00 | 4,02 | 55,30 | 31,20 | 32,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:15 | 7,45 | 1441,00 | 4,18 | 57,83 | 31,50 | 32,51 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:15 | 7,48 | 1444,00 | 4,01 | 55,69 | 31,70 | 32,75 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 04 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:30 | 7,51 | 1406,00 | 3,96 | 53,45 | 30,20 | 31,32 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:30 | 7,47 | 1417,00 | 3,99 | 54,26 | 30,60 | 31,71 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:30 | 7,62 | 1419,00 | 4,10 | 55,97 | 30,80 | 31,89 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:30 | 7,68 | 1401,00 | 4,15 | 55,90 | 30,10 | 31,22 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:30 | 7,59 | 1422,00 | 4,02 | 55,19 | 31,10 | 32,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:30 | 7,70 | 1405,00 | 4,10 | 56,08 | 30,90 | 31,91 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:30 | 7,46 | 1411,00 | 4,11 | 56,00 | 30,70 | 31,75 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 05 DE 2017 | Alicuota 1 | 07:45 | 7,20 | 1361,00 | 4,17 | 56,49 | 30,40 | 31,52 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:45 | 7,22 | 1372,00 | 4,19 | 56,87 | 30,50 | 31,61 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:45 | 7,16 | 1370,00 | 4,20 | 56,58 | 30,10 | 31,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:45 | 7,18 | 1368,00 | 4,15 | 56,54 | 30,70 | 31,82 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:45 | 7,21 | 1373,00 | 4,19 | 56,55 | 31,20 | 31,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:45 | 7,24 | 1367,00 | 4,22 | 58,49 | 31,60 | 32,61 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:45 | 7,19 | 1360,00 | 4,21 | 58,58 | 31,80 | 32,85 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 06 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,30 | 1375,00 | 4,10 | 55,34 | 30,20 | 31,32 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,35 | 1380,00 | 4,15 | 56,22 | 30,40 | 31,51 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,34 | 1381,00 | 4,25 | 57,25 | 30,60 | 31,69 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,31 | 1376,00 | 4,11 | 55,79 | 30,50 | 31,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,29 | 1377,00 | 4,18 | 57,17 | 30,90 | 31,97 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,26 | 1382,00 | 4,16 | 57,44 | 31,40 | 32,41 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 7,31 | 1370,00 | 4,25 | 58,24 | 31,00 | 32,05 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-114. Resultados de Campo. Punto 10-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 02 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:16 | 8,01 | 1003,00 | 4,04 | 54,20 | 30,60 | 31,64 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:16 | 8,00 | 1007,00 | 4,11 | 56,21 | 30,90 | 31,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:16 | 7,96 | 1010,00 | 4,07 | 55,45 | 30,70 | 31,73 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:16 | 7,90 | 1011,00 | 4,14 | 56,62 | 30,90 | 31,95 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:16 | 7,92 | 1001,00 | 4,00 | 54,92 | 31,10 | 32,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:16 | 8,03 | 1014,00 | 3,95 | 54,86 | 31,70 | 32,77 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:16 | 7,95 | 1015,00 | 4,17 | 57,14 | 31,00 | 32,08 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 03 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:22 | 7,95 | 1015,00 | 4,15 | 55,80 | 30,00 | 31,13 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:22 | 7,98 | 1017,00 | 4,10 | 55,23 | 30,10 | 31,24 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:22 | 7,93 | 1009,00 | 4,03 | 54,91 | 30,70 | 31,77 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:22 | 8,00 | 1008,00 | 4,19 | 57,31 | 30,90 | 32,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:22 | 8,01 | 1011,00 | 4,22 | 58,05 | 31,20 | 32,27 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:22 | 8,03 | 1014,00 | 4,20 | 58,33 | 31,70 | 32,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:22 | 7,99 | 1019,00 | 4,21 | 58,24 | 31,50 | 32,51 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 04 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:37 | 8,10 | 1017,00 | 4,15 | 56,12 | 30,30 | 31,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:37 | 8,12 | 1021,00 | 4,05 | 54,66 | 30,20 | 31,32 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:37 | 8,15 | 1020,00 | 4,16 | 56,79 | 30,80 | 31,85 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:37 | 8,09 | 1016,00 | 4,21 | 57,58 | 30,90 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:37 | 8,17 | 1015,00 | 4,07 | 55,99 | 31,20 | 32,24 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:37 | 8,20 | 1021,00 | 4,14 | 57,28 | 31,50 | 32,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:37 | 8,13 | 1016,00 | 4,11 | 57,19 | 31,80 | 32,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 05 DE 2017 | Alicuota 1 | 07:52 | 7,92 | 1015,00 | 4,26 | 57,39 | 30,10 | 31,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:52 | 7,90 | 1017,00 | 4,20 | 56,69 | 30,20 | 31,32 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:52 | 7,86 | 1021,00 | 4,24 | 57,99 | 30,90 | 31,97 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:52 | 7,97 | 1022,00 | 4,32 | 58,53 | 30,40 | 31,59 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:52 | 7,95 | 1019,00 | 4,17 | 57,03 | 30,90 | 31,52 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:52 | 8,01 | 1017,00 | 4,15 | 57,09 | 31,20 | 31,97 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:52 | 8,03 | 1016,00 | 4,19 | 57,97 | 31,15 | 32,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 06 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:07 | 8,11 | 1019,00 | 4,16 | 56,15 | 30,20 | 31,36 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:07 | 8,09 | 1021,00 | 4,15 | 56,22 | 30,40 | 31,57 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:07 | 8,05 | 1016,00 | 4,20 | 57,01 | 30,50 | 31,59 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:07 | 8,16 | 1014,00 | 4,14 | 56,84 | 31,10 | 31,63 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:07 | 8,17 | 1017,00 | 4,16 | 56,80 | 31,70 | 31,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:07 | 8,10 | 1022,00 | 4,17 | 57,69 | 31,50 | 32,45 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:07 | 8,09 | 1024,00 | 4,21 | 58,13 | 31,40 | 32,11 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-115. Resultados de Campo. Punto 11-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 02 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:23 | 8,08 | 993,00 | 4,10 | 55,50 | 30,40 | 30,73 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:23 | 8,10 | 997,00 | 4,17 | 56,49 | 30,40 | 3,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:23 | 8,15 | 998,00 | 4,15 | 56,76 | 30,90 | 30,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:23 | 8,03 | 995,00 | 4,02 | 54,88 | 30,80 | 31,56 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:23 | 7,95 | 993,00 | 4,03 | 55,75 | 31,50 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:23 | 8,00 | 993,00 | 4,15 | 57,19 | 31,30 | 31,46 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:23 | 8,03 | 990,00 | 4,16 | 57,77 | 31,70 | 31,57 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 03 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:29 | 8,10 | 995,00 | 4,12 | 55,71 | 30,30 | 30,63 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:29 | 8,16 | 992,00 | 4,17 | 56,71 | 30,60 | 30,84 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:29 | 8,15 | 996,00 | 4,21 | 57,47 | 30,80 | 31,18 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:29 | 8,09 | 997,00 | 4,15 | 56,87 | 31,00 | 31,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:29 | 8,11 | 998,00 | 4,17 | 57,36 | 31,20 | 32,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:29 | 8,20 | 990,00 | 4,19 | 57,97 | 31,50 | 32,56 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:29 | 8,13 | 994,00 | 4,21 | 58,47 | 31,70 | 32,71 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 04 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:44 | 8,11 | 990,00 | 4,01 | 54,12 | 30,20 | 31,33 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:44 | 8,09 | 996,00 | 4,30 | 54,70 | 30,50 | 31,72 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:44 | 8,13 | 995,00 | 4,10 | 55,86 | 30,70 | 31,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:44 | 8,15 | 993,00 | 4,08 | 56,02 | 31,10 | 31,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:44 | 8,06 | 992,00 | 4,13 | 57,03 | 31,40 | 32,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:44 | 8,09 | 991,00 | 4,03 | 55,86 | 31,60 | 31,92 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:44 | 8,12 | 998,00 | 4,05 | 56,25 | 31,70 | 31,73 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 05 DE 2017 | Alicuota 1 | 07:59 | 8,16 | 998,00 | 4,20 | 56,69 | 30,20 | 31,56 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:59 | 8,15 | 996,00 | 4,21 | 57,36 | 30,70 | 31,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:59 | 8,20 | 993,00 | 4,16 | 56,90 | 30,90 | 31,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:59 | 8,11 | 995,00 | 4,15 | 56,76 | 30,90 | 31,83 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:59 | 8,21 | 991,00 | 4,31 | 59,29 | 31,20 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:59 | 8,17 | 994,00 | 4,12 | 57,00 | 31,50 | 32,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:59 | 8,16 | 997,00 | 4,16 | 57,77 | 31,70 | 32,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 06 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:14 | 8,19 | 996,00 | 4,03 | 54,39 | 30,20 | 31,33 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:14 | 8,13 | 993,00 | 4,03 | 54,60 | 30,40 | 31,52 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:14 | 8,16 | 997,00 | 4,05 | 55,18 | 30,70 | 31,66 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:14 | 8,30 | 990,00 | 4,10 | 56,08 | 30,90 | 31,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:14 | 8,26 | 991,00 | 4,12 | 56,67 | 31,20 | 31,95 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:14 | 8,17 | 991,00 | 4,13 | 57,14 | 31,50 | 32,43 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:14 | 8,10 | 992,00 | 4,16 | 57,66 | 31,60 | 32,07 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-116. Resultados de Campo. Punto 12-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 02 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:10 | 8,26 | 1231,00 | 7,25 | 102,60 | 33,70 | 31,36 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:10 | 8,70 | 1183,00 | 7,23 | 102,50 | 33,70 | 31,54 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:10 | 8,69 | 1181,00 | 7,36 | 104,30 | 33,70 | 31,67 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:10 | 8,63 | 1171,00 | 7,38 | 103,90 | 33,30 | 31,69 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:10 | 8,56 | 1178,00 | 7,43 | 105,20 | 33,70 | 31,98 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:10 | 8,52 | 1178,00 | 7,45 | 105,50 | 33,80 | 32,45 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:10 | 8,49 | 1173,00 | 7,54 | 106,80 | 33,70 | 32,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 03 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:20 | 8,40 | 1230,00 | 7,16 | 102,16 | 33,10 | 30,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:20 | 8,36 | 1219,00 | 7,03 | 100,11 | 33,00 | 30,79 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:20 | 8,31 | 1224,00 | 7,09 | 101,56 | 33,30 | 31,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:20 | 8,41 | 1226,00 | 7,12 | 102,19 | 33,40 | 31,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:20 | 8,39 | 1220,00 | 7,11 | 101,45 | 33,10 | 32,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:20 | 8,35 | 1216,00 | 7,14 | 101,68 | 33,00 | 32,53 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:20 | 8,32 | 1210,00 | 7,05 | 97,91 | 33,40 | 32,79 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 04 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:36 | 8,17 | 1178,00 | 7,03 | 100,11 | 33,00 | 31,32 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:36 | 8,19 | 1189,00 | 7,05 | 100,60 | 33,10 | 31,73 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:36 | 8,20 | 1186,00 | 6,95 | 98,98 | 33,00 | 31,85 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:36 | 8,10 | 1183,00 | 6,98 | 99,79 | 33,20 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:36 | 8,12 | 1185,00 | 6,99 | 99,74 | 33,10 | 32,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:36 | 8,15 | 1186,00 | 7,01 | 100,22 | 33,20 | 31,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:36 | 8,16 | 1187,00 | 7,04 | 100,26 | 33,00 | 31,76 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 05 DE 2017 | Alicuota 1 | 07:50 | 8,21 | 1179,00 | 7,01 | 100,02 | 33,10 | 31,53 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:50 | 8,19 | 1186,00 | 7,04 | 101,44 | 33,60 | 31,63 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:50 | 8,23 | 1183,00 | 7,10 | 101,71 | 33,30 | 31,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:50 | 8,17 | 1176,00 | 7,09 | 101,56 | 33,30 | 31,82 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:50 | 8,14 | 1180,00 | 7,12 | 101,79 | 33,20 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:50 | 8,24 | 1183,00 | 7,15 | 102,22 | 33,20 | 32,69 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:50 | 8,26 | 1182,00 | 7,11 | 102,05 | 33,40 | 32,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 06 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:10 | 8,10 | 1182,00 | 7,00 | 99,69 | 33,00 | 31,36 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:10 | 8,15 | 1186,00 | 7,10 | 101,11 | 33,00 | 31,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:10 | 8,21 | 1180,00 | 7,15 | 102,22 | 33,20 | 31,66 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:10 | 8,16 | 1179,00 | 7,06 | 100,08 | 33,20 | 31,67 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:10 | 8,12 | 1176,00 | 7,04 | 101,04 | 33,40 | 31,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:10 | 8,22 | 1183,00 | 7,09 | 102,16 | 33,60 | 32,31 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:10 | 8,24 | 1184,00 | 7,10 | 102,11 | 33,50 | 32,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-117. Resultados de Campo. Punto 13-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 02 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:13 | 7,88 | 1006,00 | 4,21 | 56,70 | 30,20 | 30,73 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:13 | 8,07 | 965,00 | 4,64 | 61,80 | 30,03 | 30,89 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:13 | 8,13 | 1050,00 | 4,46 | 59,60 | 30,20 | 30,22 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:13 | 8,14 | 1073,00 | 4,71 | 63,10 | 30,30 | 31,56 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:13 | 8,14 | 1037,00 | 4,43 | 59,30 | 30,30 | 31,29 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:13 | 8,15 | 1048,00 | 4,57 | 61,20 | 30,40 | 31,46 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:13 | 8,10 | 1071,00 | 4,41 | 58,70 | 30,50 | 31,57 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 03 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:24 | 7,96 | 1036,00 | 4,20 | 56,69 | 30,20 | 30,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:24 | 7,92 | 1035,00 | 4,19 | 56,55 | 30,20 | 30,82 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:24 | 7,80 | 1034,00 | 4,17 | 56,49 | 30,40 | 31,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:24 | 7,86 | 1030,00 | 4,16 | 56,47 | 30,50 | 31,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:24 | 7,85 | 1031,00 | 4,21 | 56,93 | 30,30 | 32,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:24 | 7,91 | 1032,00 | 4,22 | 60,33 | 30,20 | 32,44 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:24 | 7,92 | 1033,00 | 4,23 | 60,71 | 30,40 | 32,73 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 04 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:40 | 7,92 | 1026,00 | 4,16 | 56,15 | 30,20 | 31,36 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:40 | 7,90 | 1028,00 | 4,20 | 56,90 | 30,40 | 31,72 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:40 | 7,89 | 1030,00 | 4,21 | 56,71 | 30,10 | 31,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:40 | 7,88 | 1032,00 | 4,17 | 56,28 | 30,20 | 31,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:40 | 7,92 | 1034,00 | 4,19 | 56,77 | 30,40 | 32,19 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:40 | 7,91 | 1033,00 | 4,15 | 56,33 | 30,50 | 31,86 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:40 | 7,95 | 1028,00 | 4,20 | 56,69 | 30,20 | 31,77 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 05 DE 2017 | Alicuota 1 | 07:54 | 7,80 | 1031,00 | 4,11 | 55,68 | 30,40 | 31,53 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:54 | 7,82 | 1032,00 | 4,10 | 55,34 | 30,20 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:54 | 7,85 | 1034,00 | 4,15 | 56,33 | 30,50 | 31,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:54 | 7,83 | 1030,00 | 4,16 | 56,04 | 30,10 | 31,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:54 | 7,76 | 1029,00 | 4,20 | 57,01 | 30,50 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:54 | 7,79 | 1026,00 | 4,22 | 57,17 | 30,40 | 32,63 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:54 | 7,74 | 1024,00 | 4,20 | 56,90 | 30,40 | 32,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 06 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:14 | 7,79 | 1027,00 | 4,12 | 55,50 | 30,10 | 31,33 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:14 | 7,76 | 1027,00 | 4,17 | 56,49 | 30,40 | 31,52 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:14 | 7,78 | 1030,00 | 4,16 | 56,47 | 30,50 | 31,63 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:14 | 7,85 | 1035,00 | 4,11 | 55,68 | 30,40 | 31,62 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:14 | 7,83 | 1032,00 | 4,10 | 55,55 | 30,40 | 31,92 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:14 | 7,80 | 1034,00 | 4,15 | 56,33 | 30,50 | 32,57 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:14 | 7,83 | 1028,00 | 4,20 | 56,69 | 30,20 | 32,15 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-118. Resultados de Campo. Punto 14-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 02 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:34 | 8,53 | 1145,00 | 8,19 | 104,50 | 31,70 | 30,76 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:34 | 8,64 | 1109,00 | 7,39 | 101,30 | 31,70 | 30,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:34 | 8,63 | 1108,00 | 7,56 | 103,70 | 31,80 | 30,17 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:34 | 8,61 | 1105,00 | 7,54 | 103,20 | 31,70 | 31,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:34 | 8,56 | 1104,00 | 7,60 | 104,50 | 30,20 | 31,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:34 | 8,54 | 1117,00 | 7,30 | 100,40 | 32,00 | 31,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:34 | 8,54 | 1117,00 | 7,36 | 101,20 | 31,90 | 31,57 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 03 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:30 | 8,57 | 1143,00 | 8,21 | 113,58 | 31,50 | 30,61 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:32 | 8,62 | 1111,00 | 7,35 | 102,66 | 32,00 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:32 | 8,65 | 1108,00 | 7,55 | 104,85 | 31,70 | 31,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:32 | 8,60 | 1106,00 | 7,56 | 104,59 | 31,50 | 31,89 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:32 | 8,54 | 1103,00 | 7,58 | 105,67 | 31,90 | 31,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:32 | 8,56 | 1116,00 | 7,34 | 102,52 | 32,00 | 32,35 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:32 | 8,52 | 1117,00 | 7,38 | 102,49 | 31,70 | 32,76 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 04 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:48 | 8,55 | 1144,00 | 8,20 | 114,32 | 31,90 | 31,31 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:48 | 8,62 | 1110,00 | 7,35 | 101,88 | 31,60 | 31,69 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:48 | 8,61 | 1109,00 | 7,57 | 104,73 | 31,50 | 31,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:48 | 8,55 | 1106,00 | 7,55 | 105,46 | 32,00 | 31,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:48 | 8,53 | 1105,00 | 7,62 | 106,03 | 31,80 | 32,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:48 | 8,56 | 1118,00 | 7,28 | 101,30 | 31,80 | 31,92 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:48 | 8,55 | 1116,00 | 7,35 | 106,66 | 32,00 | 31,74 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 05 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:02 | 8,50 | 1143,00 | 8,20 | 113,85 | 31,70 | 31,53 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:02 | 8,62 | 1107,00 | 7,37 | 101,77 | 31,40 | 31,65 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:02 | 8,65 | 1109,00 | 7,52 | 104,84 | 31,90 | 31,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:02 | 8,57 | 1104,00 | 7,56 | 104,59 | 31,50 | 31,86 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:02 | 8,52 | 1101,00 | 7,62 | 106,64 | 32,10 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:02 | 8,54 | 1120,00 | 7,34 | 102,52 | 32,00 | 32,65 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:02 | 8,51 | 1121,00 | 7,38 | 102,49 | 31,70 | 32,82 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 06 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:22 | 8,56 | 1140,00 | 8,21 | 114,02 | 31,70 | 31,35 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:22 | 8,65 | 1106,00 | 7,35 | 102,47 | 31,90 | 31,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:22 | 8,61 | 1110,00 | 7,60 | 106,16 | 32,00 | 31,67 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:22 | 8,56 | 1103,00 | 7,36 | 102,16 | 31,80 | 31,63 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:22 | 8,54 | 1116,00 | 7,54 | 104,51 | 31,60 | 31,98 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:22 | 8,64 | 1137,00 | 7,56 | 105,34 | 31,90 | 32,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:22 | 8,57 | 1118,00 | 7,59 | 104,80 | 31,40 | 32,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-119. Resultados de Campo. Punto 15-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 02 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:16 | 8,40 | 1150,00 | 7,20 | 102,20 | 29,20 | 30,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:16 | 8,42 | 1109,00 | 7,26 | 100,30 | 29,80 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:16 | 8,39 | 1115,00 | 7,30 | 104,20 | 30,10 | 30,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:16 | 8,55 | 1129,00 | 7,41 | 100,60 | 30,80 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:16 | 8,58 | 1130,00 | 8,02 | 102,30 | 29,00 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:16 | 8,49 | 1106,00 | 8,15 | 101,50 | 29,90 | 30,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:16 | 8,51 | 1112,00 | 7,21 | 100,50 | 30,30 | 30,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 03 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:26 | 8,35 | 1140,00 | 7,33 | 100,20 | 29,60 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:26 | 8,33 | 1133,00 | 8,21 | 101,50 | 30,10 | 30,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:26 | 8,40 | 1124,00 | 8,20 | 102,30 | 30,60 | 30,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:26 | 8,26 | 1130,00 | 8,19 | 100,60 | 30,70 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:26 | 8,30 | 1129,00 | 8,15 | 102,40 | 29,80 | 30,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:26 | 8,22 | 1136,00 | 8,26 | 101,10 | 29,60 | 30,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:26 | 8,16 | 1109,00 | 8,19 | 102,60 | 30,10 | 30,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 04 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:41 | 8,02 | 1120,00 | 7,44 | 100,20 | 29,60 | 30,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:41 | 8,15 | 1126,00 | 7,58 | 102,50 | 29,80 | 30,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:41 | 8,09 | 1128,00 | 8,02 | 100,10 | 30,00 | 31,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:41 | 8,30 | 1150,00 | 8,15 | 102,10 | 30,00 | 31,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:41 | 8,41 | 1148,00 | 8,19 | 104,30 | 31,10 | 31,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:41 | 8,36 | 1121,00 | 8,39 | 108,10 | 31,40 | 31,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:41 | 8,41 | 1155,00 | 7,97 | 102,40 | 31,60 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 05 DE 2017 | Alicuota 1 | 07:56 | 8,26 | 1142,00 | 8,55 | 104,60 | 28,60 | 29,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:56 | 8,31 | 1140,00 | 8,40 | 101,70 | 28,90 | 29,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:56 | 8,20 | 1129,00 | 8,49 | 102,80 | 29,00 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:56 | 8,25 | 1136,00 | 8,39 | 103,10 | 30,10 | 30,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:56 | 8,36 | 1130,00 | 8,33 | 103,10 | 30,60 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:56 | 8,21 | 1117,00 | 8,31 | 102,50 | 30,80 | 31,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:56 | 8,19 | 1118,00 | 8,52 | 101,10 | 30,20 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 06 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:14 | 8,15 | 1120,00 | 8,10 | 100,10 | 29,60 | 30,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:14 | 8,20 | 1129,00 | 8,21 | 100,20 | 29,90 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:14 | 8,51 | 1141,00 | 8,15 | 102,50 | 30,10 | 30,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:14 | 8,36 | 1136,00 | 8,12 | 104,60 | 30,00 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:14 | 8,41 | 1128,00 | 8,20 | 103,70 | 30,10 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:14 | 8,29 | 1132,00 | 8,17 | 102,10 | 30,20 | 31,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:14 | 8,19 | 1130,00 | 8,16 | 102,60 | 30,60 | 31,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-120. Resultados de Campo. Punto 16-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 02 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:11 | 8,50 | 1146,00 | 8,20 | 105,50 | 31,60 | 30,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:11 | 8,66 | 1108,00 | 7,30 | 101,50 | 31,70 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:11 | 8,63 | 1109,00 | 7,56 | 102,70 | 31,80 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:11 | 8,60 | 1109,00 | 7,54 | 103,20 | 31,80 | 31,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:11 | 8,57 | 1105,00 | 7,66 | 105,30 | 31,80 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:11 | 8,55 | 1107,00 | 7,33 | 100,30 | 32,00 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:11 | 8,55 | 1118,00 | 7,38 | 101,20 | 32,00 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 03 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:22 | 8,57 | 1143,00 | 8,30 | 102,30 | 31,60 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:22 | 8,66 | 1112,00 | 7,36 | 105,40 | 32,80 | 31,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:22 | 8,65 | 1109,00 | 7,59 | 100,10 | 31,70 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:22 | 8,60 | 1108,00 | 7,44 | 100,20 | 31,50 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:22 | 8,54 | 1106,00 | 7,36 | 106,70 | 31,80 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:22 | 8,55 | 1100,00 | 7,55 | 103,40 | 31,90 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:22 | 8,54 | 1119,00 | 7,48 | 105,20 | 32,00 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 04 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:37 | 8,50 | 1145,00 | 8,21 | 102,50 | 31,60 | 31,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:37 | 8,69 | 1100,00 | 7,35 | 102,60 | 31,90 | 32,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:37 | 8,63 | 1153,00 | 7,57 | 100,10 | 31,40 | 31,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:37 | 8,55 | 1112,00 | 7,66 | 101,20 | 32,00 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:37 | 8,66 | 1125,00 | 7,63 | 101,60 | 32,00 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:37 | 8,49 | 1160,00 | 7,20 | 102,30 | 31,60 | 31,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:37 | 8,58 | 1130,00 | 7,30 | 100,90 | 31,80 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 05 DE 2017 | Alicuota 1 | 07:52 | 8,52 | 1120,00 | 8,21 | 101,20 | 31,60 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:52 | 8,54 | 1126,00 | 8,22 | 102,40 | 31,90 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:52 | 8,52 | 1115,00 | 8,30 | 104,20 | 32,00 | 31,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:52 | 8,57 | 1118,00 | 8,21 | 101,20 | 32,00 | 31,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:52 | 8,60 | 1122,00 | 8,20 | 102,90 | 32,80 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:52 | 8,55 | 1109,00 | 8,25 | 103,30 | 31,90 | 31,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:52 | 8,49 | 1110,00 | 8,20 | 102,90 | 31,40 | 31,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 06 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:15 | 8,50 | 1142,00 | 8,22 | 102,40 | 31,40 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:15 | 8,66 | 1140,00 | 7,33 | 100,10 | 31,90 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:15 | 8,58 | 1109,00 | 7,30 | 102,10 | 32,00 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:15 | 8,59 | 1112,00 | 7,40 | 102,40 | 31,80 | 31,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:15 | 8,50 | 1122,00 | 8,02 | 100,20 | 31,60 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:15 | 8,52 | 1133,00 | 8,20 | 105,20 | 31,90 | 31,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:15 | 8,55 | 1120,00 | 7,92 | 109,80 | 31,50 | 31,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-121. Resultados de Campo. Punto 17-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXÍGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 10 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:52 | 8,42 | 373,04 | 8,75 | 114,71 | 28,66 | 29,63 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:52 | 8,45 | 373,14 | 8,76 | 114,68 | 28,77 | 29,85 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:52 | 8,47 | 373,23 | 8,72 | 114,60 | 28,79 | 29,87 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:52 | 8,50 | 373,51 | 8,71 | 114,51 | 28,81 | 30,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:52 | 8,50 | 373,82 | 8,68 | 114,26 | 28,88 | 30,38 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:52 | 8,51 | 373,88 | 8,66 | 114,04 | 28,90 | 30,64 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:52 | 8,55 | 374,89 | 8,64 | 113,82 | 28,92 | 30,69 | AGUA TURBIA |
| ENERO 11 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:07 | 8,40 | 372,07 | 8,76 | 114,21 | 28,37 | 29,58 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:07 | 8,41 | 372,56 | 8,75 | 114,11 | 28,38 | 29,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:07 | 8,43 | 372,74 | 8,74 | 114,19 | 28,48 | 29,72 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:07 | 8,47 | 372,88 | 8,73 | 114,23 | 28,56 | 29,86 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:07 | 8,47 | 373,84 | 8,68 | 113,64 | 28,59 | 30,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:07 | 8,53 | 373,97 | 8,68 | 113,75 | 28,64 | 30,23 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:07 | 8,53 | 374,06 | 8,67 | 114,76 | 29,17 | 30,36 | AGUA TURBIA |
| ENERO 12 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:37 | 8,39 | 372,01 | 8,73 | 114,06 | 28,48 | 29,77 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:37 | 8,40 | 372,49 | 8,73 | 114,08 | 28,49 | 29,85 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:37 | 8,41 | 372,84 | 8,72 | 114,04 | 28,53 | 29,99 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:37 | 8,45 | 372,88 | 8,72 | 114,08 | 28,55 | 30,18 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:37 | 8,47 | 373,55 | 8,70 | 113,90 | 28,59 | 30,36 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:37 | 8,50 | 373,57 | 8,70 | 114,55 | 28,89 | 30,37 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:37 | 8,50 | 374,70 | 8,64 | 114,15 | 29,07 | 30,47 | AGUA TURBIA |
| ENERO 13 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:47 | 8,39 | 372,22 | 8,75 | 114,23 | 28,44 | 29,57 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:47 | 8,37 | 372,29 | 8,75 | 114,34 | 28,49 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:47 | 8,46 | 372,34 | 8,73 | 114,12 | 28,51 | 29,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:47 | 8,52 | 372,62 | 8,70 | 113,88 | 29,59 | 30,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:47 | 8,54 | 372,77 | 8,72 | 114,44 | 28,84 | 30,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:47 | 8,54 | 372,77 | 8,66 | 114,02 | 28,89 | 30,41 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:47 | 8,55 | 373,28 | 8,65 | 113,89 | 28,89 | 30,44 | AGUA TURBIA |
| ENERO 14 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:31 | 8,42 | 372,05 | 8,76 | 114,82 | 28,65 | 29,96 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:31 | 8,44 | 372,05 | 8,72 | 114,81 | 28,84 | 30,03 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:31 | 8,46 | 372,08 | 8,70 | 115,00 | 29,10 | 30,61 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:31 | 8,49 | 372,48 | 8,70 | 115,03 | 29,11 | 30,62 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:31 | 8,50 | 374,27 | 8,68 | 115,22 | 29,32 | 30,69 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:31 | 8,54 | 374,31 | 8,67 | 115,91 | 29,70 | 30,87 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:31 | 8,54 | 374,83 | 8,67 | 116,18 | 29,82 | 31,42 | AGUA TURBIA |

Tabla 7-122. Resultados de Campo. Punto 18-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 10 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:31 | 7,05 | 316,90 | 3,52 | 46,34 | 28,88 | 29,58 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:31 | 7,06 | 318,34 | 3,50 | 46,12 | 28,93 | 29,86 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:31 | 7,08 | 320,83 | 3,50 | 46,27 | 29,10 | 30,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:31 | 7,09 | 320,85 | 3,46 | 45,88 | 29,26 | 30,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:31 | 7,11 | 320,98 | 3,42 | 45,57 | 29,52 | 30,44 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:31 | 7,12 | 321,02 | 3,30 | 43,99 | 29,55 | 30,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:31 | 7,13 | 321,56 | 3,30 | 44,14 | 29,73 | 30,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 11 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:40 | 7,03 | 315,43 | 3,55 | 46,76 | 28,91 | 29,58 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:40 | 7,04 | 316,68 | 3,55 | 46,79 | 29,94 | 29,67 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:40 | 7,09 | 317,78 | 3,53 | 46,86 | 29,32 | 29,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:40 | 7,11 | 318,56 | 3,44 | 45,73 | 29,40 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:40 | 7,13 | 319,19 | 3,35 | 44,91 | 29,67 | 30,32 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:40 | 7,16 | 320,08 | 3,35 | 44,02 | 29,85 | 30,44 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:40 | 7,19 | 322,33 | 3,32 | 44,59 | 29,94 | 30,54 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 12 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:20 | 7,10 | 316,74 | 3,51 | 46,16 | 28,83 | 29,56 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:20 | 7,11 | 316,89 | 3,51 | 46,23 | 28,91 | 29,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:20 | 7,14 | 317,75 | 3,50 | 46,12 | 28,93 | 30,22 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:20 | 7,17 | 320,07 | 3,46 | 45,32 | 29,07 | 30,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:20 | 7,18 | 320,23 | 3,41 | 45,63 | 29,75 | 30,33 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:20 | 7,19 | 322,35 | 3,41 | 45,73 | 29,86 | 30,46 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:20 | 7,20 | 323,25 | 3,34 | 44,87 | 29,96 | 30,59 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 13 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:24 | 7,10 | 319,46 | 3,50 | 46,06 | 28,86 | 29,91 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:24 | 7,14 | 320,86 | 3,49 | 46,04 | 29,99 | 30,12 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:24 | 7,16 | 320,88 | 3,47 | 45,91 | 29,15 | 30,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:24 | 7,16 | 321,46 | 3,43 | 45,43 | 29,20 | 30,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:24 | 7,17 | 321,84 | 3,33 | 44,13 | 29,23 | 30,64 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:24 | 7,22 | 321,94 | 3,30 | 44,04 | 29,61 | 30,69 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:24 | 7,23 | 322,53 | 3,30 | 44,29 | 29,90 | 31,03 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 14 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:11 | 7,09 | 316,31 | 3,56 | 46,94 | 29,11 | 30,05 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:11 | 7,12 | 316,75 | 3,52 | 46,61 | 29,19 | 30,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:11 | 7,15 | 320,09 | 3,50 | 46,45 | 29,31 | 30,64 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:11 | 7,17 | 320,72 | 3,44 | 45,71 | 29,37 | 30,64 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:11 | 7,18 | 321,71 | 3,42 | 45,56 | 29,51 | 30,76 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:11 | 7,20 | 322,94 | 3,39 | 45,34 | 29,72 | 30,81 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:11 | 7,22 | 323,13 | 3,33 | 44,70 | 29,91 | 30,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Tabla 7-123. Resultados de Campo. Punto 19-Embalse del Guájaro.

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXIGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 10 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:29 | 7,86 | 191,95 | 6,50 | 84,52 | 28,23 | 29,53 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:29 | 7,90 | 192,14 | 6,47 | 84,23 | 28,29 | 29,59 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:29 | 7,91 | 192,20 | 6,45 | 84,31 | 28,34 | 30,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:29 | 7,93 | 192,37 | 6,43 | 84,11 | 28,46 | 30,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:29 | 7,94 | 192,56 | 6,44 | 84,54 | 28,73 | 30,49 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:29 | 7,95 | 193,41 | 6,39 | 83,91 | 28,75 | 30,51 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:29 | 7,95 | 193,62 | 6,37 | 83,94 | 29,10 | 30,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 11 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:43 | 7,88 | 191,33 | 6,48 | 84,25 | 28,22 | 29,53 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:43 | 7,88 | 191,86 | 6,43 | 84,03 | 28,49 | 29,54 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:43 | 7,90 | 192,12 | 6,38 | 83,43 | 28,53 | 29,84 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:43 | 7,91 | 192,66 | 6,33 | 82,98 | 28,66 | 29,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:43 | 7,91 | 192,98 | 6,32 | 82,93 | 28,71 | 30,22 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:43 | 7,93 | 193,09 | 6,28 | 82,55 | 28,80 | 30,23 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:43 | 7,95 | 194,03 | 6,24 | 82,27 | 28,96 | 30,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 12 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:17 | 7,86 | 191,26 | 6,44 | 83,60 | 28,14 | 29,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:17 | 7,86 | 191,54 | 6,44 | 83,65 | 28,19 | 29,89 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:17 | 7,87 | 192,05 | 6,41 | 83,40 | 28,26 | 30,03 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:17 | 7,88 | 192,12 | 6,37 | 82,93 | 28,29 | 30,16 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:17 | 7,89 | 192,18 | 6,30 | 82,39 | 28,53 | 30,25 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:17 | 7,92 | 192,45 | 6,27 | 82,20 | 28,66 | 30,38 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:17 | 7,94 | 193,25 | 6,24 | 82,55 | 29,14 | 30,65 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 13 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:22 | 7,89 | 191,28 | 6,50 | 84,80 | 28,40 | 29,93 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:22 | 7,90 | 191,44 | 6,47 | 84,45 | 28,43 | 30,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:22 | 7,90 | 192,29 | 6,41 | 83,81 | 28,52 | 30,35 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:22 | 7,92 | 192,57 | 6,36 | 83,19 | 28,54 | 30,87 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:22 | 7,94 | 193,60 | 6,36 | 83,61 | 28,81 | 30,94 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:22 | 7,95 | 193,82 | 6,35 | 83,51 | 28,83 | 31,21 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:22 | 7,95 | 194,09 | 6,29 | 82,80 | 28,92 | 31,26 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 14 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:05 | 7,80 | 191,09 | 6,42 | 83,31 | 28,12 | 30,47 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:05 | 7,87 | 191,53 | 6,42 | 83,56 | 28,28 | 30,71 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:05 | 7,88 | 191,78 | 6,41 | 84,02 | 28,65 | 30,99 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:05 | 7,91 | 192,18 | 6,33 | 83,11 | 28,74 | 31,09 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:05 | 7,93 | 192,50 | 6,31 | 82,91 | 28,78 | 31,14 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:05 | 7,93 | 192,56 | 6,29 | 82,94 | 28,97 | 31,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:05 | 7,95 | 193,39 | 6,28 | 82,89 | 29,02 | 31,44 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Figura 7-209. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 1.

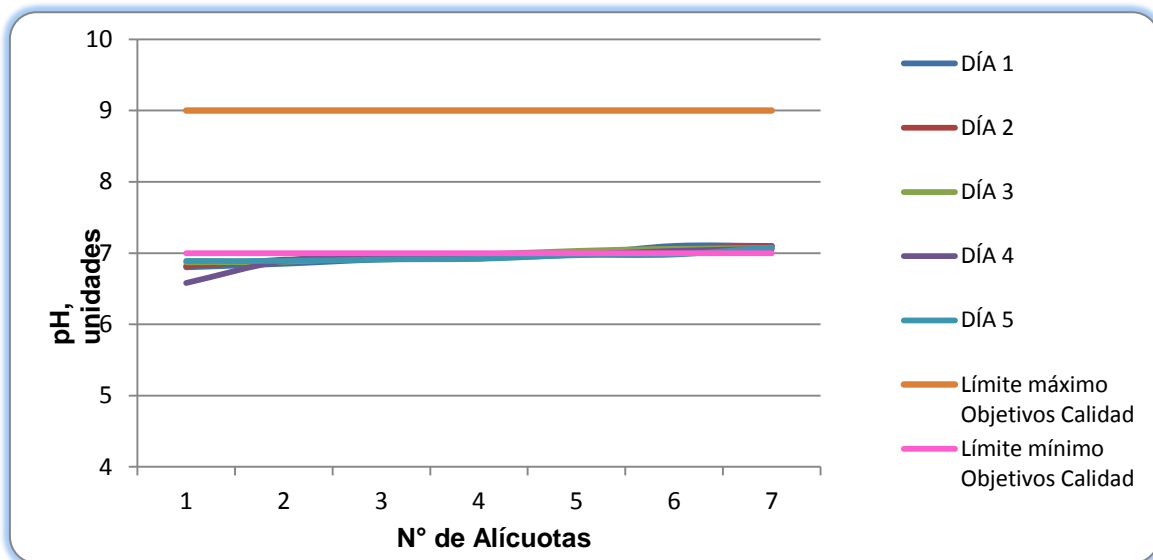


Figura 7-210. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 2.

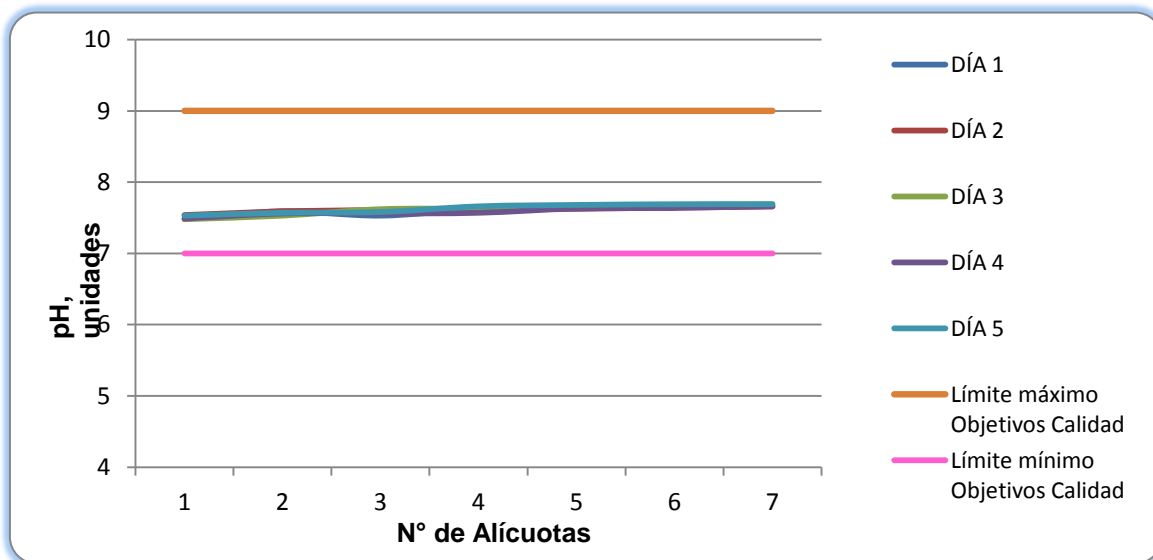


Figura 7-211. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 3.

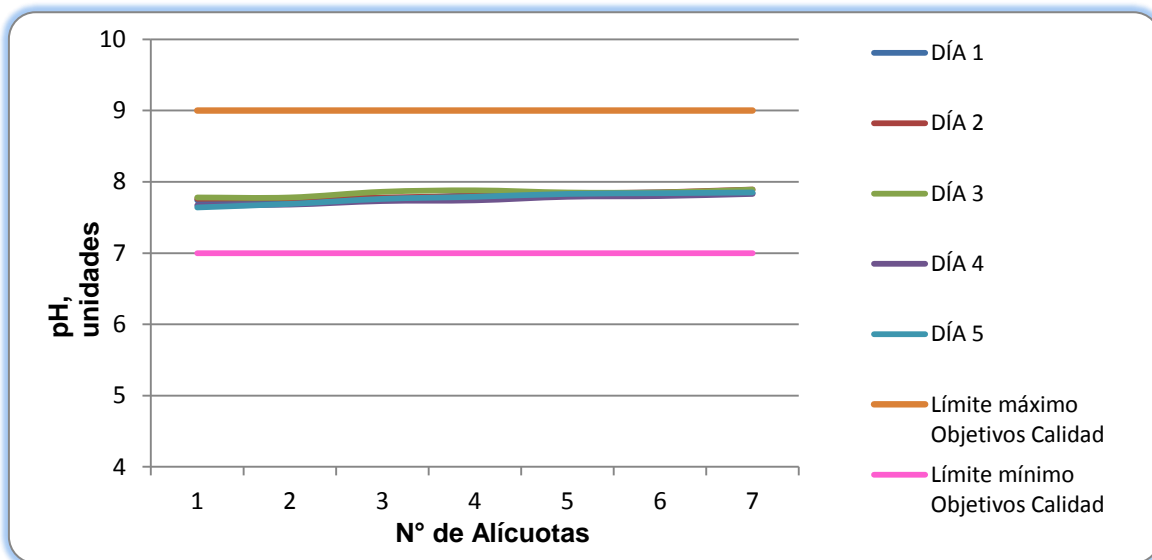


Figura 7-212. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 4.

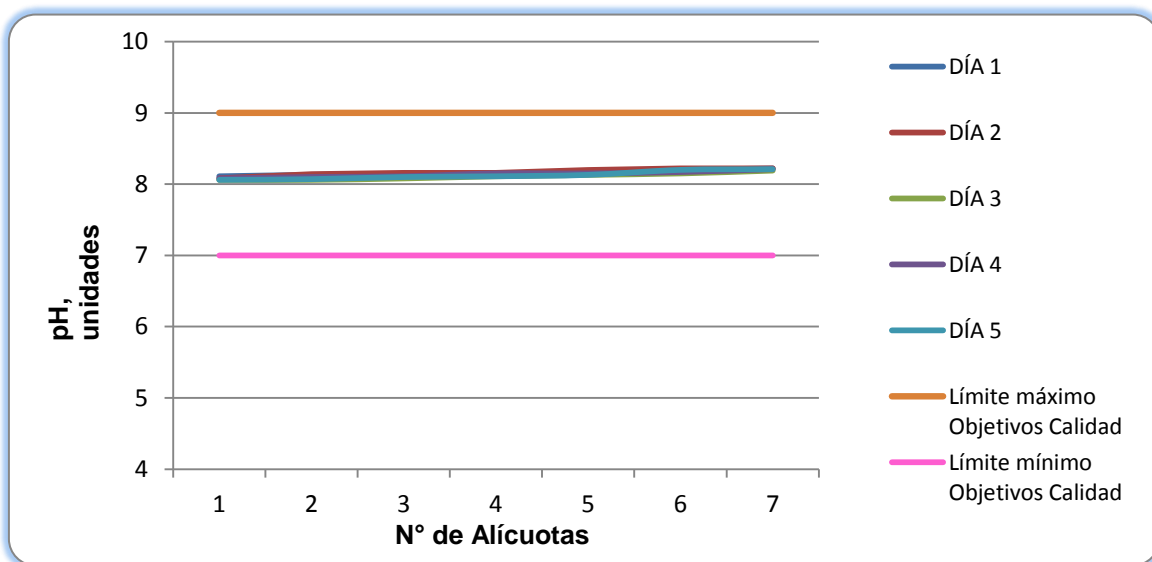


Figura 7-213. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 5.

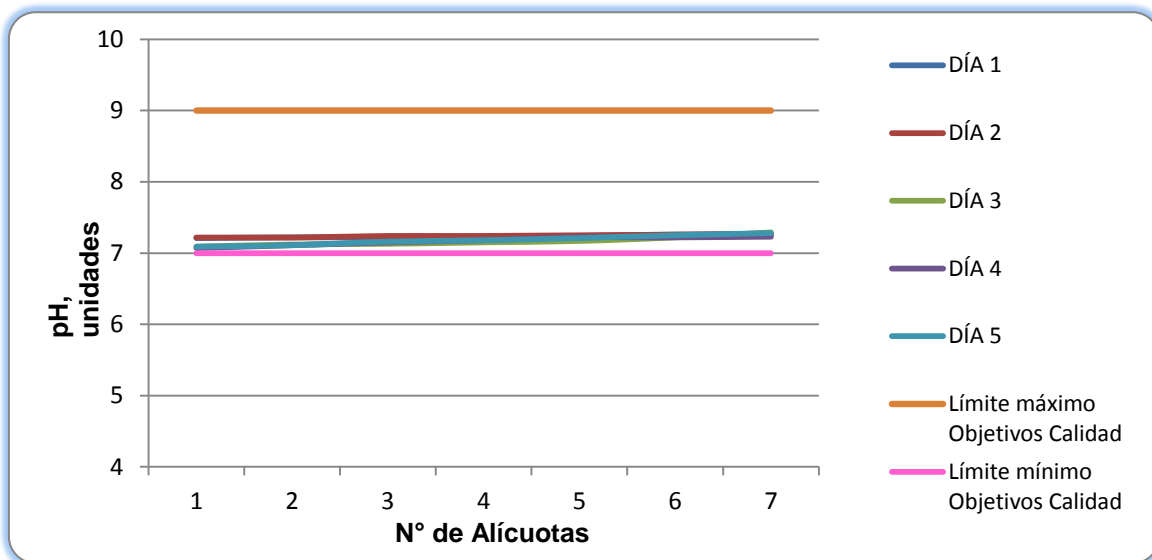


Figura 7-214. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 6.

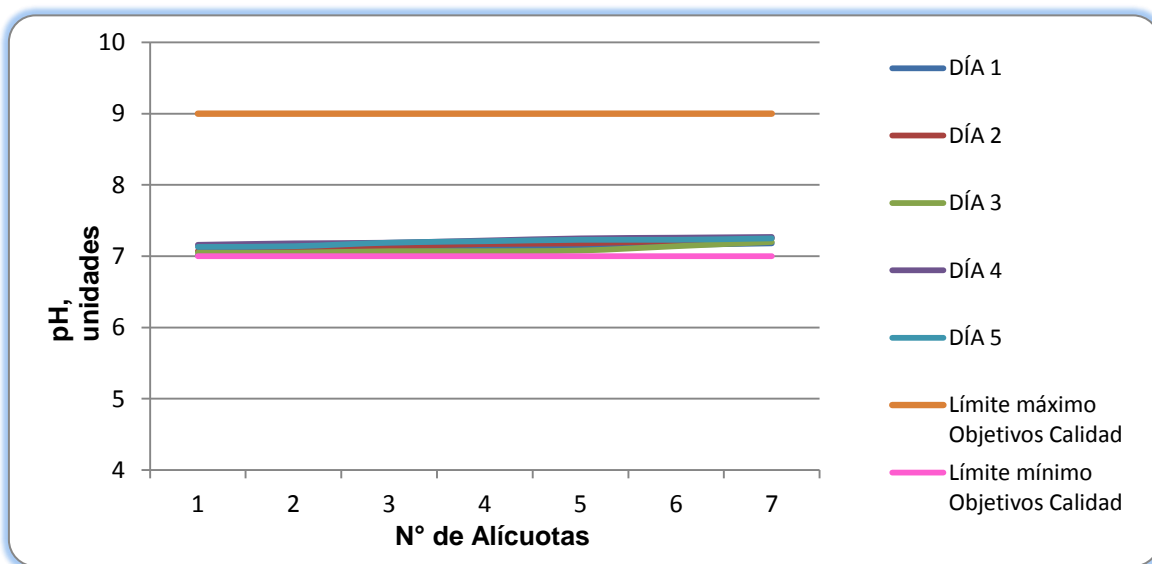


Figura 7-215. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 7.

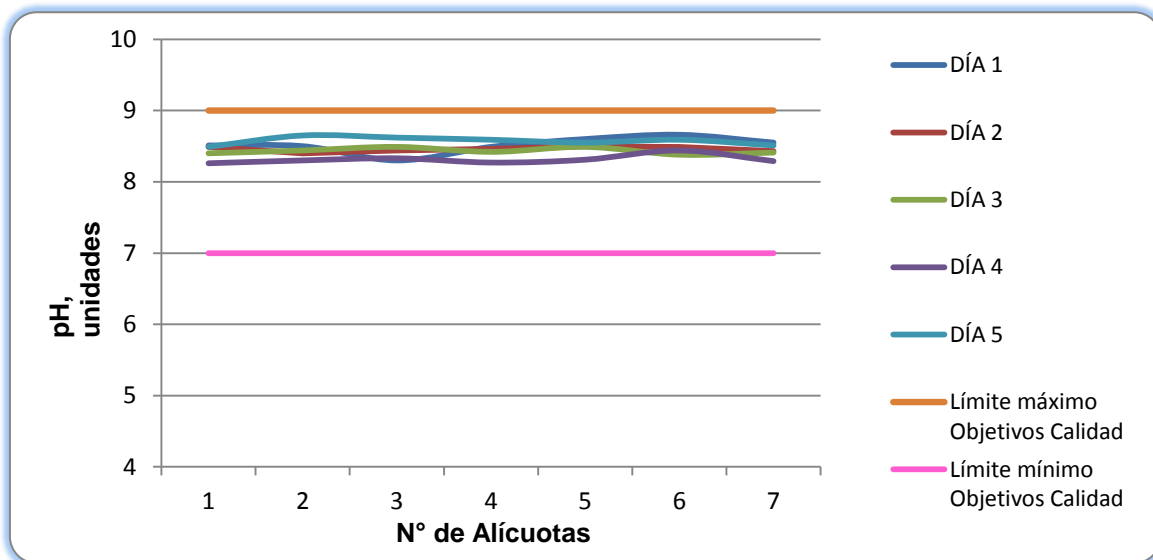


Figura 7-216. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 8.

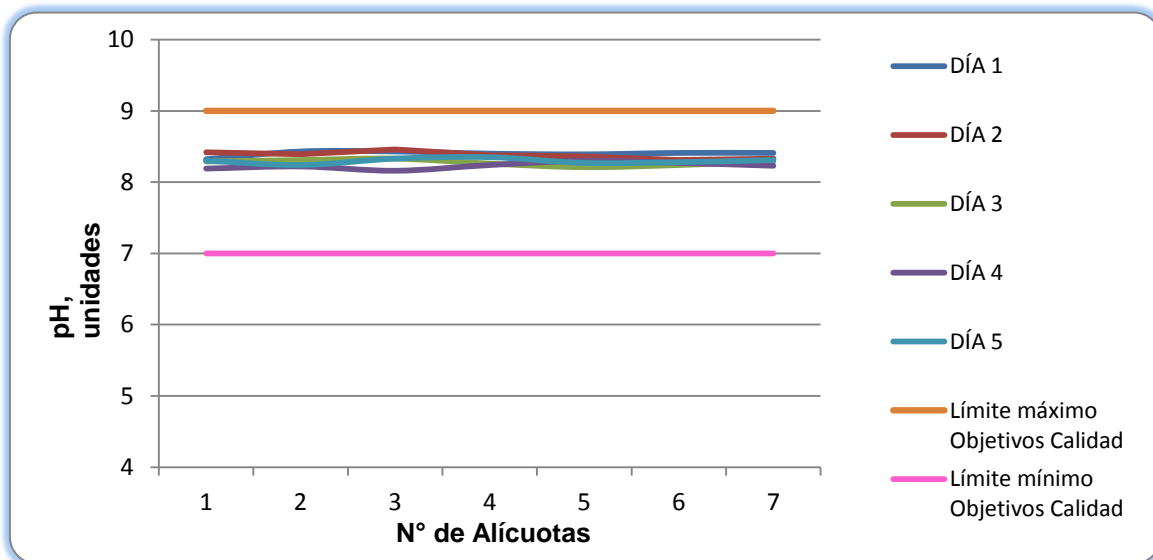


Figura 7-217. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 9.

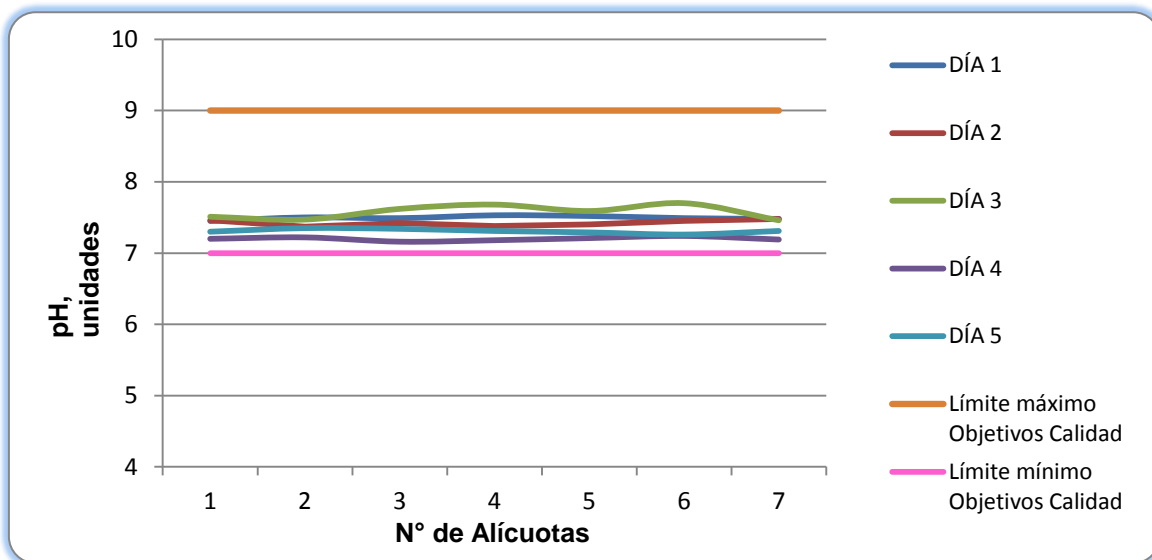


Figura 7-218. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 10.

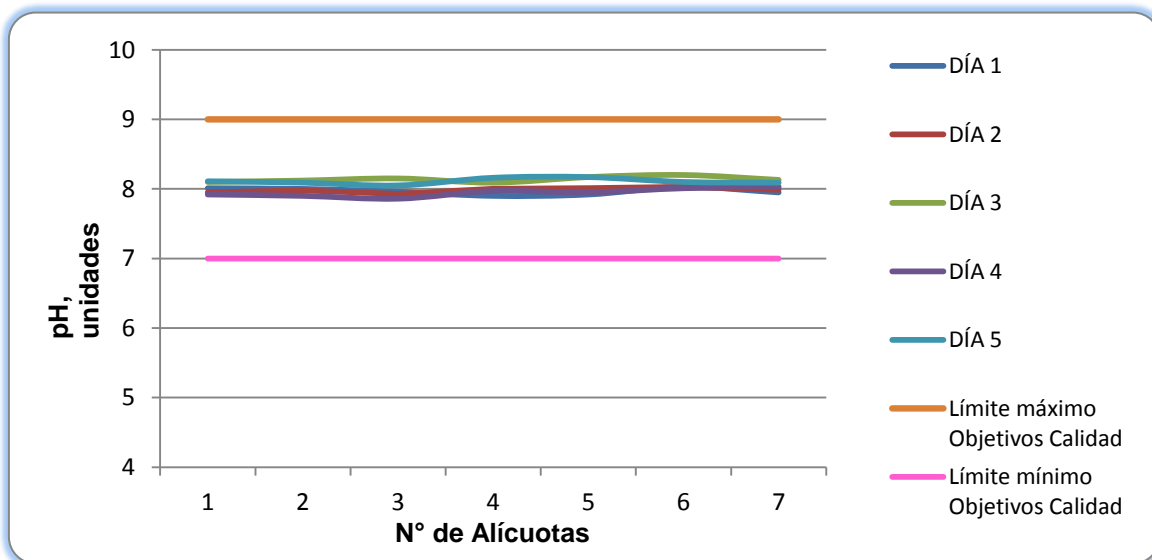


Figura 7-219. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 11.

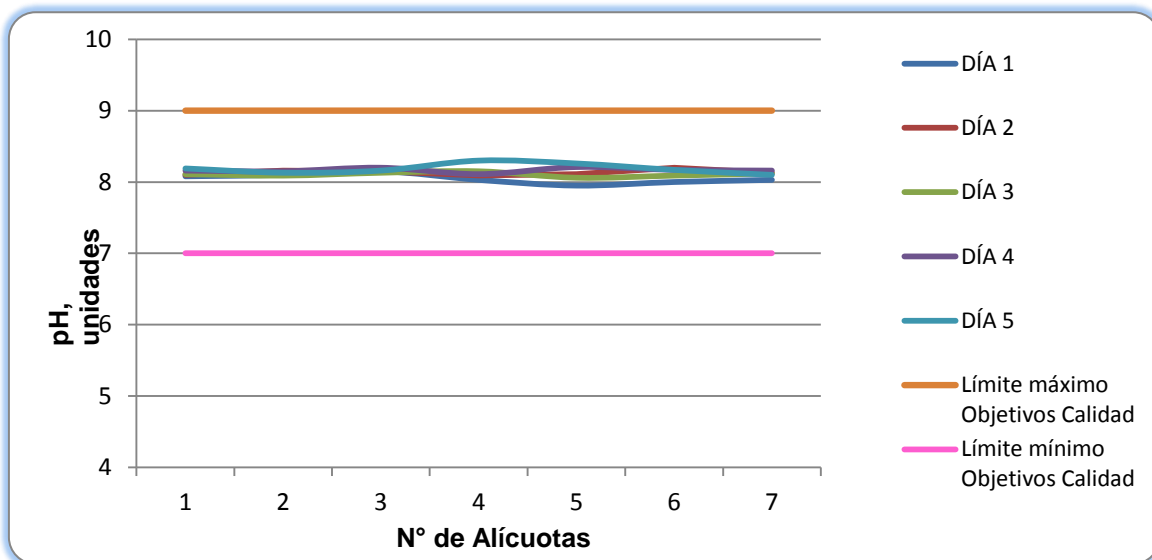


Figura 7-220. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 12.

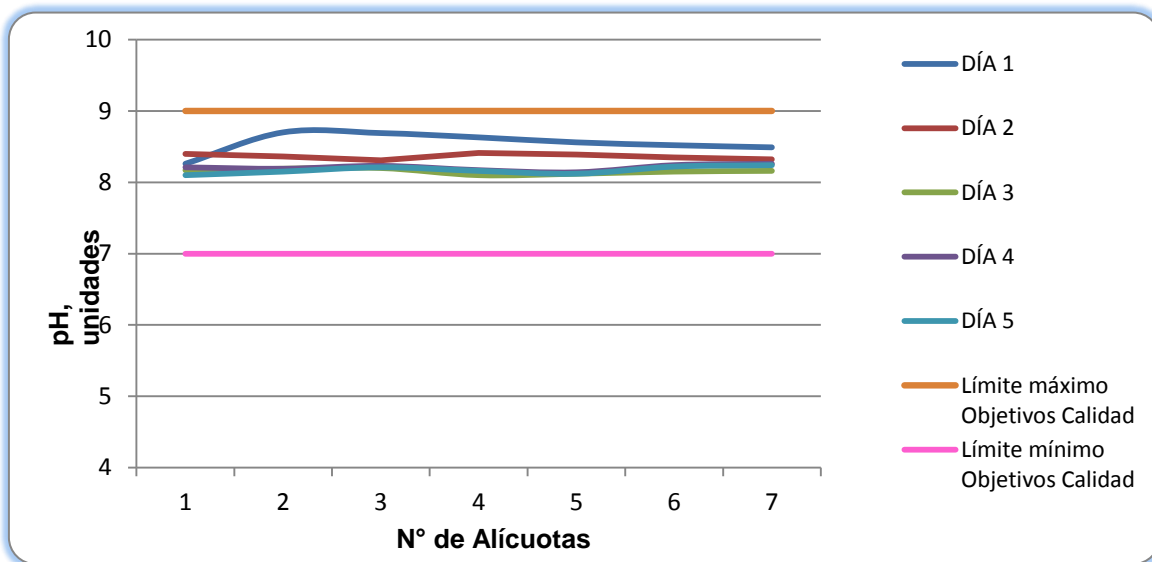


Figura 7-221. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 13.

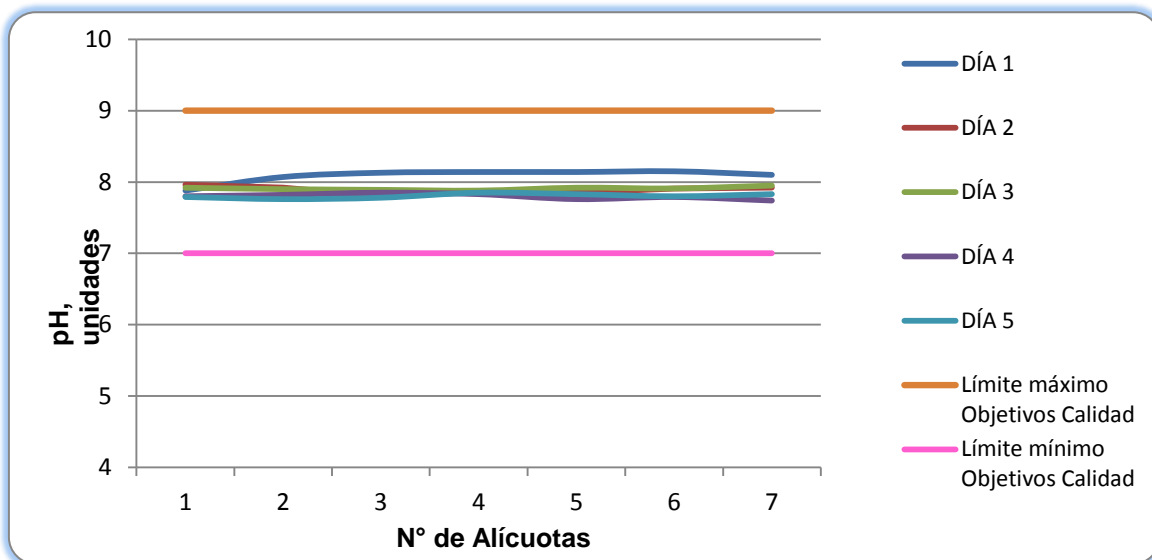


Figura 7-222. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 14.

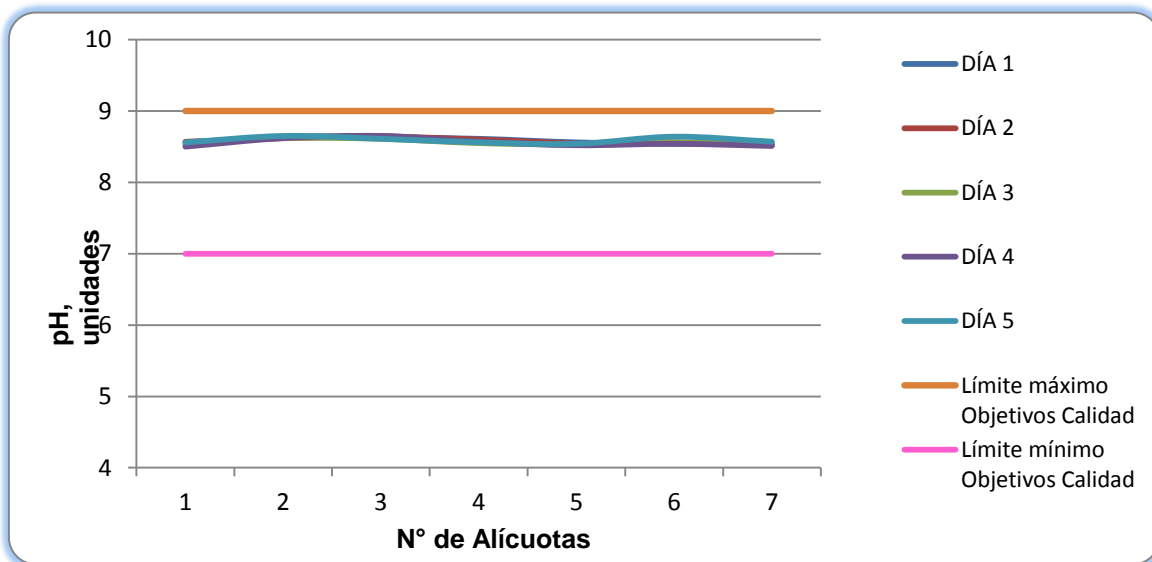


Figura 7-223. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 15.

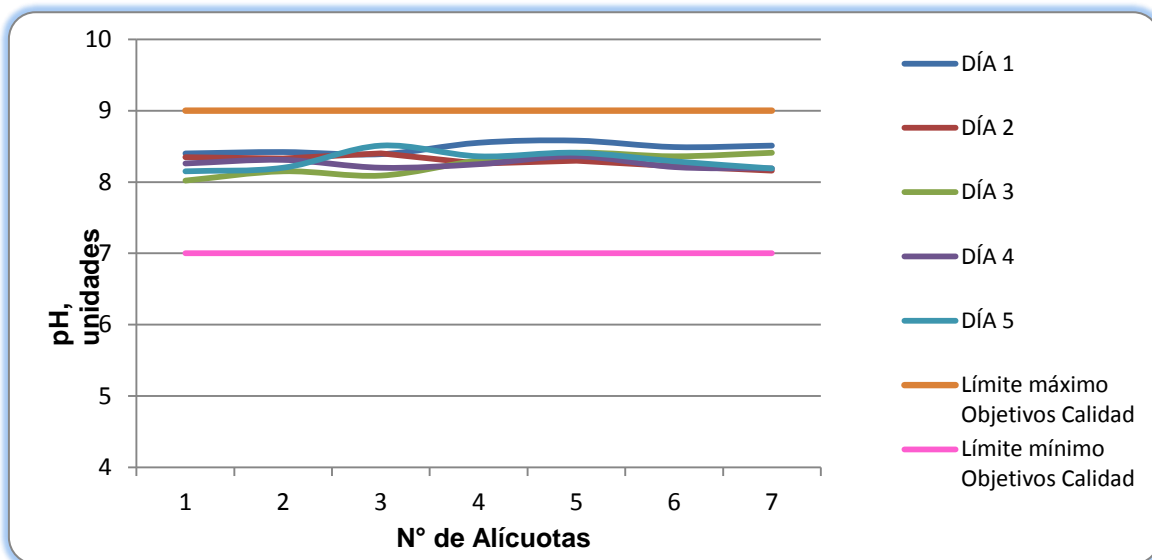


Figura 7-224. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 16.

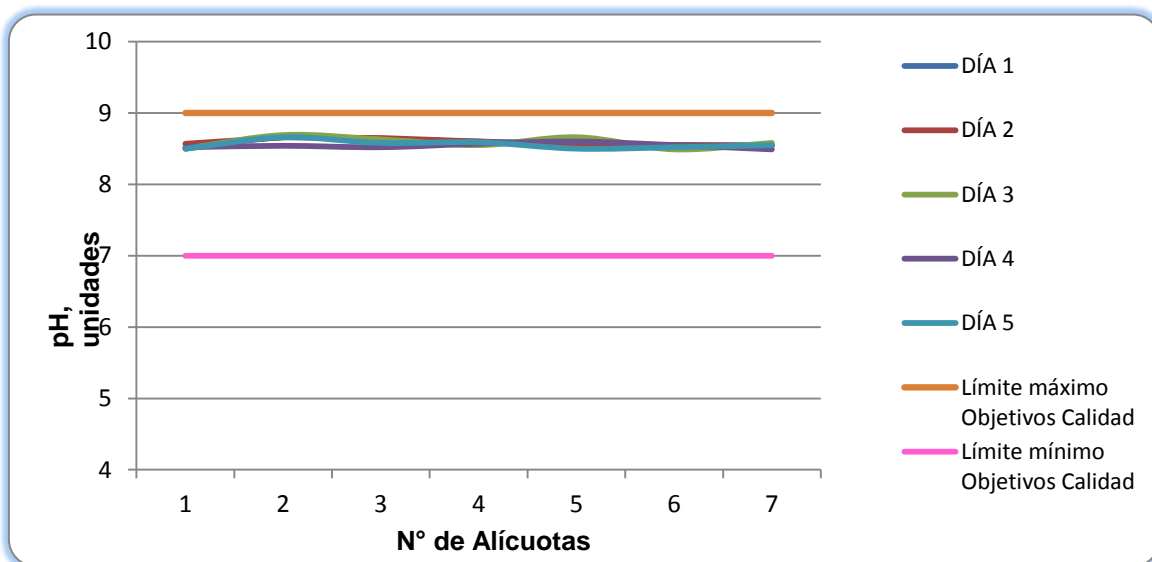


Figura 7-225. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 17.

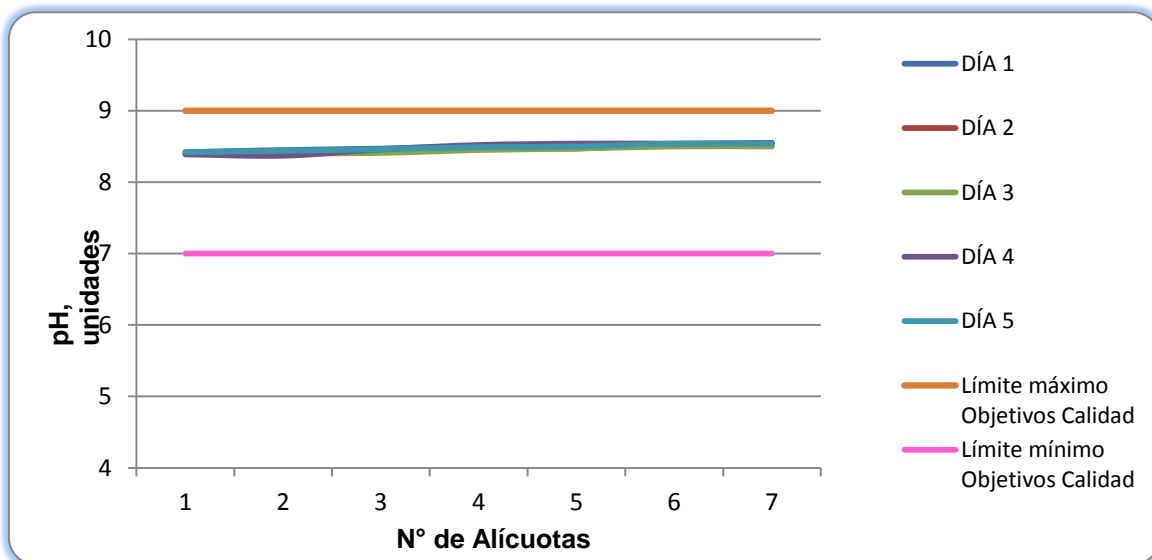


Figura 7-226. Variación de pH. Embalse del Guájaro. Punto 18.

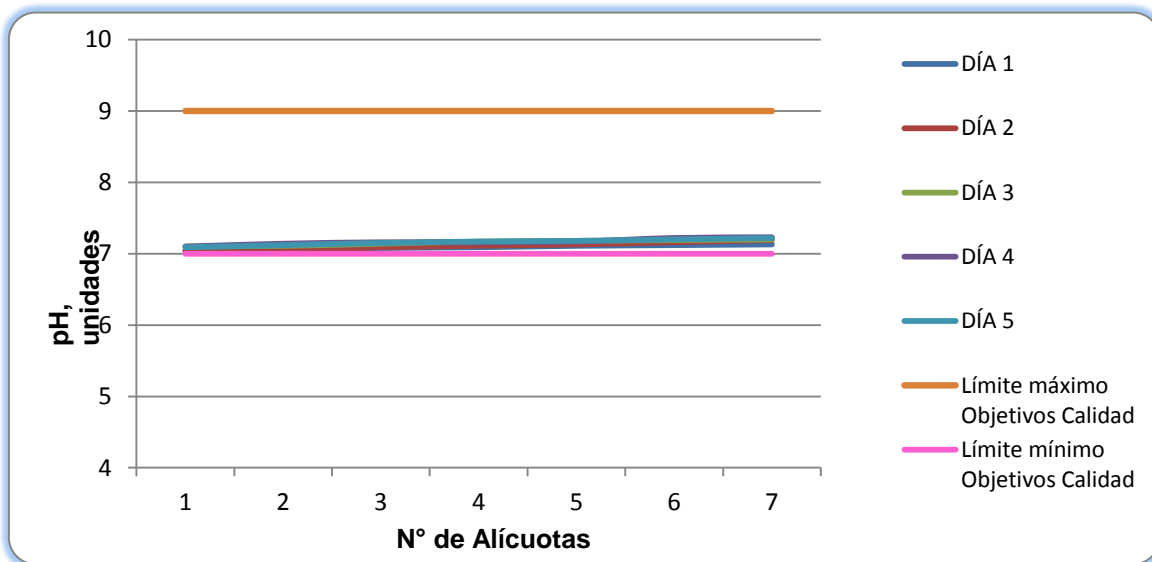


Figura 7-227. Variación de pH. Embalse del Guájaró. Punto 19.

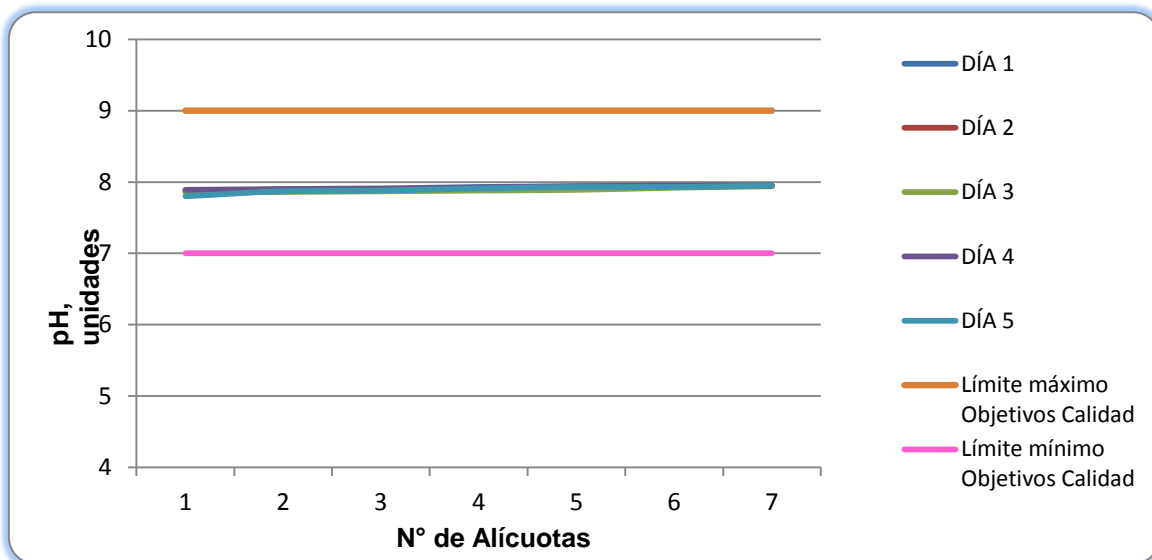


Figura 7-228. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaró. Punto 1.

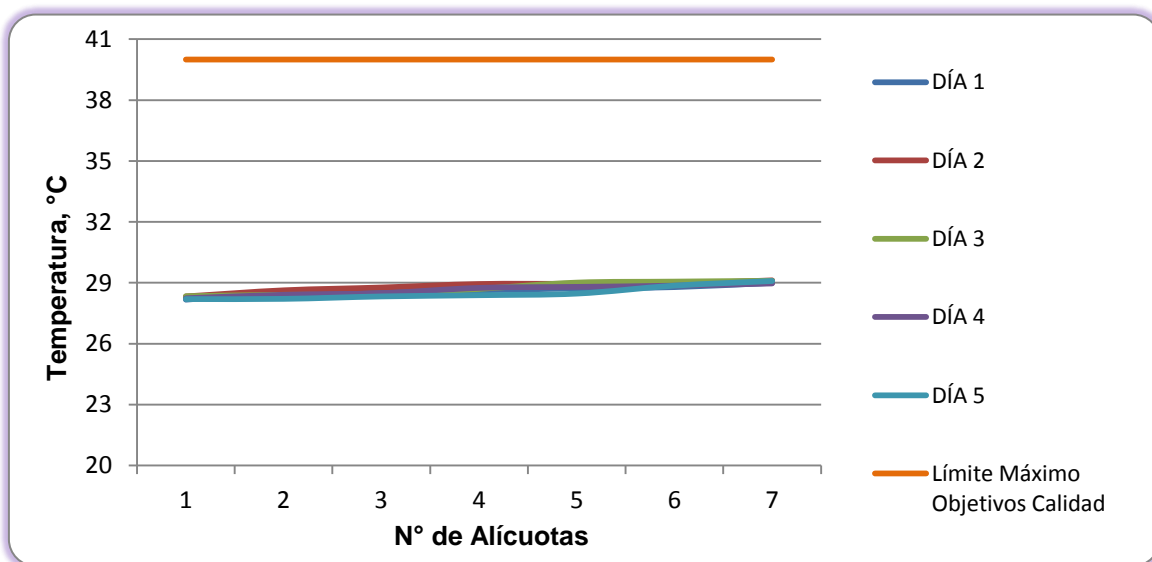


Figura 7-229. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 2.

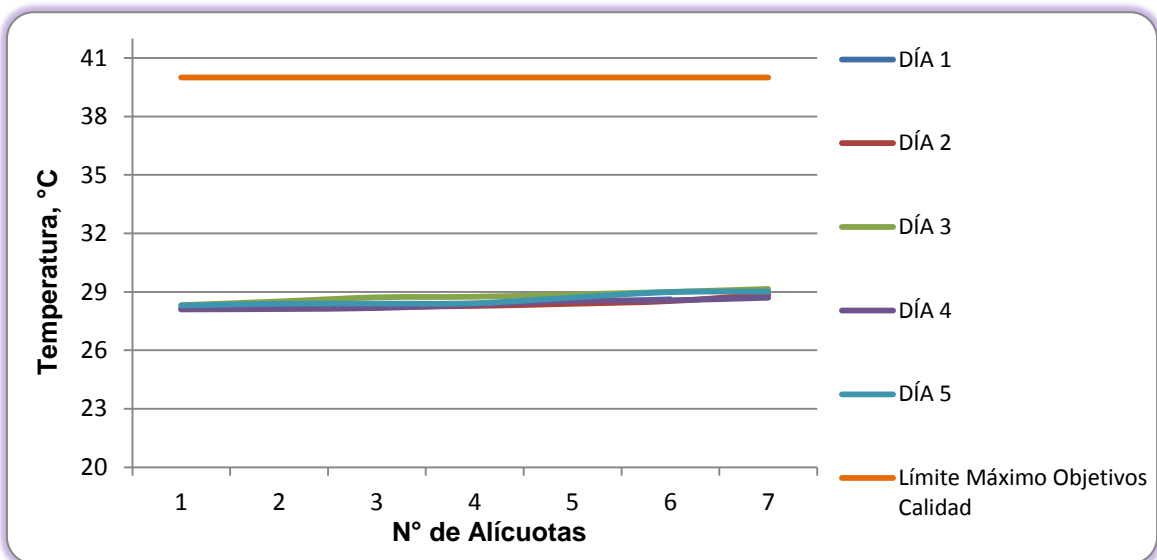


Figura 7-230. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 3.

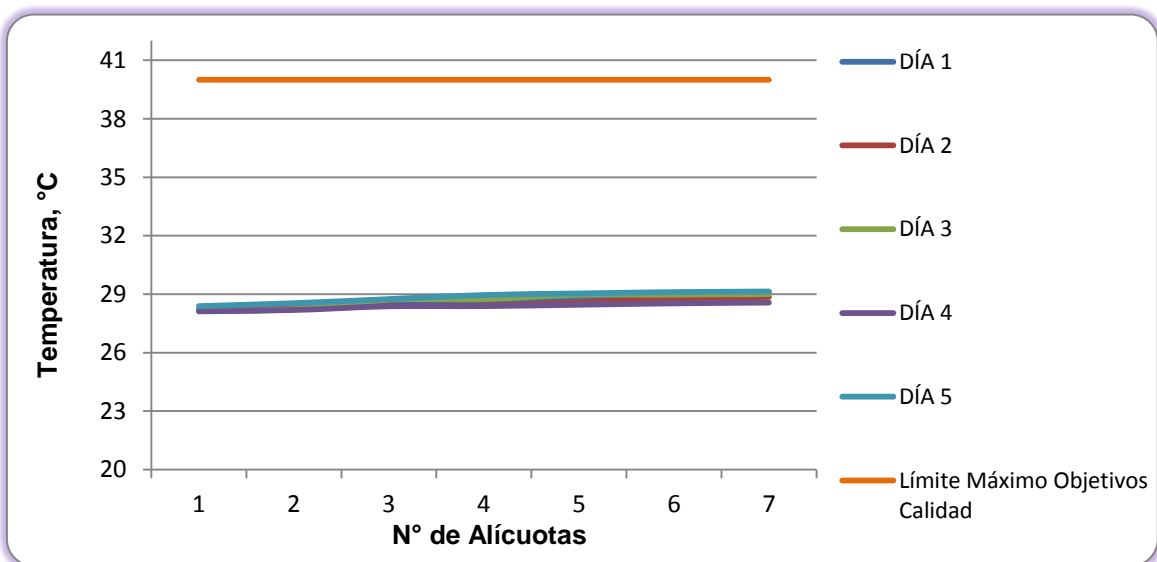


Figura 7-231. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 4.

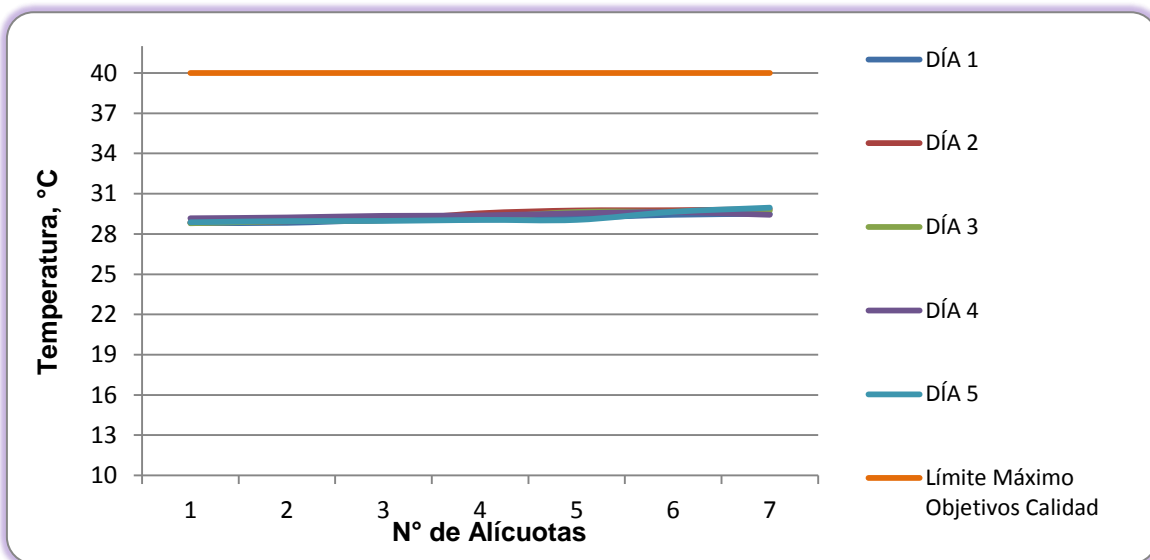


Figura 7-232. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 5.

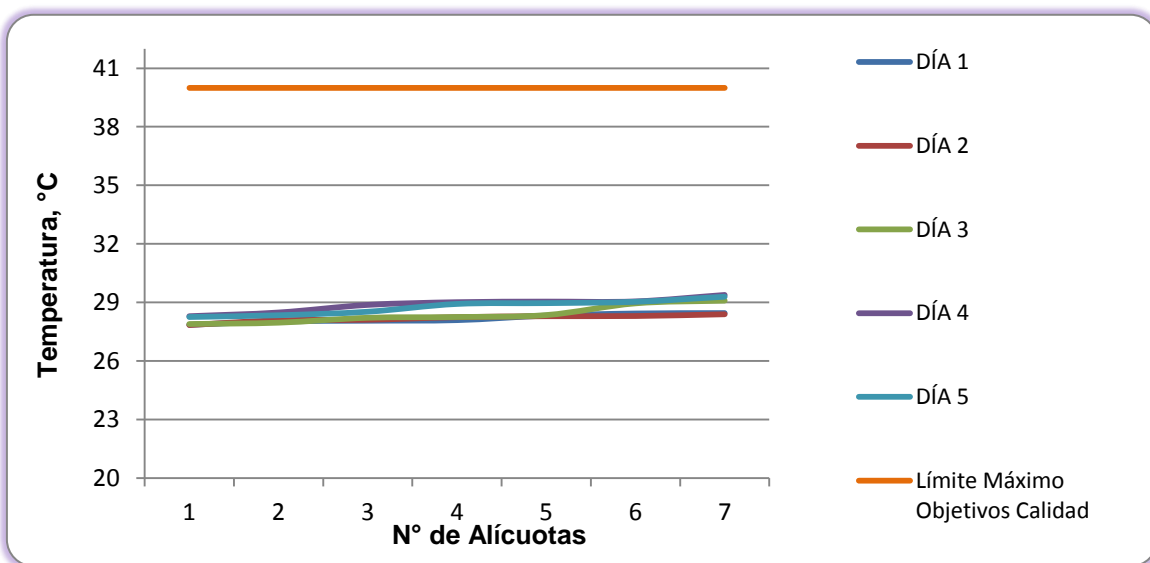


Figura 7-233. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 6.

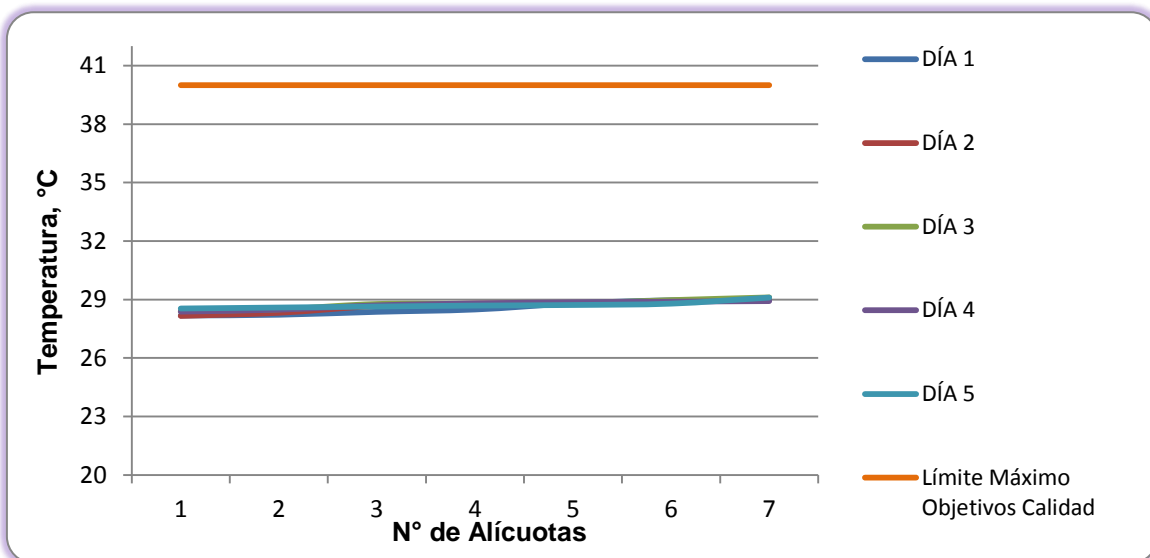


Figura 7-234. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 7.

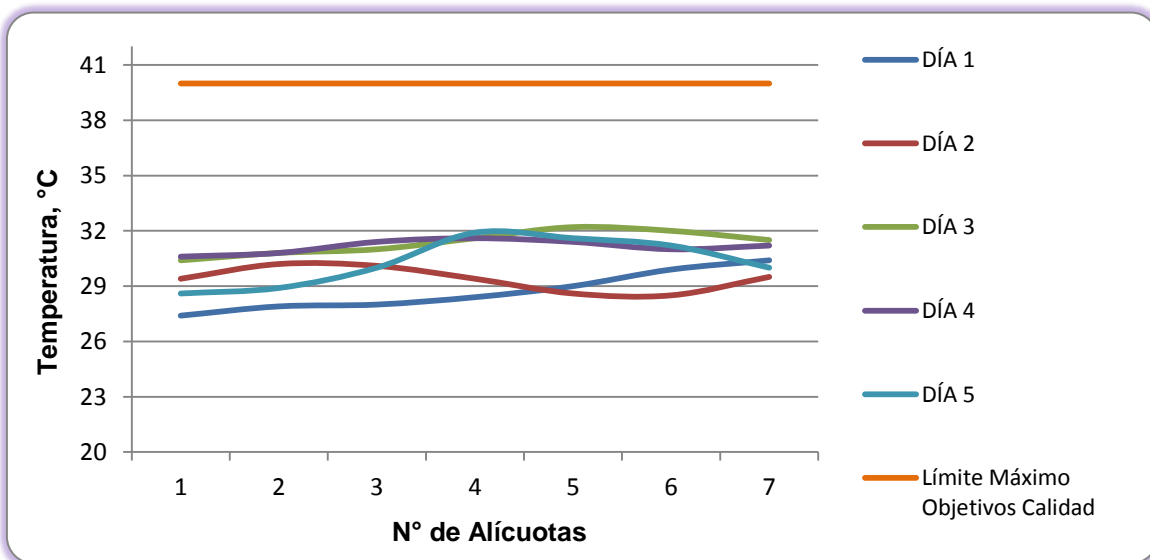


Figura 7-235. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 8.

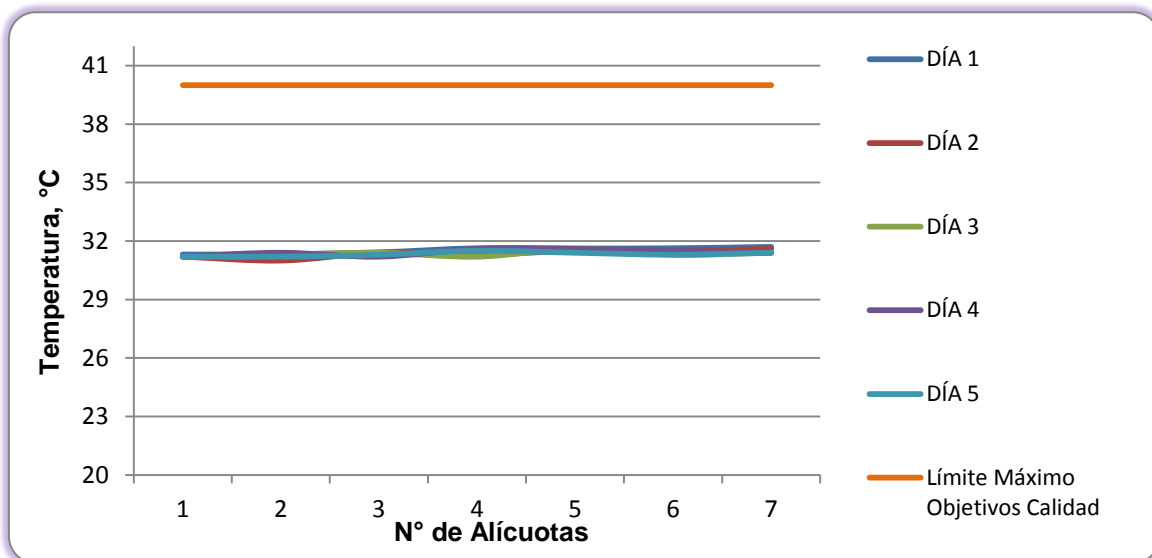


Figura 7-236. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 9.

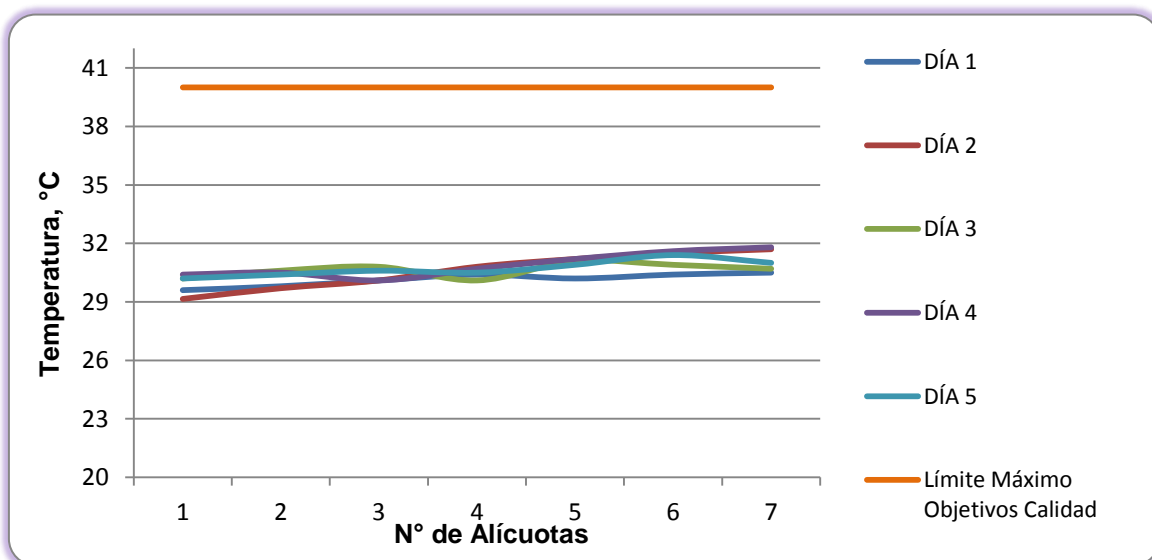


Figura 7-237. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 10.

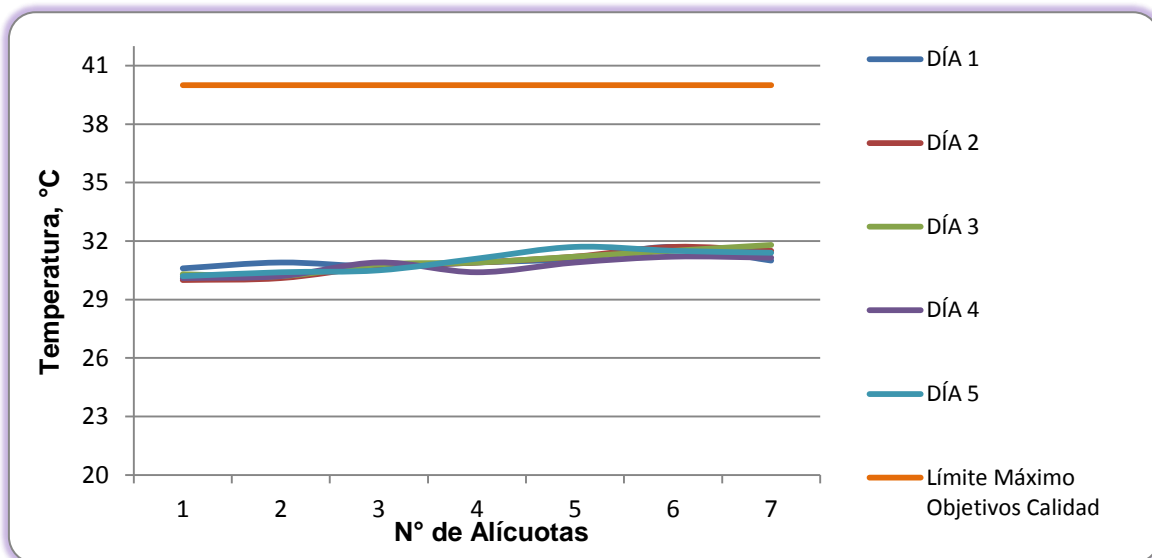


Figura 7-238. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 11.

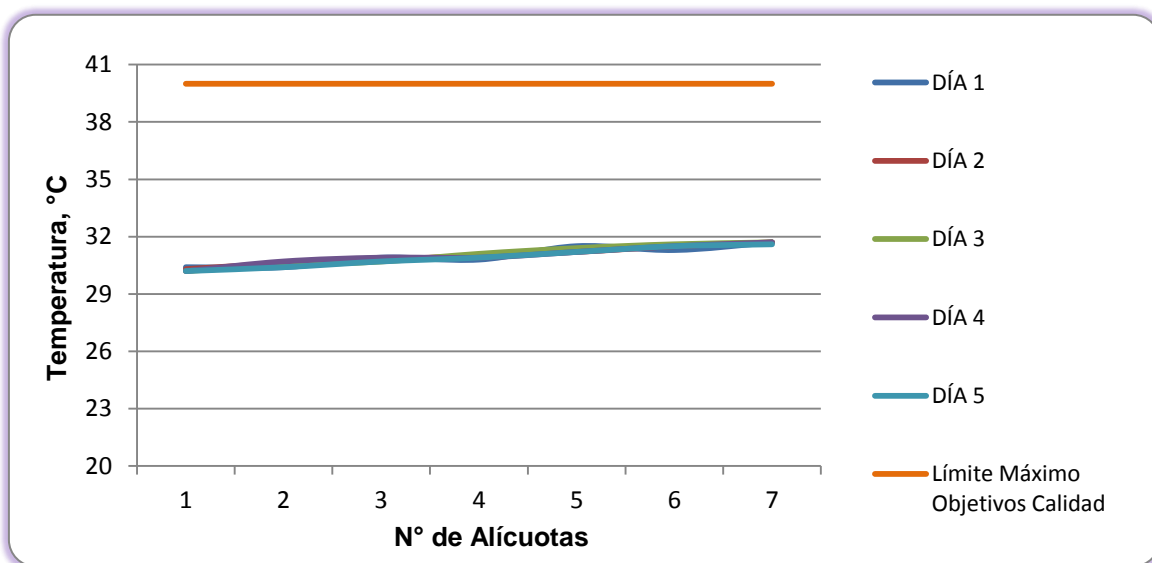


Figura 7-239. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 12.

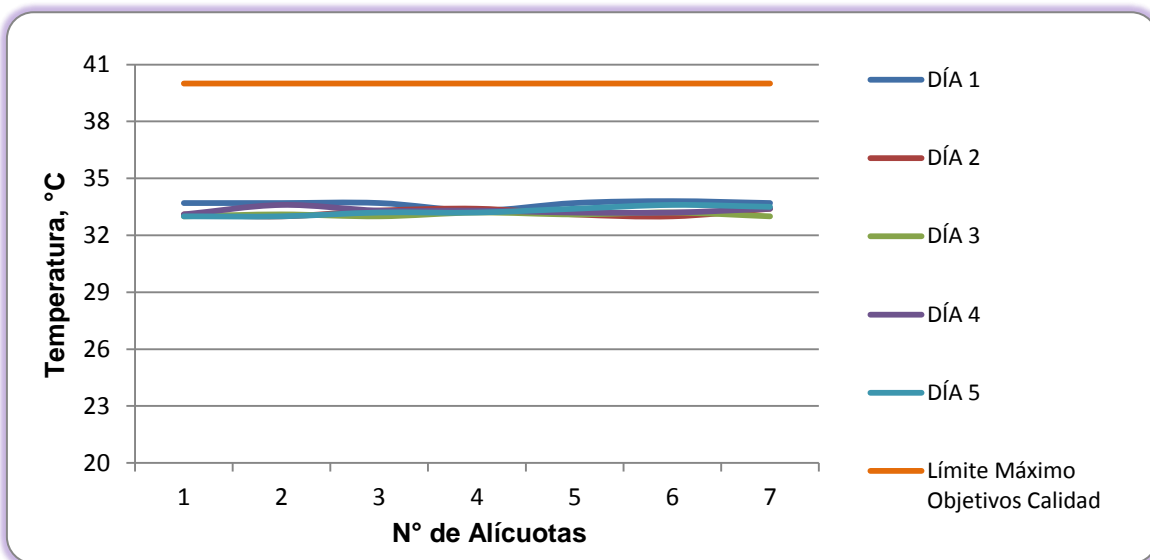


Figura 7-240. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 13.

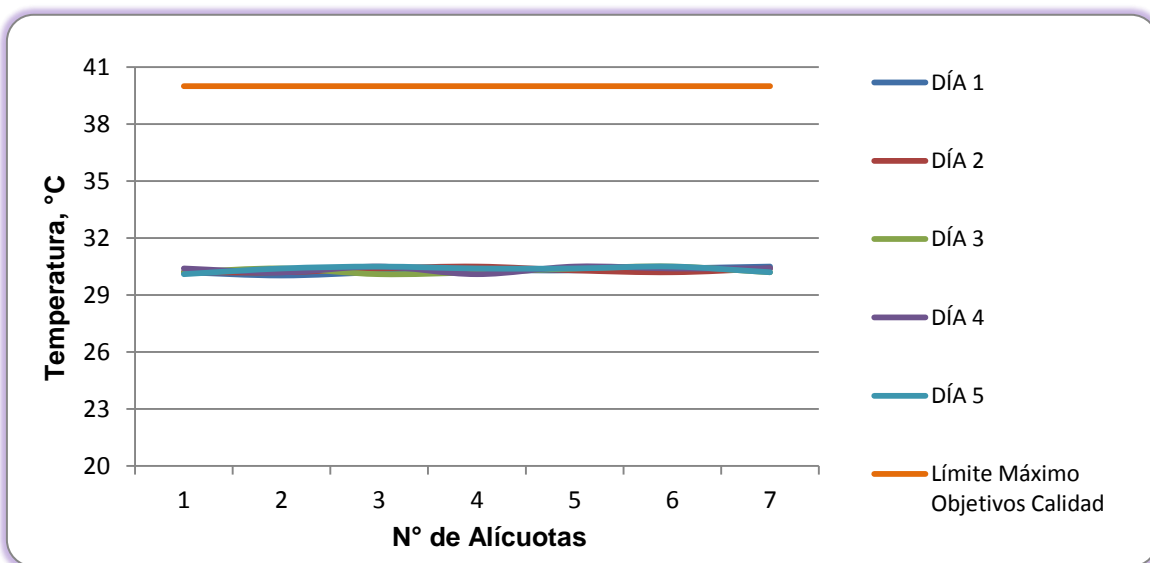


Figura 7-241. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 14.

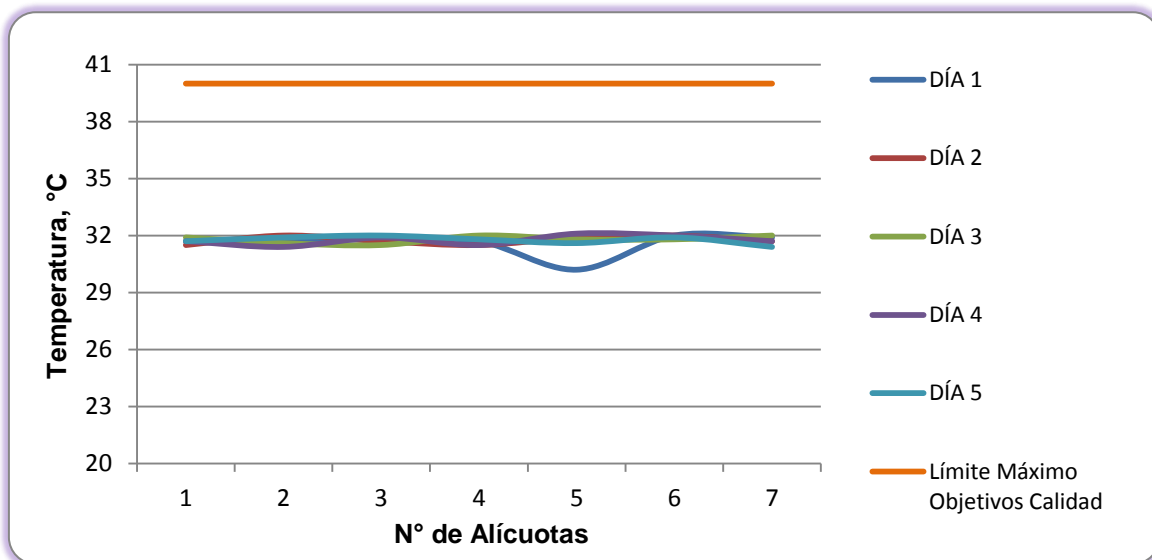


Figura 7-242. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 15.

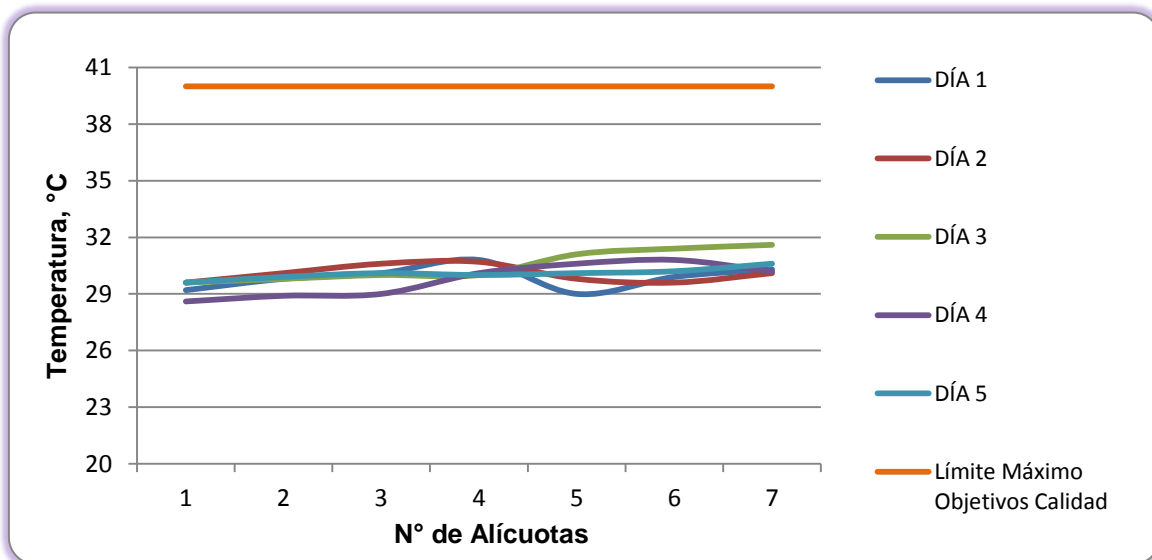


Figura 7-243. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 16.

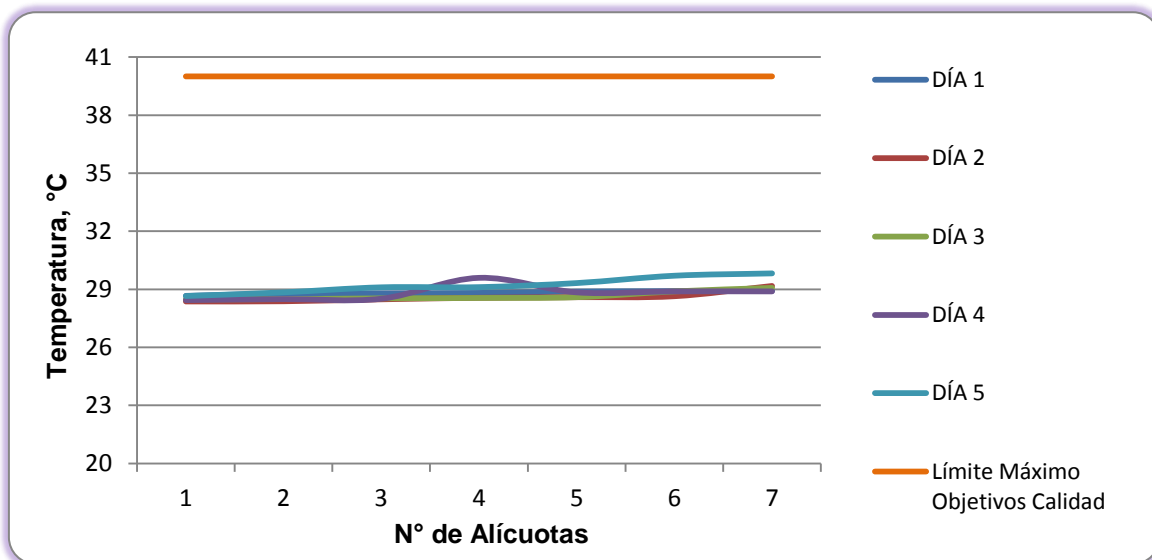


Figura 7-244. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 17.

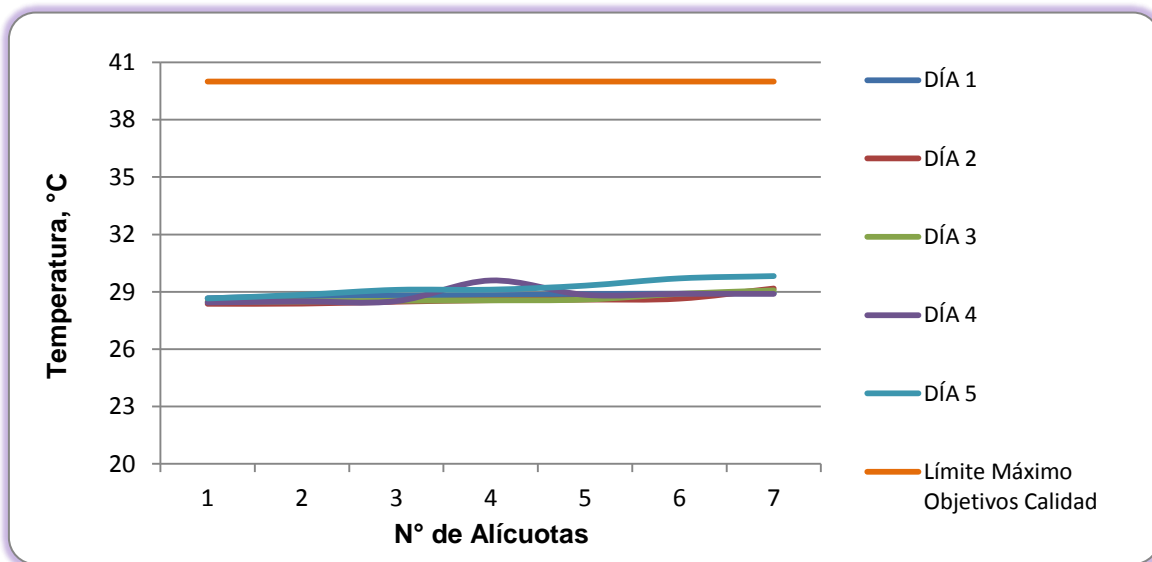


Figura 7-245. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 18.

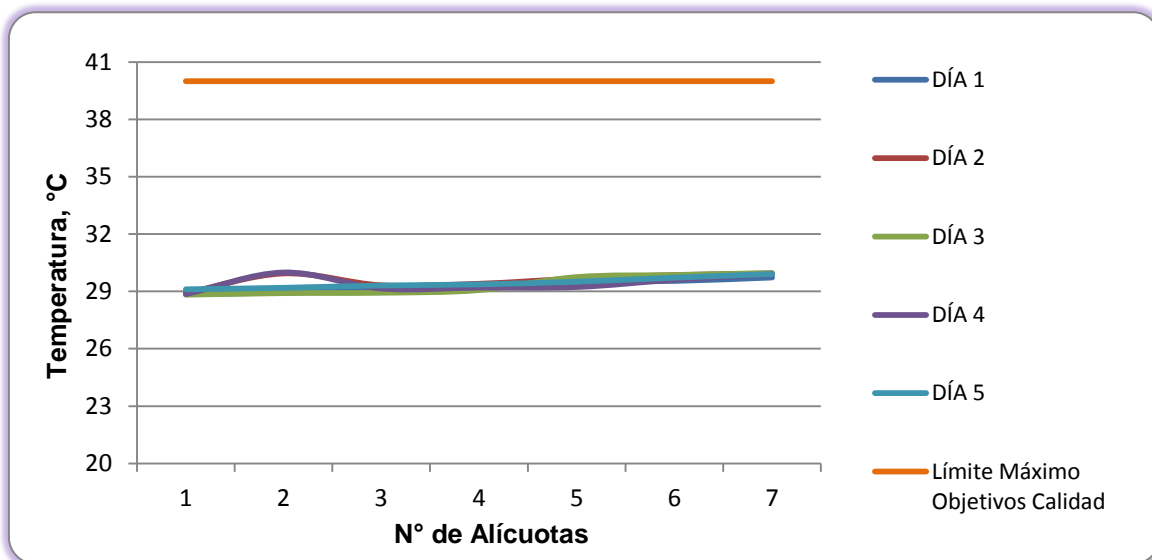


Figura 7-246. Variación de Temperatura. Embalse del Guájaro. Punto 19.

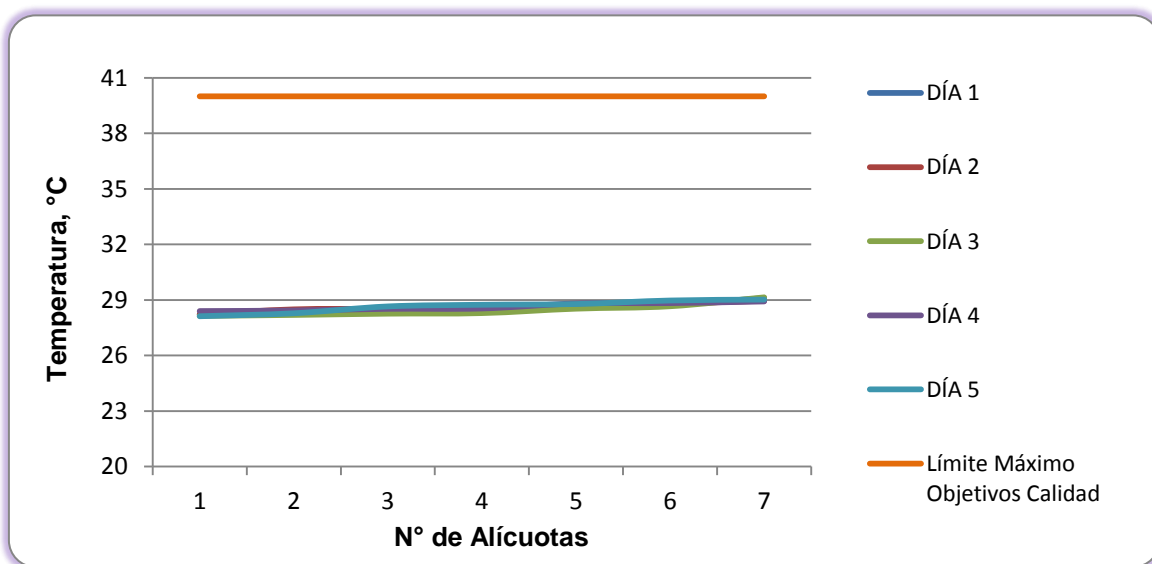


Figura 7-247. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 1.

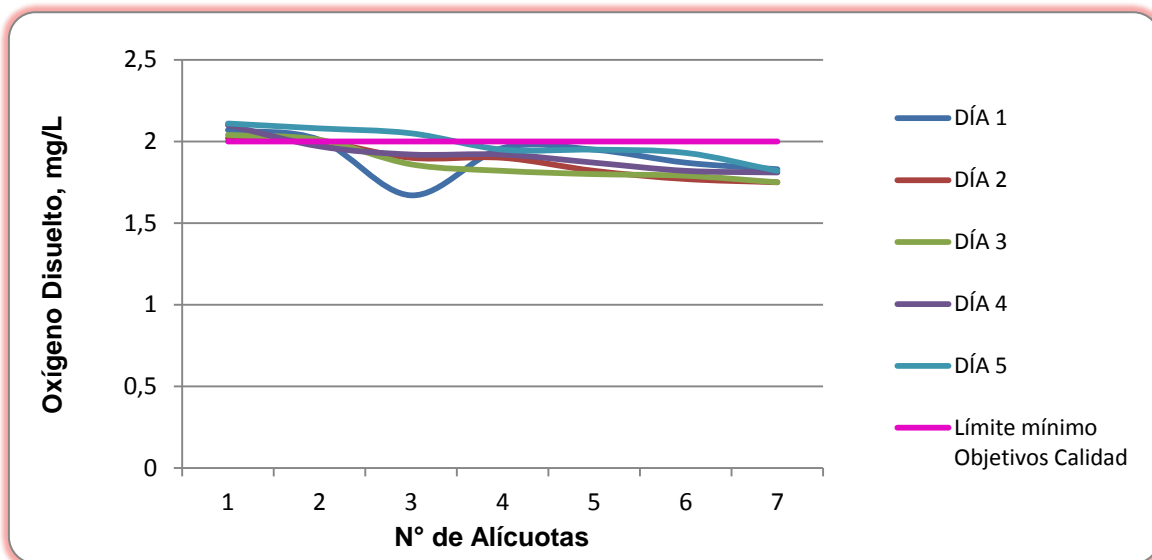


Figura 7-248. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 2.

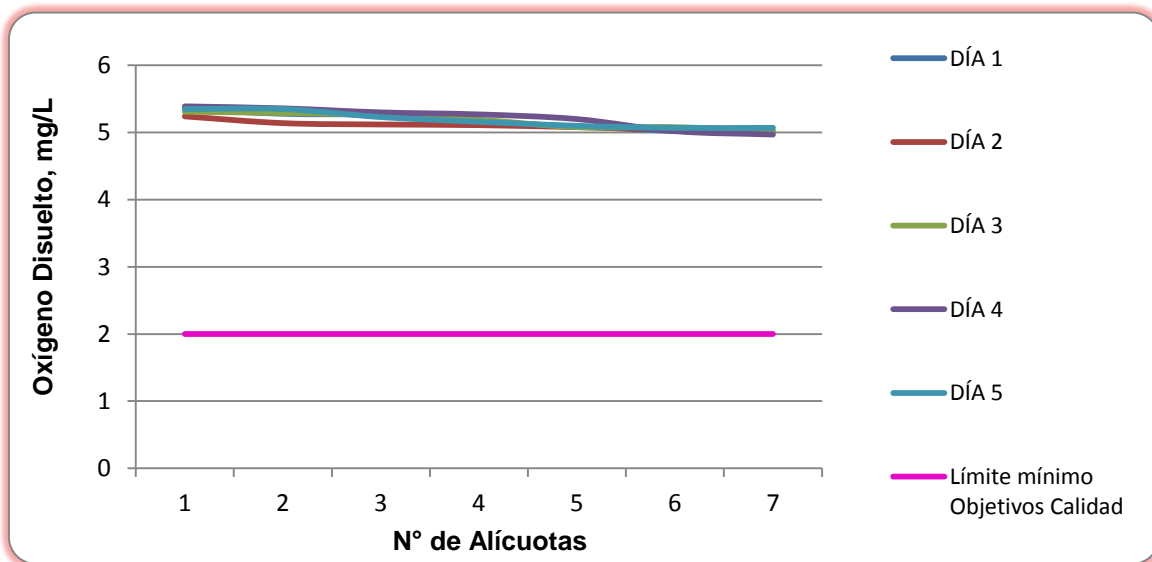


Figura 7-249. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 3.

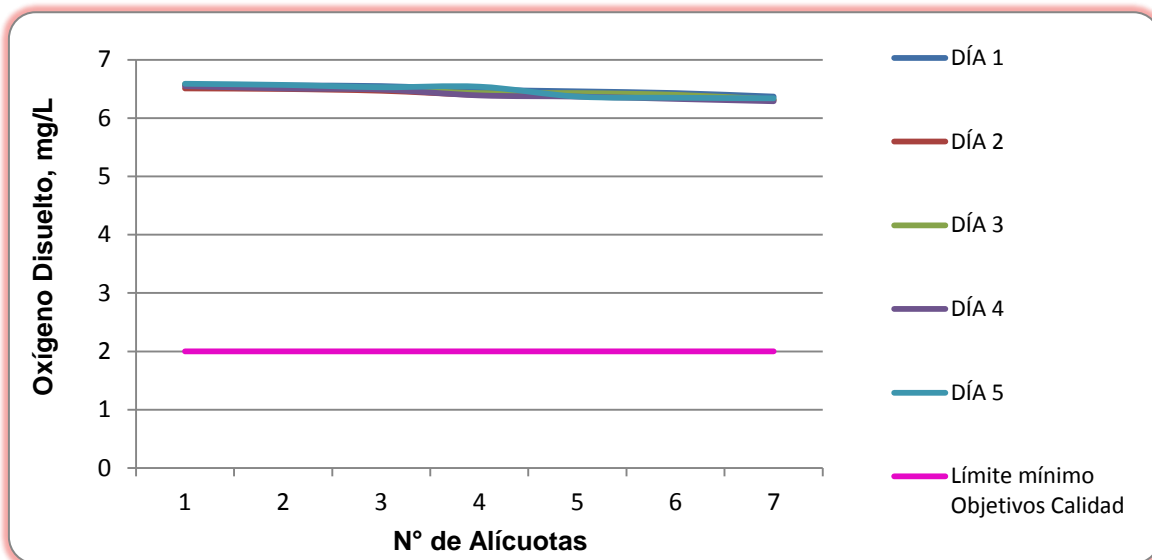


Figura 7-250. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 4.

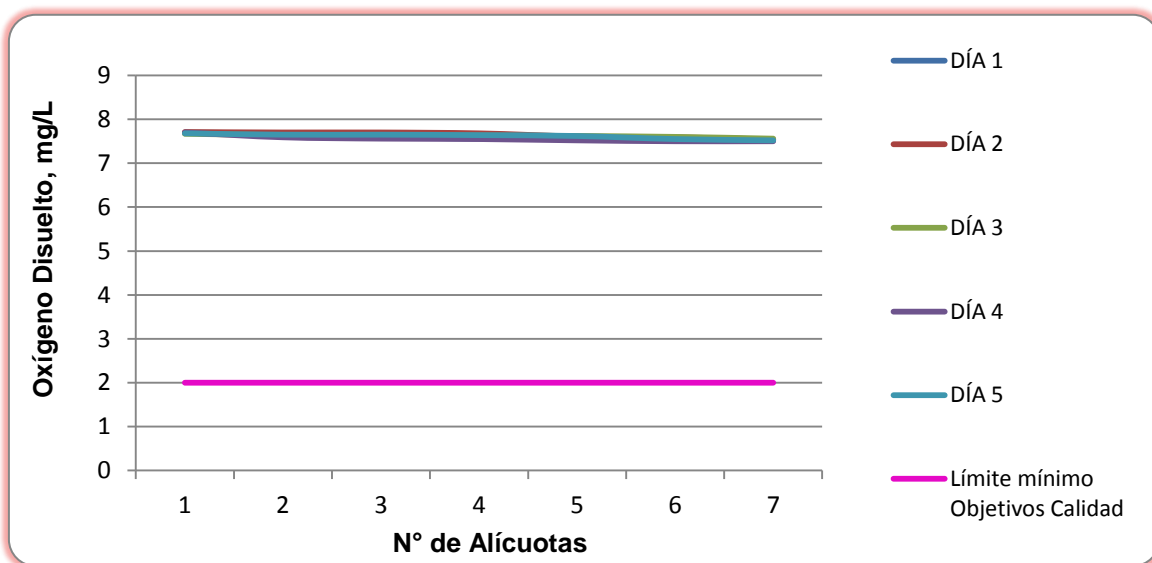


Figura 7-251. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaró. Punto 5

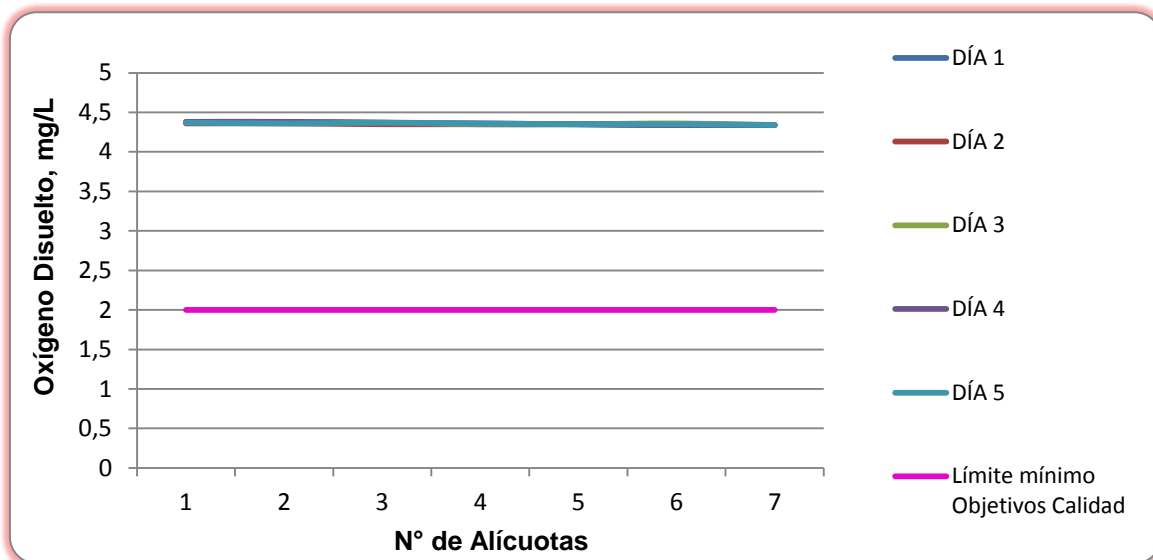


Figura 7-252. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaró. Punto 6.

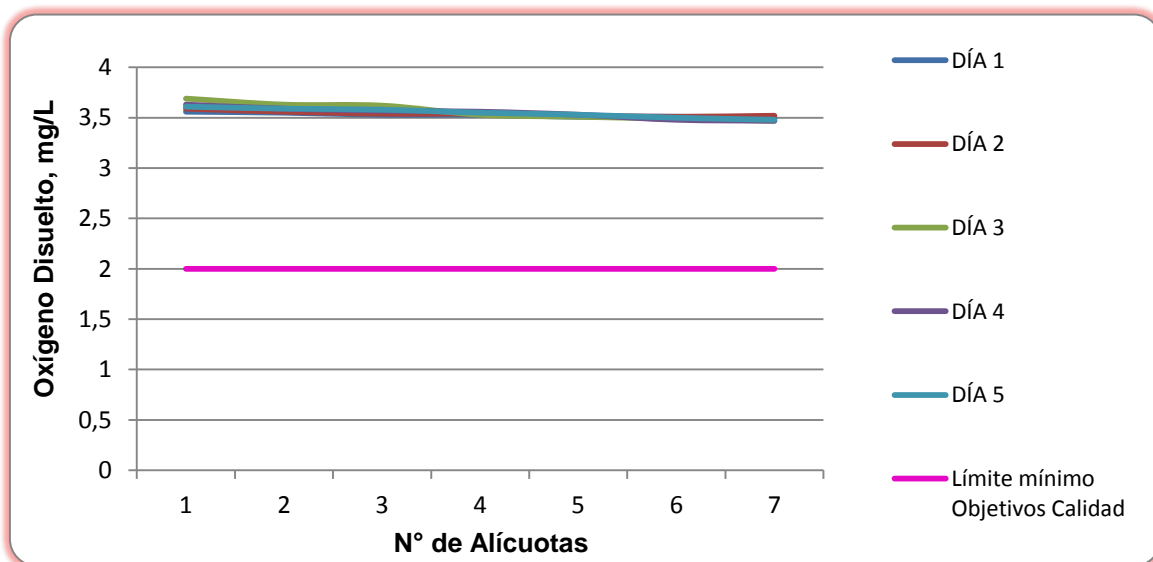


Figura 7-253. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 7.

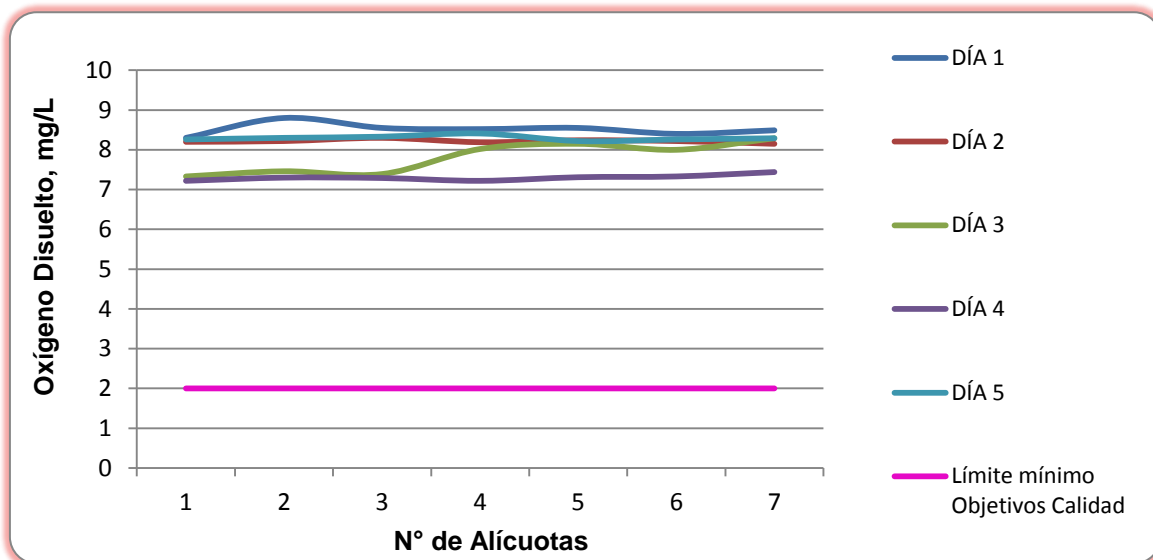


Figura 7-254. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 8.

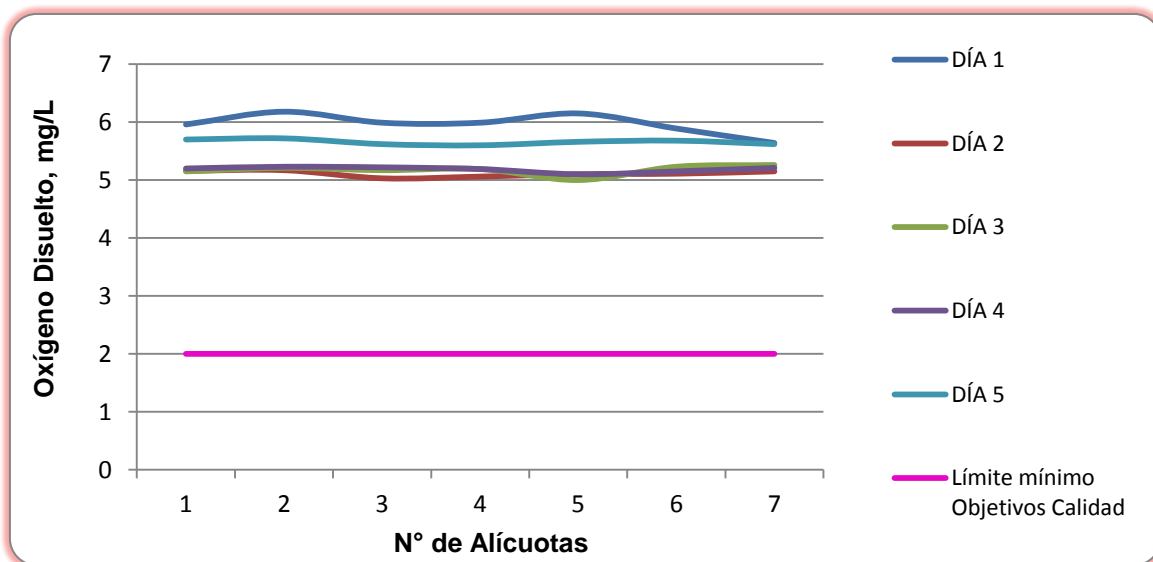


Figura 7-255. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 9.

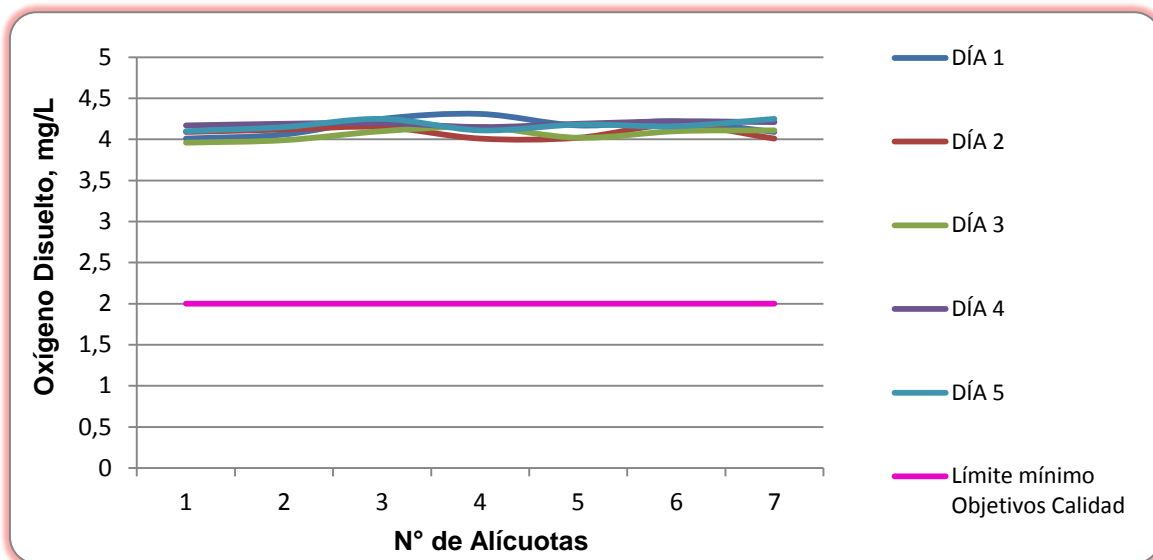


Figura 7-256. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 10.

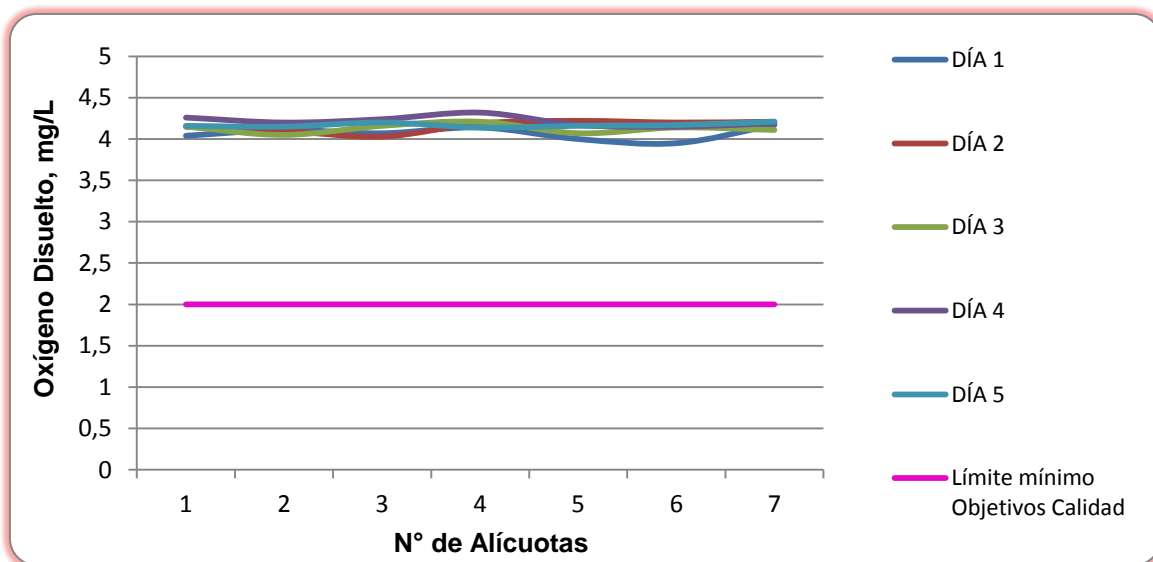


Figura 7-257. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 11.

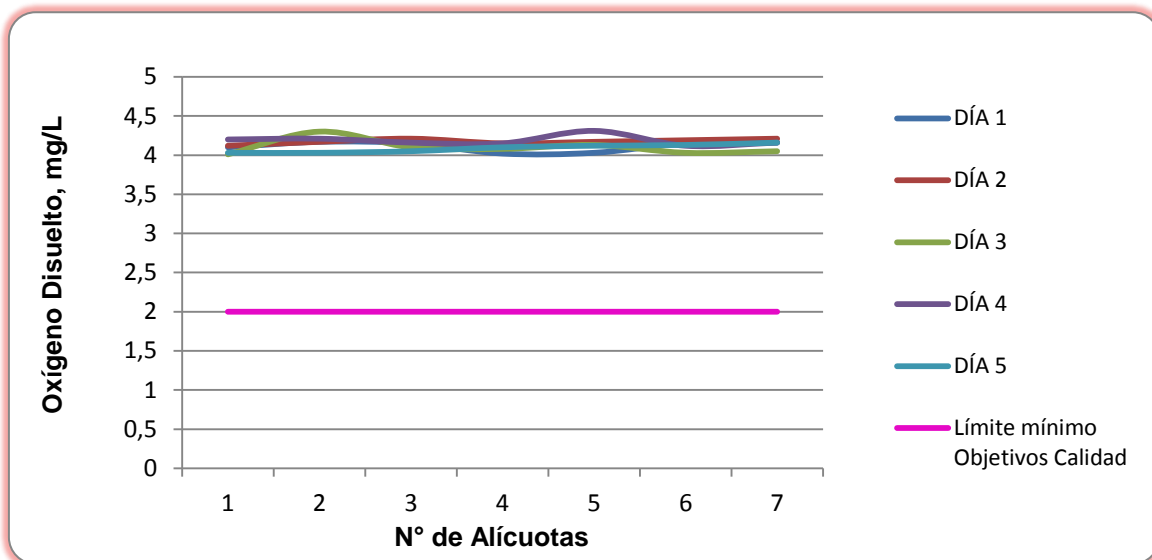


Figura 7-258. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 12.

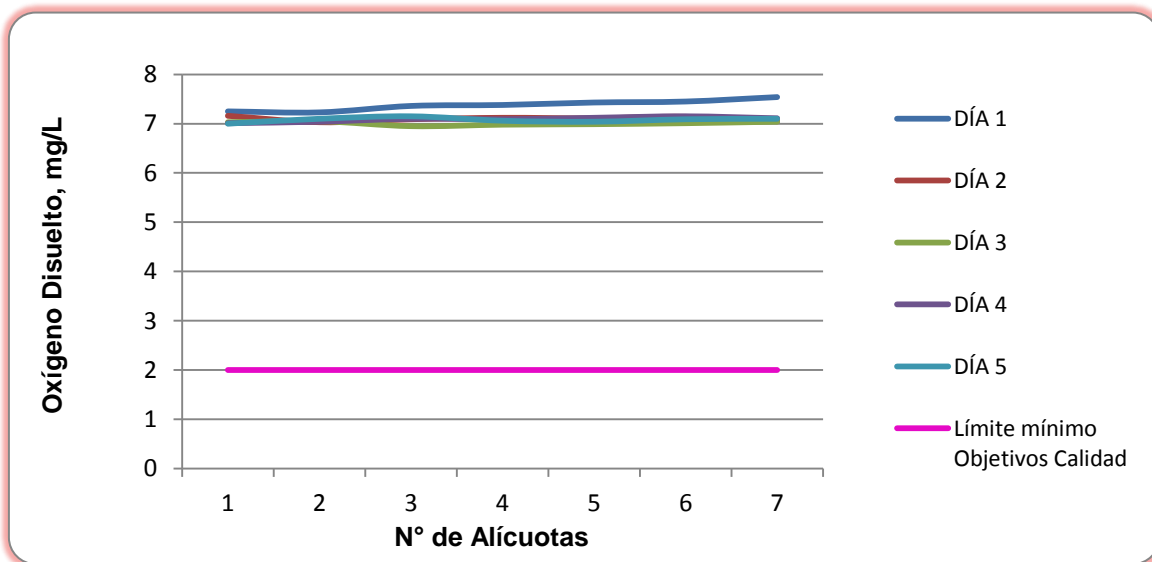


Figura 7-259. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 13.

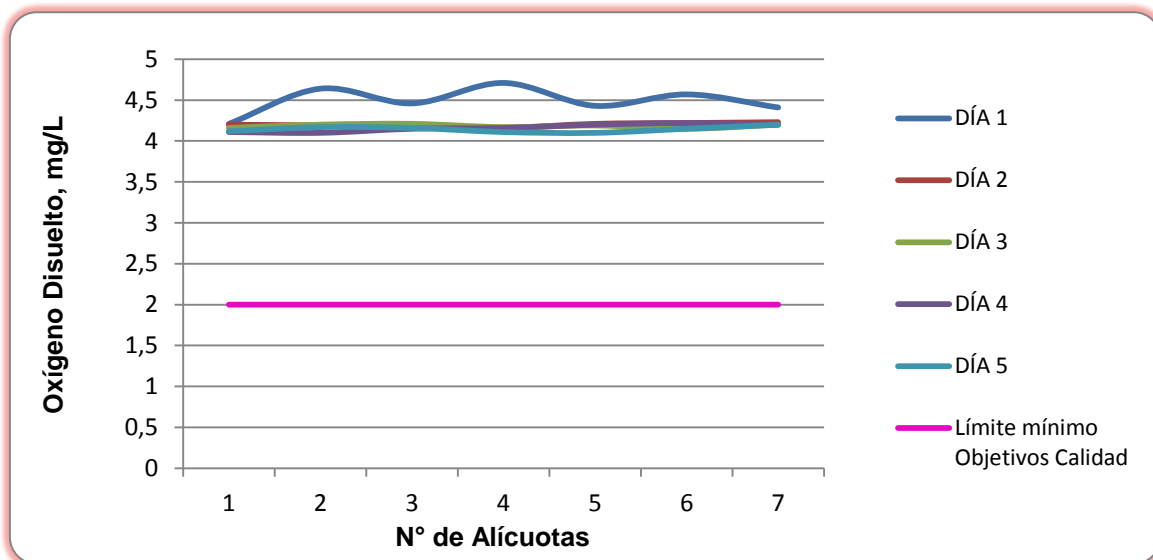


Figura 7-260. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 14.

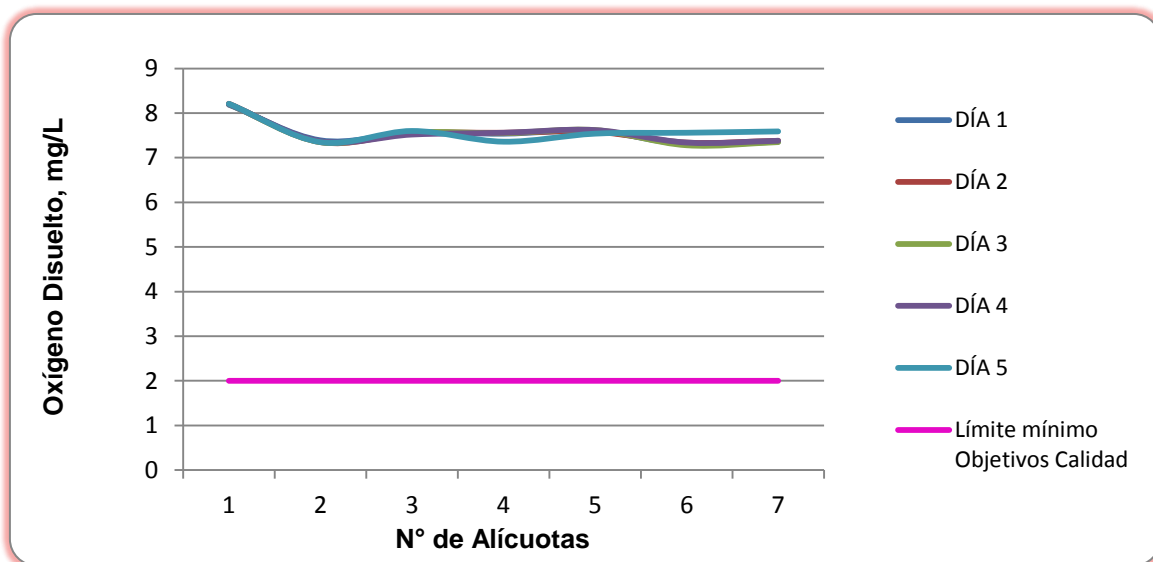


Figura 7-261. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 15.

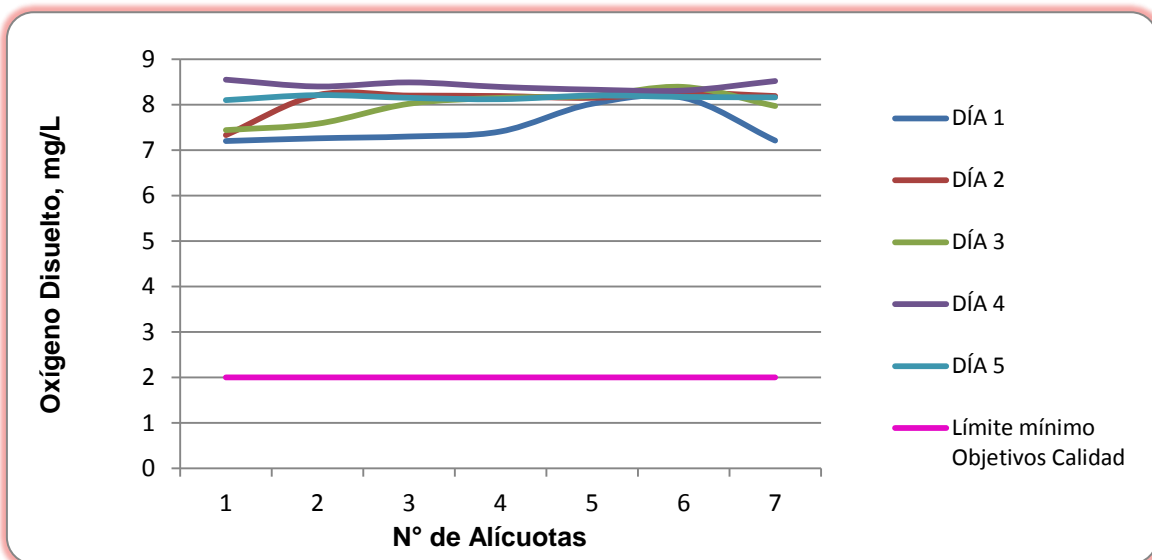


Figura 7-262. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 16.

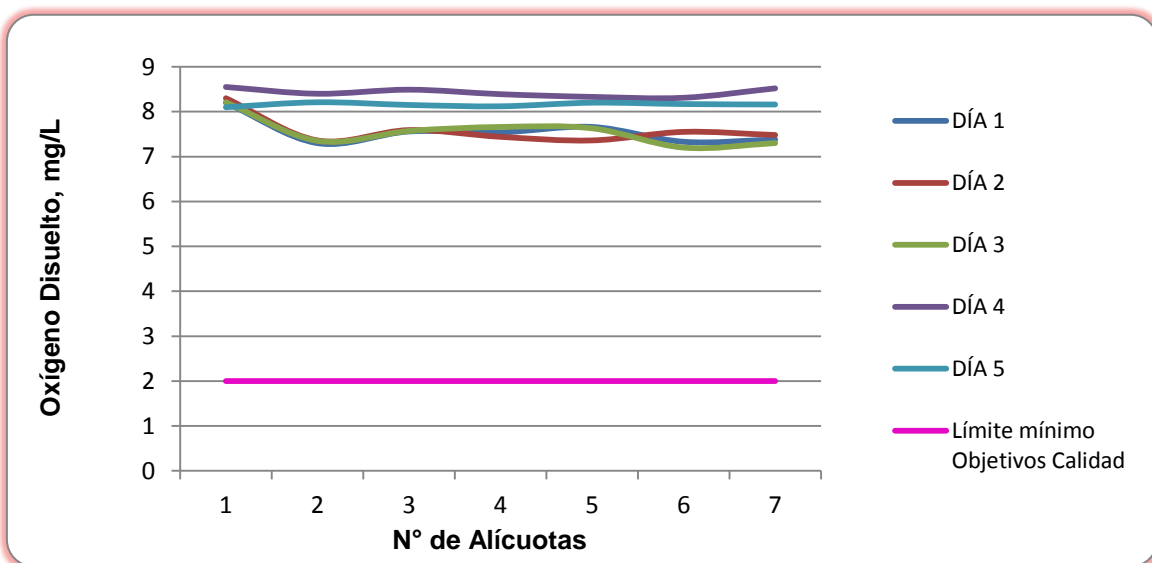


Figura 7-263. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 17.

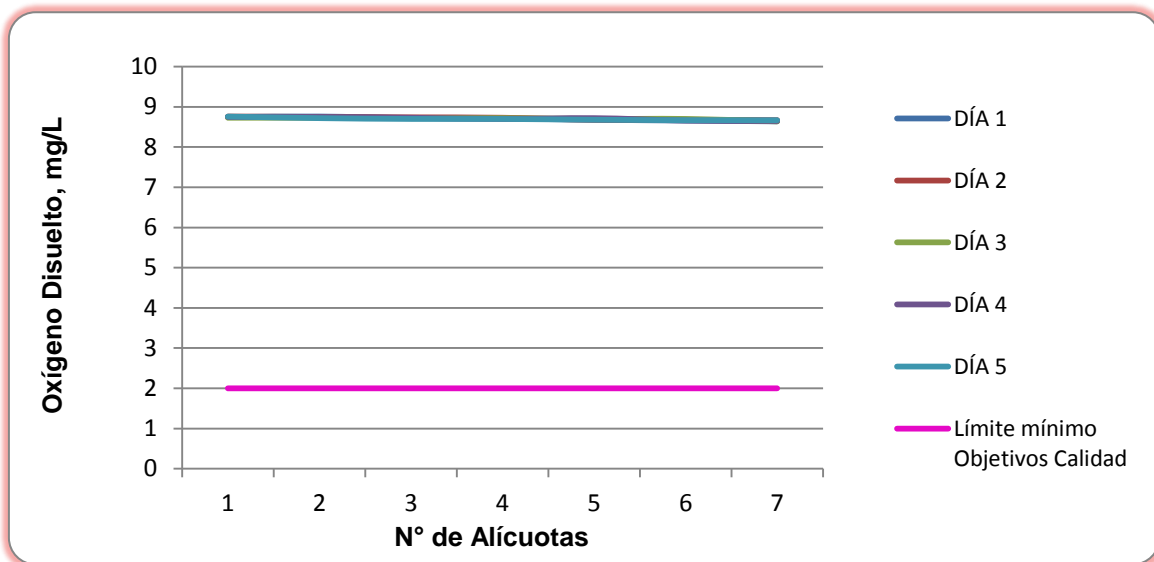


Figura 7-264. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 18.

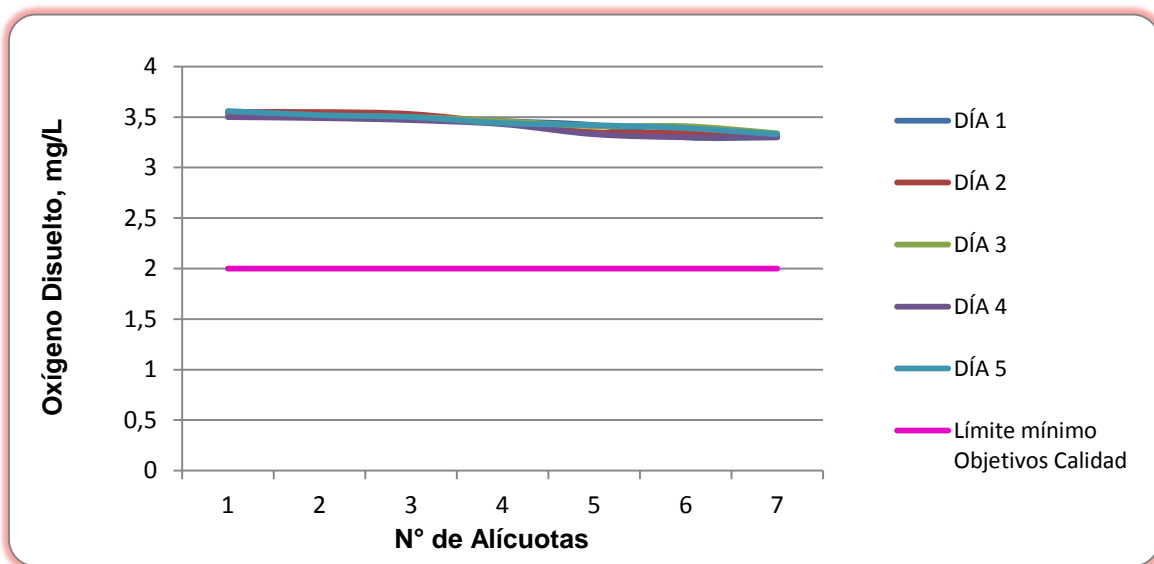


Figura 7-265. Variación de Oxígeno Disuelto. Embalse del Guájaro. Punto 19.

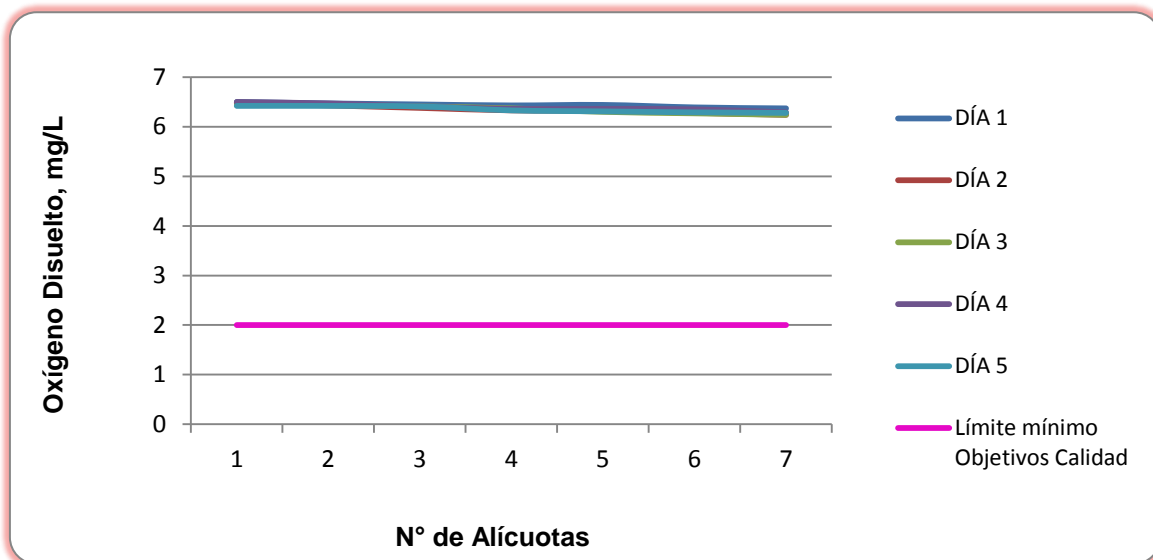


Figura 7-266. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 1.

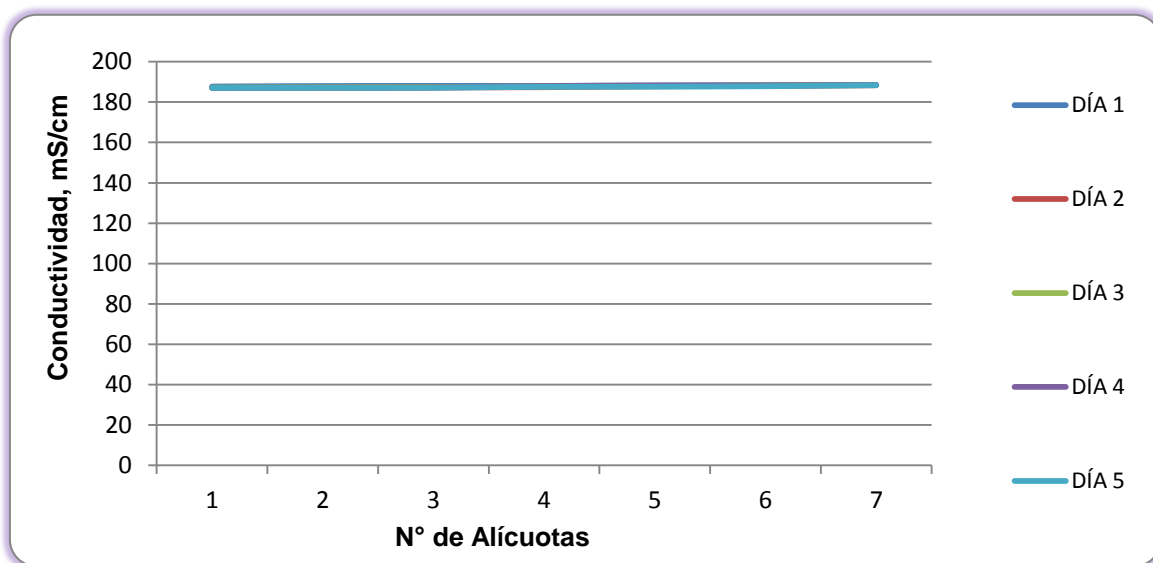


Figura 7-267. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 2.

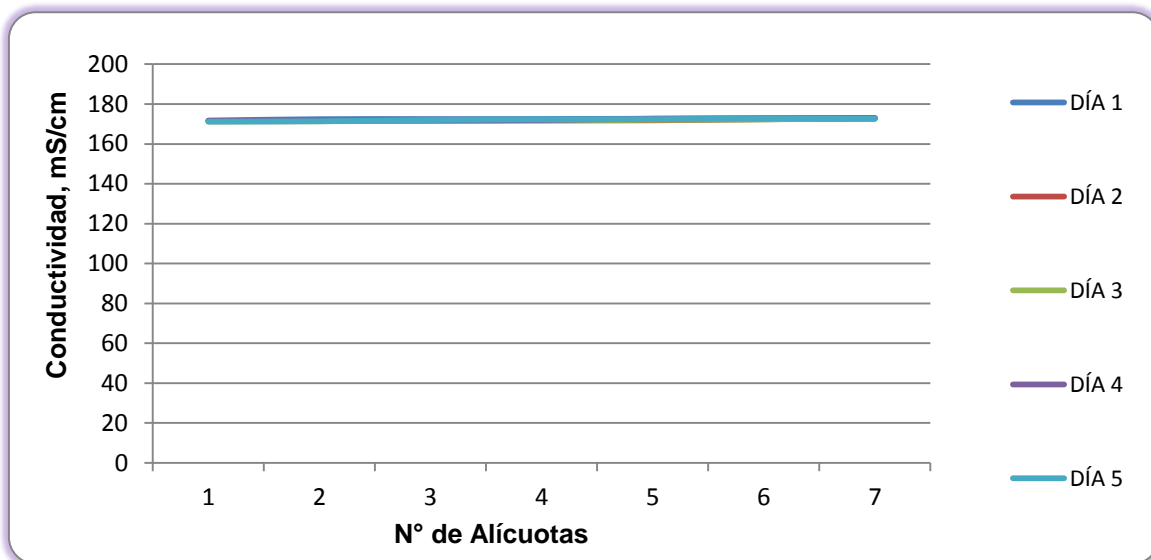


Figura 7-268. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 3.

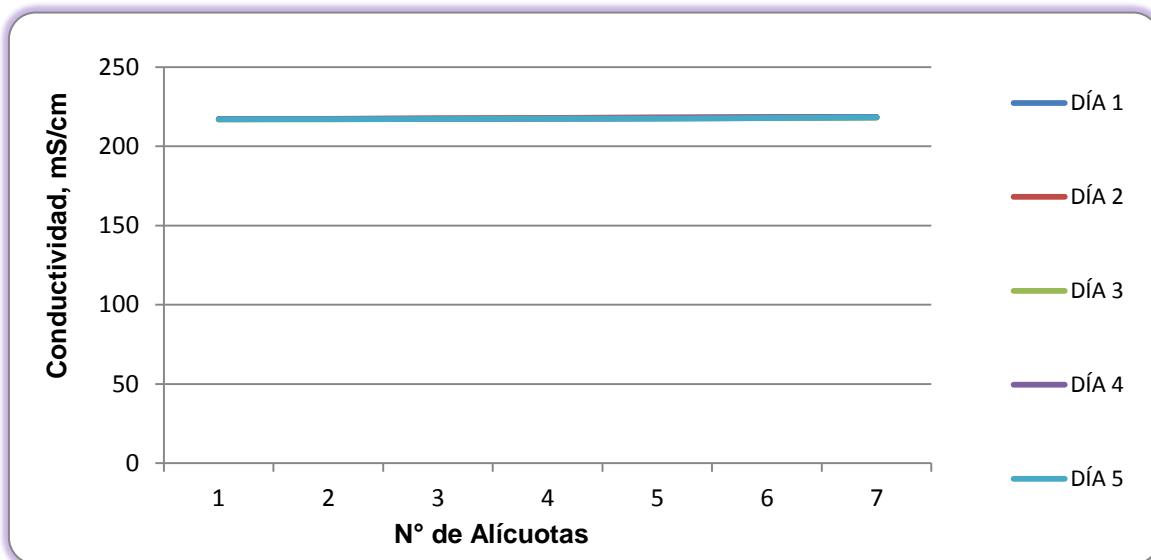


Figura 7-269. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 4.

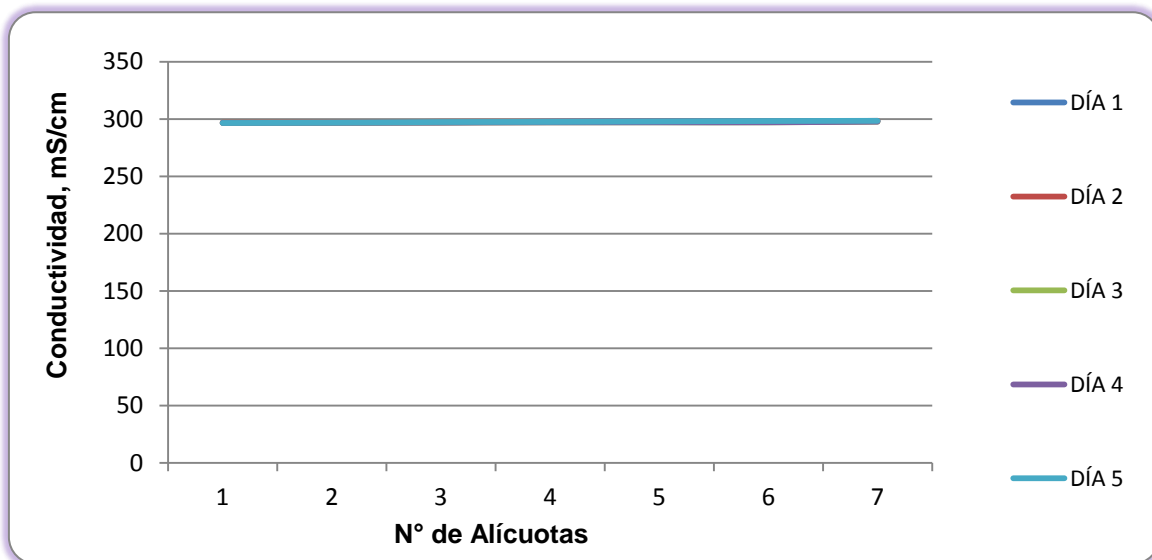


Figura 7-270. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 5.

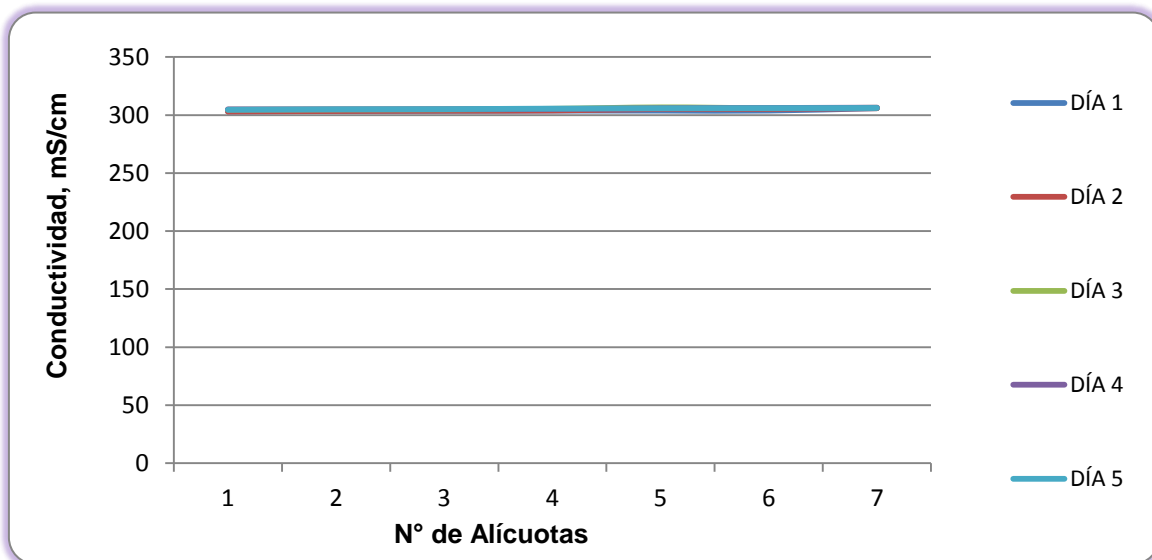


Figura 7-271. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 6.

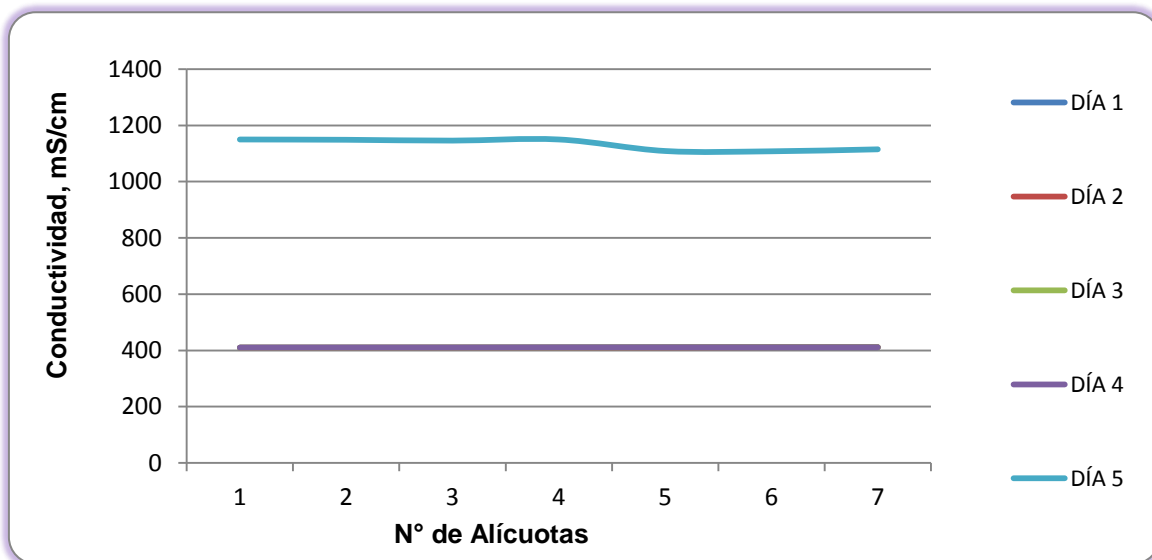


Figura 7-272. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 7.

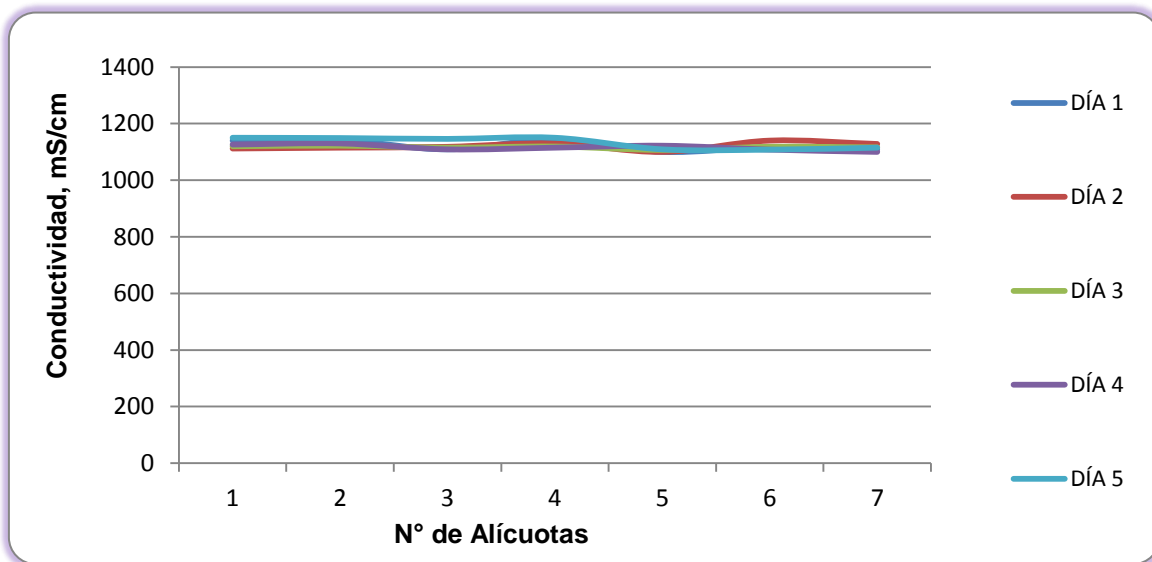


Figura 7-273. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 8.

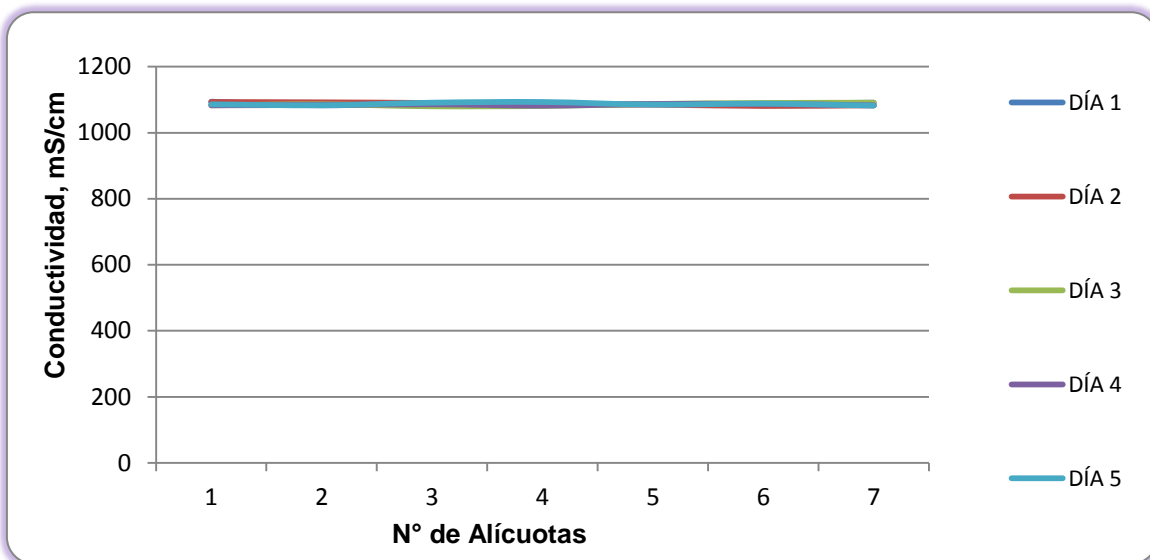


Figura 7-274. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 9.

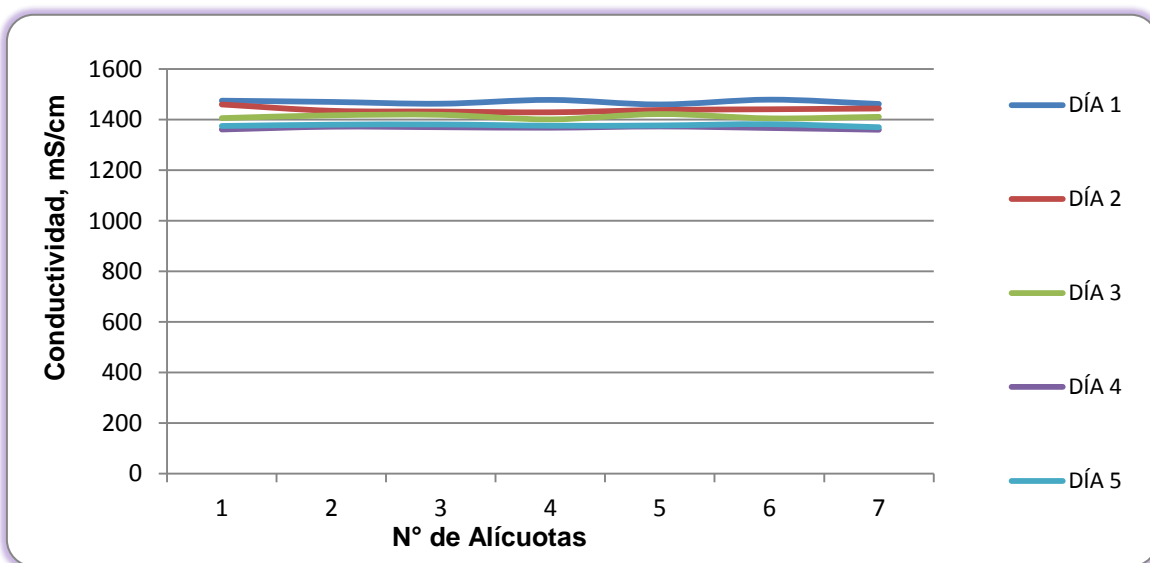


Figura 7-275. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 10.

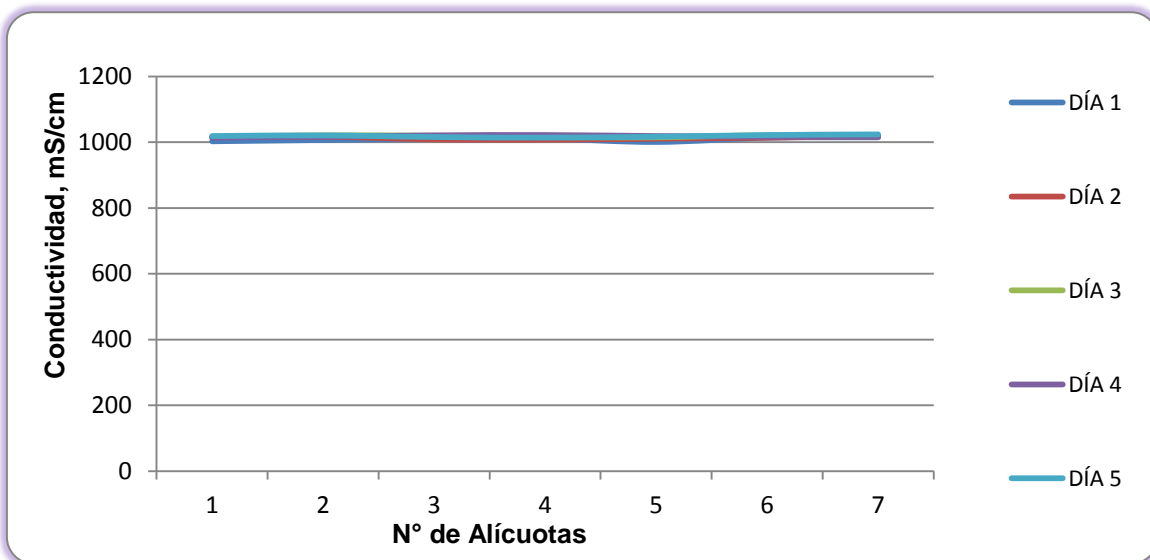


Figura 7-276. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 11.

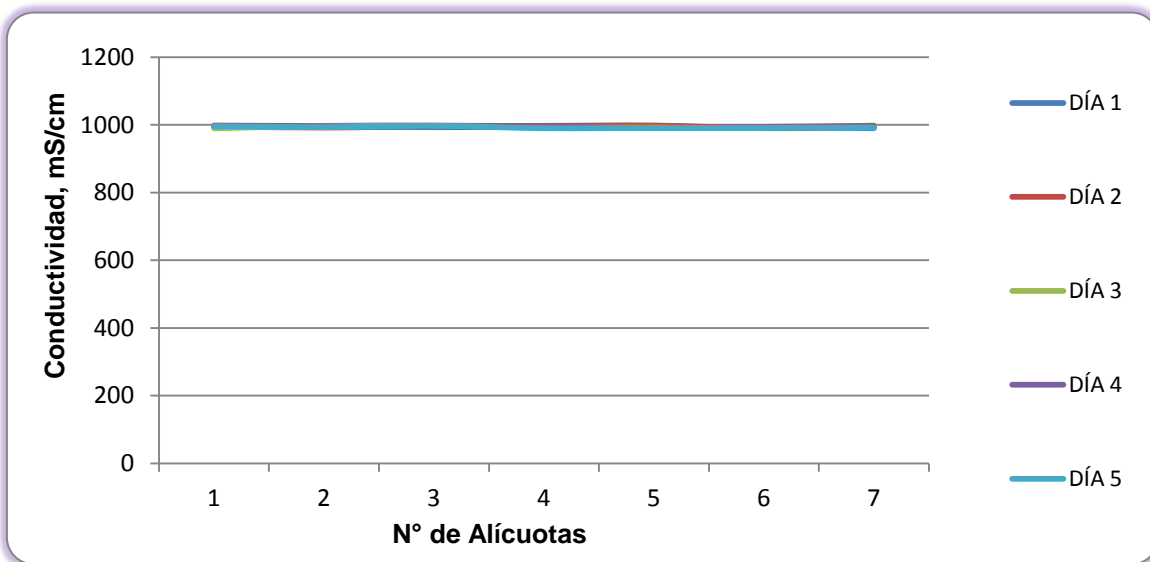


Figura 7-277. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 12.

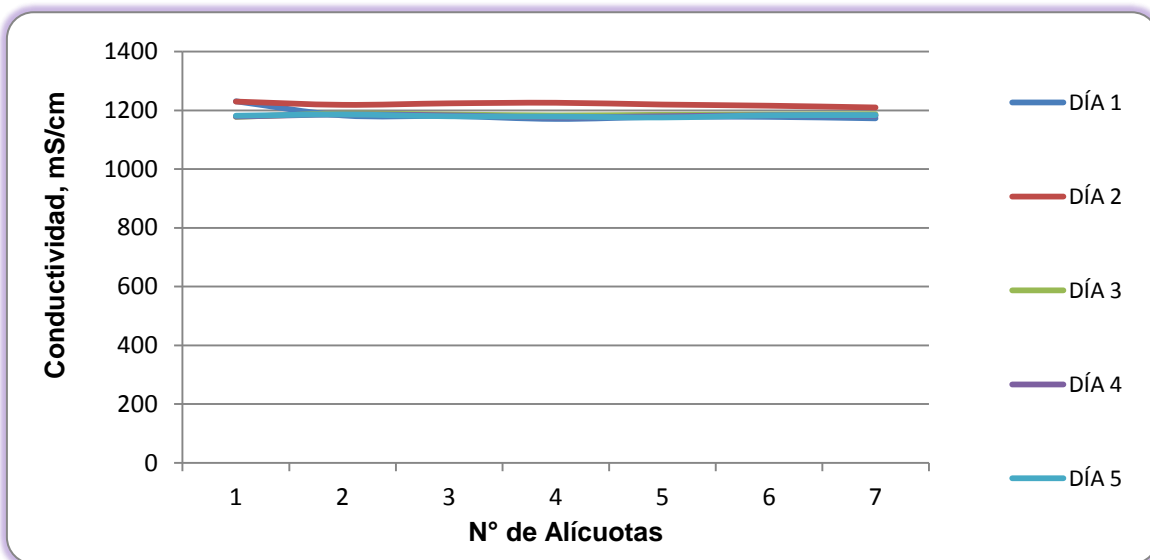


Figura 7-278. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 13.

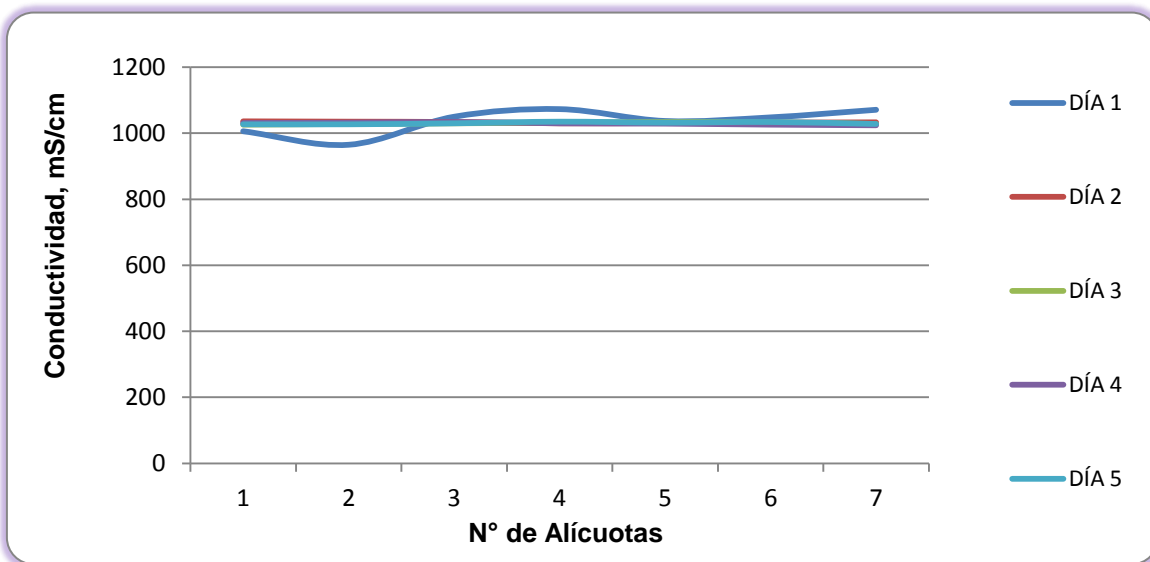


Figura 7-279. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 14.

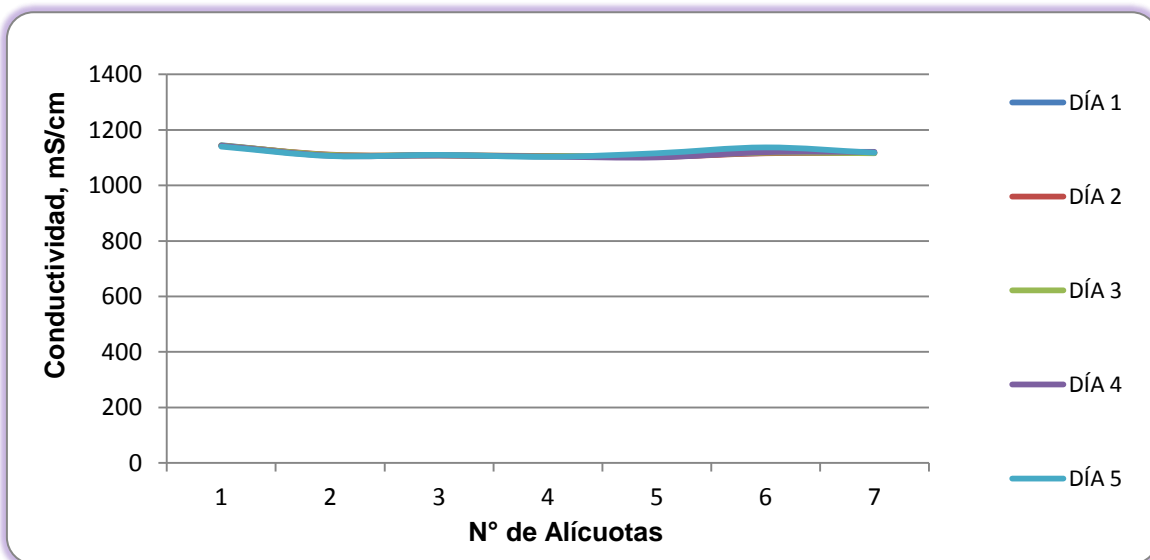


Figura 7-280. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 15.

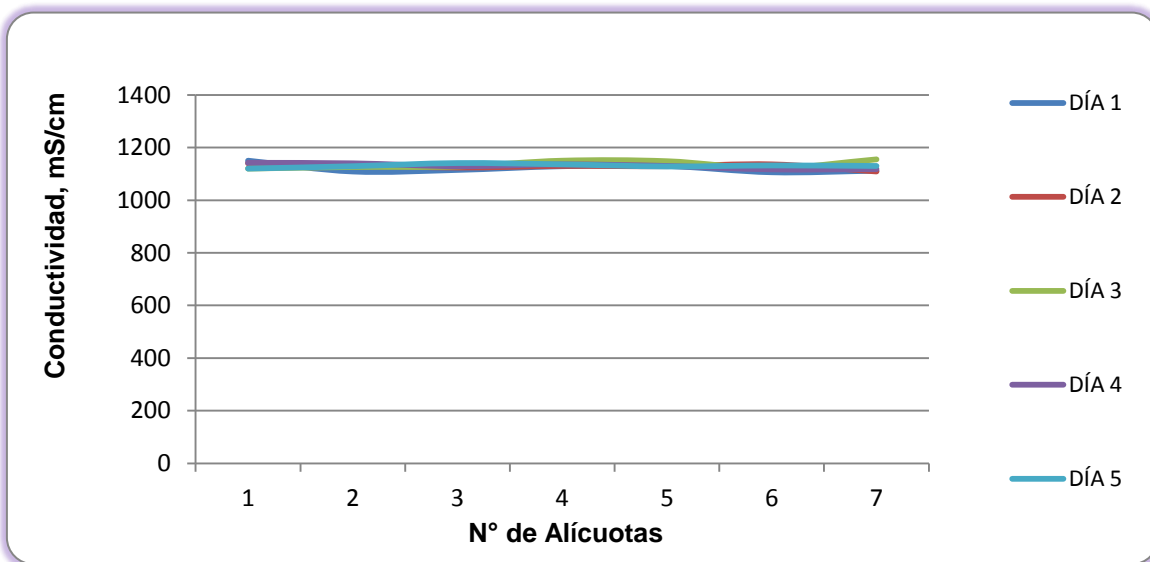


Figura 7-281. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 16.

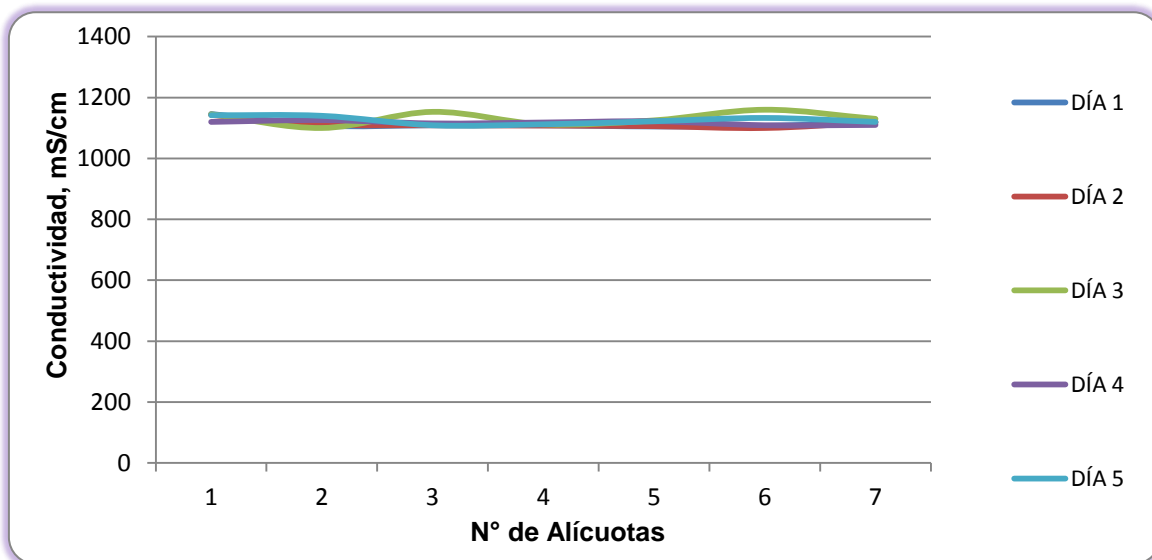


Figura 7-282. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 17.

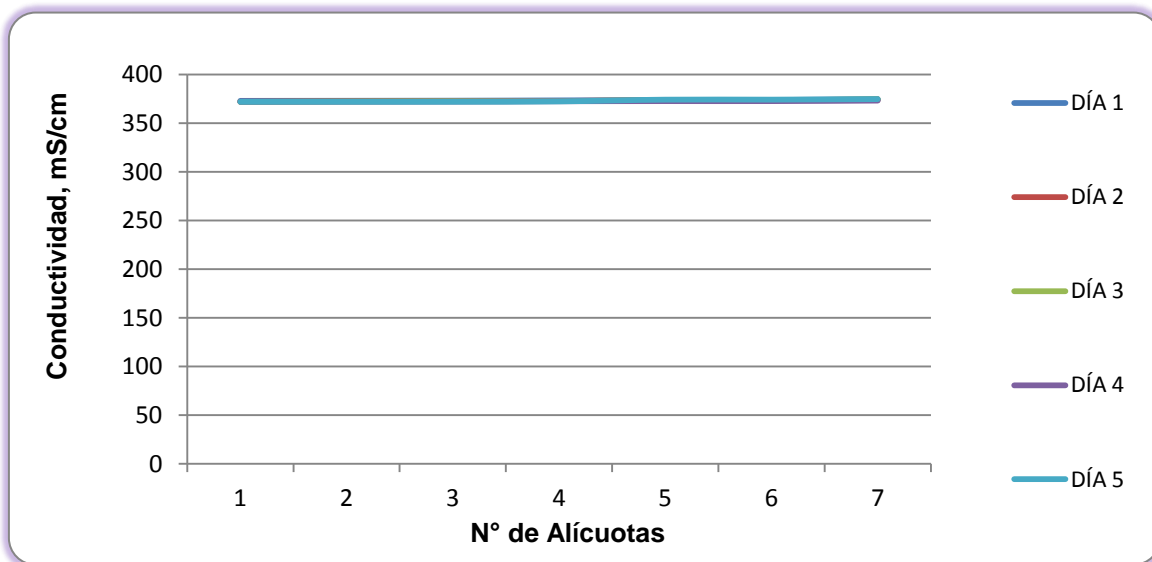


Figura 7-283. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 18.

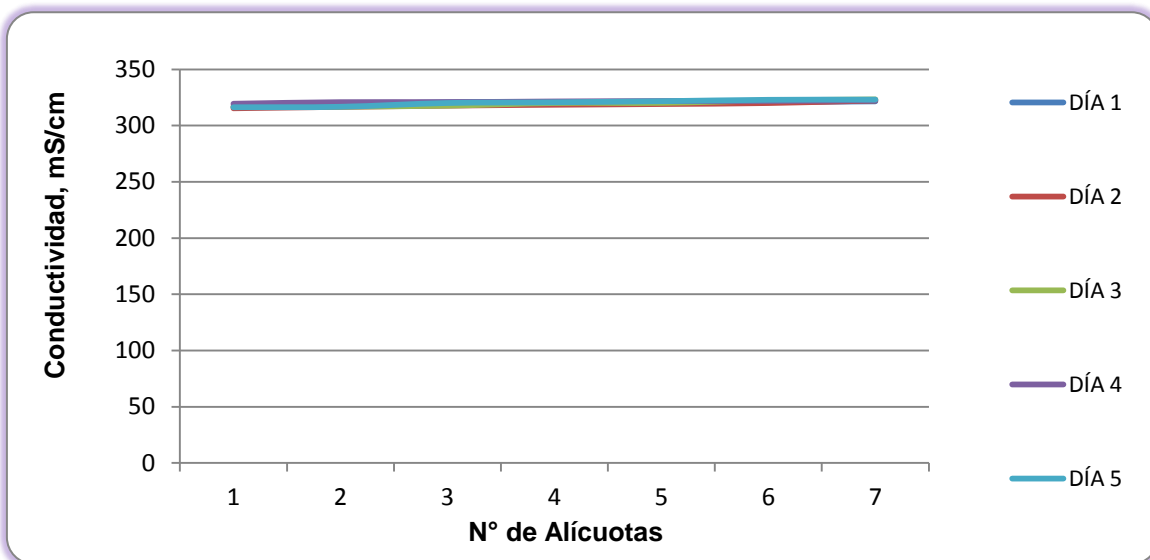
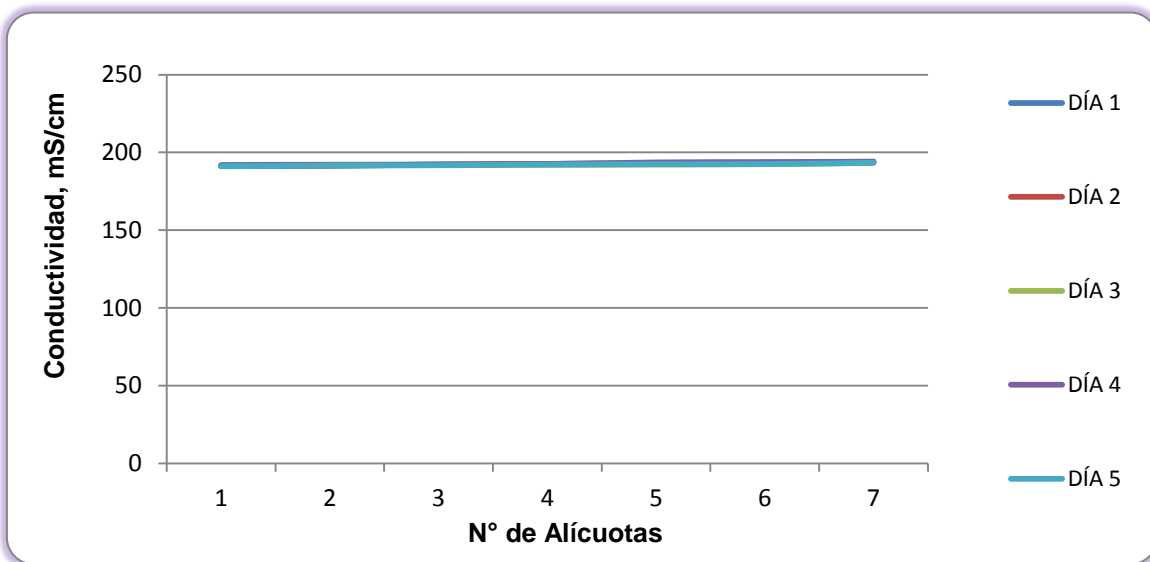


Figura 7-284. Variación de Conductividad. Embalse del Guájaro. Punto 19.



7.1.14.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

A continuación se presentan en las tablas 7-124 a 7-142, los resultados de los parámetros de DBO5, DQO, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en los 19 puntos monitoreados en el Embalse del Guájaro identificados como 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19; junto con los objetivos de calidad planteados para este sistema hidrográfico para el período 2011-2020. Según el artículo primero de la resolución en mención para la Cuenca del Río Magdalena, Clase III.

Tabla 7-124 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 1.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-60 | 24286-69 | 24286-78 | 24286-87 | 24286-96 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 4,05 | 4,04 | 4,08 | 4,04 | 3,98 | 4,04 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 22,58 | 22,50 | 22,66 | 22,5 | 22,31 | 22,51 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 8,400 | 9,200 | 8,000 | 9,600 | 10,000 | 9,04 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 17,097 | 17,408 | 18,468 | 17,673 | 16,940 | 17,52 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 130 | 310 | 170 | 210 | 220 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 130 | 110 | 110 | 120 | 110 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-125 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 2.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-61 | 24286-70 | 24286-79 | 24286-88 | 24286-97 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 4,02 | 4,02 | 4,10 | 3,9 | 3,96 | 4,00 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 22,35 | 22,35 | 22,27 | 21,89 | 22,12 | 22,20 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 15,600 | 12,000 | 14,400 | 14,000 | 15,200 | 14,24 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 17,760 | 17,874 | 18,300 | 17,326 | 17,618 | 17,78 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 33 | 49 | 43 | 17 | 22 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 23 | 14 | 11 | 11 | 13 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-126 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 3.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-58 | 24286-67 | 24286-76 | 24286-85 | 24286-94 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 3,88 | 3,96 | 3,9 | 3,92 | 3,86 | 3,90 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 21,66 | 21,89 | 21,62 | 21,5 | 21,58 | 21,65 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 24,400 | 22,000 | 25,600 | 22,800 | 24,400 | 23,84 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 34,652 | 33,647 | 52,796 | 51,644 | 36,534 | 41,85 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 790 | 700 | 320 | 230 | 320 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 170 | 230 | 210 | 45 | 92 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-127 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 4.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-57 | 24286-66 | 24286-75 | 24286-84 | 24286-93 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 3,85 | 3,87 | 3,85 | 3,81 | 3,90 | 3,86 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 21,45 | 21,50 | 21,27 | 21,16 | 21,16 | 21,31 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 15,600 | 16,400 | 18,000 | 14,000 | 16,000 | 16,00 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 54,641 | 53,545 | 52,522 | 53,179 | 54,203 | 53,62 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 11 | 14 | 9,3 | 7,8 | 9,3 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 11 | 11 | 4 | 4,5 | 6,1 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-128 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 5.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-53 | 24286-62 | 24286-71 | 24286-80 | 24286-89 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 4,21 | 3,98 | 4,02 | 4,15 | 4,00 | 4,07 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 22,92 | 22,77 | 22,73 | 22,92 | 22,35 | 22,74 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 8,800 | 9,200 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 9,60 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 48,831 | 51,992 | 53,819 | 51,553 | 52,229 | 51,68 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 130 | 170 | 350 | 540 | 350 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 49 | 40 | 330 | 39 | 110 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-129 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 6.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-54 | 24286-63 | 24286-72 | 24286-81 | 24286-90 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 4,2 | 4,18 | 4,15 | 4,18 | 4,12 | 4,17 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 23,35 | 23,33 | 23,54 | 23,27 | 23,12 | 23,32 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 11,200 | 8,800 | 8,400 | 10,800 | 10,400 | 9,92 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 80,188 | 85,578 | 84,802 | 89,187 | 80,188 | 83,99 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 49 | 31 | 46 | 32 | 70 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 17 | 13 | 14 | 17 | 21 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-130 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 7.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-10 | 24286-20 | 24286-30 | 24286-40 | 24286-50 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,91 | 6,02 | 5,98 | 5,81 | 6,05 | 5,95 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 33,11 | 33,68 | 33,48 | 33,33 | 33,75 | 33,47 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 32,000 | 24,800 | 32,800 | 34,000 | 31,200 | 30,96 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 136,490 | 139,911 | 142,104 | 138,540 | 138,358 | 139,08 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 460 | 700 | 490 | 330 | 700 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 130 | 170 | 170 | 230 | 460 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-131 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 8.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-7 | 24286-17 | 24286-27 | 24286-37 | 24286-47 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,70 | 5,59 | 5,74 | 5,60 | 5,80 | 5,69 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 31,68 | 31,64 | 31,37 | 31,68 | 31,8 | 31,63 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 33,200 | 34,800 | 34,400 | 32,000 | 31,600 | 33,20 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 134,247 | 138,541 | 140,277 | 140,185 | 138,449 | 138,34 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 23 | 43 | 49 | 23 | 17 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 7,8 | 13 | 11 | 7,8 | 13 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-132 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 9.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-1 | 24286-11 | 24286-21 | 24286-31 | 24286-41 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 6,00 | 5,80 | 6,03 | 5,94 | 5,96 | 5,95 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 33,5 | 33,33 | 33,45 | 33,14 | 32,99 | 33,28 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 17,600 | 14,400 | 15,600 | 18,000 | 16,800 | 16,48 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 144,297 | 141,556 | 143,748 | 137,262 | 136,896 | 140,75 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 23 | 21 | 33 | 22 | 13 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 23 | 13 | 17 | 14 | 13 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-133 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 10.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-2 | 24286-12 | 24286-22 | 24286-32 | 24286-42 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,87 | 6,01 | 5,99 | 6,02 | 5,87 | 5,95 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 33,29 | 33,45 | 33,64 | 33,52 | 33,41 | 33,46 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 28,400 | 24,800 | 29,600 | 30,000 | 27,600 | 28,08 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 150,144 | 143,566 | 146,581 | 142,287 | 143,657 | 145,25 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 33 | 26 | 46 | 49 | 23 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 33 | 21 | 13 | 17 | 13 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-134 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 11.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-3 | 24286-13 | 24286-23 | 24286-33 | 24286-43 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,67 | 5,78 | 5,85 | 5,81 | 5,85 | 5,79 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 32,19 | 32,60 | 32,76 | 32,45 | 32,87 | 32,57 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 36,400 | 32,000 | 34,400 | 32,800 | 30,400 | 33,20 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 151,697 | 155,442 | 147,951 | 145,301 | 141,008 | 148,28 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 7,8 | 21 | 13 | 7,8 | 13 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 4,5 | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 4,5 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-135 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 12.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-4 | 24286-14 | 24286-24 | 24286-34 | 24286-44 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,73 | 5,81 | 5,7 | 5,81 | 5,82 | 5,77 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 32,19 | 32,37 | 32,18 | 32,37 | 32,64 | 32,35 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 28,800 | 24,800 | 27,200 | 28,800 | 34,400 | 28,80 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 153,433 | 151,514 | 153,158 | 142,743 | 140,277 | 148,23 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 4,5 | 7,8 | 4,5 | 6,8 | 10 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 4,5 | 4,5 | 2 | 4 | 4 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-136 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 13.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-5 | 24286-15 | 24286-25 | 24286-35 | 24286-45 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,43 | 5,41 | 5,42 | 5,44 | 5,48 | 5,44 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 30,37 | 30,57 | 30,37 | 30,26 | 30,68 | 30,45 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 13,600 | 16,000 | 23,200 | 20,800 | 25,200 | 19,76 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 145,667 | 148,499 | 150,874 | 141,190 | 144,114 | 146,07 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 49 | 46 | 33 | 23 | 95 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 33 | 23 | 7,8 | 13 | 13 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-137 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 14.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-6 | 24286-16 | 24286-26 | 24286-36 | 24286-46 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,72 | 5,7 | 5,69 | 5,73 | 5,76 | 5,72 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 32,1 | 31,91 | 31,95 | 32,05 | 32,1 | 32,02 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 32,000 | 30,000 | 29,200 | 30,800 | 33,200 | 31,04 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 130,593 | 133,790 | 136,074 | 136,257 | 133,790 | 134,10 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 33 | 43 | 31 | 23 | 32 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 4,5 | 17 | 13 | 13 | 21 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-138 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 15.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-8 | 24286-18 | 24286-28 | 24286-38 | 24286-48 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,95 | 5,93 | 5,92 | 5,91 | 5,98 | 5,94 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 33,22 | 33,14 | 33,25 | 33,02 | 33,45 | 33,22 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 30,800 | 28,000 | 31,200 | 30,800 | 33,200 | 30,80 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 132,694 | 137,810 | 135,891 | 134,156 | 136,074 | 135,33 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 2400 | 1800 | 2400 | 2200 | 3500 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 1300 | 640 | 170 | 950 | 240 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-139 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 16.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-9 | 24286-19 | 24286-29 | 24286-39 | 24286-49 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 5,91 | 5,89 | 5,90 | 5,93 | 5,68 | 5,86 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 32,91 | 32,85 | 32,95 | 33,06 | 33,1 | 32,97 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 35,600 | 32,800 | 32,800 | 32,000 | 34,800 | 33,60 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 130,501 | 132,877 | 131,415 | 134,612 | 132,237 | 132,33 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 3500 | 24000 | 54000 | 28000 | 18000 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 3300 | 2700 | 9500 | 12000 | 18000 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-140 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 17.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|---|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-55 | 24286-64 | 24286-73 | 24286-82 | 24286-91 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 4,01 | 4,05 | 4,03 | 3,98 | 3,89 | 3,99 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 22,58 | 22,81 | 22,58 | 22,73 | 22,2 | 22,58 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 8,800 | 10,400 | 9,200 | 9,600 | 10,400 | 9,68 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 80,919 | 81,239 | 82,700 | 81,832 | 83,431 | 82,02 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 13 | 23 | 17 | 26 | 21 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | <1,8 | 2 | 6,8 | 13 | 6,1 | -- | <5000 |

*Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III.
Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016

Tabla 7-141 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 18.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|--|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-56 | 24286-65 | 24286-74 | 24286-83 | 24286-92 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 3,98 | 4,02 | 4,05 | 3,99 | 4,00 | 4,01 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 22,16 | 22,20 | 22,46 | 22,08 | 22,04 | 22,19 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 9,200 | 10,800 | 11,600 | 9,600 | 10,800 | 10,40 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 74,387 | 74,432 | 74,889 | 78,361 | 78,863 | 76,19 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 49 | 43 | 46 | 64 | 32 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 22 | 13 | 14 | 64 | 14 | -- | <5000 |
| *Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III. | | | | | | | | |
| Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016 | | | | | | | | |

Tabla 7-142 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Embalse del Guájaro. Punto 19.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio | Objetivos de calidad* |
|--|-----------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | | 24286-59 | 24286-68 | 24286-77 | 24286-86 | 24286-95 | | |
| DBO5 | mgO2/L | 3,95 | 3,94 | 3,93 | 3,90 | 3,89 | 3,92 | <25 |
| DQO | mgO2/L | 21,96 | 22,00 | 21,89 | 21,73 | 21,77 | 21,87 | No reportado |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 36,000 | 31,600 | 38,800 | 34,800 | 29,200 | 34,08 | <250 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 22,186 | 22,606 | 23,072 | 23,337 | 22,460 | 22,73 | No reportado |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 330 | 460 | 230 | 330 | 260 | -- | <15000 |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 330 | 110 | 130 | 78 | 220 | -- | <5000 |
| *Resolución 000258 de Abril de 2011. Artículo quinto. Objetivos de calidad para cuencas y tramos de Clase III. | | | | | | | | |
| Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2016 | | | | | | | | |

8 ANÁLISIS DE RESULTADOS-CUERPOS DE AGUA

8.1 Parámetros medidos en campo.

A continuación en la Tabla 8-1 se presenta un resumen de los resultados medidos en campo.

Tabla 8-1. Resumen resultados parámetros medidos en campo.

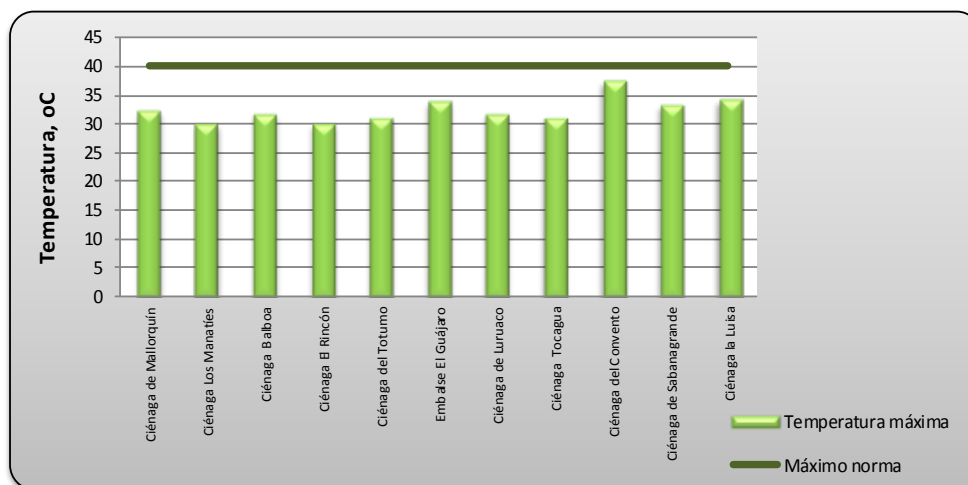
| Cuerpo De Agua | Temperatura máxima, °C | pH mínimo, unidades | pH máximo, unidades | Oxígeno Disuelto mínimo, mg/L | Oxígeno Disuelto máximo, mg/L | Conductividad mínima, µS/cm | Conductividad máxima µS/cm |
|-------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Ciénaga de Mallorquín | 32,13 | 6,07 | 9,07 | 3,49 | 14,37 | 31,88 | 995,4 |
| Ciénaga Los Manatíes | 29,89 | 7,01 | 8,97 | 4,01 | 5,94 | 29,02 | 30,10 |
| Ciénaga Balboa | 31,69 | 8,18 | 8,59 | 7,22 | 8,19 | 41040 | 47790 |
| Ciénaga El Rincón | 29,95 | 8,01 | 8,95 | 5,00 | 6,28 | 3504 | 3609 |
| Ciénaga del Totumo | 31,07 | 6,03 | 8,19 | 4,02 | 7,71 | 481 | 613 |
| Embalse El Guájaro | 33,80 | 6,58 | 8,70 | 1,67 | 8,80 | 171,20 | 1479 |
| Ciénaga de Luruaco | 31,70 | 7,68 | 8,89 | 4,20 | 9,49 | 819,79 | 1077 |
| Ciénaga Tocagua | 31,01 | 7,01 | 7,93 | 1,90 | 5,73 | 363 | 634 |
| Ciénaga del Convento | 37,40 | 7,18 | 9,92 | 2,30 | 18,90 | 1914 | 2990 |
| Ciénaga de Sabanagrande | 33,30 | 6,04 | 7,66 | 0,0 | 1,99 | 148 | 235 |
| Ciénaga la Luisa | 34,10 | 6,93 | 8,13 | 0,0 | 4,50 | 721 | 769 |

8.1.1 Temperatura

La temperatura máxima encontrada fue 37,4 °C en la ciénaga del Convento, todas las mediciones obtenidas en los cuerpos de agua son inferiores al límite máximo establecido en la Resolución 000258 del 13 de abril de 2011 (Máx. 40 °C). Lo que indica que las temperaturas encontradas en los puntos mencionados en este informe cumplen con lo establecido por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico en la norma mencionada. Ver figura 8-1.

Según Roldán y Ramírez (2008) en ciénagas ubicadas en el piso térmico cálido tropical, las variaciones diarias de temperatura ambiente son mayores que las del agua, por lo que es común observar estratificaciones y desestratificaciones diarias en la columna de agua. Esteves (1998) menciona el hecho de que en lagos tropicales poco profundos se observan frecuentemente extensas zonas invadidas por densas comunidades de macrófitas acuáticas. En estas condiciones, se pueden observar grandes diferencias en la estructura térmica por la reducción de la acción del viento y por la conservación del calor en el agua debida a la masa de vegetación. En este estudio la temperatura se mide en la superficie, por lo que se recomienda efectuar un estudio posterior de la relación entre la temperatura y la profundidad, en función del tiempo, ya que permitiría conocer la estratificación térmica presentada en el ecosistema.

Figura 8-1. Temperatura Máxima. Cuerpos de Agua

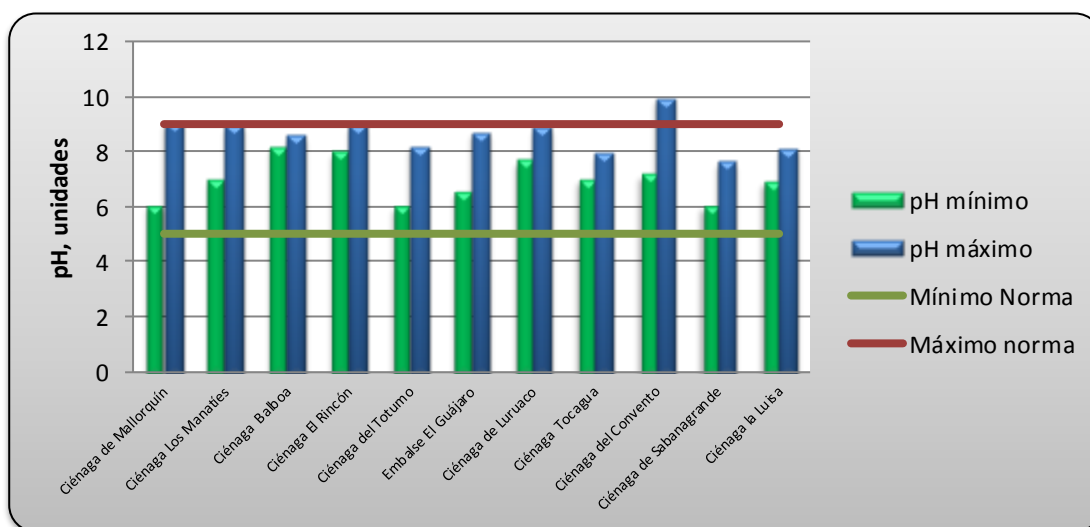


8.1.2 pH

El pH medido osciló entre 6,03 unidades y 9,92 unidades, presentándose el valor más bajo en la Ciénaga del Totumo y el más alto en la Ciénaga del Convento. La Corporación Autónoma Regional del Atlántico en la Resolución 000258 de 13 de abril de 2011, por la cual establece los objetivos de calidad para cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020, estipula un rango de pH entre 7 y 9 unidades.

En la figura 7-286 se aprecian los valores de pH. En la ciénaga de Mallorquín y en la ciénaga del Convento se registraron valores superiores al límite máximo reportado en la norma de referencia (Resolución 000258 de 13 de abril de 2011). Los pH obtenidos en los demás cuerpos de agua se encuentran dentro del rango fijado por esta norma.

Figura 8-2. Valores Mínimos y Máximos de pH. Cuerpos de agua



Según Roldán y Ramírez (2008), ecosistemas con pH alto (mayor a 9 unidades) se hallan en regiones con balance hídrico negativo, es decir donde la precipitación sea menor que la evaporación; en regiones donde los ecosistemas acuáticos son influenciados por el mar, ya que reciben grandes cantidades de CO_3^{2-} y HCO_3^- y en regiones ricas en Ca^{+2} .

Los valores altos de pH encontrados se pueden atribuir a que la evaporación fue mayor que la precipitación, al punto de que las Ciénagas Santo Tomás, Larga y Paraíso se secaron y no fueron monitoreadas. Adicionalmente en las Ciénagas del Convento y Mallorquín se observó la presencia de gran cantidad de plantas acuáticas y algas, las cuales emplean CO_2 para realizar la fotosíntesis y como consecuencia el pH aumenta.

8.1.3 Oxígeno Disuelto

El valor mínimo de oxígeno disuelto fue 0,0 mgO₂/L y se presentó en las ciénagas la Luisa y Sabanagrande y el valor máximo fue 18,9 mg O₂/L, presentado en la Ciénaga del Convento.

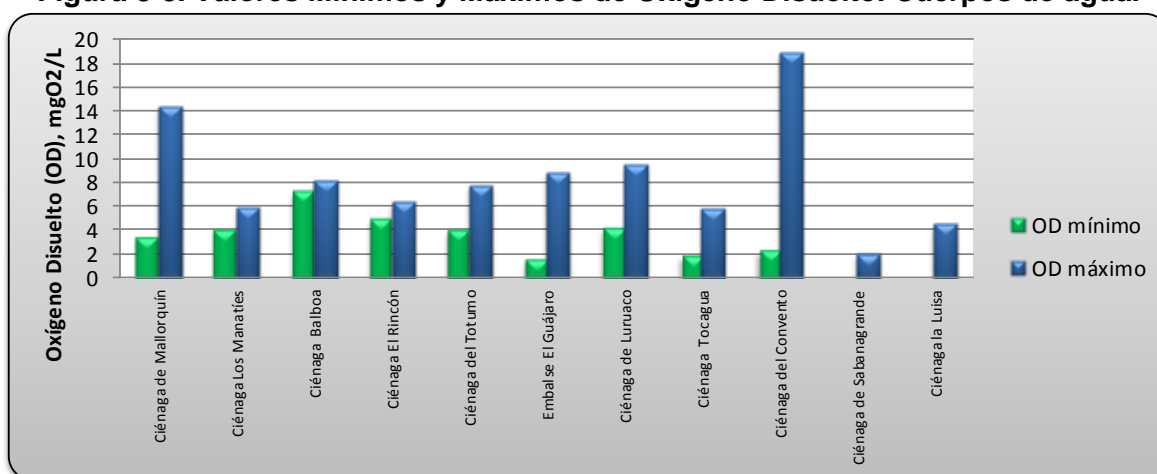
La Corporación Autónoma Regional del Atlántico en la Resolución 000258 de 13 de abril de 2011, por la cual establece los objetivos de calidad para cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020, estipula los siguientes límites de control para oxígeno disuelto >3 mg/L para cuencas y tramos de clase I; >4 mg/L, para cuencas y tramos de clase II y >2 mg/L para cuencas y tramos de clase III.

Se presentaron condiciones de sobresaturación de oxígeno disuelto en las Ciénagas Convento, Mallorquín y Luruaco.

Las principales fuentes de Oxígeno disuelto en el agua son la precipitación pluvial, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada (Roldán y Ramírez, 2008)

Parte del oxígeno disuelto en el agua es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas, por lo que posiblemente en estas Ciénagas esta sea la causa de la sobresaturación de Oxígeno disuelto, producida por una alta tasa de actividad fotosintética. La supersaturación de gases puede afectar adversamente la vida acuática. Se han reportado niveles de sobresaturación letales para organismos acuáticos en manantiales, ríos, pozos, lagos, estuarios y agua de mar [APHA, 1992].

Figura 8-3. Valores Mínimos y Máximos de Oxígeno Disuelto. Cuerpos de agua.



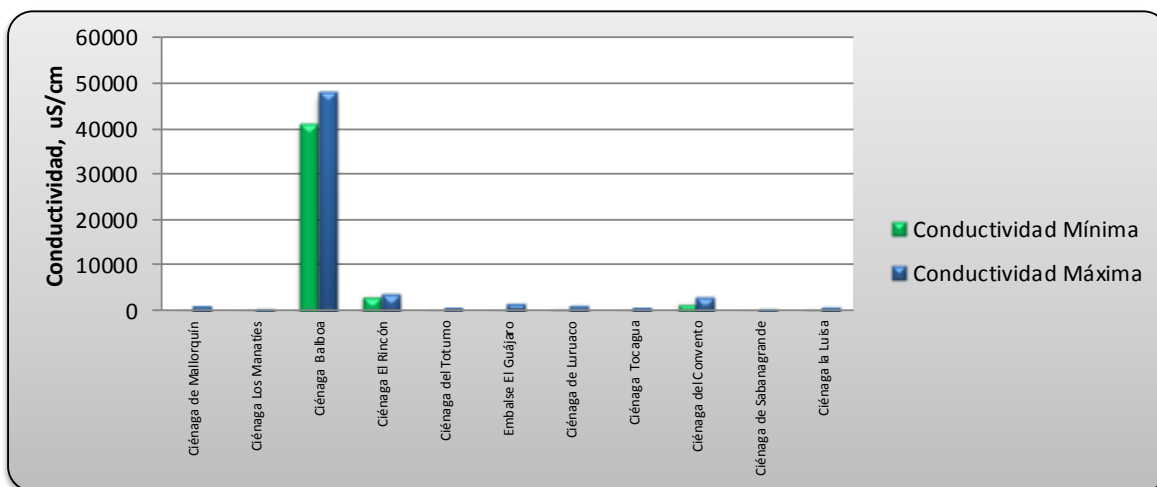
8.1.3.1 Conductividad

La conductividad osciló ampliamente entre 29,02 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 47790 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Encontrándose los valores más bajos en la Ciénaga los Manatíes y los más altos se registraron en la Ciénaga de Balboa. (Ver figura 8-4).

La conductividad eléctrica mide la cantidad total de iones, por lo tanto, se correlaciona con la salinidad. A través de la conductividad se pueden conocer la magnitud de la concentración iónica (Calcio, magnesio, potasio, sodio, carbonatos, cloruros y sulfatos) presentes en el cuerpo de agua. En los trópicos esta variable está relacionada con la naturaleza geoquímica del terreno y su concentración varía con las épocas de lluvia y sequía (Roldán y Ramírez, 2008).

En la Ciénaga de Balboa se presentaron valores superiores de conductividad, debido al balance hídrico negativo (Alta evaporación y escasez de lluvia), lo cual origina que las sales presentes se concentren en este cuerpo de agua.

Figura 8-4. Valores Mínimos y Máximos de Conductividad. Cuerpos de Agua



8.1.4 Parámetros medidos en el laboratorio.

A continuación en la tabla 8-2 se presenta un resumen de los resultados fisicoquímicos obtenidos en los cuerpos de agua.

Tabla 8-2. Resumen resultados parámetros Fisicoquímicos. Cuerpos de Agua

| Cuerpo De Agua | Punto | DBO5 promedio, mgO2/L | DQO promedio, mgO2/L | SST promedio, mg/L | Sulfatos promedio, mg/L |
|-------------------------------|-------|-----------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|
| Ciénaga de Mallorquín (C. MQ) | 1 | 6,36 | 33,59 | 130,00 | 1821,38 |
| | 2 | 6,33 | 33,30 | 144,60 | 1543,28 |
| | 3 | 6,23 | 32,70 | 691,67 | 153,18 |
| | 4 | 6,40 | 33,62 | 135,80 | 1859,38 |
| Ciénaga Los Manatíes (C.M.) | 1 | 5,72 | 30,1 | 112,0 | 1379,9 |
| | 2 | 5,70 | 29,9 | 107,4 | 1583,6 |
| Ciénaga de Balboa (C.B.) | 1 | 5,15 | 26,92 | 83,50 | 2777,43 |
| | 2 | 5,14 | 26,77 | 88,92 | 2705,74 |
| Ciénaga El Rincón (C.R) | 1 | 7,50 | 34,18 | 13,36 | 444,24 |
| | 2 | 7,47 | 34,04 | 16,53 | 431,70 |
| Ciénaga del Totumo (C.T) | 1 | 3,82 | 19,86 | 11,28 | 100,21 |
| | 2 | 3,88 | 20,23 | 12,40 | 97,70 |
| | 3 | 3,91 | 20,43 | 11,52 | 102,25 |
| | 4 | 3,86 | 20,23 | 13,52 | 99,41 |
| Embalse El Guájaro (E.G) | 1 | 4,04 | 22,51 | 9,04 | 17,52 |
| | 2 | 4,00 | 22,20 | 14,24 | 17,78 |
| | 3 | 3,90 | 21,65 | 23,84 | 41,85 |
| | 4 | 3,86 | 21,31 | 16,00 | 53,62 |
| | 5 | 4,07 | 22,74 | 9,60 | 51,68 |

| Cuerpo De Agua | Punto | DBO5 promedio, mgO2/L | DQO promedio, mgO2/L | SST promedio, mg/L | Sulfatos promedio, mg/L |
|--------------------------------|-------|-----------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|
| | 6 | 4,17 | 23,32 | 9,92 | 83,99 |
| | 7 | 5,95 | 33,47 | 30,96 | 139,08 |
| | 8 | 5,69 | 31,63 | 33,20 | 138,34 |
| | 9 | 5,95 | 33,28 | 16,48 | 140,75 |
| | 10 | 5,95 | 33,46 | 28,08 | 145,25 |
| | 11 | 5,79 | 32,57 | 33,20 | 148,28 |
| | 12 | 5,77 | 32,35 | 28,80 | 148,23 |
| | 13 | 5,44 | 30,45 | 19,76 | 146,07 |
| | 14 | 5,72 | 32,02 | 31,04 | 134,10 |
| | 15 | 5,94 | 33,22 | 30,80 | 135,33 |
| | 16 | 5,86 | 32,97 | 33,60 | 132,33 |
| | 17 | 3,99 | 22,58 | 9,68 | 82,02 |
| | 18 | 4,01 | 22,19 | 10,40 | 76,19 |
| | 19 | 3,92 | 21,87 | 34,08 | 22,73 |
| Ciénaga de Luruaco (C.L) | 1 | 5,81 | 30,54 | 9,44 | 225,83 |
| | 2 | 5,60 | 29,38 | 11,36 | 220,13 |
| | 3 | 6,40 | 33,69 | 9,76 | 225,79 |
| | 4 | 5,44 | 28,62 | 10,72 | 280,08 |
| | 5 | 5,61 | 29,54 | 9,52 | 200,52 |
| | 6 | 5,95 | 31,19 | 11,20 | 207,81 |
| | 7 | 6,20 | 32,54 | 11,44 | 210,31 |
| | 8 | 6,11 | 32,16 | 10,32 | 209,44 |
| | 9 | 6,61 | 34,66 | 12,00 | 215,05 |
| | 10 | 6,46 | 33,96 | 10,88 | 202,80 |
| | 11 | 5,38 | 28,86 | 11,28 | 212,23 |
| | 12 | 6,47 | 33,90 | 16,88 | 221,98 |
| | 13 | 5,64 | 29,50 | 12,52 | 211,06 |
| | 14 | 6,18 | 32,74 | 11,56 | 202,20 |
| Ciénaga de Tocagua (C.TG) | 1 | 3,68 | 19,54 | 10,40 | 53,95 |
| | 2 | 3,88 | 20,54 | 11,36 | 53,10 |
| | 3 | 4,00 | 21,25 | 12,72 | 52,74 |
| | 4 | 3,78 | 20,01 | 15,12 | 53,58 |
| Ciénaga del Convento (C.C.) | 1 | 16,1 | 77,1 | 73,9 | 60,0 |
| | 2 | 16,5 | 78,7 | 55,3 | 62,5 |
| | 3 | 16,6 | 75,9 | 40,9 | 62,2 |
| | 4 | 17,5 | 76,5 | 95,6 | 62,0 |
| | 5 | 19,7 | 90,3 | 183,0 | 68,2 |
| | 6 | 19,4 | 93,2 | 158,2 | 68,0 |
| | 7 | 19,6 | 94,4 | 153,6 | 69,0 |
| | 8 | 18,0 | 86,2 | 135,4 | 66,0 |
| | 9 | 19,3 | 92,5 | 150,2 | 63,4 |
| | 10 | 19,0 | 90,9 | 121,8 | 66,8 |
| Ciénaga de Sabanagrande (C.S.) | 1 | 4,41 | 24,85 | 34,88 | 21,54 |
| | 2 | 4,52 | 24,04 | 36,56 | 23,13 |
| | 3 | 4,79 | 25,44 | 39,12 | 20,63 |
| | 4 | 4,82 | 25,53 | 36,48 | 25,74 |
| | 5 | 4,67 | 26,11 | 35,04 | 25,06 |
| Ciénaga de Luisa (C.LU) | 6 | 8,47 | 47,46 | 39,28 | 59,32 |
| | 7 | 7,78 | 40,98 | 73,92 | 66,15 |
| | 8 | 8,73 | 48,45 | 48,40 | 41,88 |
| | 9 | 8,74 | 48,58 | 34,80 | 38,92 |

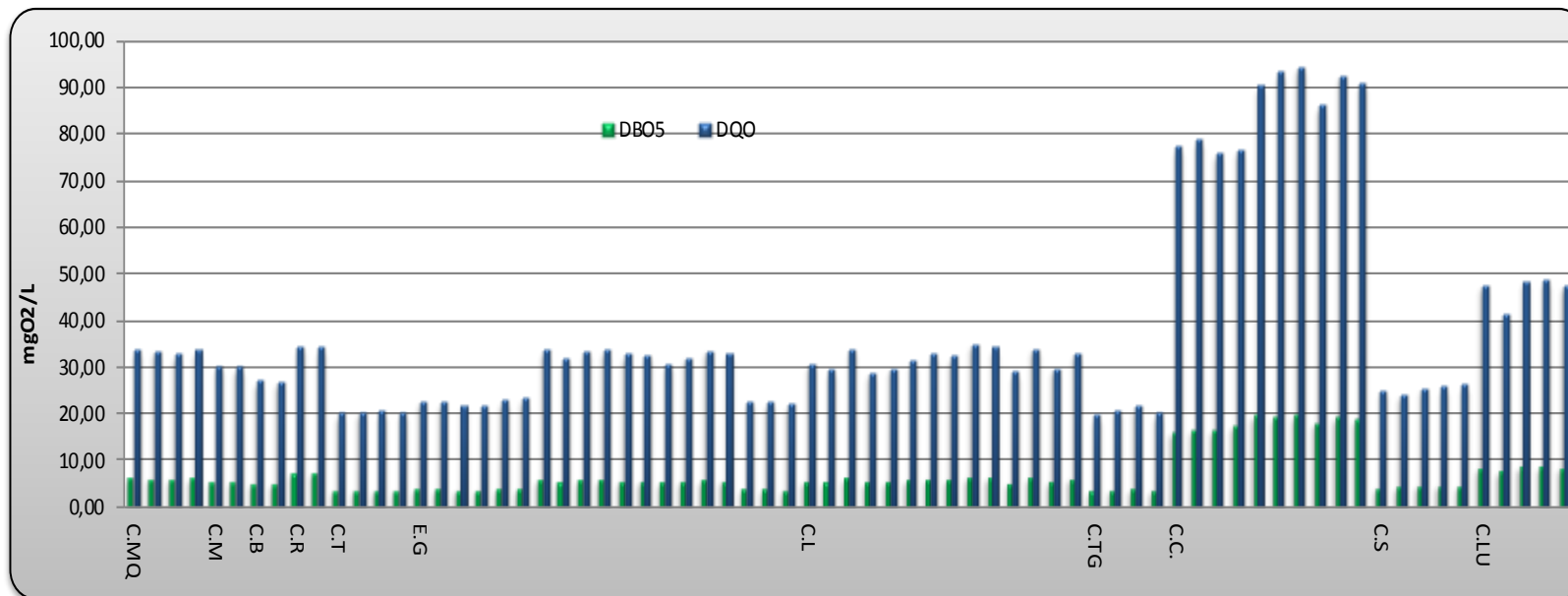
| Cuerpo De Agua | Punto | DBO5 promedio, mgO2/L | DQO promedio, mgO2/L | SST promedio, mg/L | Sulfatos promedio, mg/L |
|----------------|-------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|
| | 10 | 8,52 | 47,46 | 22,72 | 36,71 |

8.1.5 DBO5 y DQO

En la Figura 8-5 se aprecian los promedios de las concentraciones de DBO5 y DQO de los distintos puntos medidos en los cuerpos de agua. El parámetro de DBO5 se maneja para tener una medida de la materia orgánica biodegradable. Su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores¹. Representa una medida cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica.

¹ Davis y Cornwell, 1998

Figura 8-5. Concentración promedio de DBO5 y DQO. Cuerpos de agua



Los valores promedio más altos de DBO_5 se encuentran en la Ciénaga del Convento, cuyo valor promedio más alto fue 19,65 mgO₂/L, en el punto 5. El promedio más bajo se presentó la ciénaga de Tocagua, punto 1 (3,68 mgO₂/L). La Corporación Autónoma Regional del Atlántico en la Resolución 000258 de 13 de abril de 2011, por la cual establece los objetivos de calidad para cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020, estipula los siguientes límites de control para DBO_5 : <7 mg/L para cuencas y tramos de clase I; < 5 mg/L, para cuencas y tramos de clase II y <25 mg/L para cuencas y tramos de clase III. Teniendo en cuenta lo anterior, todos los puntos monitoreados en las ciénagas de Mallorquín, Manatíes, Balboa, Luruaco, Sabanagrande y embalse el Guájaro presentan valores de DBO_5 que se pueden catalogar como de clase II. La ciénaga del Convento se puede catalogar como de clase III.

Las ciénagas de Totumo y Tocagua presentaron valores de DBO_5 que cumplen con los valores de orientación para cuencas y tramos de clase I.

8.1.5.1 Sólidos suspendidos totales, SST

Los valores promedio oscilaron entre 9,04 mg/L (Embalse el Guájaro, punto 1) y 691,67 mg/L (Ciénaga Mallorquín, punto 3).

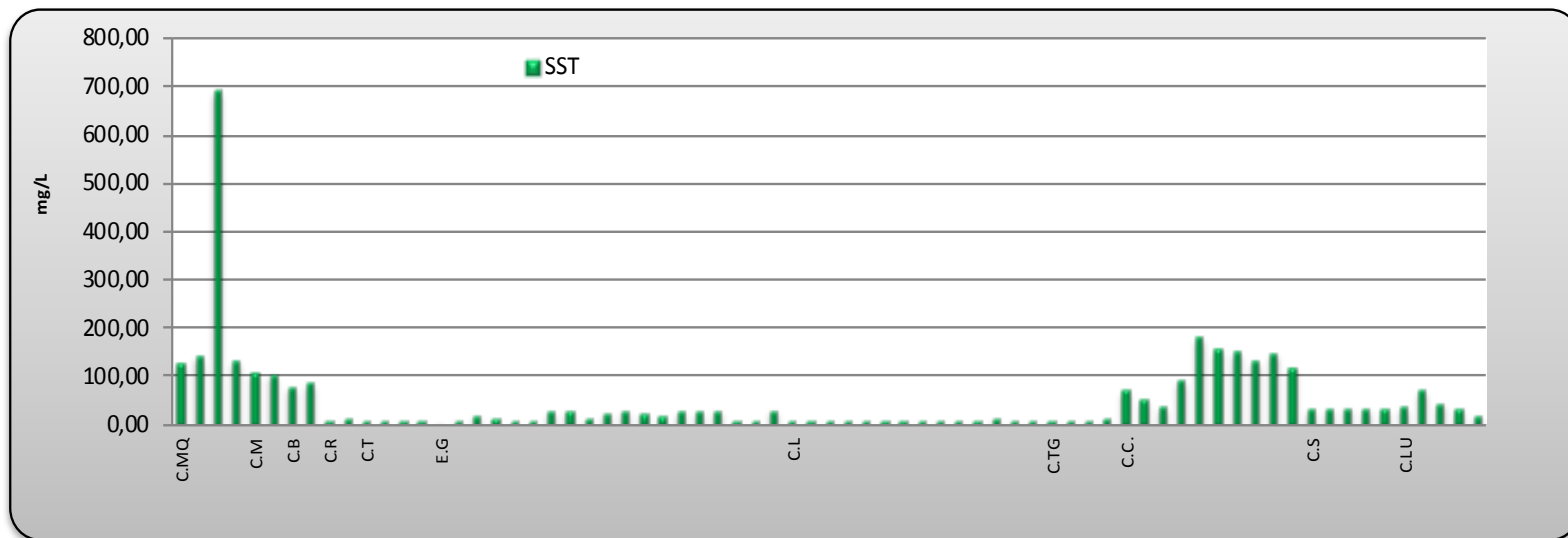
La Corporación Autónoma Regional del Atlántico en la Resolución 000258 de 13 de abril de 2011, por la cual establece los objetivos de calidad para cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020, estipula los siguientes límites de control para SST, <30 mg/L para cuencas y tramos de clase I; < 15 mg/L, para cuencas y tramos de clase II y <250 mg/L para cuencas y tramos de clase III

Los valores promedio que fueron superiores a 250 mg/L, límite máximo de la norma para cuencas y tramos de clase III, fueron los correspondientes al punto 3 de la Ciénaga de Mallorquín.

En la Fase II, los puntos evaluados en la Luruaco presentaron valores promedio de SST inferiores a 15 mg/L, valor límite fijado por la CRA para cuencas y tramos de clase II.

Los valores de sólidos suspendidos totales obtenidos en Rincón, Totumo, Luruaco y Tocagua presentan cumplimiento con el valor límite para cuencas y tramos de clase II (<15 mg/L), aquellos cuyo potencial de uso del agua es prioritariamente para consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna, uso agrícola y pecuario restringidos.

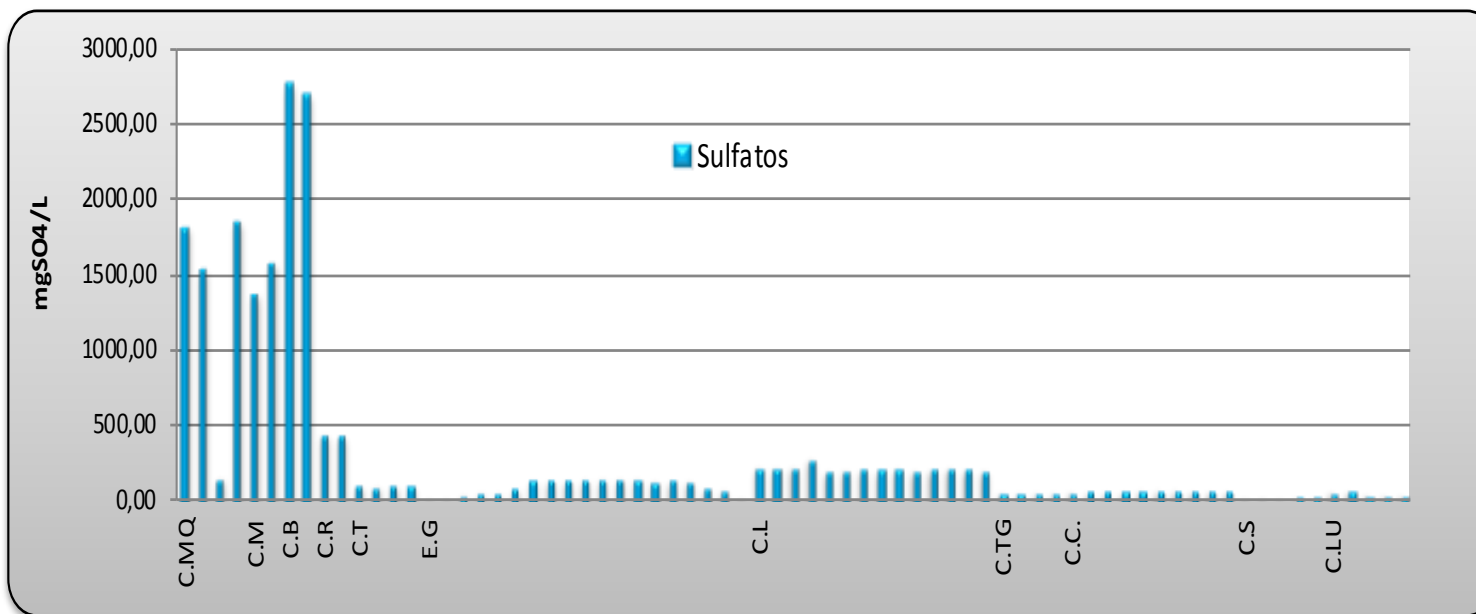
Figura 8-6. Concentración promedio de SST. Cuerpos de agua



8.1.6 Sulfatos

Los valores promedio oscilaron entre 17,51 mgSO₄/L, en el Embalse el Guájaro y 2777,43 mgSO₄/L, ciénaga de Balboa, en la cual se encontraron los valores más altos de conductividad

Figura 8-7. Concentración promedio de Sulfatos. Cuerpos de Agua



8.2 Parámetros Microbiológicos.

A continuación en la tabla 8-3, se presenta un resumen de los resultados microbiológicos obtenidos en los cuerpos de agua.

Tabla 8-3. Resumen resultados parámetros Microbiológicos. Cuerpos de Agua

| Cuerpo De Agua | Punto | Coliformes Totales , NMP/100 mL Valor mínimo | Coliformes Totales , NMP/100 mL Valor máximo | Coliformes Fecales, NMP/100 mL Valor mínimo | Coliformes Fecales , NMP/100 mL Valor máximo |
|----------------------------------|-------|--|--|---|--|
| Ciénaga de Mallorquín (C. MQ) | 1 | 45 | 820 | 40 | 680 |
| | 2 | 13000 | 46000 | 4500 | 31000 |
| | 3 | 92000 | 120000 | 45000 | 120000 |
| | 4 | 6800 | 7800 | 200 | 6800 |
| Ciénaga Los Manatíes (C.M.) | 1 | 210 | 260 | 130 | 220 |
| | 2 | 2300 | 4600 | 450 | 3300 |
| Ciénaga de Balboa (C.B.) | 1 | 34 | 250 | 14 | 79 |
| | 2 | <1,8 | 240 | <1,8 | 34 |
| Ciénaga El Rincón (C.R) | 1 | 45 | 82 | 20 | 61 |
| | 2 | 20 | 40 | 18 | 20 |
| Ciénaga del Totumo (C.T) | 1 | 210 | 460 | 78 | 460 |
| | 2 | 78 | 220 | 45 | 130 |
| | 3 | 78 | 130 | 40 | 93 |
| | 4 | 490 | 700 | 210 | 640 |
| Embalse El Guájaro (E.G) | 1 | 130 | 310 | 110 | 130 |
| | 2 | 17 | 49 | 11 | 23 |
| | 3 | 230 | 790 | 45 | 230 |
| | 4 | 7,8 | 14 | 4 | 11 |
| | 5 | 130 | 540 | 39 | 330 |
| | 6 | 31 | 70 | 13 | 21 |
| | 7 | 330 | 700 | 130 | 460 |
| | 8 | 17 | 49 | 7,8 | 13 |
| | 9 | 13 | 33 | 13 | 23 |
| | 10 | 23 | 49 | 13 | 33 |
| | 11 | 7,8 | 21 | 4,5 | 7,8 |
| | 12 | 4,5 | 10 | 2 | 4,5 |
| | 13 | 23 | 95 | 13 | 33 |
| | 14 | 23 | 43 | 4,5 | 31 |
| | 15 | 1800 | 3500 | 170 | 1300 |
| | 16 | 3500 | 54000 | 3300 | 18000 |
| | 17 | 13 | 26 | <1,8 | 13 |
| | 18 | 32 | 49 | 13 | 64 |
| | 19 | 230 | 460 | 78 | 330 |
| Ciénaga de Luruaco (C.L) | 1 | 62 | 350 | 21 | 70 |
| | 2 | 270 | 2400 | 92 | 450 |
| | 3 | 9,8 | 14,0 | 4,0 | 9,1 |
| | 4 | 25,0 | 170 | 7,8 | 17 |
| | 5 | 27 | 79 | 12 | 79 |

| Cuerpo De Agua | Punto | Coliformes Totales , NMP/100 mL Valor mínimo | Coliformes Totales , NMP/100 mL Valor máximo | Coliformes Fecales, NMP/100 mL Valor mínimo | Coliformes Fecales , NMP/100 mL Valor máximo | |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|--|-----|
| | 6 | 32 | 240 | 14 | 130 | |
| | 7 | 56 | 2800 | 32 | 930 | |
| | 8 | 2700 | 11000 | 1100 | 7800 | |
| | 9 | 320 | 2400 | 140 | 2400 | |
| | 10 | 26 | 230 | 7,8 | 33 | |
| | 11 | 9,2 | 78 | 6 | 45 | |
| | 12 | 54 | 540 | 24 | 95 | |
| | 13 | 43000 | 160000 | 43000 | 160000 | |
| | 14 | 92000 | 160000 | 1700 | 2400 | |
| | Ciénaga de Tocagua (C.TG) | 1 | 45 | 92 | 45 | 68 |
| | | 2 | 320 | 380 | 140 | 270 |
| | | 3 | 45 | 100 | 40 | 45 |
| | | 4 | 330 | 790 | 140 | 460 |
| | Ciénaga del Convento (C.C.) | 1 | 68 | 930 | 20 | 140 |
| 2 | | 93 | 110 | 40 | 45 | |
| 3 | | 210 | 460 | 21,8 | 93 | |
| 4 | | 20 | 110 | 18 | 20 | |
| 5 | | 17 | 240 | 9 | 240 | |
| 6 | | 21 | 20000 | 14 | 13000 | |
| 7 | | 400 | 780 | <1,8 | 200 | |
| 8 | | 45 | 780 | <1,8 | 200 | |
| 9 | | 130 | 170 | 20 | 140 | |
| 10 | | 20 | 78 | 20 | 20 | |
| Ciénaga de Sabanagrande (C.S.) | 1 | 1400 | 7000 | 930 | 4900 | |
| | 2 | 40000 | 140000 | 21000 | 110000 | |
| | 3 | 4700 | 30000 | 1700 | 17000 | |
| | 4 | 2700 | 4900 | 1300 | 4900 | |
| | 5 | 2300 | 7000 | 1300 | 4600 | |
| Ciénaga de Luisa (C.LU) | 6 | 40000 | 540000 | 17000 | 140000 | |
| | 7 | 27000 | 350000 | 9200 | 33000 | |
| | 8 | 4500 | 9200 | 2000 | 6100 | |
| | 9 | 170 | 2300 | 18 | 450 | |
| | 10 | 1400 | 4600 | 400 | 920 | |

Los valores más altos de coliformes totales y fecales se presentan en la ciénaga la Luisa, Tocagua, Sabanagrande y Mallorquín. La Corporación Autónoma Regional del Atlántico en la Resolución 000258 de 13 de abril de 2011, por la cual establece los objetivos de calidad para cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020, estipula los siguientes límites de control para Coliformes totales y fecales, para cuencas y tramos de clase I: <5000 NMP/100 mL y <2000 NMP/100 mL, respectivamente. Para cuencas y tramos de clase II: <5000 NMP/100 mL y <200 NMP/100 mL, respectivamente. Para cuencas y tramos de clase III: <15000 NMP/100 mL y <5000 NMP/100 mL, respectivamente.

Los puntos que sobrepasaron el límite de los 15000 NMP/100 mL de coliformes totales fueron: puntos 2 y 3 de la Ciénaga de Mallorquín (C.MQ), punto 16 del Embalse el Guájaro

(E.G.), puntos 13 y 14 de la ciénaga de Luruaco (C.L), punto 6 del Convento (C.C.), puntos 2 y 3 de la ciénaga de Sabanalarga (C.S.) y los puntos 6 y 7 de ciénaga la Luisa (C. LU).

Además de los mencionados en el párrafo anterior, los puntos que sobrepasaron el límite de los 5000 NMP/100 mL de coliformes fecales fueron: punto 4 de la Ciénaga de Mallorquín (C.MQ), puntos 1, 4, 5 de la ciénaga de Sabanalarga (C.S).

Los demás puntos presentaron concentraciones de coliformes totales inferiores a 5000 NMP/100 mL

Los puntos que sobrepasaron el límite de los 5000 NMP/100 mL de coliformes fecales fueron: puntos 2, 3 y 4 de la Ciénaga de Mallorquín (C.MQ), punto 16 del Embalse el Guájaro (E.G.), puntos 8 y 13 de la ciénaga de Luruaco (C.L), puntos 2 y 3 de la ciénaga de Sabanalarga (C.S.) y los puntos 6 y 7 de ciénaga la Luisa (C.LU).

Figura 8-8. Concentraciones máximas y mínimas de Coliformes totales.

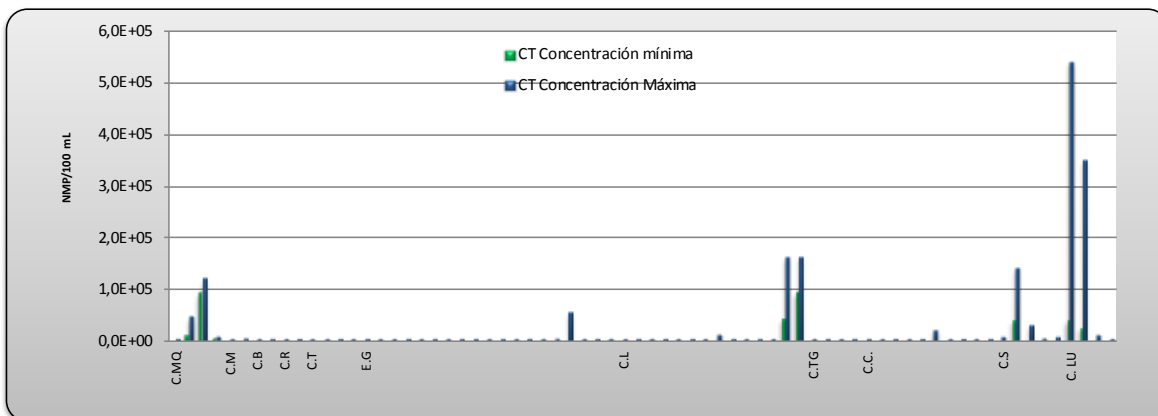
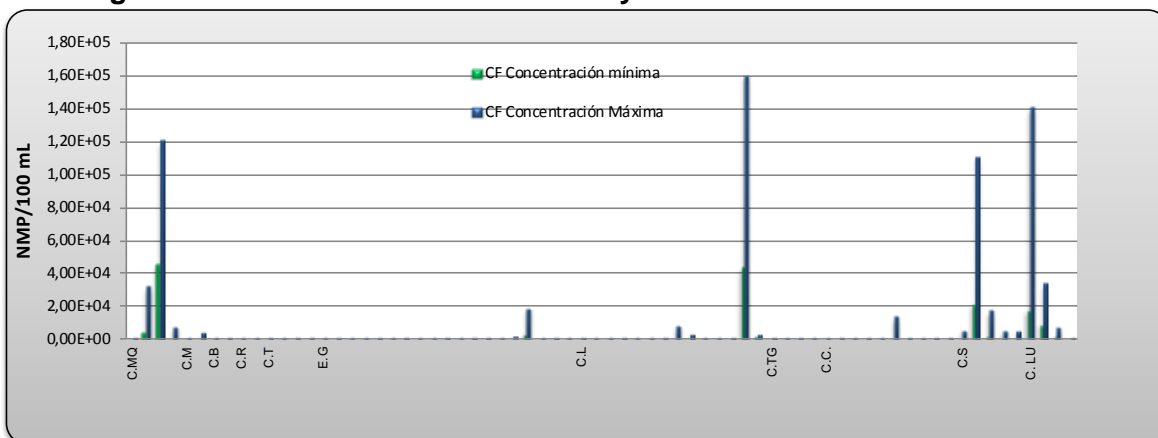


Figura 8-9. Concentraciones máximas y mínimas de Coliformes fecales.



8.3 Cálculo de los Índices de contaminación.

Mediante los índices de calidad de aguas (ICA) se simplifican en una expresión numérica las características positivas o negativas de cualquier fuente de agua (National Sanitation Foundation –INSF 1970).

Los ICA tienen como objeto estimar (generalmente valores entre 0 y 1), el grado de calidad de un determinado cuerpo hídrico continental. Con ello se pretende reconocer problemas de contaminación de una forma ágil.

El sistema de análisis de componentes principales permite definir grupos de parámetros físicoquímicos, a partir de las correlaciones significativas encontradas en varios estudios de este tipo. Estos grupos de variables conformados denotan una misma condición ambiental. Se han seleccionado las variables más significativas y de fácil determinación para ser involucradas en los índices de contaminación.

Los siguientes son los índices de contaminación que fueron considerados para evaluar la calidad de las aguas objeto de este estudio.

8.3.1 ICOMO Índice de contaminación por materia orgánica.

Integra los parámetros DBO5, Coliformes totales y oxígeno disuelto como porcentaje de saturación.

$$ICOMO = \frac{1}{3} (I_{DBO5} + I_{Coliformes} + i_{oxígeno\%}) \quad \text{Ecuación 8.1}$$

Donde:

$$I_{DBO5} = -0,05 + 0,70 \text{Log}_{10} DBO(mg / L) \quad \text{Ecuación 8.2}$$

$$I_{coliformes} = -1,44 + 0,56 \text{Log}_{10} Col_{tot} (NMP / 100mL) \quad \text{Ecuación 8.3}$$

$$I_{oxígeno\%} = 1 - 0,01 \text{Oxígeno}\% \quad \text{Ecuación 8.4}$$

Para este índice de contaminación se tiene en cuenta que:

- ✓ DBO5 mayor a 30 mg/L tiene índice=1
- ✓ DBO5 menor a 2 mg/L tiene índice=0
- ✓ Coliformes totales mayores a 20000 NMP/100mL tiene índice=1
- ✓ Coliformes totales menores a 500 NMP/100mL tiene índice=0
- ✓ Oxígeno (%) mayor a 100% tiene índice = 0.

Para sistemas lénticos con eutrofización y porcentajes de saturación mayores al 100% sugiere la literatura que se debe reemplazar la expresión por

$$I_{\text{oxígeno}\%} = 0,01\text{Oxígeno}\% - 1 \quad \text{Ecuación 8.5}$$

8.3.2 ICOSUS Índice de contaminación por sólidos suspendidos

$$ICOSUS = -0,02 + 0,0003SS \quad \text{Ecuación 8.6}$$

En este índice:

- ✓ Sólidos suspendidos mayores a 340mg/L, el índice=1
- ✓ Sólidos suspendidos menores a 10mg/L, el índice=0

8.3.3 ICOpH Índice de contaminación por pH

$$ICOpH = \frac{e^{-31,08+3,45pH}}{1 + e^{-31,08+3,45pH}} \quad \text{Ecuación 8.7}$$

8.3.4 Resultados ICOS

A continuación se presenta la tabla 8-4, la cual contiene los resultados de los índices para las muestras tomadas en los cuerpos de agua.

Tabla 8-4. Índices de Contaminación ICOs

| Identificación | Punto | ICOMO | ICOSUS | ICOpH (máx) | ICOpH (min) |
|-----------------------|-------|-------|--------|-------------|-------------|
| Ciénaga de Mallorcaín | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,2 |
| | 2 | 0,8 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| | 3 | 0,8 | 1,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 0,0 |
| Ciénaga Los Manatíes | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,0 |
| | 2 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,0 |
| Ciénaga el Rincón | 1 | 0,5 | 0,0 | 0,4 | 0,0 |
| | 2 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| Ciénaga de Balboa | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| | 2 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| Ciénaga del Convento | 1 | 0,7 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| | 2 | 0,6 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,6 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 | 0,6 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| | 5 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,5 |
| | 6 | 0,9 | 0,5 | 0,9 | 0,4 |
| | 7 | 0,6 | 0,4 | 0,8 | 0,1 |
| | 8 | 0,6 | 0,4 | 1,0 | 0,1 |
| | 9 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,2 |
| | 10 | 0,6 | 0,3 | 0,9 | 0,3 |
| Ciénaga La Luisa | 6 | 0,9 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 7 | 0,9 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| | 8 | 0,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 9 | 0,7 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 10 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Ciénaga del Totumo | 1 | 0,4 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| | 2 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,4 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| | 4 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Ciénaga Luruaco | 1 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2 | 0,6 | 0,0 | 0,4 | 0,2 |
| | 3 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| | 4 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| | 5 | 0,5 | 0,0 | 0,3 | 0,1 |
| | 6 | 0,5 | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| | 7 | 0,6 | 0,0 | 0,4 | 0,1 |
| | 8 | 0,7 | 0,0 | 0,4 | 0,2 |
| | 9 | 0,6 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| | 10 | 0,5 | 0,0 | 0,3 | 0,0 |
| | 11 | 0,5 | 0,0 | 0,4 | 0,1 |
| | 12 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 13 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 14 | 0,8 | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| Ciénaga Tocagua | 1 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Ciénaga Sabanagrande | 1 | 0,7 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 2 | 0,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 | 0,7 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 5 | 0,7 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| Embalse Guájaro | 1 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |

| Identificación | Punto | ICOMO | ICOSUS | ICOpH (máx) | ICOpH (min) |
|----------------|-------|-------|--------|-------------|-------------|
| | 4 | 0,4 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| | 5 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 6 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 7 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| | 8 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| | 9 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 10 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| | 11 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| | 12 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 0,0 |
| | 13 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 14 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| | 15 | 0,7 | 0,1 | 0,2 | 0,0 |
| | 16 | 0,8 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| | 17 | 0,4 | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| | 18 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 19 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |

El cálculo del ICOpH se realizó para el valor mínimo y el valor máximo encontrados en las mediciones de cada punto monitoreado.

Para el caso del ICOMO se emplearon los valores de DBO5 promedios, el valor máximo de Coliformes totales y el valor mínimo de oxígeno disuelto. El ICOSUS se calculó con el valor promedio de sólidos suspendidos totales.

Luego de estimado el índice se procede a la clasificación del grado de contaminación del agua mediante la asignación de una numeración:

Tabla 8-5 Clasificación grado de contaminación

| ICO | Grado de Contaminación |
|----------|------------------------|
| 0-0,2 | Ninguna |
| >0,2-0,4 | Baja |
| >0,4-0,6 | Media |
| >0,6-0,8 | Alta |
| >0,8-1,0 | Muy alta |

Fuente: Ramírez y Viña. Limnología colombiana. Cap. 4 1998

Figura 8-10. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga El Rincón

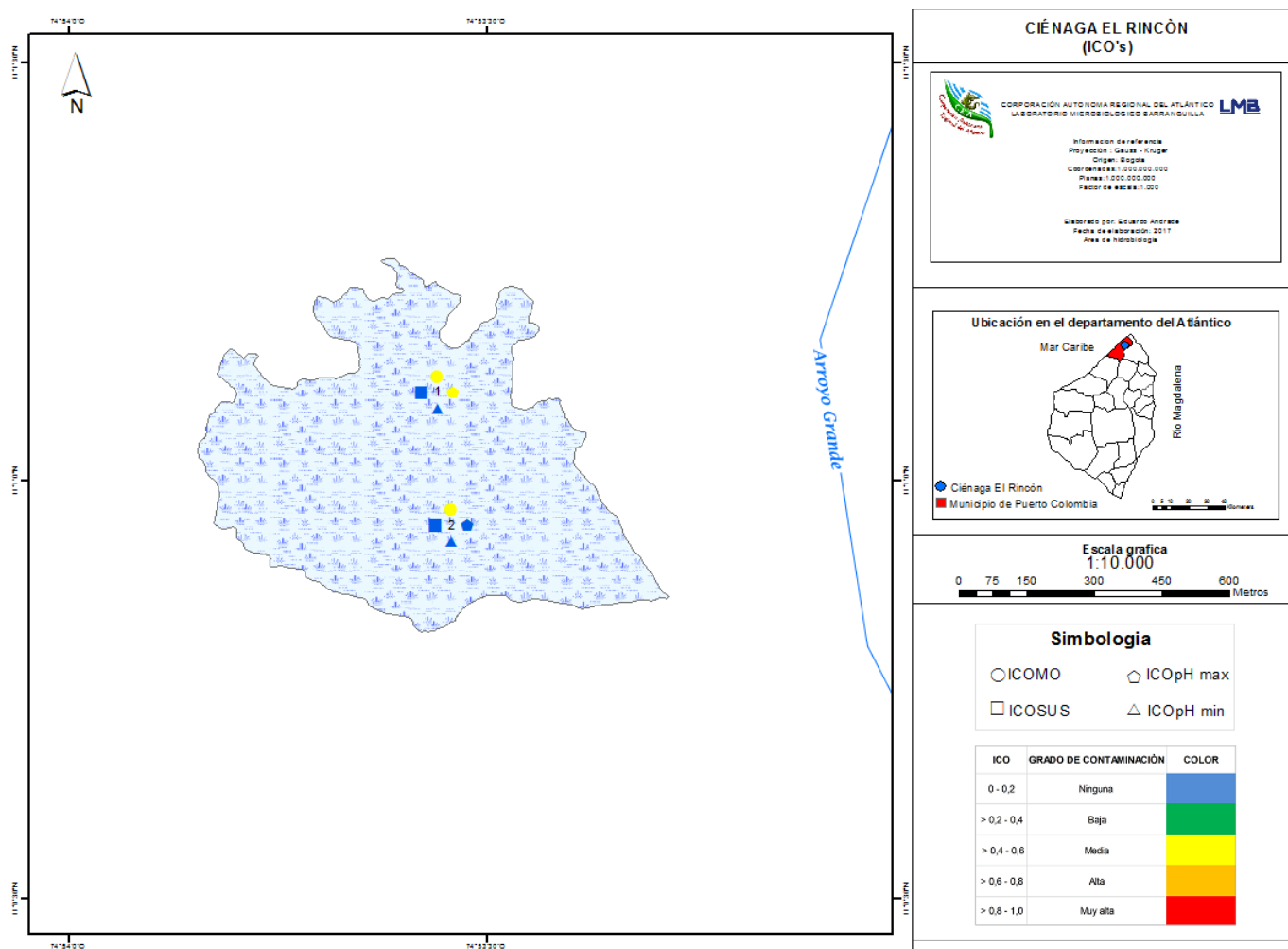


Figura 8-11. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Balboa

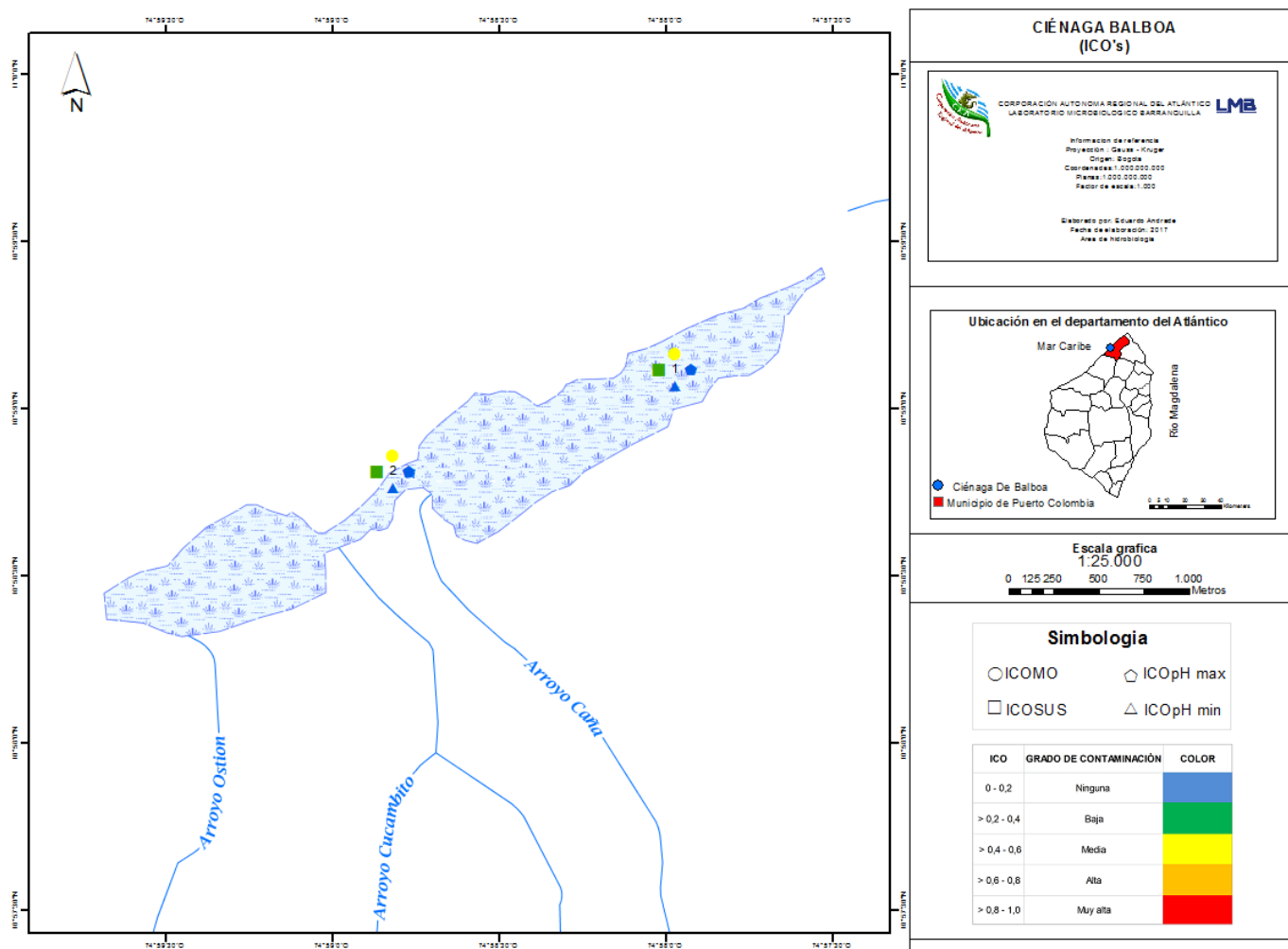


Figura 8-12. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Convento

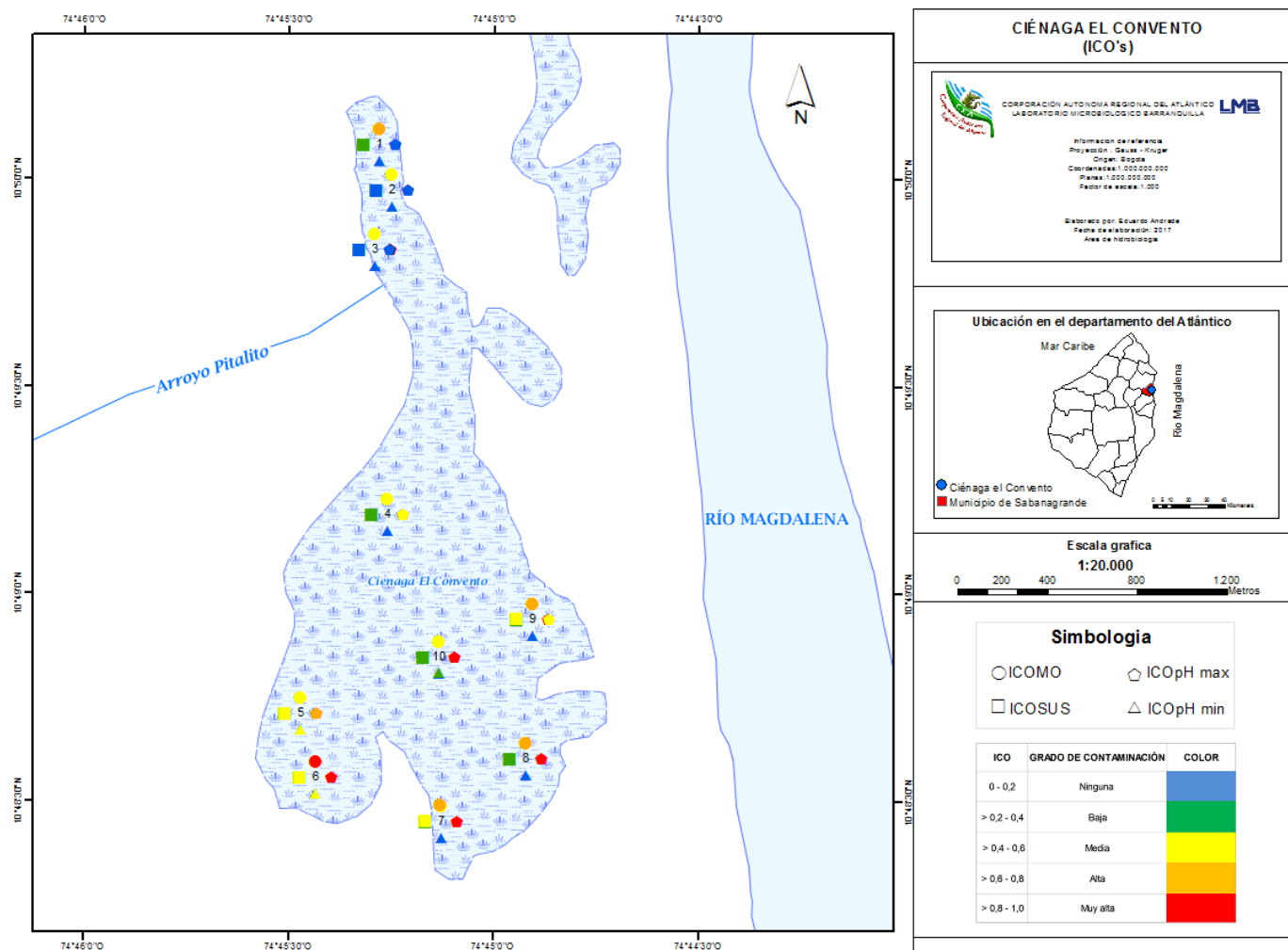


Figura 8-13. Representación gráfica de los ICOS. Embalse El Guájaro

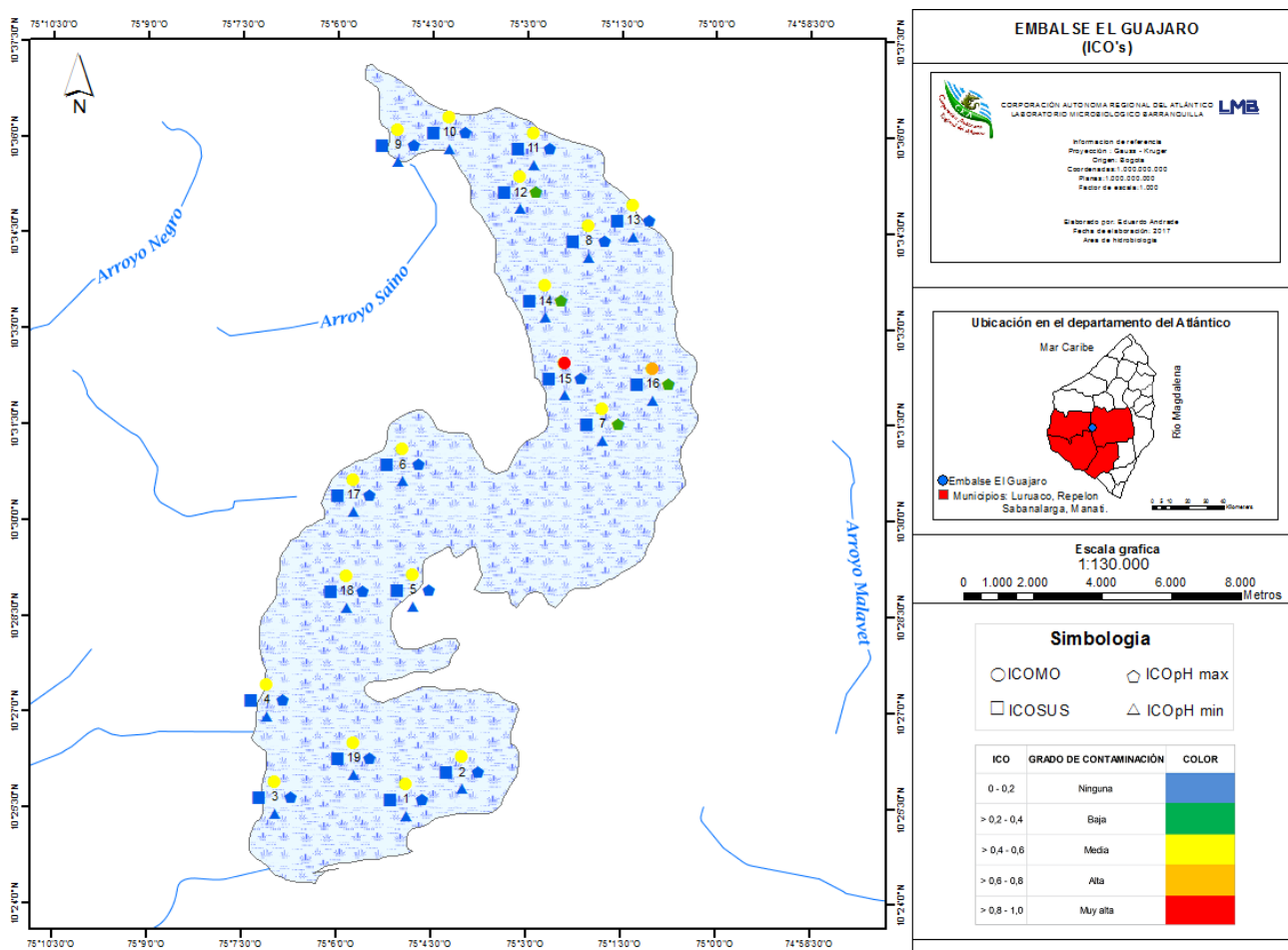


Figura 8-14. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga la Luisa

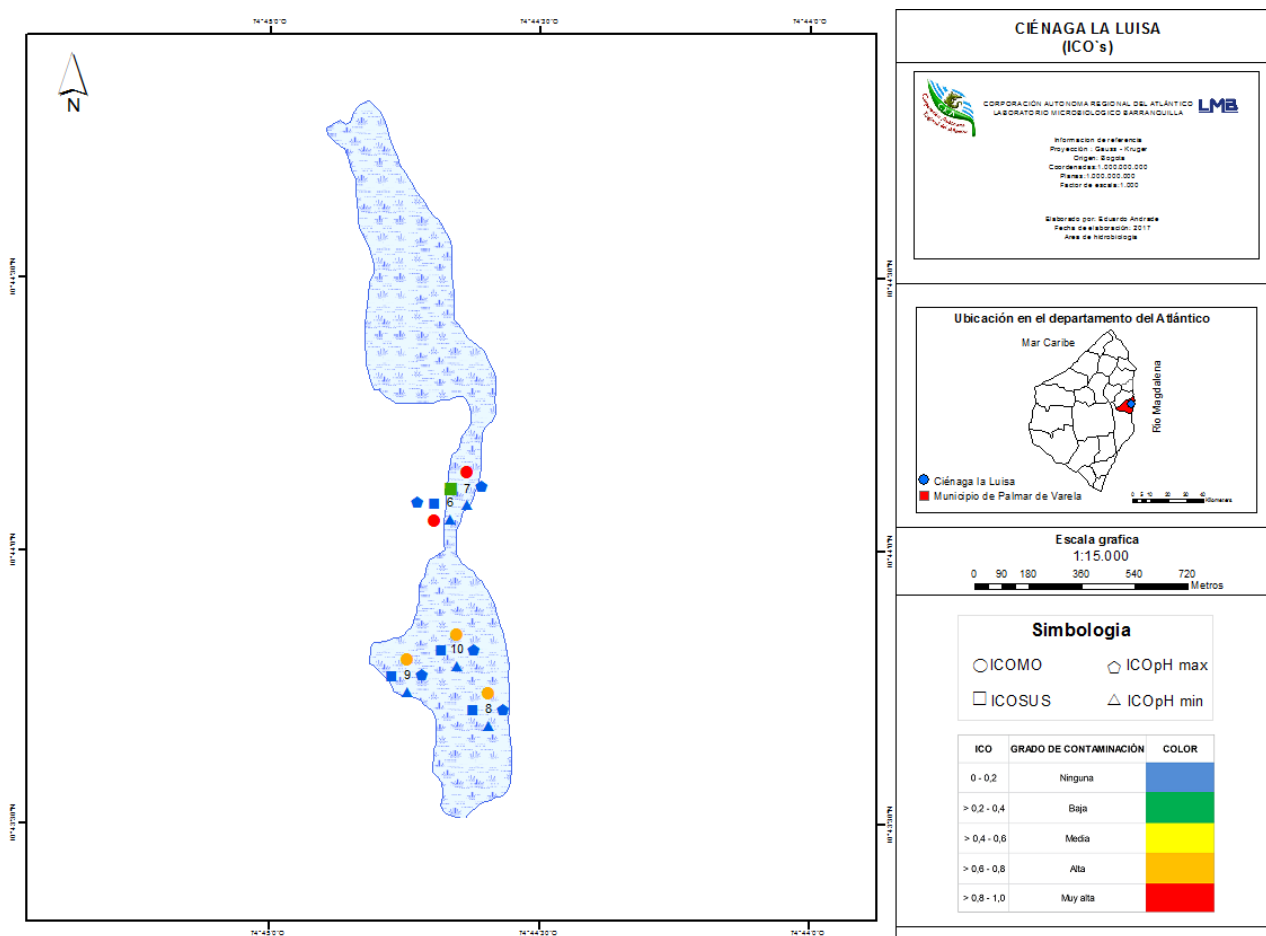


Figura 8-15. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Luruaco

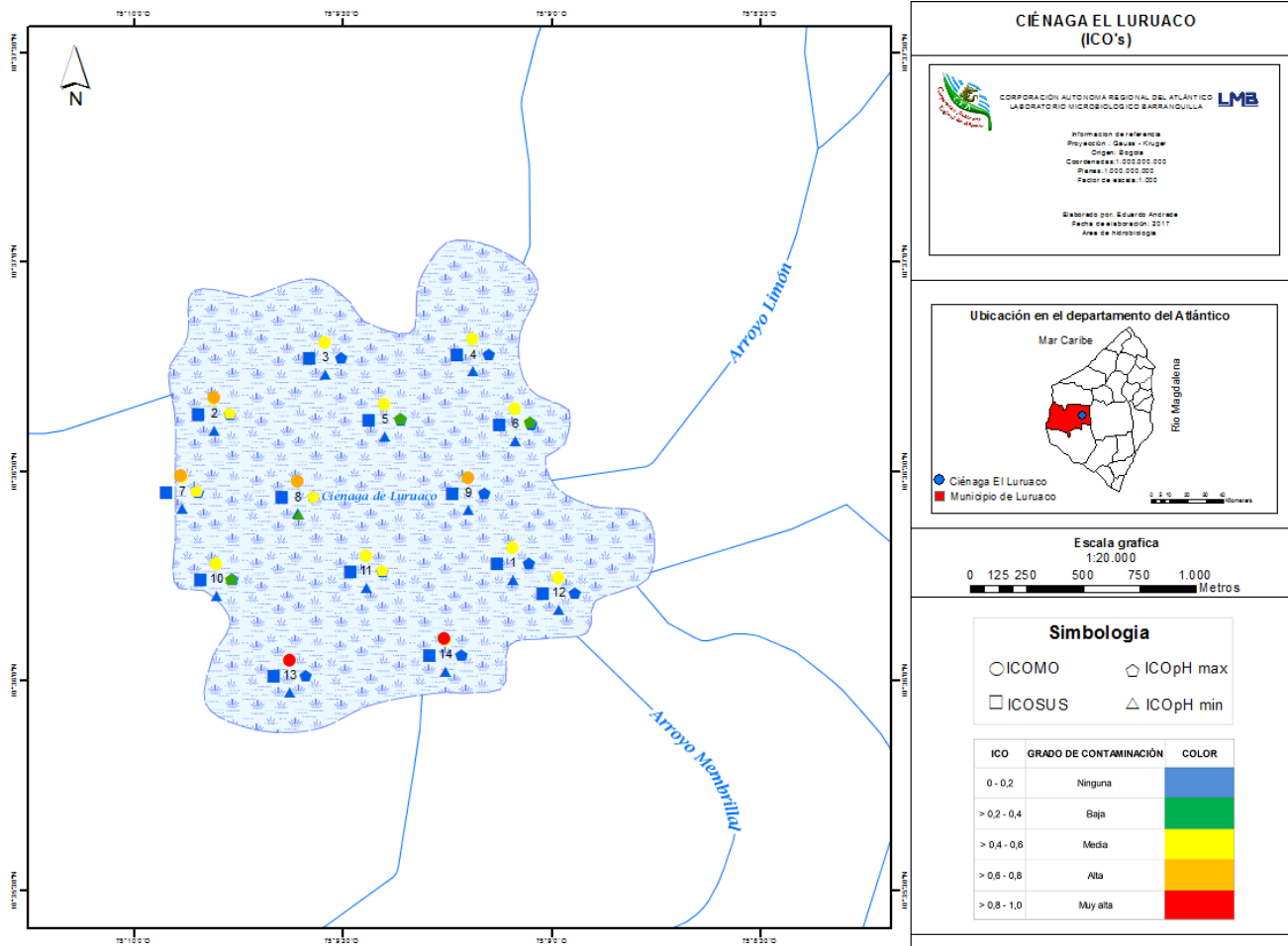


Figura 8-16. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Mallorcaín

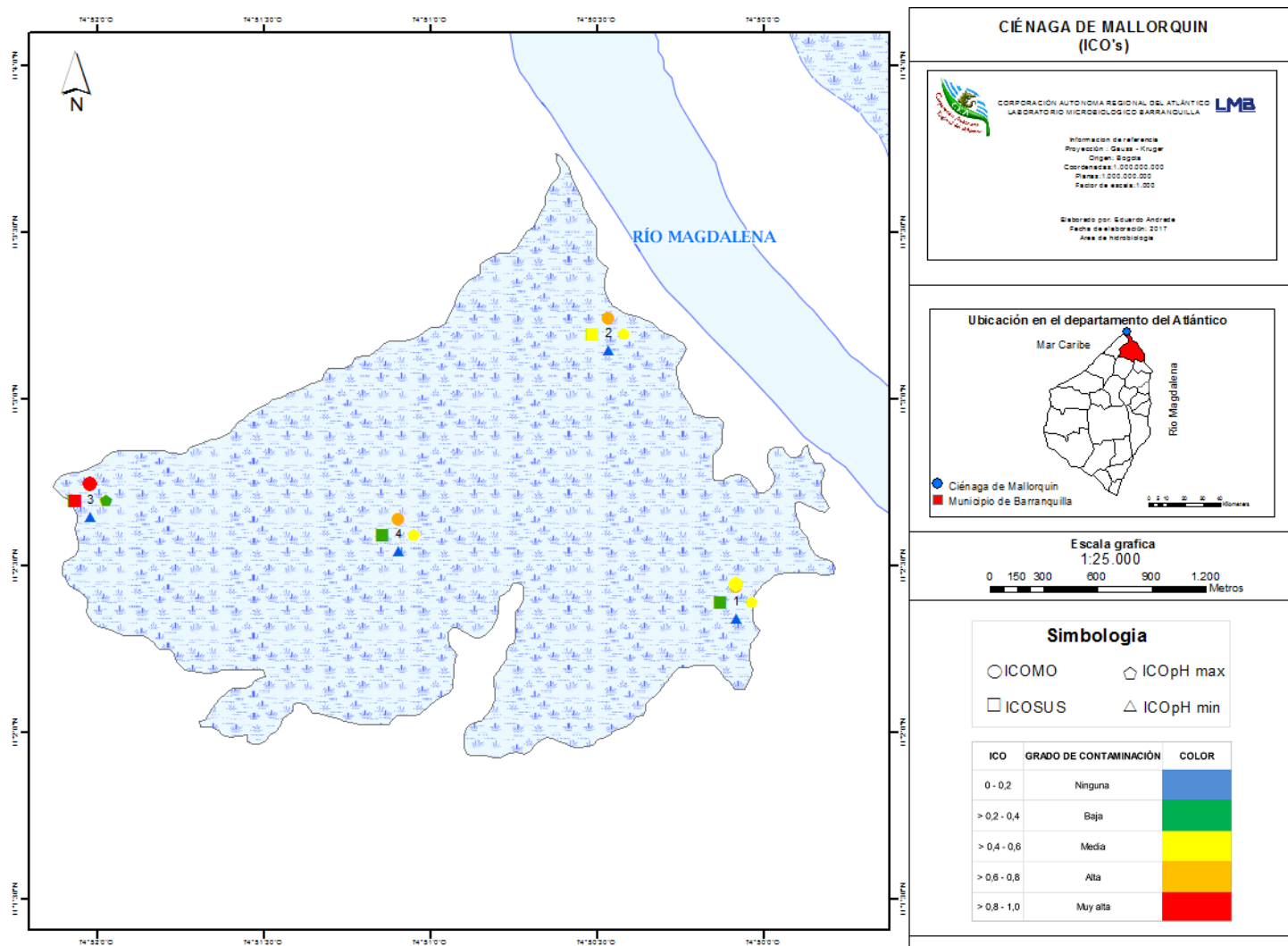


Figura 8-17. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga los Manatíes

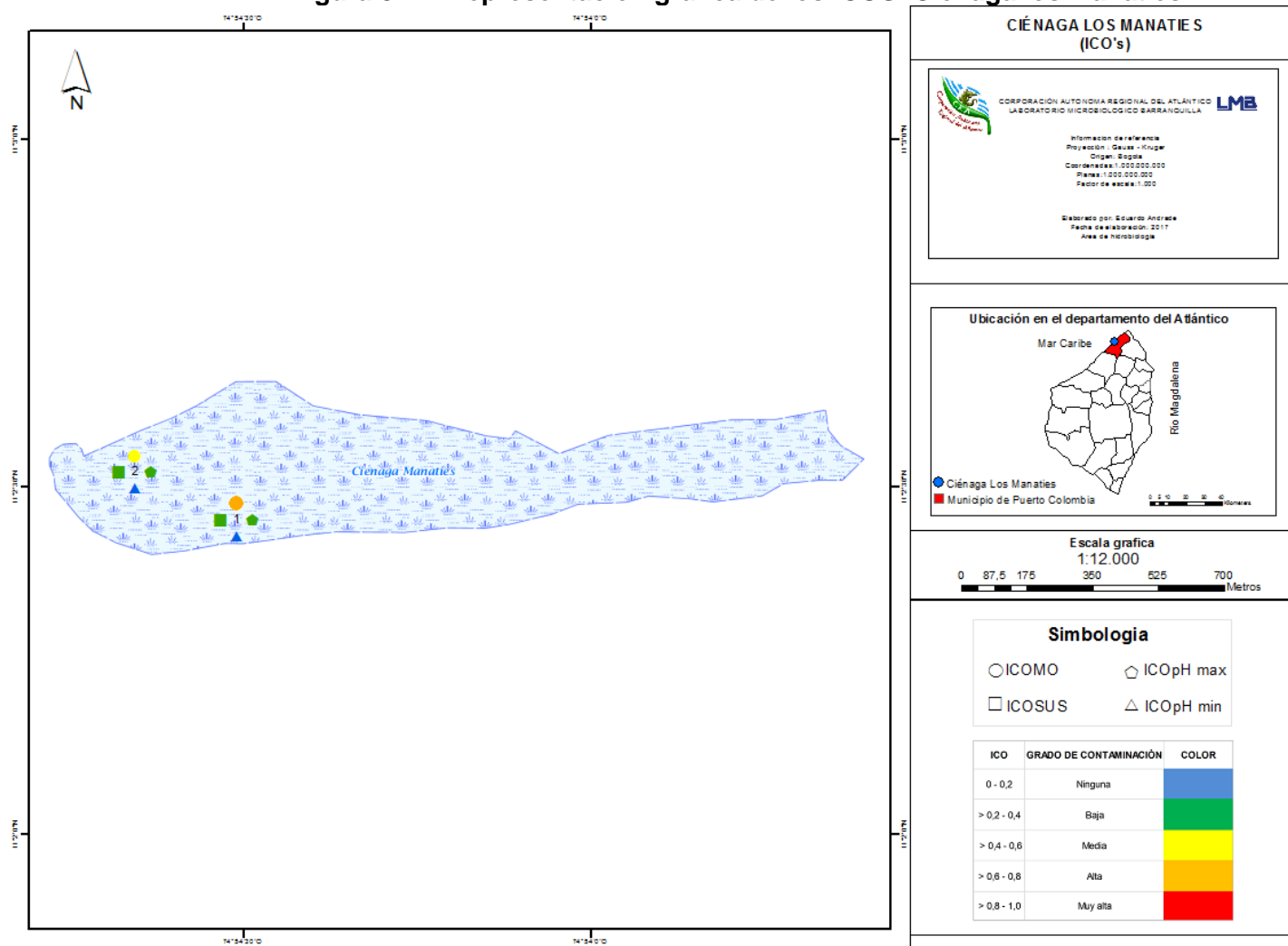


Figura 8-18. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Sabanagrande

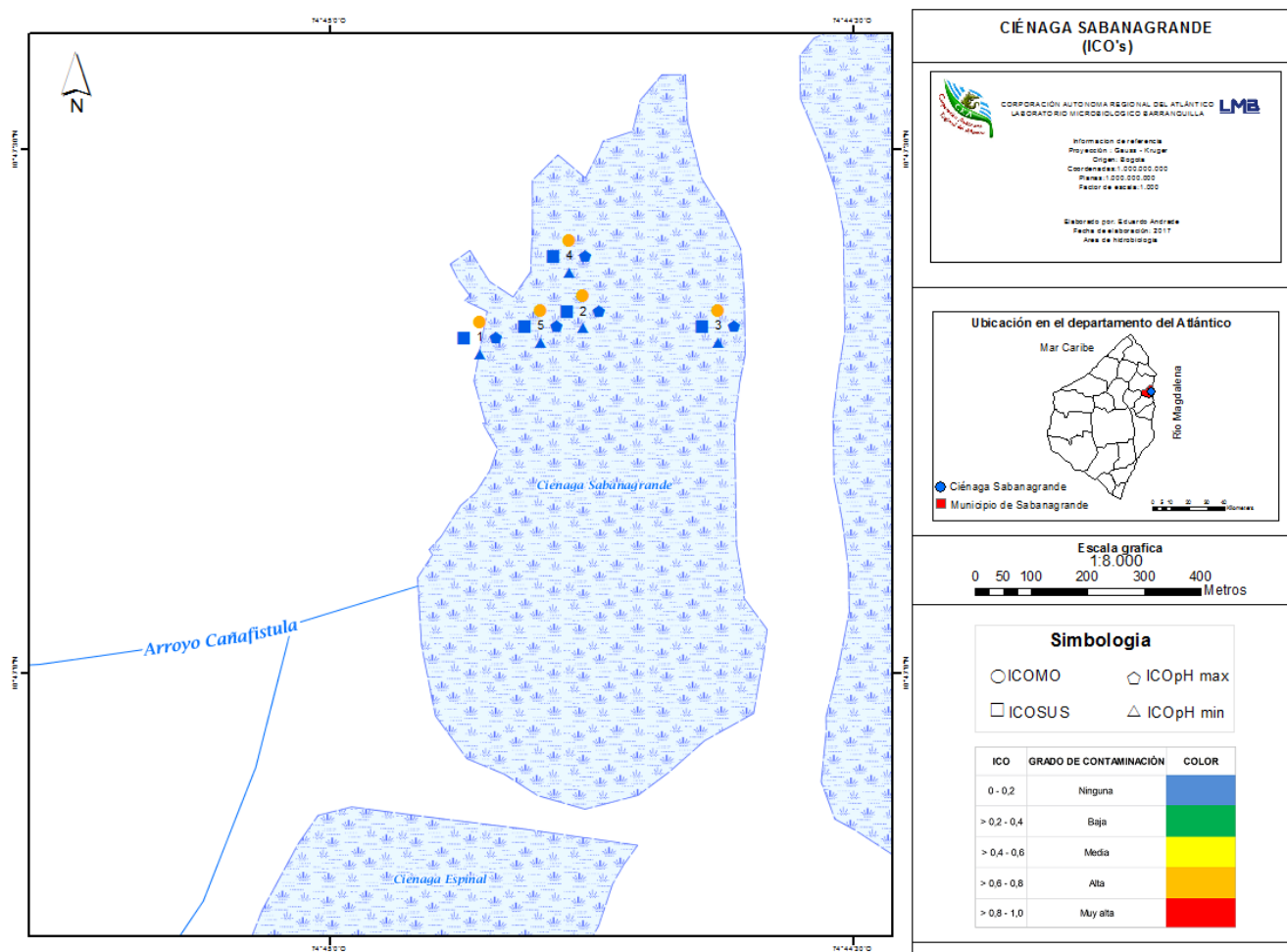


Figura 8-19. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Tocagua

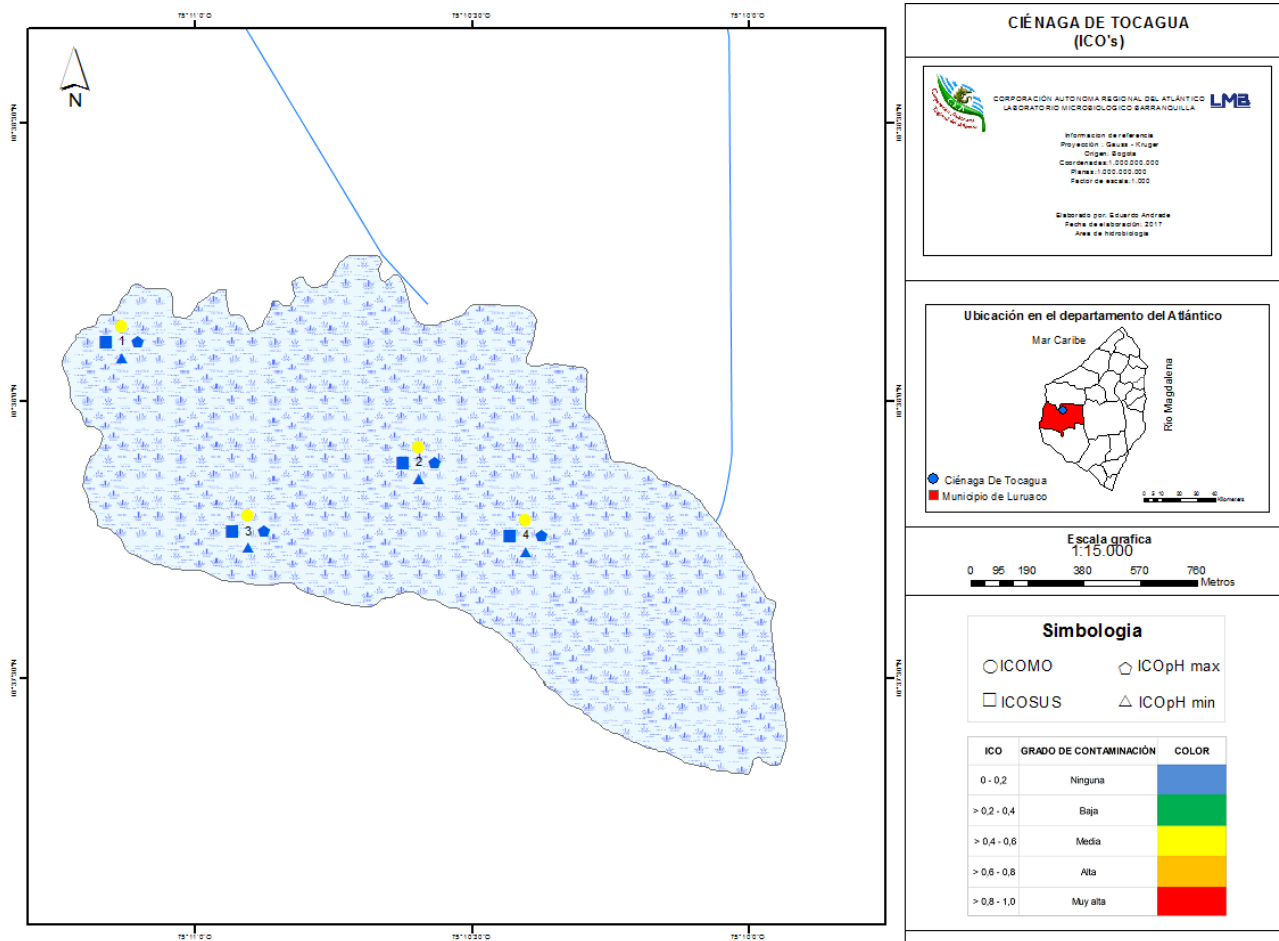


Figura 8-20. Representación gráfica de los ICOS. Ciénaga Totumo

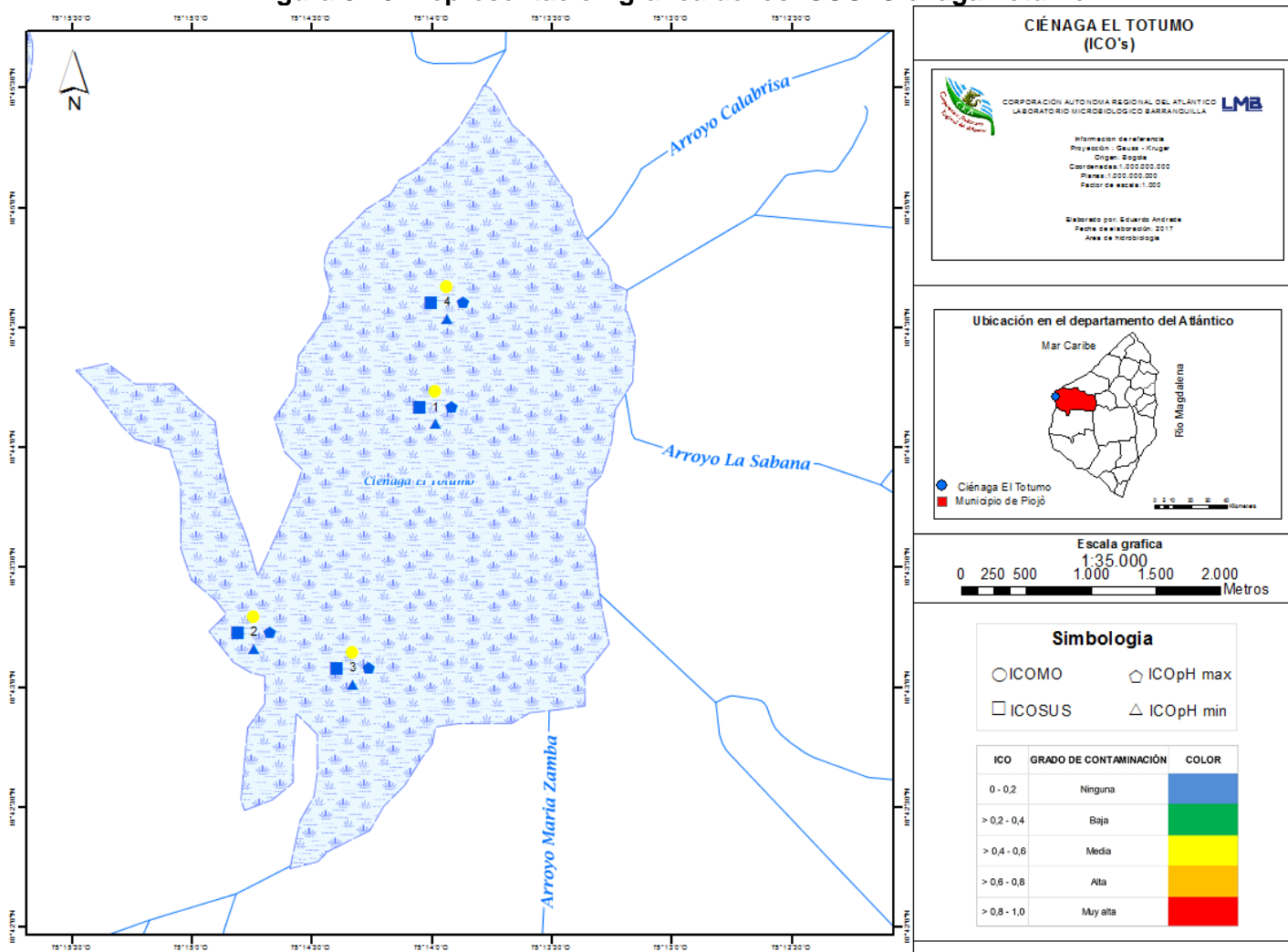
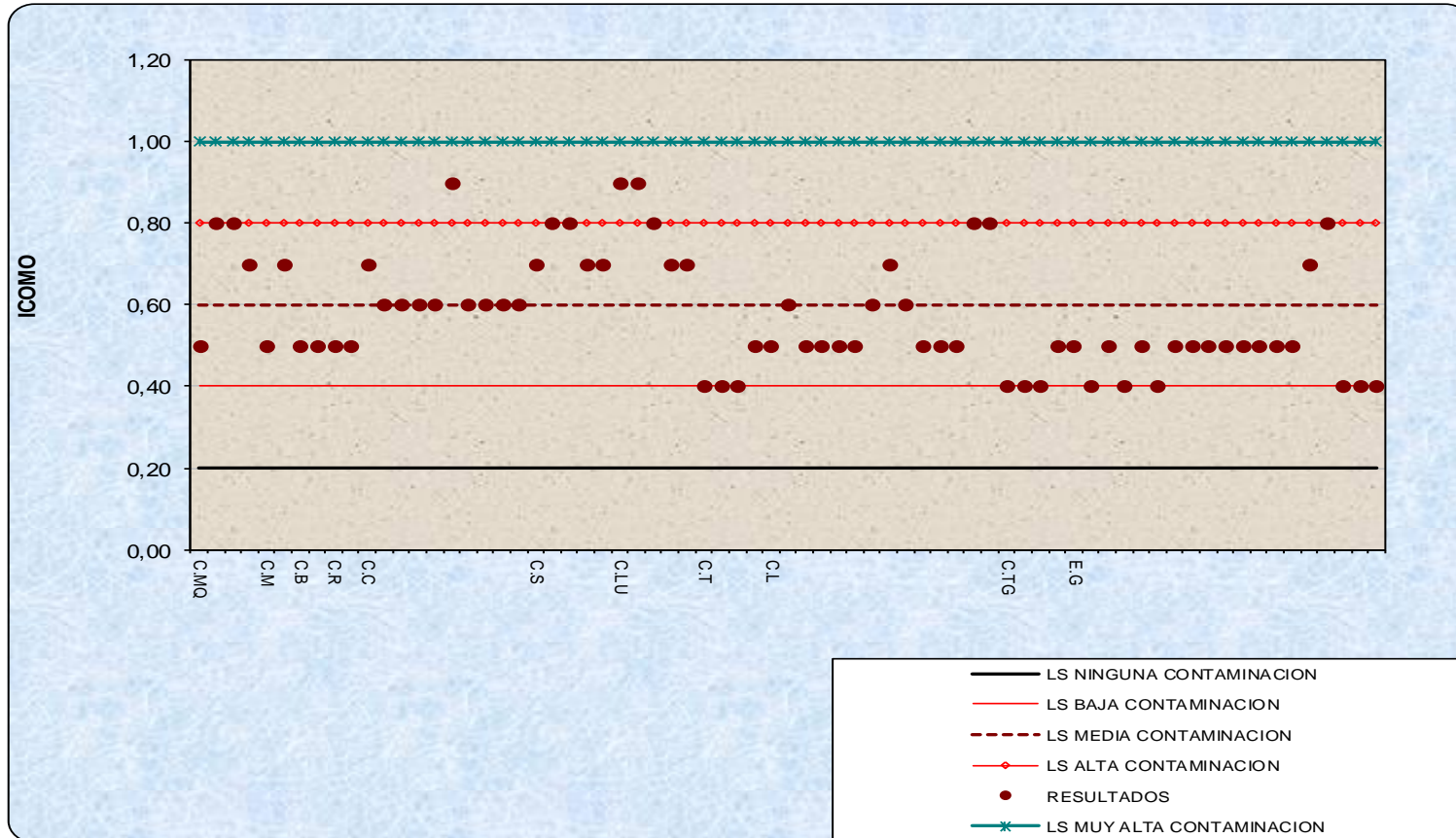


Figura 8-21. ICOMO



Los valores más altos de ICOMO se presentaron en un punto de la Ciénaga del Convento, y dos puntos en la ciénaga de Luruaco, evidenciando una contaminación muy alta por materia orgánica. La mayoría de los puntos monitoreados se encuentran en la región de 0.4 a 0.6, contaminación media por materia orgánica.

Figura 8-23. ICOpH (min)

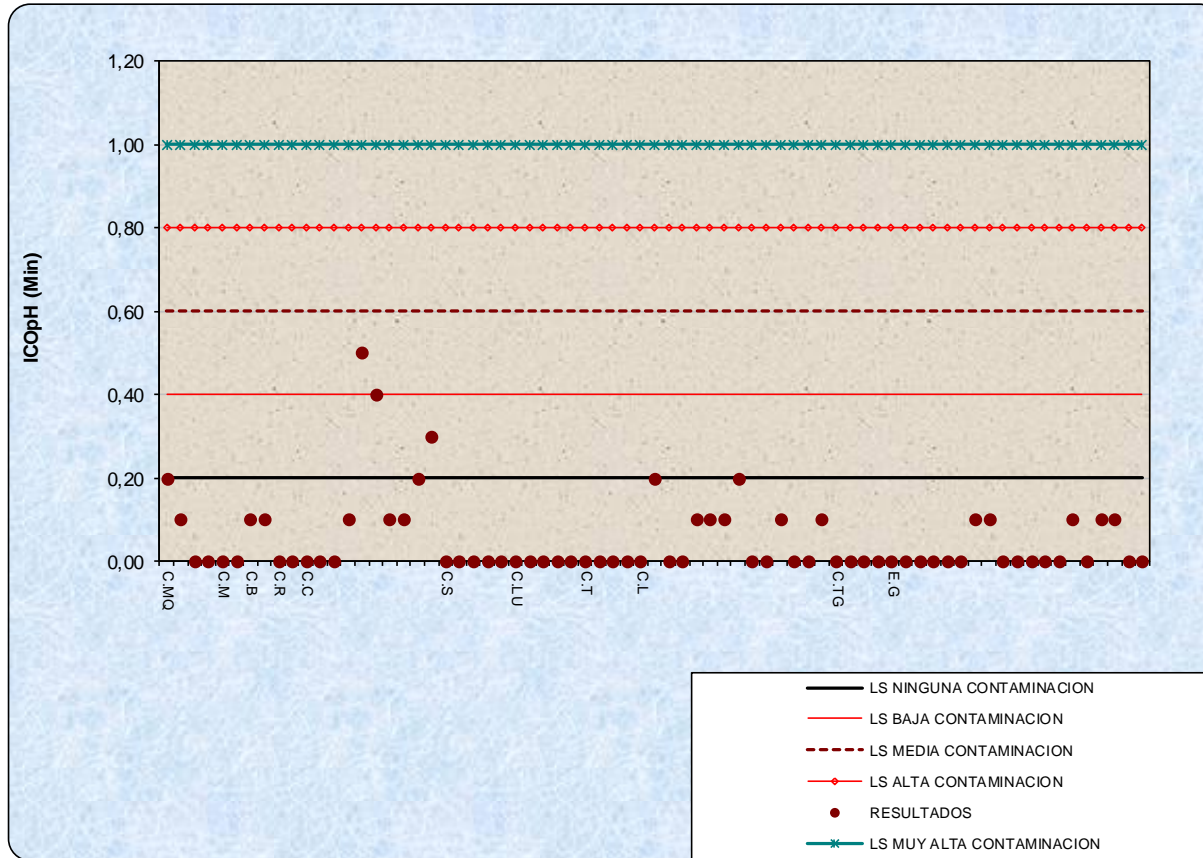
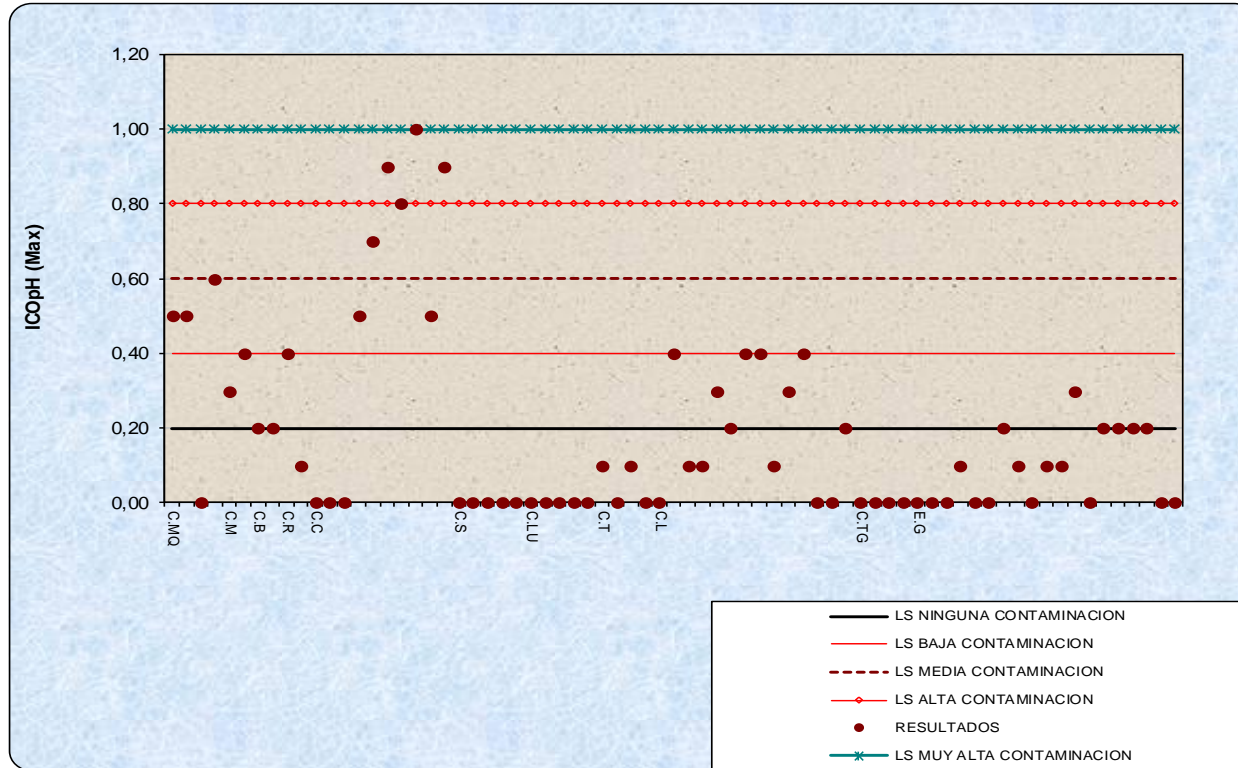


Figura 8-24. ICOpH (máx)



El índice identificado como ICOpH (min) fue calculado con los valores más bajos de pH encontrados en cada punto y el ICOpH (máx) fue calculado con los valores más altos de pH encontrados en cada punto. En las ciénagas de Sabanagrande, Tocagua, Luisa, Totumo, Rincón y Balboa no se presenta contaminación por pH. En la ciénaga del Convento se registraron concentraciones de pH altas, lo cual se ve reflejado en el índice, llegando hasta obtener valores que indican contaminación muy alta. Así mismo en la ciénaga de Mallorcaín, Manatías, y Luruaco se presenta contaminación por pH aunque en niveles medio y bajo.

Los valores altos de pH encontrados se pueden atribuir a que la evaporación fue mayor que la precipitación, al punto de que las Ciénagas Santo Tomás, Larga y Paraíso se secaron y no fueron monitoreadas. Adicionalmente en las Ciénagas del Convento y Mallorquín se observó la presencia de gran cantidad de plantas acuáticas y algas, las cuales emplean CO₂ para realizar la fotosíntesis y como consecuencia el pH aumenta.

9 RESULTADOS Y ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICOS CUERPOS DE AGUA

En este capítulo se presentan las observaciones y las consideraciones referentes a los resultados obtenidos en los análisis de las comunidades hidrobiológicas, en cada uno de los cuerpos de agua evaluados y para cada una de las comunidades estudiadas, las cuales se describen brevemente a continuación:

El perifiton es una de las comunidades más importantes presente en los sistemas acuáticos, (Wetzel, 1983; Romani, 2001). El perifiton de origen vegetal se conoce como fitoperifiton y el de origen animal como zooperifiton; en esta comunidad es donde se representan los principales productores primarios de la red trófica (Wetzel 2001), y constituye la base alimenticia de muchos organismos acuáticos, especialmente algunos peces de importancia económica como por ejemplo el bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Según Roldán (1992), el término fitoperifiton se refiere a los vegetales que viven adheridos a tallos y hojas de plantas acuáticas enraizadas o que se adhieren a otras superficies, concepto que apoyan otros autores, como Wetzel (1983) que lo define como aquella comunidad compleja de organismos vivos o muertos fijados a un sustrato sumergido orgánico o inorgánico.

Dentro del perifiton están las algas, el grupo más representativo, estas desempeñan un papel fundamental en la dinámica de los ríos al igual que en otros ecosistemas acuáticos, dentro de esta dinámica se destaca: la productividad primaria del sistema, alta tasa de reciclaje de nutrientes, por esto recientemente son utilizados como indicadores de la calidad del agua ya que, al vivir pegados al sustrato, reflejan los cambios ocurridos por alteraciones físico-químicas y biológicas (Pérez *et al.*, 2007). La importancia relativa de las algas perifíticas en cada ambiente puede establecerse en parte por el desarrollo de su biomasa que será favorecida por alta incidencia de radiación solar y las altas concentraciones de nutrientes (Guasch *et al.*, 1995).

En términos generales este grupo desempeña un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas acuáticos; como la producción de metabolitos orgánicos para diversos organismos en la cadena alimenticia, contribuyendo con un 70% a 80% de la productividad total; presenta una alta tasa de reciclaje de energía y se puede considerar como un posible indicador de calidad de agua (Chyde – Ho. 1979; Wetzel, 1983; Watanabe, 1985; Moreira da Silva, 1979; Moreno, 1989). La composición del fitoperifiton en los cuerpos de agua depende y varía de acuerdo al sustrato y del estado trófico del medio.

La segunda comunidad hidrobiológica es el fitoplancton, la cual es una comunidad de microorganismos fotosintéticos que viven suspendidos en las masas de aguas. Es el conjunto de organismos microscópicos compuestos de células simples y relativamente sencilla organización, o por pequeñas colonias que se encuentran flotando libremente y suspendidos en una columna de agua (Riley & Chester, 1989). La producción del fitoplancton es la base principal de las redes tróficas que se desarrollan en los ecosistemas acuáticos.

El fitoplancton es tal vez el más promisorio de todos los indicadores de alerta temprana de cambios en las características ecológicas de los humedales, debido a su capacidad de responder de forma rápida y previsible a un amplio espectro de agentes contaminantes (Ramírez, 2000). Es así como para el análisis de este estudio se empleara el comportamiento de la comunidad fitoplanctónica para intentar dar una aproximación del estado trófico de los sistemas en cuestión.

La tercera comunidad recibe el nombre de macrófitas acuáticas y está integrada por plantas acuáticas; en ella están representadas por todo aquel tipo de vegetación que crece en la zona litoral de lagos, embalses y ríos, ya sea en la zona de interfase agua – tierra, sobre la superficie del agua o totalmente sumergida. La densidad de población de macrófitas acuáticas está en relación con el área del litoral, sus condiciones topográficas y el estado de eutrofización del agua. Normalmente, lagos muy eutrofizados con litorales poco profundos son los medios más adecuados para el desarrollo de extensas zonas de vegetación acuática (Roldan y Ramírez, 2008; Ramírez y Viña, 1998). De acuerdo con el hábitat o medio de vida, las plantas acuáticas (macrófitas) se clasifican en tres biotopos (Schmidt-Mumm, 1988), los cuales se detallan en cada ciénaga.

Como integrante de la primera comunidad de consumidores primarios se encuentra el zooplancton, el cual está conformado por todos aquellos organismos microscópicos heterótrofos que flotan libremente en el agua (Roldan, 1982). Comparados con el fitoplancton, son menos diversos al igual que sus densidades en los ecosistemas dulceacuícolas naturales. Cabe resaltar que a pesar de esta condición estos organismos tienen una característica favorable; la plasticidad, uno de los rasgos de adaptación que consiste en cambiar su apariencia física conforme cambia el ambiente a lo largo de los ciclos ecológicos.

Estos organismos poseen otras características que podrían ser utilizadas para intentar definir las características de los ecosistemas en los que se desarrollan, es así como por ejemplo; en sistemas acuáticos ricos en fitoplancton se encontrarán más cladóceros y rotíferos que copépodos, situación dada por sus preferencias alimenticias y tiempo de residencia. En general los copépodos representan entre el 35% y el 50% de la biomasa del zooplancton, sin embargo su participación en la productividad secundaria no es mayor. Por

su lado los cladóceros suelen superar la biomasa de los rotíferos y estos dominan bajo condiciones muy eutróficas.

La quinta comunidad hidrobiológica analizada fueron los macroinvertebrados bentónicos, estos animales, viven en asociación directa con el sustrato o bentos, ya sea en su superficie o dentro de ésta, y que tienen un tamaño mayor a 250 micras (μm). Por representar el bentos una biocenosis muy compleja de organismos que viven en el fondo o enterrados en él, se ha considerado una comunidad de gran interés en todos los ambientes, tanto por su permanencia en el ecosistema, cómo por la diversidad de organismos que comprende (Roldán y Ramírez, 2008).

Los macroinvertebrados bénticos son animales que habitan el sustrato de lagos, ríos, estanques y aguas marinas. Ellos pueden crecer unidos a tubos, redes, o vagar libremente sobre rocas, desechos orgánicos y otros sustratos durante todo o parte de su ciclo de vida. Aunque algunos especímenes de muchas formas son pequeños, los macroinvertebrados son considerados visibles al ojo humano. Entre los macroinvertebrados están los gusanos planos, nematodos, gusanos redondos, anélidos, moluscos, macrocrustáceos, insectos y otros invertebrados. Los macroinvertebrados bentónicos son importantes indicadores de las condiciones de calidad de agua por sus asociaciones con los sustratos de los cursos y sus ciclos de vida (desde meses a años), los cuales son intermediarios entre peces y algas. También pueden ser usados para caracterizar cambios en la calidad del agua aún en espacios muy pequeños, en contraste con los organismos planctónicos y los peces, los cuales pueden viajar largas distancias, la estructura de la comunidad de los invertebrados bentónicos está fija al sustrato y se caracteriza por ser influida por la corriente de agua que fluye.

Debido a su escasa capacidad de desplazamiento y a que muchas taxa presentan ciclos de vida relativamente largos, la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos refleja las condiciones ocurridas tiempo atrás, antes de la toma de la muestra. Es por esto que debido a que las poblaciones de animales y plantas acumulan información que los análisis físicoquímicos no alcanzan a detectar, ya que las comunidades bióticas responden a efectos acumuladores intermitentes que en determinado momento un muestreo de variables físicoquímicas pasa por alto, el uso de los organismos como indicadores de procesos ecológicos ha adquirido gran importancia (Pinilla, 2000). En general, el bentos de agua dulce se caracteriza por su baja diversidad y reducida abundancia, por lo cual su utilidad como indicador biológico no ha sido suficientemente estudiada, a excepción del grupo de los insectos acuáticos de los cuales se conoce mejor su papel ecológico en los sistemas loticos, principalmente.

La última comunidad evaluada fue la ictiofauna, en la cual se incluye todo organismo perteneciente a los denominados vulgarmente como “peces”. Estos son animales

vertebrados acuáticos, generalmente ectotérmicos, y que en su mayoría poseen una piel recubierta por escamas, están dotados de aletas para nadar; también poseen branquias, con las que captan el oxígeno disuelto en el agua. Los peces son abundantes tanto en agua salada como en agua dulce por lo que se han convertido en una importante fuente de nutrición para los seres humanos. Debido a que son un componente destacado de los ecosistemas acuáticos, sirven también como indicadores ambientales. Cambios en la comunidad de peces suelen indicar una variación de algunas condiciones físicas o químicas tales como del pH, la salinidad, el régimen de temperatura, los solutos, la transparencia y el oxígeno disuelto, principalmente. La ganancia o pérdida de ciertas taxa es consecuencia común de la eutrofización. Debido a que los peces son llamativos, suelen ser indicadores primarios de contaminación de los arroyos y los lagos.

9.1 Cuerpos de agua del Atlántico (Humedales)

9.1.1 Ciénaga El Convento

En la Ciénaga El Convento se evaluaron las comunidades de productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas), así como las comunidades de consumidores (zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna), con el fin de realizar un análisis periódico del estado trófico de este sistema.

9.1.1.1 Comunidades de productores primarios

Fitoperifiton

La comunidad fitoperifítica en la Ciénaga El Convento estuvo representada por 50 taxa pertenecientes a 30 familias, 19 Órdenes, 9 Clases y 5 Divisiones (Cuadro 9-1). La mayor riqueza se dio en el grupo de Cyanobacteria alcanzando 36,0% (18 taxa), las Chlorophyta aportaron 32% de la riqueza total (16 taxa); seguida de las Bacillariophyta con un 28% (14 taxa); y en menor proporción se encontraban los grupos de Ochrophyta 2% (1 morfoespecie) y Euglenophyta 2% (1 morfoespecie) (Figura 9-1-B).

Cuadro 9-1. Composición de la comunidad Fitoperifítica en la Ciénaga El Convento

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|-----------|-----------------|-------------------|---------------|------------------|------------------------|----------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Hantzschia sp</i> | |
| | | | | | | <i>Nitzschia spp</i> |
| | | | Cocconeidales | Achnanthesiaceae | <i>Achnanthes sp 1</i> | |
| | | | | Cocconeidaceae | <i>Cocconeis spp</i> | |
| | | | Cymbellales | Gomphonemataceae | | <i>Gomphonema affine</i> |
| | | | | | | <i>Gomphonema parvulum</i> |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|------------|---------------|---------------------|-------------------|--------------------|---|
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Caloneis sp</i> <i>Navicula sp 1</i> |
| | | | Thalassiophysales | Catenulaceae | <i>Amphora spp</i> |
| | | Coscinodiscophyceae | Aulacoseirales | Aulacoseiraceae | <i>Aulacoseira spp</i> |
| | | | Coscinodisciales | Coscinodiscaceae | <i>Coscinodiscus sp 1</i> |
| | | | Melosirales | Melosiraceae | <i>Melosira sp 1</i> |
| | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Fragilaria sp 1</i> |
| | | Mediophyceae | Stephanodisciales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella spp</i> |
| | Ochrophyta | Xanthophyceae | Mischococcales | Pleurochloridaceae | <i>Goniocloris spp</i> |
| | | | | Chroococcaceae | <i>Chroococcus spp</i> |
| | | | Chroococcales | Microcystaceae | <i>Microcystis sp 1</i> <i>Microcystis spp</i> |
| | | | | Gomontiellaceae | <i>Komvophoron minutum</i> <i>Komvophoron sp 1</i> |
| | | | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium spp</i> <i>Lyngbya spp</i> |
| | | | Spirulinales | Spirulinaceae | <i>Spirulina spp</i> |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | | Coelosphaeriaceae | <i>Coelosphaerium sp</i> <i>Leibleinia spp</i> |
| | | | | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya sp 1</i> <i>Planktolyngbya spp</i> |
| | | | Synechococcales | Merismopediaceae | <i>Aphanocapsa spp</i> <i>Merismopedia sp</i> <i>Leptolyngbya spp</i> |
| | | | | Pseudanabaenaceae | <i>Limnothrix</i> <i>Limnothrix spp</i> <i>Pseudanabaena sp 1</i> |
| | | | | Hydrodictyceae | <i>Stauridium tetras</i> <i>Tetraëdron minimum</i> |
| | | | | Neochloridaceae | <i>Golenkinia spp</i> |
| | | | | Radiococcaceae | <i>Radiococcus sp 1</i> |
| | | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Desmodesmus spp</i> <i>Scenedesmus abundans</i> <i>Scenedesmus bicaudatus</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Scenedesmus sp 1</i> |
| Plantae | Chlorophyta | | | Selenastraceae | <i>Monoraphidium arcuatum</i> <i>Monoraphidium circinale</i> <i>Monoraphidium komarkovae</i> <i>Monoraphidium sp 1</i> |
| | | Trebouxiophyceae | Chlorellales | Chlorellaceae | <i>Chlorella sp</i> |
| | | | | Oocystaceae | <i>Oocystis spp</i> |
| | | | Microthamniales | Microthamniaceae | <i>Microthamnion spp</i> |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Trachelomonas sp</i> |

El análisis de la abundancia posesionó a los organismos de la División Cyanobacteria como los de mayor densidad con 43,4 Células/cm² (66%), seguidos de las Bacillariophyta con 12,2 Células/cm² (19%), Chlorophyta con 8,0 Células/cm² (12%); y por último las divisiones de Euglenophyta 1,6 Células/cm² (2%) y Ochrophyta 0,6 Células/cm² (1%) (Figura 9-1-C). En la Figura 9-1-A se observa que la riqueza y la abundancia del grupo Cyanobacteria fueron los mayores, por lo que se puede inferir un estado de eutrofización de la ciénaga. Es

importante mencionar que la eutrofización es un proceso natural de la dinámica de los ecosistemas acuáticos.

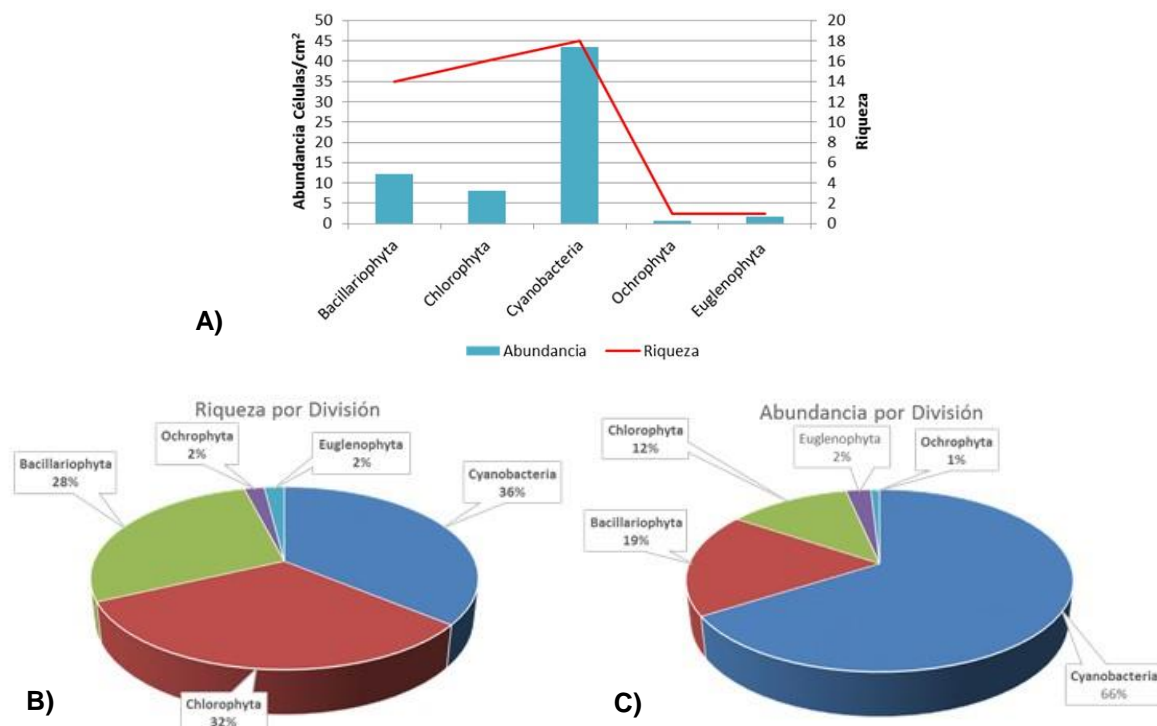


Figura 9-1. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga El Convento. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

Al observar la abundancia por punto de muestreo se evidenció que fue mayor en el Punto 5 (85,00 Células/cm²), seguido por los Puntos 6, 2, 7 y 9 (29,88, 23,75, 23,17 y 23,00 Células/cm², respectivamente). Las abundancias de las divisiones por punto de muestreo pueden verse en la Figura 9-2, así como en el Mapa 9-1.

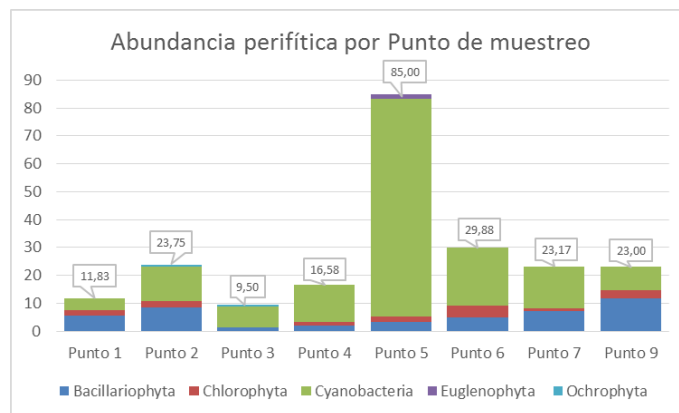
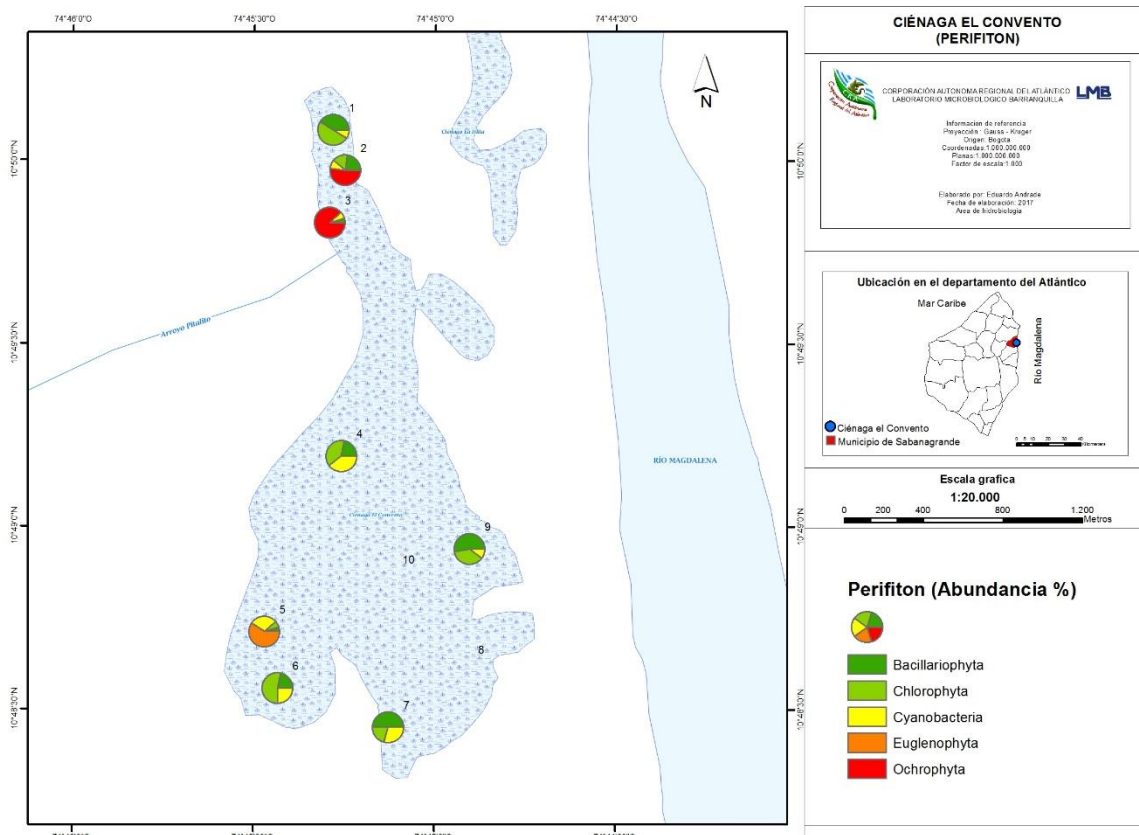


Figura 9-2. Abundancia perifítica (Divisiones) por punto de muestreo



Mapa 9-1. Abundancia relativa del fitoperifiton en los puntos de muestreo, Ciénaga El Convento

Es importante mencionar que no se evaluaron los Puntos 8 y 10, debido a que no presentaron sustratos para el crecimiento de los organismos de la comunidad, por lo tanto no se reportan en los índices ecológicos.

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoperifítica en Ciénaga El Convento se observó que la estructura de la comunidad desde el índice de equidad demuestra que la ciénaga presenta una equidad alta, siendo menor en los Puntos 5 (0,62) y 9 (0,71); así mismo el índice de diversidad de Shannon fluctuó entre 1,72 (Punto 5) y 2,49 nits/Individuo (Punto 4), lo cual indicó la diversidades medias. Por otra parte, las estructura de la comunidad analizada desde el punto de vista de la dominancia permitió evidenciar bajas dominancias en todos los puntos monitoreados en la ciénaga, siendo menor en el Punto 1 (0,05) y mayor en el Punto 5 (0,23) (Cuadro 9-2).

Cuadro 9-2. Índices ecológicos en la Ciénaga El Convento

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|---------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| Punto 1 | 12 | 0,91 | 2,25 | 0,05 |
| Punto 2 | 18 | 0,85 | 2,45 | 0,07 |
| Punto 3 | 9 | 0,87 | 1,90 | 0,10 |
| Punto 4 | 19 | 0,84 | 2,49 | 0,05 |
| Punto 5 | 16 | 0,62 | 1,72 | 0,23 |
| Punto 6 | 12 | 0,90 | 2,24 | 0,10 |
| Punto 7 | 14 | 0,86 | 2,28 | 0,09 |
| Punto 9 | 16 | 0,71 | 1,97 | 0,20 |

Como es sabido, las comunidades biológicas pueden servir como bioindicadores de procesos que ocurren en los ecosistemas, es así como se observaron los procesos bioindicados para cada División taxonómica y para cada especie (morfoespecie), basados en Pinilla (2000), evidenciándose la presencia de aguas con pH neutro o ligeramente ácido, turbulencia, mezcla, eutrofia, bajas concentraciones de calcio, relación nitrógeno fósforo alta, entre otras, las cuales se observan en el Cuadro 9-3.

Cuadro 9-3. Procesos bioindicados por las taxa fitoperifíticas

Chromista

Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

| | |
|----------------------------|--|
| <i>Achnanthydium</i> sp 1 | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Amphora</i> spp | Género: Turbulencia Especie: No Indicado |
| | Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia Especie: No Indicado |
| <i>Aulacoseira</i> spp | |
| <i>Caloneis</i> sp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Cocconeis</i> spp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Coscinodiscus</i> sp 1 | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Cyclotella</i> spp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Fragilaria</i> sp 1 | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Gomphonema affine</i> | Género: Sedimentos y conductividad altos Especie: No Indicado |
| | Género: No Indicado Especie: Eutrofia fría, Sucesión, Aguas poluídas |
| <i>Gomphonema parvulum</i> | |
| <i>Hantzschia</i> sp | Género: Turbulencia, Mezcla Especie: No Indicado |
| | Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia Especie: No Indicado |
| <i>Melosira</i> sp 1 | |
| | Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos Especie: No Indicado |
| <i>Navicula</i> sp 1 | |
| <i>Nitzschia</i> spp | Género: Turbulencia, Mezcla Especie: No Indicado |

Chromista

Ochrophyta

| | |
|-------------------------|--|
| Oligotrofia | |
| <i>Goniochloris</i> spp | Género: Oligotrofia Especie: No Indicado |

Eubacteria

Cyanobacteria

| | |
|--|---|
| Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N ₂ , pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo | |
| <i>Aphanocapsa</i> spp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Chroococcus</i> spp | Género: Estratificación, Sucesión Avanzada Especie: No Indicado |
| <i>Coelosphaerium</i> sp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Komvophoron minutum</i> | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Komvophoron</i> sp 1 | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Leibleinia</i> spp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |

| | |
|---------------------------|--|
| <i>Leptolyngbya</i> sp 1 | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Leptolyngbya</i> spp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Limnothrix</i> | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Limnothrix</i> spp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Lyngbya</i> spp | Género: Estratificación, Sucesión Avanzada, Sedimentos y conductividad altos, Hipereutrofia Especie: No Indicado |
| <i>Merismopedia</i> sp | Género: Eutrofia Especie: No Indicado |
| <i>Microcystis</i> sp 1 | Género: Eutrofia Especie: No Indicado |
| <i>Microcystis</i> spp | Género: Eutrofia Especie: No Indicado |
| <i>Phormidium</i> spp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Planktolyngbya</i> spp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Pseudanabaena</i> sp 1 | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Spirulina</i> spp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |

Plantae

Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

| | |
|---------------------------------|---|
| <i>Chlorella</i> sp | Género: Eutrofia, Oxidación de aguas servidas, Hipereutrofia Especie: No Indicado |
| <i>Desmodesmus</i> spp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Golenkinia</i> spp | Género: Hipereutrofia Especie: No Indicado |
| <i>Microthamnion</i> spp | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Monoraphidium arcuatum</i> | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Monoraphidium circinale</i> | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Monoraphidium komarkovae</i> | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Monoraphidium</i> sp 1 | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Oocystis</i> spp | Género: Resistencia a pesticidas Especie: No Indicado |
| <i>Radiococcus</i> sp 1 | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Scenedesmus abundans</i> | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas Especie: No Indicado |
| <i>Scenedesmus bicaudatus</i> | Género: No Indicado Especie: Eutrofia fría |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | Género: No Indicado Especie: Eutrofia fría |
| <i>Scenedesmus</i> sp 1 | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas Especie: No Indicado |
| <i>Stauridium tetras</i> | Género: No Indicado Especie: No Indicado |
| <i>Tetraëdron minimum</i> | Género: No Indicado Especie: No Indicado |

Protozoa

Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N2, Estabilidad hidrodinámica

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| <i>Trachelomonas</i> sp | Género: Eutrofia Especie: No Indicado |
|-------------------------|---------------------------------------|

El análisis de la bioindicación, asociado a las abundancias relativas permite indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad; de esta manera se realizó el análisis de las bioindicaciones generales o de los grupos taxonómicos grandes (División). Así las cosas se observó en el Punto 1 dominancia de eutrofia (17,73%), seguido de relación Nitrógeno/Fósforo (N:P) alta (11,49%) y de las bioindicaciones pH neutro a ligeramente ácido, turbulencia, mezcla, baja concentración de calcio, sucesión planctónica y aguas litorales, todas estas con un aporte del 8,11%, acompañadas de bioindicaciones que contribuyeron en menor proporción, presencia de aguas tropicales, falta de nitrógeno y tolerancia a la contaminación con petróleo (6,24% cada una) y concentración de calcio alta (3,37%). Por su parte en el Punto 2 predominaron las bioindicaciones de eutrofia con un aporte del 18,31%, aguas tropicales, falta de nitrógeno y contaminación con petróleo con

un 9,94% cada una, relación Nitrógeno/Fósforo (N:P) alta con un 8,37%, pH neutro a ligeramente ácido, turbulencia, mezcla, concentración de calcio baja, sucesión planctónica y aguas litorales con 6,79% cada una, así mismo se presentaron bioindicaciones de bajas proporciones como lo fueron concentración de calcio alta, estabilidad hidrodinámica y oligotrofia con aportes del 1,57, 0,79 y 0,39% respectivamente.

En el Punto 3 al 7 prevalecieron las bioindicaciones de eutrofia (Punto 3: 20,38%, Punto 4 21,7%, Punto 5 23,37%, Punto 6 21,30% y Punto 7 18,34%), seguida de aguas tropicales, falta de nitrógeno y tolerancia a la contaminación con petróleo en proporciones de 17,31% en el Punto 3, 17,34% en el Punto 4, 21,93% en el Punto 5, 14,71% en el Punto 6 y 11,87% en el Punto 7. En el Punto 9 contribuyeron en mayor proporción las bioindicaciones de eutrofia con el 15,9%, relación Nitrógeno/Fósforo (N:P) alta con un 10,2%, pH neutro o ligeramente ácido, turbulencia, mezcla, concentraciones de calcio bajas, sucesión planctónicas y agua litorales con aportes de 8,21% cada una (Figura 9-3).

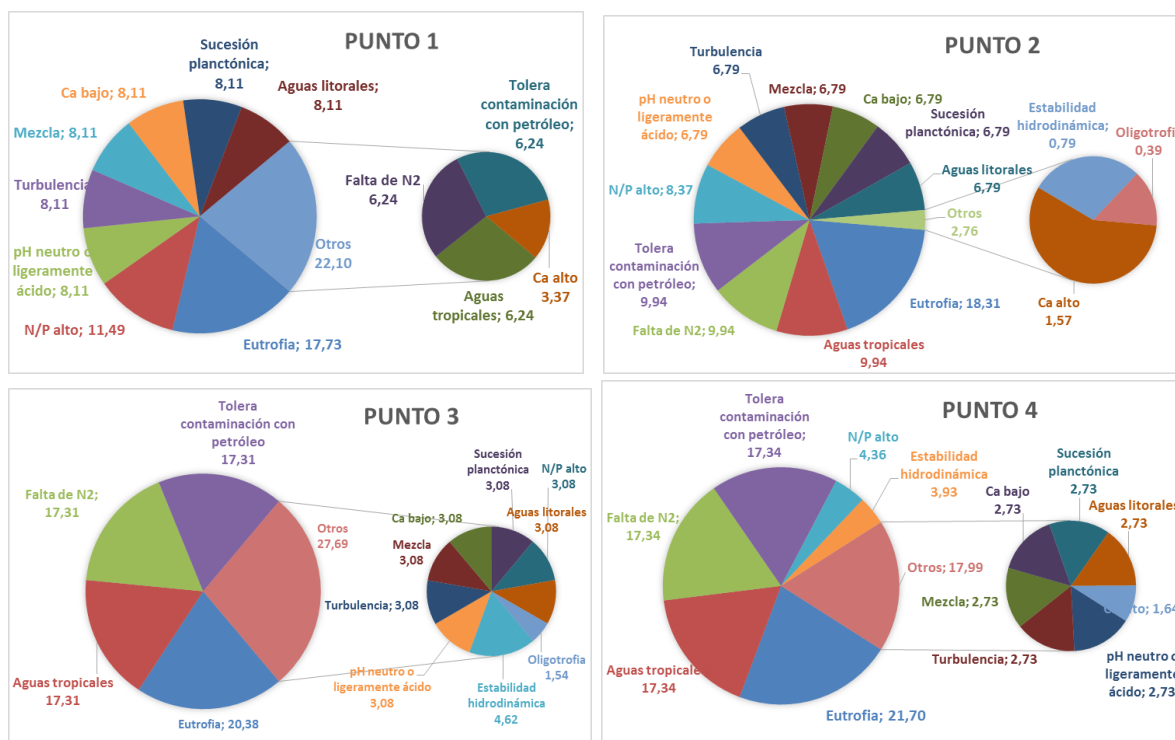
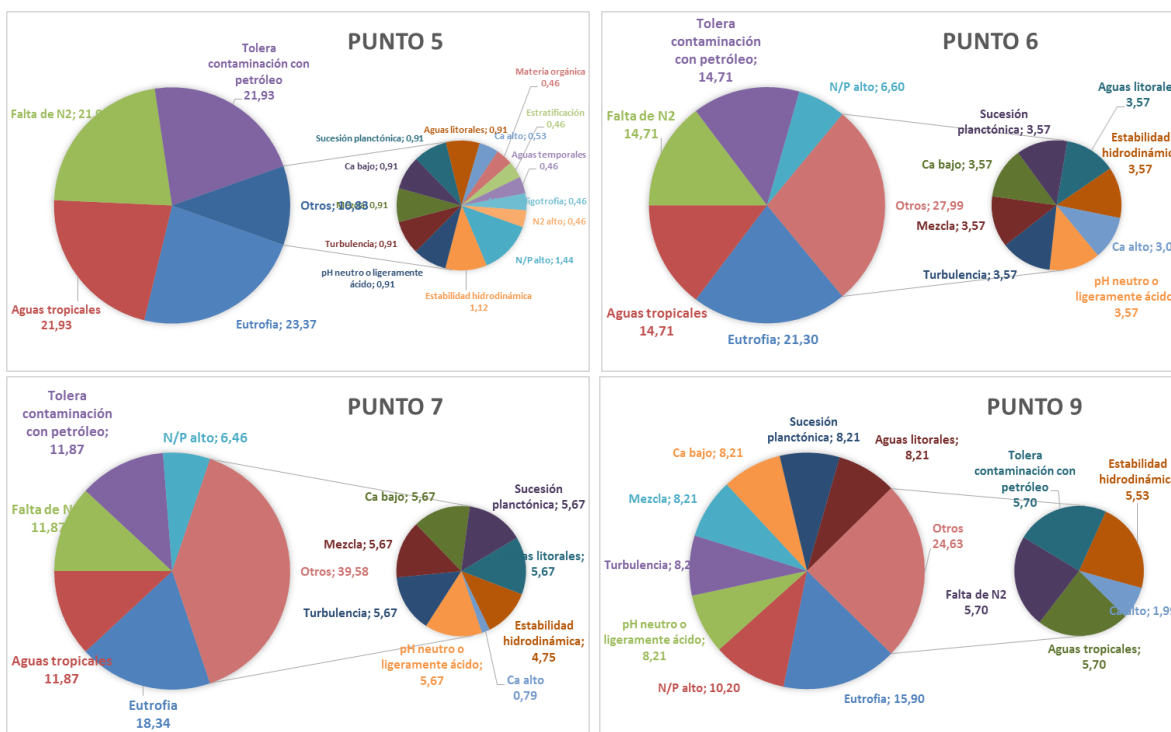


Figura 9-3. Procesos bioindicados por los grupos taxonómicos grandes del Fitoperifiton en los puntos monitoreados de la Ciénaga El Convento



Continuación Figura 9-3. Procesos bioindicados por los grupos taxonómicos grandes del Fitoperifiton en los puntos monitoreados de la Ciénaga El Convento

La observación más detallada de las bioindicaciones de los géneros y/o taxa presentes en cada uno de los puntos de monitoreo, permitió observar que en el Punto 1 predominaron las taxa bioindicadores de turbulencia y la mezcla con un 45,1% cada una, seguida de eutrofia y resistencia a pesticidas en proporciones de 11,3 y 9,9% respectivamente. En el Punto 2 predominan las bioindicaciones de turbulencia (38,2%), mezcla (38,2%), resistencia a pesticidas (14,7%) y eutrofia (7,4%). Por su parte las taxa reportadas en el Punto 3 bioindicaron sucesión (100%), mientras que las reportadas en el Punto 4 demostraron la presencia de sedimentos y conductividad altos (26,7%), sucesión (21,7%), Turbulencia y mezcla (16,7% cada una) y resistencia a pesticidas (8,3%) entre otras. Por su parte el Punto 5 presentó la eutrofia, turbulencia y mezcla como bioindicaciones predominantes, con aportes del 47,9, 43,8 y 25,0% respectivamente. Igualmente en el Punto 6 lideraron las bioindicaciones de los procesos de sucesión, eutrofia, mesotrofia fría y sedimentos y conductividad altos con valores de 55,3, 24,8, 13,5 y 12,8% respectivamente. En el Punto 7 las bioindicaciones dominantes correspondieron a turbulencia, mezcla, sedimentos y conductividad altos y eutrofia con aportes del 31,4, 1,4, 25,7 y 10% respectivamente. Por su parte el Punto 9 presentó mayores proporciones de las bioindicaciones de turbulencia y mezcla, con aportes del 46,2% cada una, seguidas de la resistencia a pesticidas (6,4%), la eutrofia (4%) y los sedimentos y conductividad altos (1,2%). Los aportes descritos para cada uno de los puntos se pueden observar en la Figura 9-4.

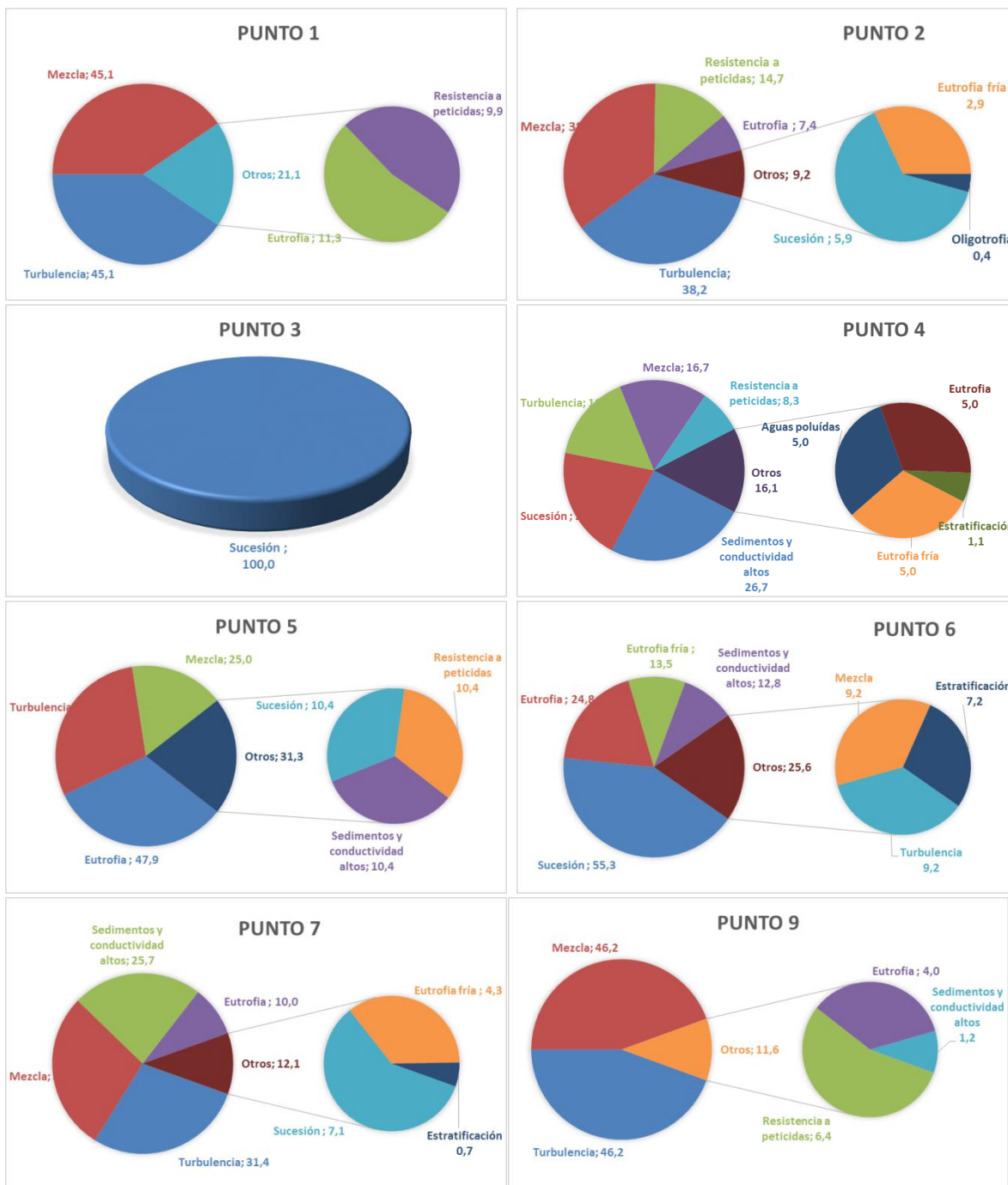


Figura 9-4. Procesos bioindicados por los grupos taxonómicos grandes del Fitoperifiton en los puntos monitoreados de la Ciénaga El Convento

Se buscó establecer las diferencias entre los puntos de monitoreo, realizando un dendograma utilizando como método de enlace el grupo pareado (UPGMA) y como distancia métrica el índice de Bray Curtis, usando las abundancias por morfoespecie (Figura 9-5). Se pudo observar que hay poca similitud entre todos los puntos de muestreo, indicando que cada punto es moldeado de manera diferente por los diferentes factores ambientales y climáticos, con excepción del Punto 9 y 1, los cuales presentan similitudes en su composición.

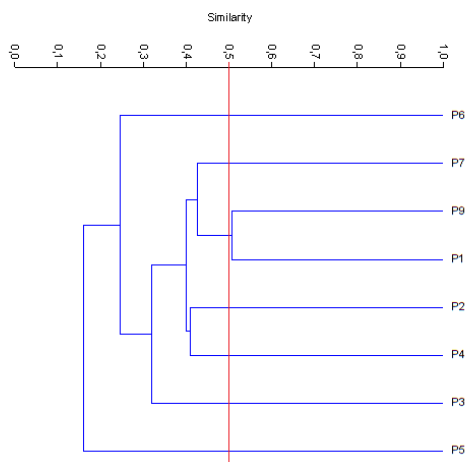


Figura 9-5. Dendograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Convento a nivel de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga El Convento se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo. A manera de ejercicio se realizaron dos análisis, uno a nivel de División y otro a nivel de morfoespecies, para observar posibles diferencias.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Con en análisis a nivel taxonómico de División, se obtuvieron 8 componentes resultantes del análisis, de los cuales se presentan exclusivamente los dos primeros, los que explicaron el 92,8% de la variación total (Tabla 9-1). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables físicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje el porcentaje de saturación de oxígeno, la temperatura, el pH; los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector, así como los organismos de la División Cyanobacteria. Por su parte el la conductividad se ubicó sobre el sector negativo del primer eje, presentando mayor correlación con las concentraciones de Chlorophyta, Ochrophyta y Euglenophyta. Sobre el segundo eje se observó que el oxígeno disuelto en correlación positiva con los organismos de la División Bacillariophyta.

Por su parte las Cyanobacteria se correlacionaron con la temperatura, el pH y el Punto 7. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-6.

Tabla 9-1. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 2,53794 | 86,14 | 86,1 |
| 2 | 0,19663 | 6,6736 | 92,8 |
| 3 | 0,09774 | 3,3175 | 96,1 |
| 4 | 0,06738 | 2,2868 | 98,4 |
| 5 | 0,03437 | 1,1664 | 99,6 |
| 6 | 0,00772 | 0,26199 | 99,8 |
| 7 | 0,00427 | 0,14479 | 100,0 |
| 8 | 0,00026 | 0,00892 | 100,0 |

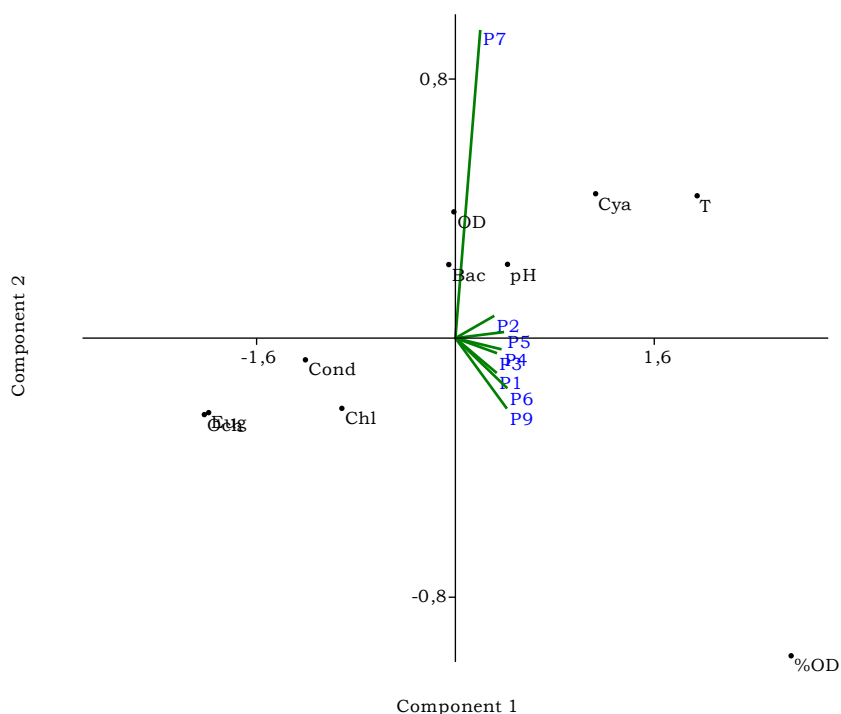


Figura 9-6. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

De los 8 componentes resultantes del análisis por especie, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 77,5% de la variación total (Tabla 9-2). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables fisicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje el porcentaje de saturación de oxígeno, la temperatura, el PH; el oxígeno disuelto y la conductividad, todos ellos correlacionados positivamente con los Puntos de muestreo. Así mismo en el sector positivo del segundo eje se ubicaron las especies *Leptolyngbya* spp, *Planktolyngbya* spp, *Nitzschia* spp, *Chroococcus* spp y *Cyclotella* spp, correlacionadas con el punto 7; especies cuya correlación correspondió con

el oxígeno disuelto. Igualmente, pero en el sector negativo del segundo eje se ubicaron las especies *Phormidium* spp, *Leptolyngbya* spp, *Pseudanabaena* sp 1 y *Aphanocapsa* spp, correlacionadas con el Punto 5. Además las 41 especies restantes se correlacionaron negativamente con las variables fisicoquímicas evaluadas. La mayoría de las especies mencionadas pertenecen a la División Cyanobacteria, lo que unido al predominio en riqueza y abundancia de los organismos de Dicha división indican que la ciénaga se encuentra fuertemente eutrofizada. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-6. Se evidenció un comportamiento muy similar entre los dos análisis, por lo que se decidió realizar uno solo en las demás comunidades.

Tabla 9-2. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 2,53794 | 86,14 | 86,1 |
| 2 | 0,19663 | 6,6736 | 92,8 |
| 3 | 0,09774 | 3,3175 | 96,1 |
| 4 | 0,06738 | 2,2868 | 98,4 |
| 5 | 0,03437 | 1,1664 | 99,6 |
| 6 | 0,00772 | 0,26199 | 99,8 |
| 7 | 0,00427 | 0,14479 | 100,0 |
| 8 | 0,00026 | 0,00892 | 100,0 |

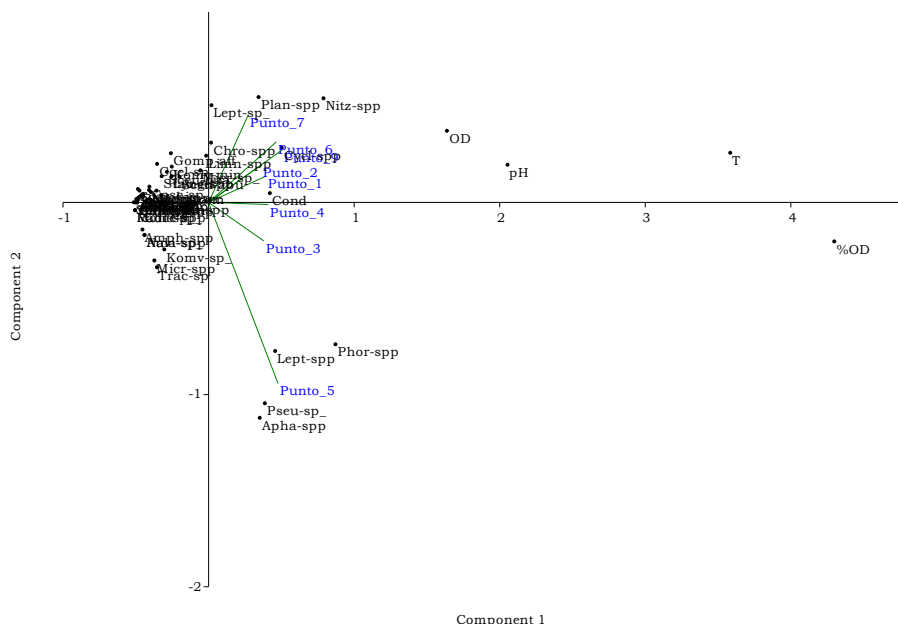


Figura 9-7. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Fitoplancton

En la Ciénaga El Convento, la comunidad fitoplanctónica estuvo conformada por 73 taxa distribuidos en 35 familias, 20 Órdenes, 10 Clases y 6 Divisiones (Cuadro 9-4). El aporte a la riqueza realizado por la División Chlorophyta alcanzó el 46,6% (34 taxa), seguida por la contribución realizada por la División Cyanobacteria, con un 28,8% (21 taxa); mientras que los aportes realizados por las Divisiones restantes fueron mucho menores, 13,7% (10 taxa) por Bacillariophyta, 6,8% (5 taxa) por Euglenozoa, 2,7% (2 taxa) por Charophyta y 1,4% (1 especie) por Ochrophyta (Figura 9-8 A-B).

Cuadro 9-4. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga El Convento

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia spp</i> | |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula sp 1</i> | |
| | | | | | <i>Navicula spp</i> | |
| | | | Thalassiosiphales | Catenulaceae | <i>Amphora spp</i> | |
| | | | Aulacoseirales | Aulacoseiraceae | <i>Aulacoseira spp</i> | |
| | | | Coscinodiscophyceae | Coscinodiscales | Coscinodiscaceae | <i>Coscinodiscus spp</i> |
| | | | | Stellarimales | Trigoniaceae | <i>Trigonium spp</i> |
| | | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Synedra sp 1</i> |
| | | | Mediophyceae | Stephanodisciales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella sp 1</i> |
| | | | | | | <i>Cyclotella spp</i> |
| Ochrophyta | Xanthophyceae | Mischococcales | Pleurochloridaceae | <i>Goniocloris spp</i> | | |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | | Aphanothecaceae | <i>Aphanothece spp</i> | |
| | | | | Chroococcales | Chroococcaceae | <i>Chroococcus minor</i> |
| | | | | | | <i>Chroococcus spp</i> |
| | | | | | Microcystaceae | <i>Microcystis sp 1</i> |
| | | | | Nostocales | Aphanizomenonaceae | <i>Raphidiopsis sp</i> |
| | | | | | Nostocaceae | <i>Anabaena sp 1</i> |
| | | | | Oscillatoriales | Gomontiellaceae | <i>Komvophoron spp</i> |
| | | | | | Microcoleaceae | <i>Arthrospira sp</i> |
| | | | | | | <i>Arthrospira sp 1</i> |
| | | | | | | <i>Phormidium spp</i> |
| | | | | | Oscillatoriaceae | <i>Lyngbya spp</i> |
| | | | | | | <i>Oscillatoria spp</i> |
| | | | | Spirulinales | Spirulinaceae | <i>Glaucospira spp</i> |
| | | | | | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya sp 1</i> |
| | | | | | | <i>Aphanocapsa spp</i> |
| | | | | | Merismopediaceae | <i>Merismopedia glauca</i> |
| | | | | | | <i>Merismopedia sp</i> |
| | | | | | Synechococcales | <i>Leptolyngbya spp</i> |
| | | | | | | <i>Limnothrix spp</i> |
| Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena galeata</i> | | | | | |
| | <i>Pseudanabaena sp 1</i> | | | | | |
| Charophyta | Conjugatophyceae | Desmidiiales | Closteriaceae | <i>Closterium sp</i> | | |
| | | | Desmidiaceae | <i>Cosmarium spp</i> | | |
| | | | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas spp</i> | | |
| | | | Chlorococcaceae | <i>Chlorococcum sp 1</i> | | |
| Plantae | Chlorophyta | Chlorophyceae | Chlamydomonadales | Eudorina spp | | |
| | | | | Volvocaceae | <i>Pandorina morum</i> | |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|--------------|------------------|---------------------|------------------------|---------------------------------|
| | | | | | <i>Pediastrum duplex</i> |
| | | | | | <i>Pediastrum simplex</i> |
| | | | | | <i>Pediastrum sp</i> |
| | | | | Hydrodictyceae | <i>Stauridium tetras</i> |
| | | | | | <i>Tetraëdron regulare</i> |
| | | | | | <i>Tetraëdron spp</i> |
| | | | | | <i>Tetraëdron trigonum</i> |
| | | | | Neochloridaceae | <i>Golenkinia spp</i> |
| | | | | | <i>Coelastrum spp</i> |
| | | | | | <i>Desmodesmus spp</i> |
| | | | | | <i>Scenedesmus arcuatus</i> |
| | | | Sphaeropleales | | <i>Scenedesmus ecornis</i> |
| | | | | Scenedesmaceae | <i>Scenedesmus javanensis</i> |
| | | | | | <i>Scenedesmus protuberans</i> |
| | | | | | <i>Scenedesmus quadricauda</i> |
| | | | | | <i>Scenedesmus sp 1</i> |
| | | | | | <i>Tetrastrum spp</i> |
| | | | | | <i>Ankistrodesmus sp 1</i> |
| | | | | | <i>Kirchneriella spp</i> |
| | | | | Selenastraceae | <i>Monoraphidium contortum</i> |
| | | | | | <i>Monoraphidium komarkovae</i> |
| | | | | | <i>Monoraphidium sp 1</i> |
| | | | | | <i>Selenastrum sp 1</i> |
| | | | | | <i>Actinastrum sp</i> |
| | | | | | <i>Chlorella sp</i> |
| | | Trebouxiophyceae | Chlorellales | Chlorellaceae | <i>Dictyosphaerium spp</i> |
| | | | | | <i>Micractinium spp</i> |
| | | | | Oocystaceae | <i>Oocystis spp</i> |
| | | | Ordo incertae sedis | Familia incertae sedis | <i>Crucigenia spp</i> |
| | | | | | <i>Crucigenia tetrapedia</i> |
| | | | | | <i>Euglena spp</i> |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Trachelomonas sp 9</i> |
| | | | | | <i>Lepocinclis acus</i> |
| | | | | Phacaceae | <i>Lepocinclis spp</i> |
| | | | | | <i>Phacus spp</i> |

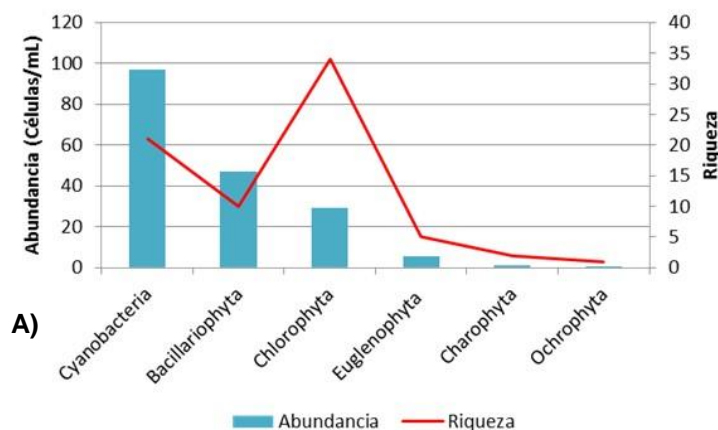
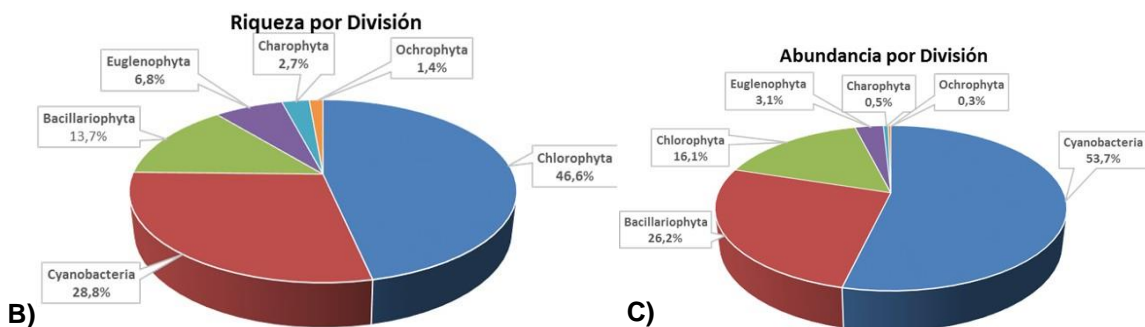
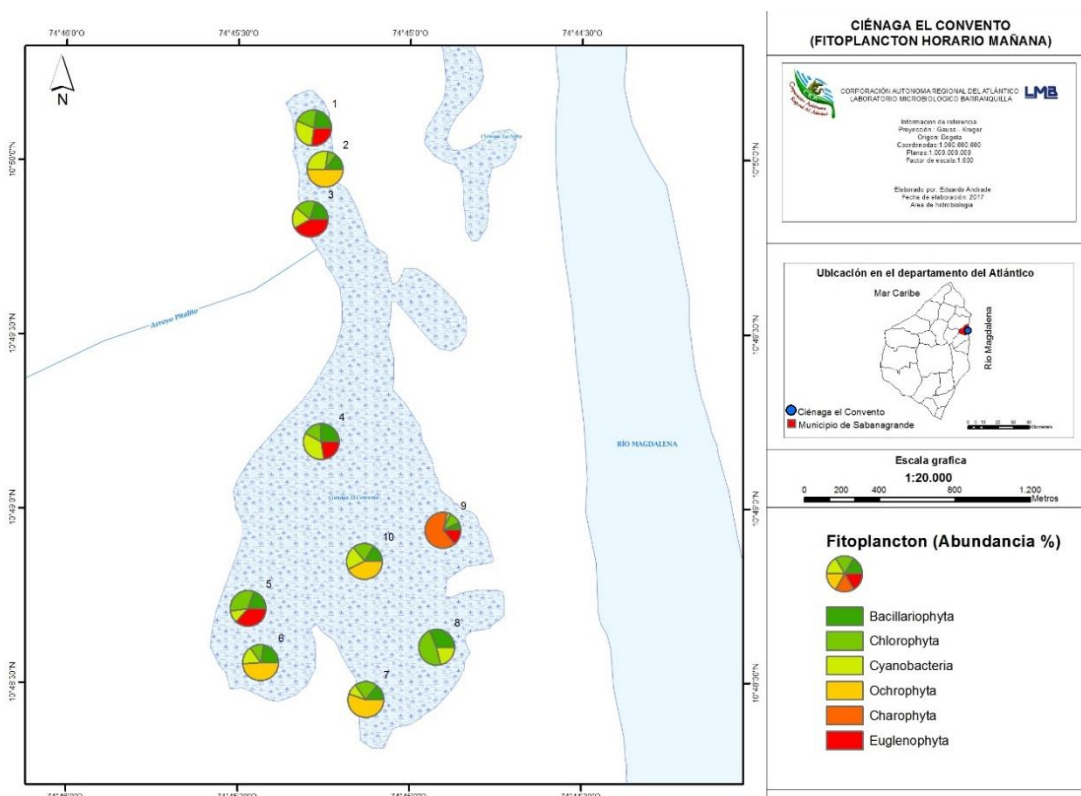


Figura 9-8. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga El Convento, A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

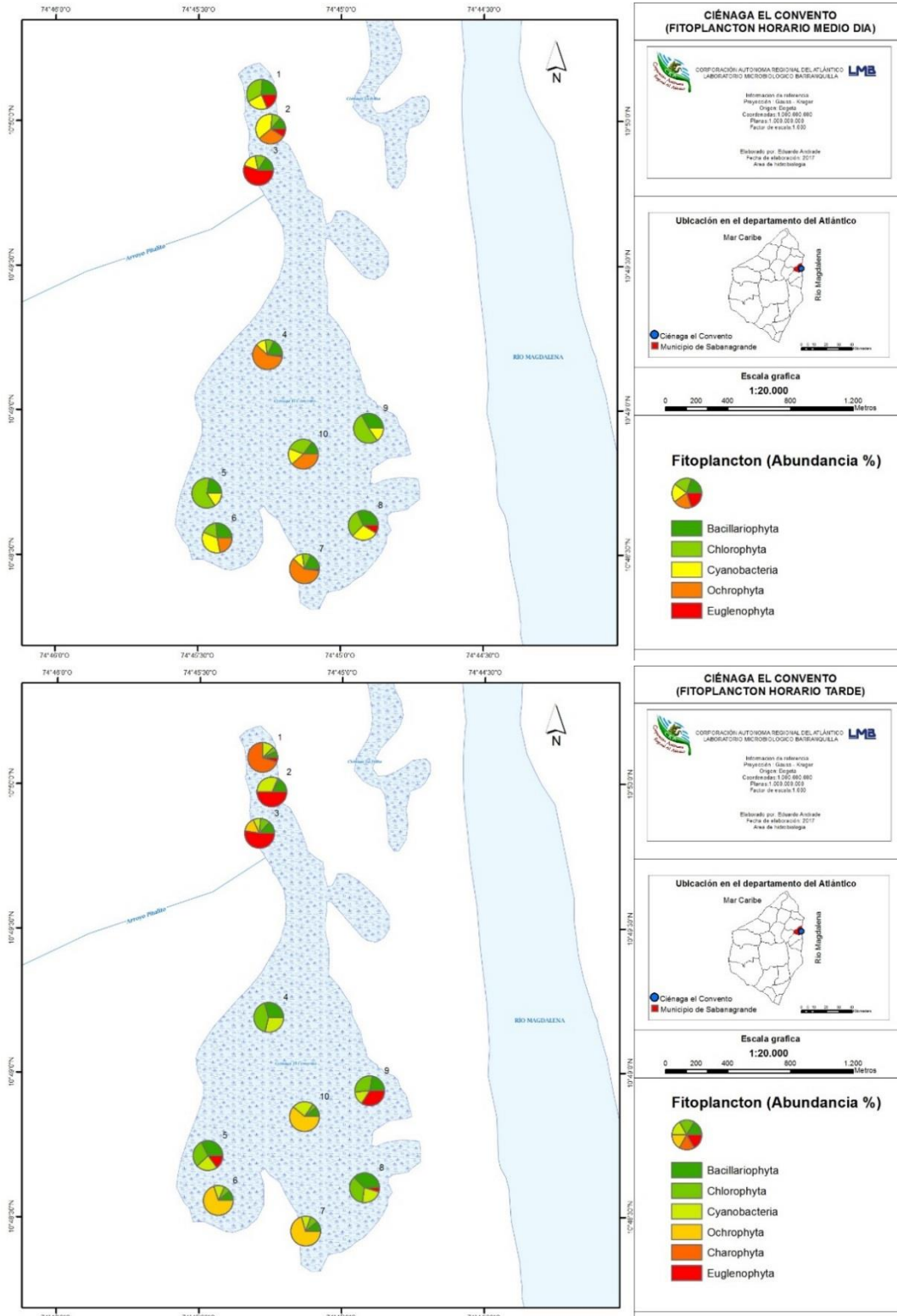


Continuación Figura 9-8. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga El Convento, A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

Así mismo la contribución a la abundancia en la ciénaga fue precedida por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 53,7% a la abundancia total (96,710 Células/mL), seguida por las Bacillariophyta con un 26,2% (47,182 Células/mL), las Chlorophyta con 16,1% (29,062 Células/mL) y en menores proporciones Euglenophyta con 3,1% (5,607 Células/mL), Charophyta con 0,5% (0,941 Células/mL) y Ochrophyta con 0,3% (0,546 Células/mL) (Figura 9-8-A-B). Los cambios observados en la abundancia relativa de cada división por punto de muestreo, no se evidencian en el Mapa 9-2.



Mapa 9-2. Abundancia relativa del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga El Convento



Continuación Mapa 9-2. Abundancia relativa del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga El Convento

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica de la Ciénaga El Convento se observó que la estructura de la comunidad desde el índice de equidad demuestra que la ciénaga presenta una equidad media, siendo menor en el Punto 2-M (0,55) y en el Punto 2-PM (0,48), y mayor en el Punto 7-PM (0,80); así mismo el índice de diversidad de Shannon. Por otra parte, la estructura de la comunidad analizada desde el punto de vista de la dominancia permitió evidenciar bajas dominancias en la mayoría de la ciénaga, con excepción del Puntos 2-PM, donde se presentan dominancias medias (Cuadro 9-5).

Cuadro 9-5. Índices ecológicos en la Ciénaga El Convento

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|--------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 24 | 0,66 | 2,09 | 0,18 |
| P2-AM | 16 | 0,65 | 1,81 | 0,24 |
| P3-AM | 24 | 0,72 | 2,27 | 0,15 |
| P4-AM | 15 | 0,64 | 1,72 | 0,25 |
| P5-AM | 20 | 0,75 | 2,25 | 0,15 |
| P6-AM | 27 | 0,60 | 1,98 | 0,19 |
| P7-AM | 20 | 0,72 | 2,15 | 0,17 |
| P8-AM | 26 | 0,73 | 2,37 | 0,15 |
| P9-AM | 25 | 0,76 | 2,46 | 0,13 |
| P10-AM | 19 | 0,73 | 2,15 | 0,16 |
| P1-M | 23 | 0,73 | 2,29 | 0,14 |
| P2-M | 22 | 0,55 | 1,70 | 0,31 |
| P3-M | 17 | 0,78 | 2,21 | 0,14 |
| P4-M | 19 | 0,76 | 2,24 | 0,15 |
| P5-M | 22 | 0,74 | 2,28 | 0,15 |
| P6-M | 18 | 0,70 | 2,04 | 0,19 |
| P7-M | 19 | 0,76 | 2,24 | 0,15 |
| P8-M | 22 | 0,67 | 2,06 | 0,17 |
| P9-M | 17 | 0,68 | 1,92 | 0,20 |
| P10-M | 20 | 0,79 | 2,35 | 0,14 |
| P1-PM | 18 | 0,70 | 2,01 | 0,21 |
| P2-PM | 14 | 0,48 | 1,28 | 0,45 |
| P3-PM | 15 | 0,66 | 1,78 | 0,24 |
| P4-PM | 20 | 0,75 | 2,26 | 0,14 |
| P5-PM | 19 | 0,74 | 2,18 | 0,17 |
| P6-PM | 18 | 0,74 | 2,15 | 0,18 |
| P7-PM | 16 | 0,80 | 2,23 | 0,14 |
| P8-PM | 23 | 0,71 | 2,23 | 0,16 |
| P9-PM | 25 | 0,75 | 2,42 | 0,14 |
| P10-PM | 19 | 0,66 | 1,95 | 0,21 |

A continuación se indican los procesos de bioindicación para las morfoespecie reportadas por la comunidad fitoplanctónica. La determinación de la bioindicadoras se realizó con base en el libro de Pinilla (2000), con el cual se observan los múltiples procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas reportadas (Cuadro 9-6).

Cuadro 9-6. Procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas

Chromista

Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Nitzschia spp

Género: Turbulencia, Mezcla Especie: No Indicado

Navicula sp 1

Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos Especie: No Indicado

Navicula spp

Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos Especie: No Indicado

Amphora spp

Género: Turbulencia Especie: No Indicado

Aulacoseira spp

Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia Especie: No Indicado

Coscinodiscus spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Trigonium spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Synedra sp 1

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Cyclotella sp 1

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Cyclotella spp

Género: Turbulencia, Mezcla Especie: No Indicado

Chromista

Ochrophyta

Oligotrofia

Goniochloris spp

Género: Oligotrofia Especie: No Indicado

Eubacteria

Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

Aphanothece spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Chroococcus minor

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Chroococcus spp

Género: Estratificación, Sucesión Avanzada Especie: No Indicado

Microcystis sp 1

Género: Eutrofia Especie: No Indicado

Raphidiopsis sp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Anabaena sp 1

Género: Mezcla y turbulencia, Mesotrofia, Ultraoligotrofia.

Estratificación térmica y química Especie: No Indicado

Komvophoron spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Arthrospira sp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Arthrospira sp 1

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Phormidium spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Lyngbya spp

Género: Estratificación, Sucesión Avanzada, Sedimentos y

conductividad altos, Hipereutrofia Especie: No Indicado

Oscillatoria spp

Género: Sedimentos y conductividad altos, Eutrofia, Mesotrofia,

Tolerancia a pesticidas, Ultraoligotrofia, Estratificación térmica y química Especie: No Indicado

Glaucospira spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Leptolyngbya sp 1

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Leptolyngbya spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Aphanocapsa spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Merismopedia glauca

Género: No Indicado Especie: Oligotrofia fría

Merismopedia sp

Género: Eutrofia Especie: No Indicado

Limnothrix spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Pseudanabaena galeata

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Pseudanabaena sp 1

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Plantae

Charophyta

Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad)

Closterium sp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Cosmarium spp

Género: pH ácido, Aguas someras, Mezcla Especie: No Indicado

Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

Chlamydomonas spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Chlorococcum sp 1

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Eudorina spp

Género: Baja mineralización, Meso a eutrofia, Periodo seco

Especie: No Indicado

Pandorina morum

Género: No Indicado Especie: Hipereutrofia

Pediastrum duplex

Género: No Indicado Especie: Mesotrofia, Resistencia a

pesticidas, Eutrofia fría

Pediastrum simplex

Género: No Indicado Especie: Aguas ricas e SO₄ y NaCl

Pediastrum sp

Género: Eutrofia Especie: No Indicado

Stauridium tetras

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Tetraëdron regulare

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Tetraëdron spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Tetraëdron trigonum

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Golenkinia spp

Género: Hipereutrofia Especie: No Indicado

Coelastrum spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Desmodesmus spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Scenedesmus arcuatus

Género: No Indicado Especie: Sedimentos y conductividad altos

Scenedesmus ecornis

Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas Especie: No Indicado

Scenedesmus javanensis

Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas Especie: No Indicado

Scenedesmus protuberans

Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas Especie: No Indicado

Scenedesmus quadricauda

Género: No Indicado Especie: Eutrofia fría

Scenedesmus sp 1

Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas Especie: No Indicado

Tetrastrum spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Ankistrodesmus sp 1

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Kirchneriella spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Monoraphidium contortum

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Monoraphidium komarkovae

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Monoraphidium sp 1

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Selenastrum sp 1

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Actinastrum sp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Chlorella sp

Género: Eutrofia, Oxidación de aguas servidas, Hipereutrofia Especie: No Indicado

Dictyosphaerium spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Micractinium spp

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Oocystis spp

Género: Resistencia a pesticidas Especie: No Indicado

Crucigenia spp

Género: Meso a eutrofia Especie: No Indicado

Crucigenia tetrapedia

Género: No Indicado Especie: Eutrofia fría

Protozoa

Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N₂, Estabilidad hidrodinámica

Euglena spp

Trachelomonas sp 9

Lepocinclis acus

Lepocinclis spp

Phacus spp

Género: Resistencia a pesticidas, Eutrofia, Materia orgánica

Especie: No Indicado

Género: Eutrofia Especie: No Indicado

Género: No Indicado Especie: No Indicado

Género: Materia orgánica Especie: No Indicado

Género: Materia orgánica Especie: No Indicado

Se realizó el análisis de la bioindicación asociado a la densidad con el fin de determinar las bioindicaciones predominantes; para lo cual se utilizaron las bioindicaciones generales o de los grupos taxonómicos grandes (División). Con lo anterior se observó la bioindicación predominante para cada punto de muestreo durante cada hora monitoreada, así las cosas, se observó el predominio de la eutrofia en todos los puntos monitoreados en la Ciénaga El Convento; tanto en las horas de la mañana, del medio día y de la tarde; acompañado por las bioindicaciones de aguas tropicales, pH alcalino, falta o escases de nitrógeno y presencia de taxa de conocida tolerancia a la contaminación por petróleo. Así mismo se evidenció la presencia de grupos taxonómicos con bioindicaciones de presencia de aguas tropicales, pH alcalino, falta de nitrógeno y presencia de taxa con conocida tolerancia a contaminación con petróleo; todas ellas con proporciones muy similares en los tres horarios monitoreados, excepto en el Punto 9, donde fue un poco mayor la bioindicación de relación nitrógeno / fósforo alta (Figura 9-9).

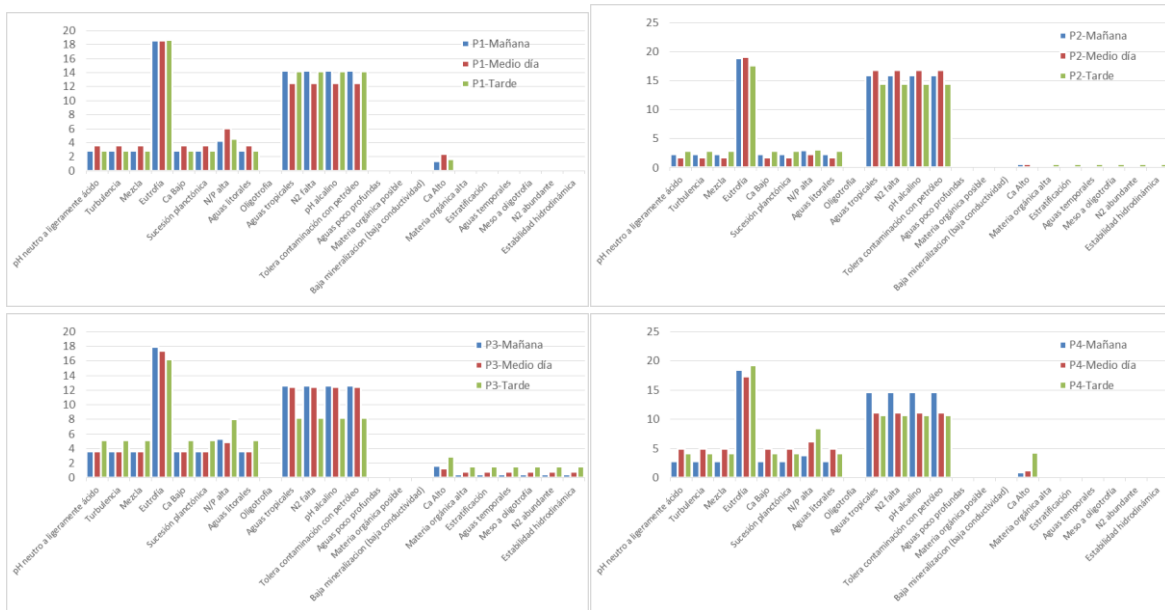


Figura 9-9. Procesos bioindicados por los grupos taxonómicos grandes en los puntos evaluados de la Ciénaga El Convento, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-9. Procesos bioindicados por los grupos taxonómicos grandes en los puntos evaluados de la Ciénaga El Convento, durante los horarios de muestreo

La observación más detallada de las bioindicaciones de los géneros y/o taxa presentes en cada uno de los puntos de monitoreo, permitió observar que en el Punto 1 predominaron las taxa bioindicadores de hipereutrofia (100%), durante los tres horarios de muestreo; excepto en las horas de la “mañana”, donde se presentaron además taxa bioindicadores de presencia de aguas ricas en SO_4 y NaCl (33,3%), así como aguas con Eutrofia fría (16,7%). Para el Punto 2 se presentaron taxa bioindicadores de mesotrofia, resistencia a pesticidas y Eutrofia fría (33,3% cada una) durante las muestras colectadas para el horario de “mañana”. En el Punto 3, prevalecieron las bioindicaciones de Eutrofia fría (45,2%) y aguas ricas en SO_4 y NaCl (41,9), seguidas por mesotrofia y resistencia a pesticidas (6,5% cada una), todas presentes en el horario “mañana”. En el Punto 4 la comunidad fitoplanctónica bioindicó, para los horarios de “medio día” y “tarde”, un 100% de Eutrofia fría. Por su parte, en el Punto 5 se evidenció la supremacía de la bioindicación de Eutrofia fría en los horarios de “mañana” y “medio día” (100%), mientras que en horario de “tarde”, dicha bioindicación estuvo acompañada de aguas ricas en SO_4 y NaCl, con un 75 y 25% respectivamente. Así mismo el Punto 6 tan solo presentó taxa bioindicadores en el horario de “mañana”,

mesotrofia, resistencia a pesticidas y Eutrofia fría con un 33,3% cada una. Para el Punto 7, la Eutrofia fría dominó durante los tres horarios planteados. Al observar el Punto 8 se evidenció el predominio de la Eutrofia fría durante los horarios de “medio día” y “tarde” 92,9 y 87,5% respectivamente, así como la presencia de taxa bioindicadores de mesotrofia y resistencia a pesticidas (3,6% cada una) en el horario “mañana” y aguas ricas en SO₄ y NaCl (12,5%) para el horario de “tarde”. Al observar el Punto 9, se evidenció la presencia de taxones bioindicadores de Eutrofia fría durante los tres horarios planteados (100, 63,2 y 66,7% respectivamente), acompañadas de sedimentos y conductividad altos para “medio día” (31,6%) y “tarde” (33,3%) y aguas ricas en SO₄ y NaCl para el “medio día” (5,3%). Por último, el Punto 10 solo presentó taxa bioindicadores de Oligotrofia en el horario de la “tarde”.

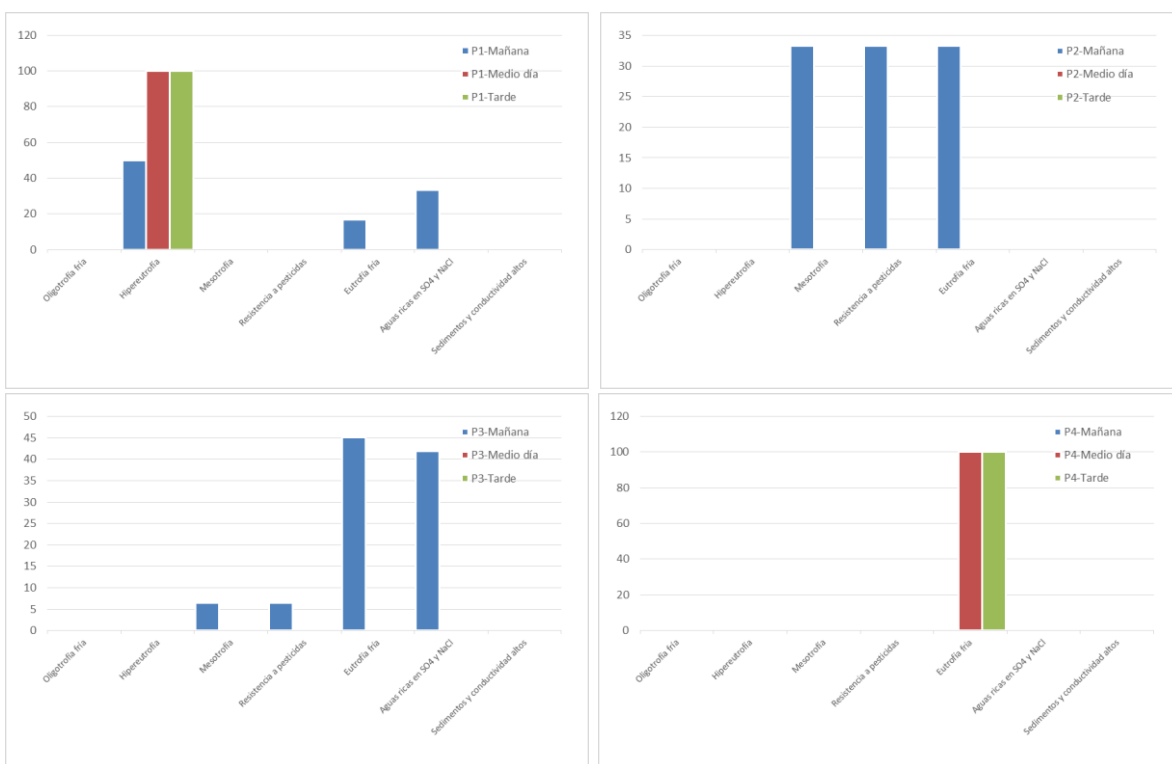
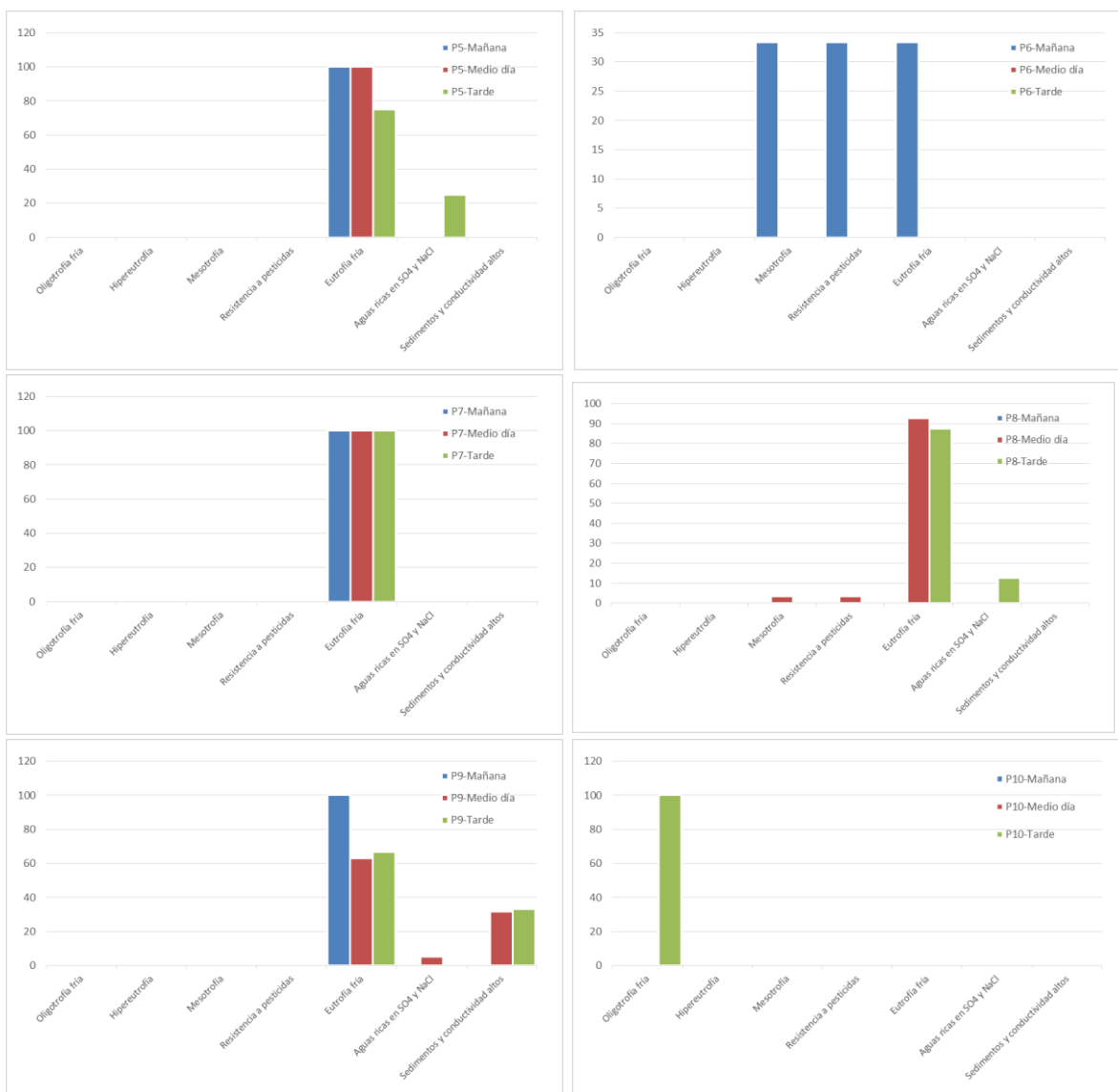


Figura 9-10. Procesos bioindicados por las taxa reportadas en los puntos evaluados de la Ciénaga El Convento, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-10. Procesos bioindicados por las taxa reportadas en los puntos evaluados de la Ciénaga El Convento, durante los horarios de muestreo

Otra inquietud fue conocer si existen diferencias entre los horarios de monitoreo y los resultados de la comunidad fitoplanctónica, para lo cual se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, evidenciándose que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las abundancias entre los diferentes horarios de muestreo (p valor= 0,983), con nivel de confianza del 95%; igualmente se realizó la prueba para la riqueza de taxa, obteniendo los mismos resultados (p valor = 0,1831).

Para determinar las diferencias espaciales se utilizó el análisis de similitud utilizando el método de enlace único (o vecino más cercano, Single linkage) y como distancia métrica el índice de similitud de Bray-Curtis, utilizando las abundancias por género y morfoespecie

(Figura 9-11). Se evidenció que la ciénaga presenta un comportamiento homogéneo en toda su masa de agua, indistintamente de los horarios propuestos, siendo el Punto 5 tomado en el horario de la mañana, el que presentó una diferencia con respecto a los demás puntos.

Es así como el fitoplancton utilizado como indicador de cambios de las condiciones naturales permite evaluar cambios ocurridos en una escala de tiempo muy limitada, ya que su variabilidad en la columna de agua puede estar influenciada por diversos factores tales como la velocidad de la corriente, la velocidad del viento y la penetración de la luz entre otros factores, que permiten o no su desarrollo, por lo anterior, y debido a que las variaciones de la comunidad fitoplanctónica estuvieron supeditadas a sus áreas de influencia, es posible indicar que no se encontró evidencia de fuentes de contaminación en el área de estudio, que impidieran o limitaran en desarrollo de la comunidad fitoplanctónica.

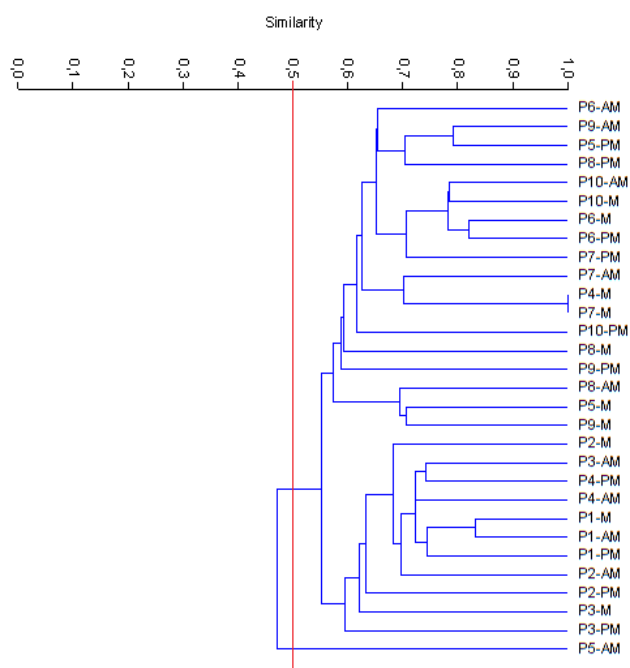


Figura 9-11. Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Convento a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros fisicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoplanctónicas, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga El Convento se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial y temporal durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se obtuvieron 10 componentes resultantes del análisis; se explican exclusivamente los dos primeros componentes, los

cuales explicaron el 80,1% de la variación total (Tabla 9-3). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables físicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje todas las variables evaluadas; los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector. Al demarcar la elipse del 95% de correlación, se evidenció que las variables porcentaje de saturación de oxígeno, temperatura y oxígeno disuelto se encuentran por fuera de dicho marco de correlación, así como algunas especies, *Phormidium* spp, y *Microcystis* sp 1, *Cyclotella* spp del horario de la mañana, entre otras, observándose que los puntos de muestreo se ubicaron sobre el sector negativo del segundo eje, correlacionados entre sí, y con las especies así como con el puntos 4, *Merismopedia* sp, *Glaucospira* spp, *Desmodesmus* spp, especies que entre otras, son bioindicadoras de eutrofia. De esta manera se observan que los puntos de muestreo se diferencian más por el sitio de ubicación permitiendo inferir que posibles alteraciones en la disponibilidad de los nutrientes en la zona norte de la ciénaga, permita la diferenciación de los puntos 1, 3 y 4. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-12.

Tabla 9-3. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 1,45752 | 74,158 | 74,2 |
| 2 | 0,1169 | 5,9479 | 80,1 |
| 3 | 0,08612 | 4,3818 | 84,5 |
| 4 | 0,08039 | 4,0902 | 88,6 |
| 5 | 0,07344 | 3,7368 | 92,3 |
| 6 | 0,05434 | 2,7649 | 95,1 |
| 7 | 0,03868 | 1,9678 | 97,0 |
| 8 | 0,02538 | 1,2915 | 98,3 |
| 9 | 0,0191 | 0,97197 | 99,3 |
| 10 | 0,01355 | 0,68923 | 100,0 |

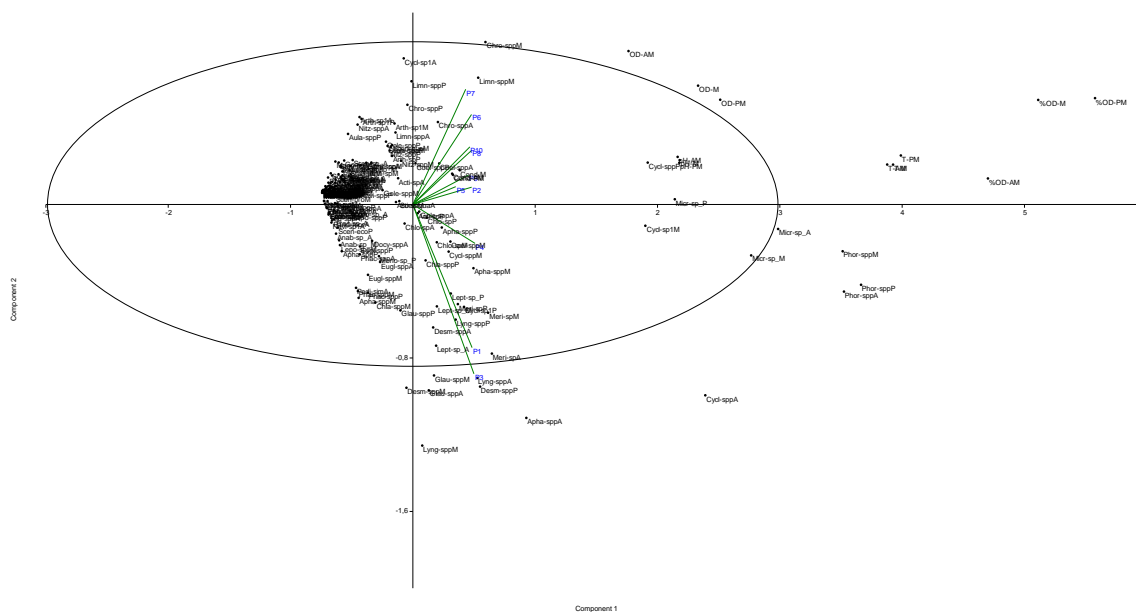


Figura 9-12. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga El Convento se encontraron 17 taxa de macrófitas distribuidas en 9 familias, 7 Órdenes, 3 Clases y 1 División (Cuadro 9-7). Se reportaron macrófitas acuáticas en los todos los Puntos. La mayor área de cobertura promedio la presentó *Eichhornia* spp, con 19,6%, seguida por *Nelumbo* sp (18,8%) y *Eichhornia crassipes* (18,2%) como se observa en la Figura 9-13.

Cuadro 9-7. Composición taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga El Convento

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|---------|--------------|----------------|--------------|----------------|--|
| Desnuda | Desnuda | Desnuda | Desnuda | Desnuda | <i>Desnuda</i> |
| | | | Alismatales | Araceae | <i>Lemna aequinoctialis</i> <i>Pistia stratiotes</i> |
| | | Liliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> <i>Eichhornia</i> spp |
| | | | Alismatales | Araceae | Wolffia sp |
| | | | Fabales | Fabaceae | <i>Mimosa</i> sp <i>Neptunia</i> sp |
| | | | | Cyperaceae | <i>Cyperus</i> sp 1 |
| Plantae | Tracheophyta | Magnoliopsida | Poales | Poaceae | <i>Paspalum</i> sp |
| | | | | Typhaceae | <i>Typha</i> sp |
| | | | Proteales | Nelumbonaceae | <i>Nelumbo lutea</i> <i>Nelumbo</i> sp |
| | | | | | <i>Salvinia auriculata</i> <i>Salvinia molesta</i> |
| | | Polypodiopsida | Salviniales | Salviniaceae | <i>Salvinia mutans</i> <i>Salvinia natans</i> <i>Salvinia</i> sp |

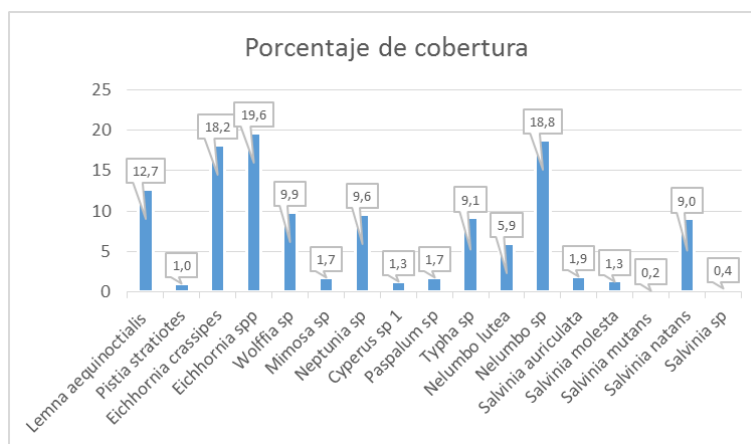


Figura 9-13. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga El Convento

La evaluación de las coberturas por taxa en cada uno de los Puntos monitoreados permitió indicar para el Punto 1 el predominio de *Nelumbo* sp, con un 19,1% del área evaluada, seguido de *Eichhornia crassipes* con un 17,8%, *Lemna aequinoctialis* con un 11%, *Wolffia* sp con un 6,4%, *Salvinia natans* con un 3,4%, *Pistia stratiotes* con un 1% y *Neptunia* sp con un 0,6%. Igualmente se observaron los biotopos por especie, evidenciándose la presencia de 4 taxa de macrófitas pertenecientes a los biotopos Acropleustophyta y Helophyta, el primero indica la presencia de plantas flotantes o errantes que usan el CO₂ atmosférico y el segundo se caracteriza por ser plantas enraizadas en el sedimento y cuya estructura vegetativa se encuentra la mayor parte del tiempo sobre la superficie del agua, este grupo de plantas de paso de manera gradual a la vegetación terrestre (Figura 9-14 y Mapa 9-3).

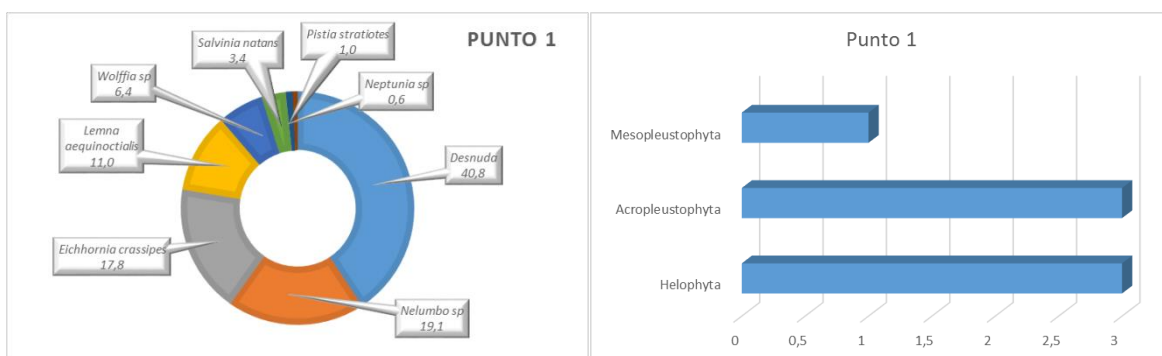
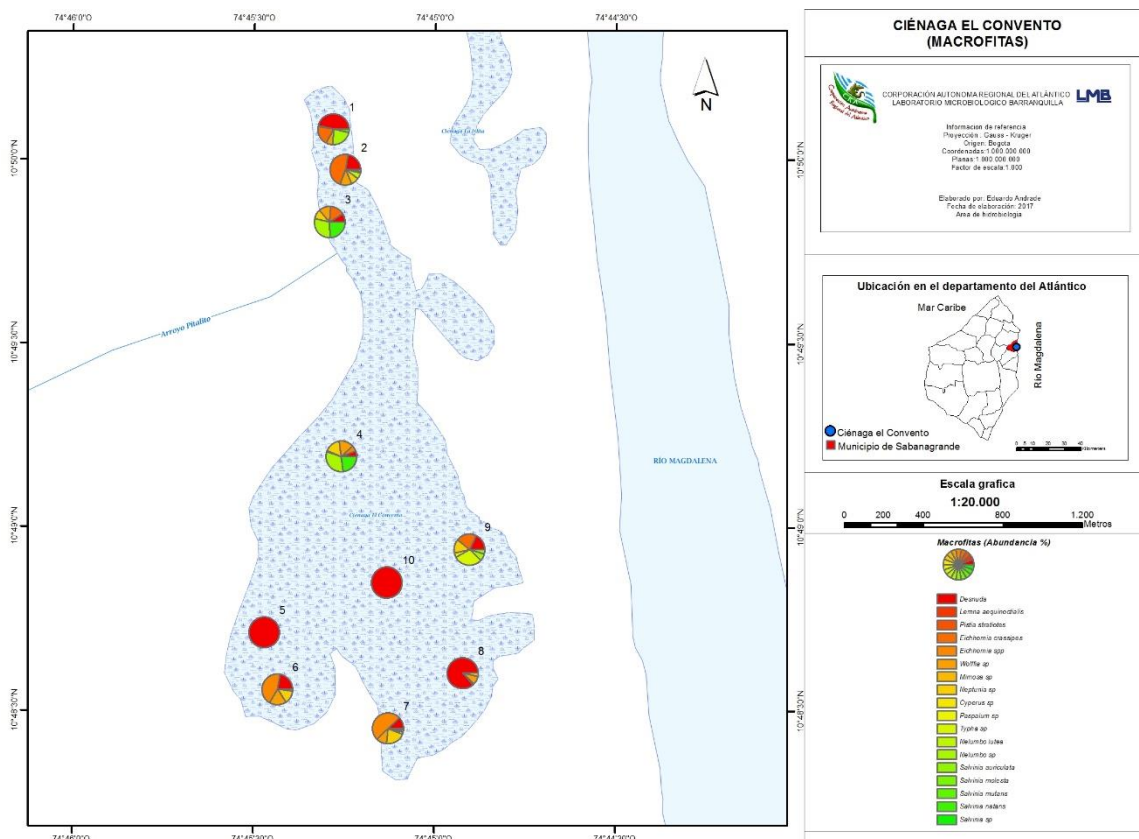


Figura 9-14. Punto 1 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo



Mapa 9-3. Porcentaje de cobertura de la comunidad de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo, Ciénaga El Convento

Para el Punto 2 se evidenció el predominio *Eichornia crassipes* con un 40,6%, seguido de *Lemna aquinoctialis* con un 13,8%, *Wolffia* sp con un 10,3%, *Nelumbo* sp con 7,2%, *Nelumbo lutea* con 5,9%, *Salvinia natans* con un 1,6%, y *Salvinia molesta* con 1,3%. Igualmente se observaron los biotopos por especie, evidenciándose el predominio de la taxa Helophyta o plantas enraizadas en el sedimento y cuya estructura vegetativa se encuentra la mayor parte del tiempo sobre la superficie del agua, este grupo de plantas de paso de manera gradual a la vegetación terrestre. También se presentaron dos taxa pertenecientes al biotopo Acropleustophyta, el cual corresponde a plantas flotantes o errantes que usan el CO₂ atmosférico y una sola especie se identificó perteneciente al biotopo Mesopleustophyta correspondiente a plantas flotantes o errantes que viven inmersas en la columna de agua y cuyo uso de CO₂ se realiza de la columna de agua (Figura 9-15 y Mapa 9-3).

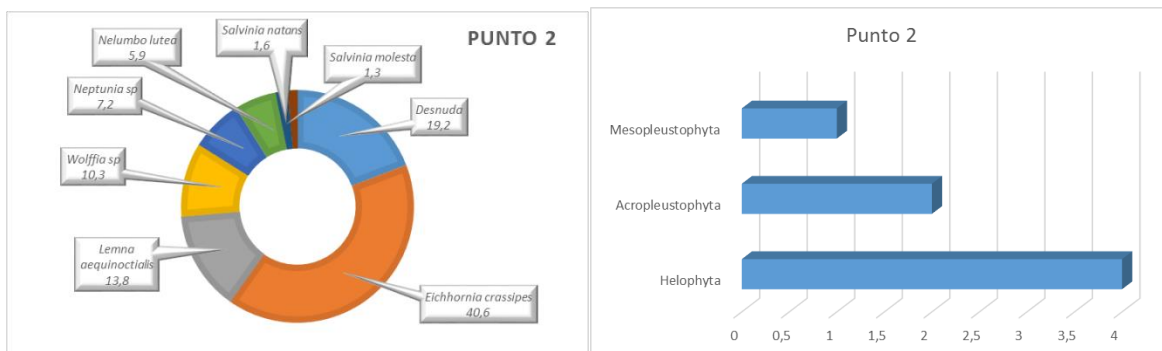


Figura 9-15. Punto 2 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

En el Punto 3 predominó *Nelumbo sp* con un aporte del 27%, seguido muy de cerca por *Salvinia natans* con 22,8%. También se observó la contribución de *Eichhornia crassipes*, *Wolffia sp*, *Neptunia sp*, *Lemna aequinoctialis* y *Paspalum sp* con aportes del 14,2, 11,4, 9, 1, 6,8 y 0,3% respectivamente. Así mismos se evidenció que 4 taxa pertenecieron al biotopo Helophyta, dos taxa al biotopo Acropleustophyta y una especie al biotopo Mesopleustophyta, indicándose el dominio de taxa que dan paso a las plantas terrestres (Figura 9-16 y Mapa 9-3).

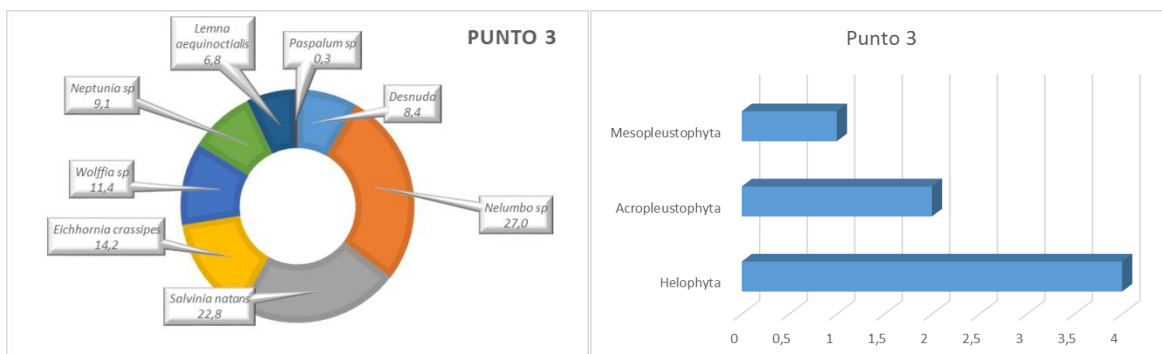


Figura 9-16. Punto 3 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Para el Punto 4 predominaron las taxa *Lemna aequinoctialis* y *Nelumbo sp* con coberturas del 27,2 y 23,1% respectivamente, siguiéndoles las taxa *Salvinia natans*, *Neptunia sp*, *Wolffia sp*, *Eichhornia spp*, *Paspalum sp* y *Typha sp*, con coberturas del 16,7, 11,9, 11,1, 4,5, 0,9 y 0,6% respectivamente. Por su parte, se evidenció el predominio de taxones del biotopo Helophyta (5 taxa), seguida del biotopo Acropleustophyta (2 taxa) y por último Mesopleustophyta (una especie), indicándose el dominio de especies que dan paso a las plantas terrestres (Figura 9-17 y Mapa 9-3).

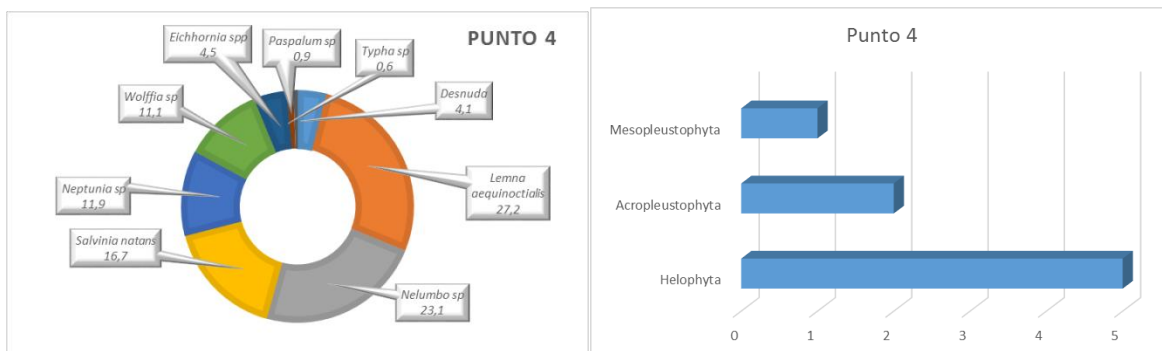


Figura 9-17. Punto 4 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

En el punto 5 se presentaron tres taxa predominado por área de cobertura *Lemna aequinoctialis* con un 1%, seguida por *Eichhornia crassipes* y *Salvinia sp*, con coberturas del 0,6% respectivamente; como se evidencia, la cobertura por macrófitas fue poca, predominando las áreas sin ellas (área desnuda); así mismo se evidenció que el biotopo predominante fue Acropleustophyta con dos taxa de tres, seguido por Helophyta, lo que indica el dominio de macrófitas flotantes sobre las enraizadas (Figura 9-18 y Mapa 9-3).

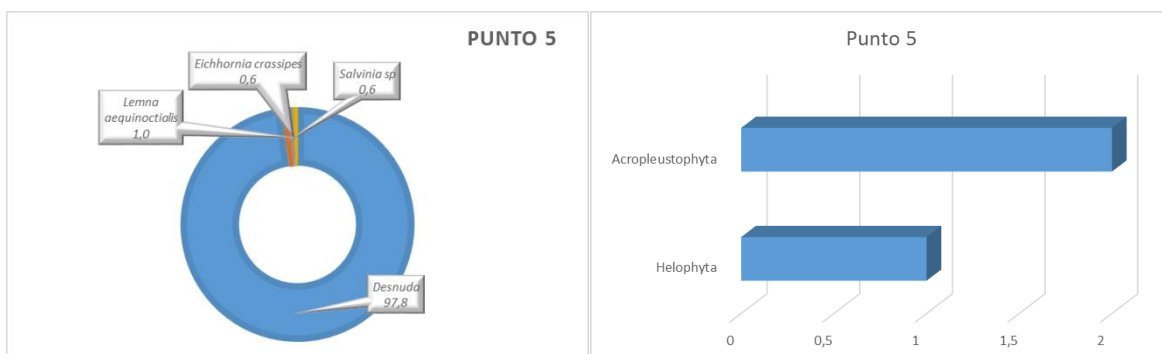


Figura 9-18. Punto 5 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

En el punto 6 se presentaron ocho taxa predominado *Eichhornia crassipes* y *Lemna aequinoctialis* con coberturas del 31,3 y 28,9% respectivamente, seguidas por *Wolffia sp* y *Neptunia sp* con 12,5 y 9,7%, respectivamente; mientras que las taxa restantes presentaron baja cobertura, *Cyperus sp1* (1,3%), *Mimosa sp* (0,3%), *Salvinia auriculata* (0,3) y *Salvinia mutans* (0,2%). Igualmente se observó que cinco taxa correspondieron al biotopo Helophyta, seguido por las Acropleustophyta con dos taxa, y por último las Mesopleustophyta, lo que indica el dominio de taxa de plantas enraizadas en el sedimento y cuya estructura vegetativa se encuentra la mayor parte del tiempo sobre la superficie del agua, siendo el grupo de plantas que dan paso de manera gradual a la vegetación terrestre (Figura 9-19 y Mapa 9-3).

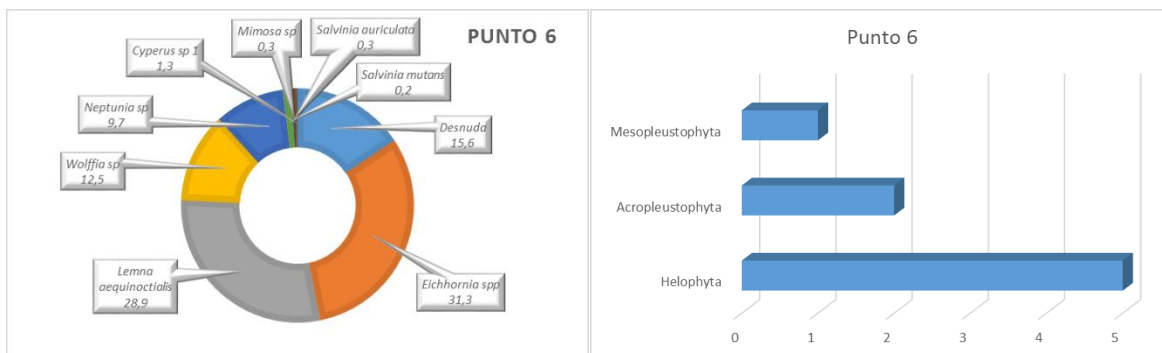


Figura 9-19. Punto 6 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

En el punto 7 también se presentaron ocho taxa, con prevalencia de *Eichhornia crassipes* y *Lemna aequinoctialis* con un coberturas del 45,9 y 19,6% respectivamente, seguidas por *Neptunia* sp y *Wolffia* sp con aportes del 18,3 y 9,9%, mientras que *Paspalum* sp (2,1%), *Typha* sp (2,1%), *Salvinia auriculata* (1,6%) y *Salvinia natans* (0,7%) reportaron baja cobertura. Igualmente se observó que cinco taxa correspondieron al biotopo Helophyta, seguido por las Acropleustophyta con dos taxa, y por último las Mesopleustophyta, lo que indica el dominio de taxa de plantas enraizadas en el sedimento y cuya estructura vegetativa se encuentra la mayor parte del tiempo sobre la superficie del agua, siendo el grupo de plantas que dan paso de manera gradual a la vegetación terrestre (Figura 9-19 y Mapa 9-3).

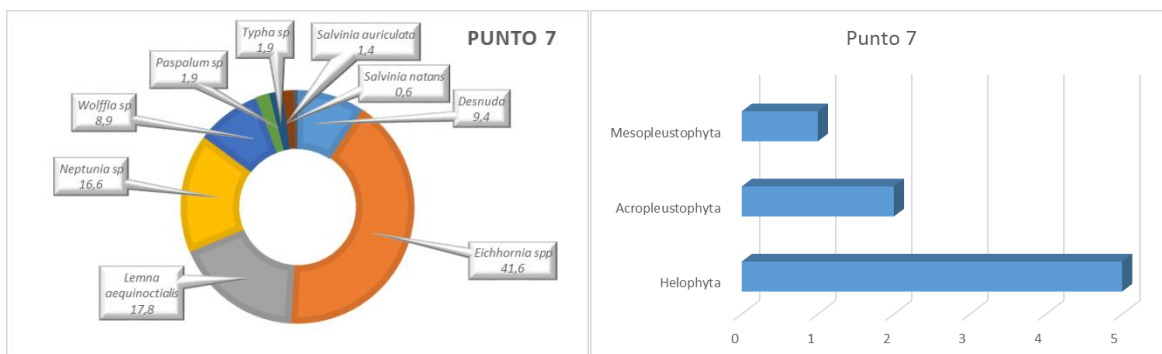


Figura 9-20. Punto 7 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

En el Punto 8 la especie con mayor cobertura correspondió a *Wolffia* sp, (8,4%) seguida de *Lemna aequinoctialis* (4,1%), *Mimosa* sp (3,1%), *Eichhornia* spp (1,3%) y *Salvinia* sp (0,3%). Este punto también presentó baja cobertura de macrófitas, ya que la mayor parte del área evaluada correspondió a zona sin vegetación acuática (82,9%). Allí se presentó el dominio de las taxa Acropleustophyta y Helophyta, con dos taxa cada una, seguido de las taxa Mesopleustophyta, es decir, en el Punto se presentaron taxa errantes o flotantes, tanto las que se encuentran enraizadas con estructura vegetativa sobre la superficie del agua (Figura 9-21 y Mapa 9-3).

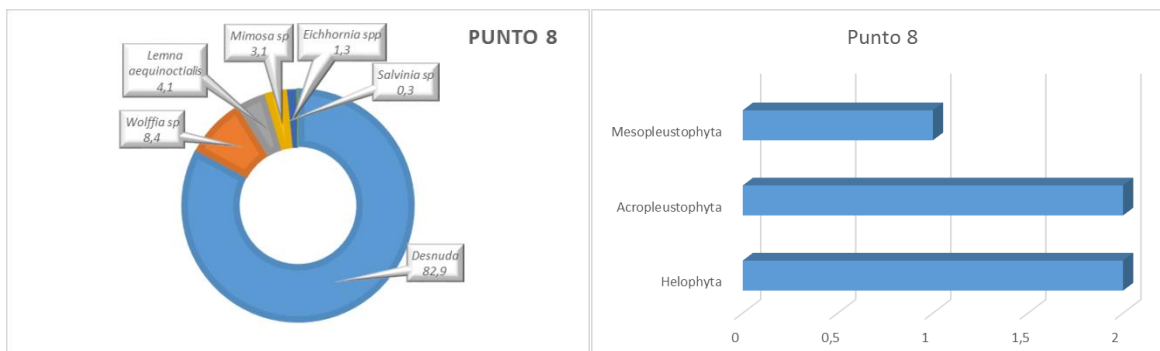


Figura 9-21. Punto 8 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Para el Punto 9 se evidenció el predominio *Typha sp* y *Eichhornia crassipes* con coberturas del 25 y 17,6% respectivamente, seguido de *Lemna aequinoctialis* con un 16,1%, *Neptunia sp* con un 12,4%, *Nelumbo sp* (6,1%), *Salvinia auriculata* con un 3,9%, y *Paspalum sp* con 3,8%. Por su parte el biotopo predominante correspondió a Helophyta o plantas enraizadas en el sedimento y cuya estructura vegetativa se encuentra la mayor parte del tiempo sobre la superficie del agua, este grupo de plantas da paso de manera gradual a la vegetación terrestre. También se presentaron dos taxa pertenecientes al biotopo Acropleustophyta, el cual corresponde a plantas flotantes o errantes que usan el CO₂ atmosférico y con una sola especie se encontró el biotopo Mesopleustophyta correspondiente a plantas flotantes o errantes que viven inmersas en la columna de agua y cuyo uso de CO₂ se realiza de la columna de agua (Figura 9-22 y Mapa 9-3).

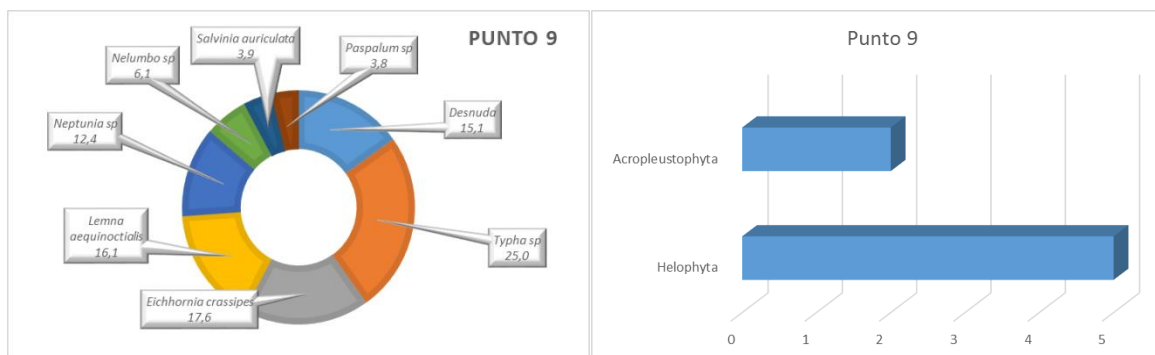


Figura 9-22. Punto 9 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Para el Punto 10 se observó una sola especie, *Lemna aequinoctialis* con un 0,1% de cobertura y cuyo biotopo es Acropleustophyta, el cual corresponde a plantas flotantes o errantes que usan el CO₂ atmosférico (Figura 9-23 y Mapa 9-3).



Figura 9-23. Punto 10 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

9.1.1.2 Comunidades de consumidores

Zooplankton

En la Ciénaga El Convento, la comunidad zooplanctónica estuvo representada por 35 taxa, distribuidas en 21 familias, 8 Órdenes, 5 Clases y 3 Phylum (Cuadro 9-8). La clase Eurotatoria, representó un 57,1% de la riqueza total (20 taxa), seguida por las Clases Branchiopoda con 17,1% (6 taxa), Lobosa con 14,3% (5 taxa), mientras que las clases Maxillopoda y Ostracoda contribuyeron a la riqueza con 3 y 1 morfoespecie cada una, representando una contribución del 8,6 y 2,9% respectivamente (Figura 9-24-A-B)

Cuadro 9-8. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga El Convento

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|--------------|------------|--------------|-------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Animalia | Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca | Bosminidae | <i>Bosmina sp1</i> | |
| | | | | Moinidae | <i>Moina brachiata</i> | |
| | | | | | <i>Moina sp</i> | |
| | | | | | <i>Ceriodaphnia</i> | |
| | | | | | <i>Diaphanosoma sp</i> | |
| | | | | | <i>Diaphanosoma sp1</i> | |
| | | | Calanoida | ND | Calanoida Morfoespecie 1 | |
| | | Maxillopoda | Cyclopoida | ND | Cyclopoida Morfoespecie 1 | |
| | | | | ND | Larva Nauplio | |
| | | | | ND | Larva Nauplio | |
| | | Ostracoda | ND | ND | Ostracoda Morfoespecie 1 | |
| | | Rotifera | Eurotatoria | Flosculariaceae | Trochosphaeridae | <i>Filinia longiseta</i> |
| | | | | | Trochosphaeridae | <i>Filinia sp</i> |
| | | | | | Trochosphaeridae | <i>Filinia terminalis</i> |
| | | | | Asplanchnidae | | <i>Asplanchna priodonta</i> |
| | | | | | | <i>Asplanchna sp</i> |
| | | | | Ploima | | <i>Brachionus angularis</i> |
| | | | | | | <i>Brachionus calyciflorus</i> |
| Brachionidae | | | | | <i>Brachionus caudatus</i> | |
| | | | | | <i>Brachionus havanaensis</i> | |
| | | | | | <i>Brachionus urceolaris</i> | |

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|-----------|--------|-------------|----------------|-----------------------------|
| | | | | | <i>Keratella sp</i> |
| | | | | | <i>Keratella sp1</i> |
| | | | | Euchlanidae | <i>Euchlanis sp</i> |
| | | | | Gastropodidae | <i>Gastropus spp</i> |
| | | | | | <i>Lecane sp3</i> |
| | | | | Lecanidae | <i>Lecane spp</i> |
| | | | | | <i>Lecane luna</i> |
| | | | | Lepadellidae | <i>Lepadella sp</i> |
| | | | | Notommatidae | <i>Cephalodella sp</i> |
| | | | | Trichocercidae | <i>Trichocerca sp 1</i> |
| | | | | | <i>Arcella dentata</i> |
| | | | | Arcellidae | <i>Arcella discoides</i> |
| | | | | | <i>Arcella sp</i> |
| Protozoa | Amoebozoa | Lobosa | Arcellinida | Centropyxidae | <i>Centropyxis aculeata</i> |
| | | | | Diffugiidae | <i>Diffugia sp 2</i> |

Al observar las abundancias de las Clases se evidenció el predominio de los representantes de la Clase Eurotatoria, la cual contribuyó con el 88,7% de la abundancia total (4914,4 Organismos/L), seguido por el aporte realizado por la Clase Maxillopoda con 507,6 Organismos/L (9,2% de la abundancia total), Branchiopoda con 72,9 Organismos/L (1,3%), y las clases Lobosa y Ostracoda con 30,9 y 16,1 Organismos/L, respectivamente, lo que representa aportes del 0,6 y 0,3% (Figura 9-24 A-C).

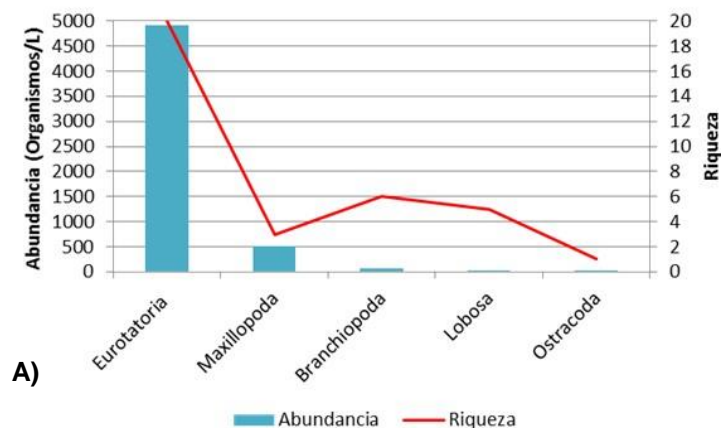
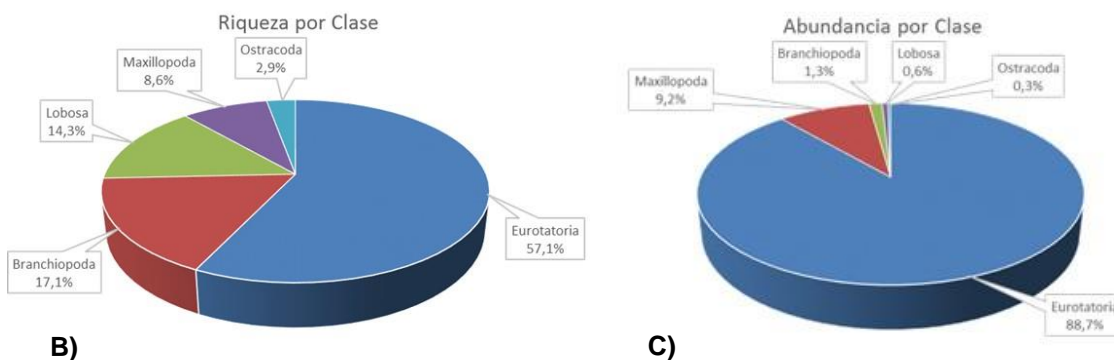
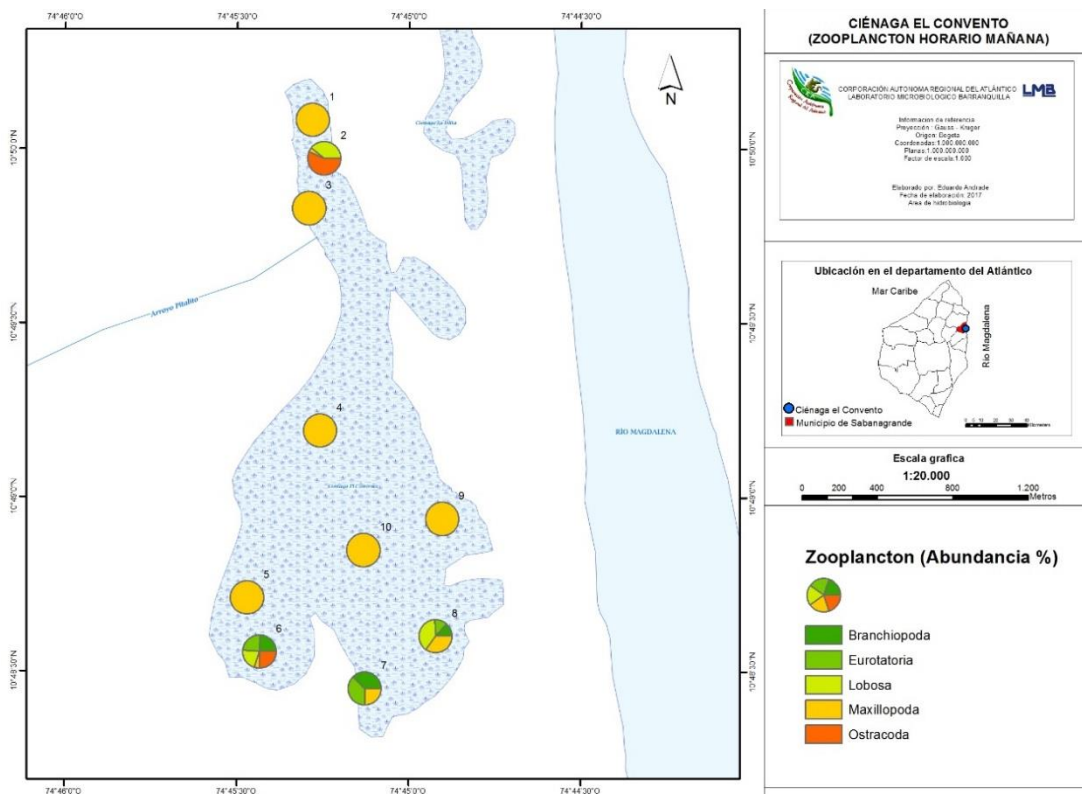


Figura 9-24. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga El Convento, A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

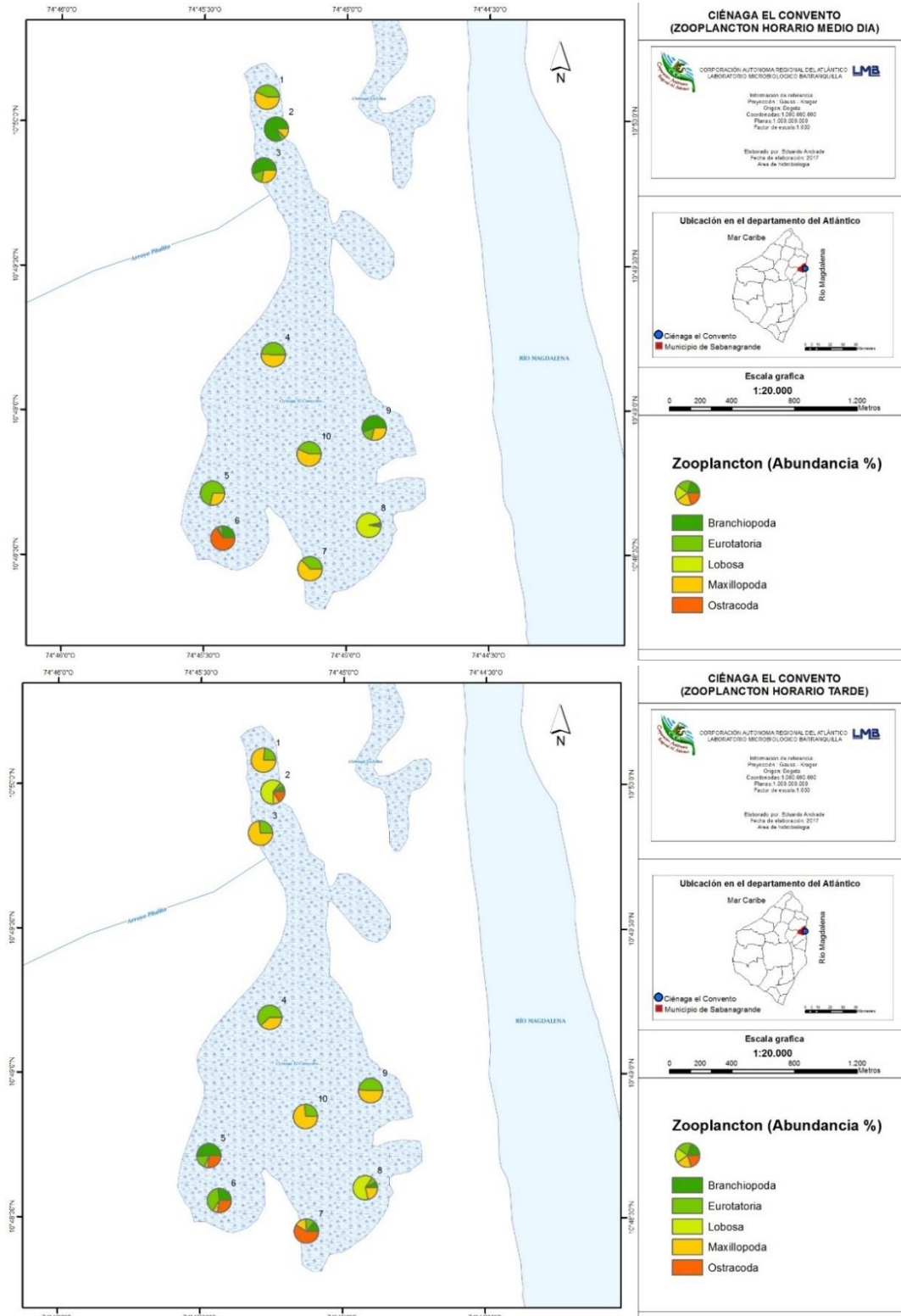


Continuación Figura 9-24. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga El Convento, A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

El grupo de los rotíferos (Eurotatoria) en términos de diversidad taxonómica y abundancia fueron los mayor contribuidores a dentro del zooplancton de la Ciénaga El Convento (Figura 9-24-A), este dominio de los rotíferos es normal en ecosistemas continentales tropicales, debido a que estos organismos son oportunistas y capaces de soportar cambios ambientales. En el Mapa 9-4, se observan los cambios en las abundancias de los Clase por cada horarios de muestreo.



Mapa 9-4. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga El Convento



Continuación Mapa 9-4. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga El Convento

La riqueza fluctuó entre 6 (Punto 10-AM) y 17 taxones (Punto 6-AM). La estructura de la comunidad observada desde la equidad por el índice de Pielou, demostró que toda la ciénaga posee una equidad baja a media, ya que sus valores fluctuaron entre 0,37 (Punto 6-M) y 0,69 (Punto 10-AM). Por su parte el índice de dominancia de Simpson reveló que las comunidades zooplanctónicas de los Puntos 1 (M y AM), 6 (PM y M) y 7 (AM) presentan taxones dominantes (valores entre 0,65 y 0,64), mientras que en los Puntos 3 AM, 6 AM 9 AM y 5 AM, presenta no presenta dominancia (Cuadro 9-9).

Cuadro 9-9. Índices ecológicos del Zooplancton en la Ciénaga El Convento

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|--------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 7 | 0,41 | 0,80 | 0,64 |
| P2-AM | 9 | 0,49 | 1,07 | 0,52 |
| P3-AM | 9 | 0,68 | 1,49 | 0,29 |
| P4-AM | 7 | 0,49 | 0,96 | 0,47 |
| P5-AM | 8 | 0,64 | 1,33 | 0,38 |
| P6-AM | 17 | 0,54 | 1,53 | 0,35 |
| P7-AM | 12 | 0,39 | 0,97 | 0,60 |
| P8-AM | 14 | 0,51 | 1,34 | 0,41 |
| P9-AM | 8 | 0,61 | 1,26 | 0,36 |
| P10-AM | 6 | 0,69 | 1,24 | 0,38 |
| P1-M | 8 | 0,39 | 0,80 | 0,65 |
| P2-M | 9 | 0,52 | 1,15 | 0,48 |
| P3-M | 8 | 0,50 | 1,03 | 0,48 |
| P4-M | 9 | 0,47 | 1,04 | 0,53 |
| P5-M | 8 | 0,49 | 1,01 | 0,52 |
| P6-M | 9 | 0,37 | 0,82 | 0,64 |
| P7-M | 11 | 0,57 | 1,38 | 0,38 |
| P8-M | 11 | 0,52 | 1,25 | 0,41 |
| P9-M | 7 | 0,57 | 1,12 | 0,43 |
| P10-M | 7 | 0,55 | 1,08 | 0,46 |
| P1-PM | 7 | 0,49 | 0,96 | 0,54 |
| P2-PM | 11 | 0,49 | 1,19 | 0,47 |
| P3-PM | 9 | 0,54 | 1,19 | 0,39 |
| P4-PM | 9 | 0,53 | 1,17 | 0,44 |
| P5-PM | 10 | 0,47 | 1,07 | 0,55 |
| P6-PM | 10 | 0,38 | 0,87 | 0,64 |
| P7-PM | 10 | 0,59 | 1,35 | 0,39 |
| P8-PM | 13 | 0,51 | 1,30 | 0,40 |
| P9-PM | 7 | 0,53 | 1,03 | 0,45 |
| P10-PM | 7 | 0,60 | 1,17 | 0,43 |

A continuación se tabulan los procesos de bioindicación para las morfoespecies reportadas por la comunidad zooplanctónica. La determinación de la bioindicación se realizó con base en el libro de Pinilla (2000), con el cual se observan los múltiples procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas reportadas (Cuadro 9-10).

Cuadro 9-10. Procesos bioindicados por las taxa zooplanctónicas

Arthropoda

No Indicado

Diplostraca

Tendencia a la Oligotrofia, Aguas Oxigenadas

Bosmina sp1

Moina sp

Moina sp

Tendencia a Eutrofia, pH con tendencia alcalina, Tolerancia a hipoxia, Estratificación

Calanoida

Cyclopoida

Maxillopoda ND

Meso a Eutrofia

Aguas mineralizadas

Aguas mineralizadas

Mesotrofia

No Indicado

No Indicado

Rotifera

Eutrofia, Estratificación

Ploima

Brachionus angularis

Brachionus calyciflorus

Brachionus caudatus

Brachionus havanaensis

Brachionus urceolaris

Keratella sp

Keratella sp1

No Indicado

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

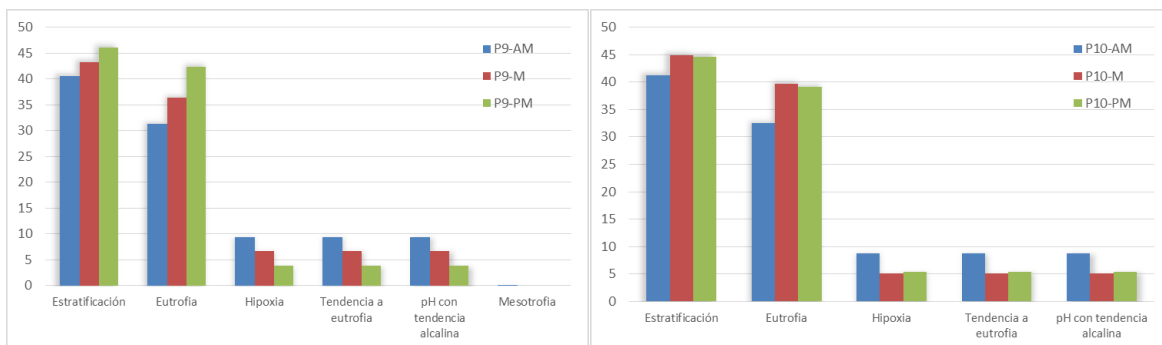
Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Por otro lado se realizó el análisis de la bioindicación asociado a la densidad con el fin de determinar las bioindicaciones predominantes; para lo cual se utilizaron las bioindicaciones generales o de los grupos taxonómicos grandes (hasta sub Orden). Con lo anterior se observó la bioindicación predominante para cada punto de muestreo durante cada hora monitoreada, así las cosas, se observó el predominio de la estratificación y la Eutrofia en todos los puntos monitoreados en la Ciénaga El Convento; tanto en las horas de la mañana, del medio día y de la tarde; acompañado por las bioindicaciones con tendencia a Eutrofia, hipoxia y pH con tendencia alcalina (Figura 9-25).



Figura 9-25. Procesos bioindicados por los grupos taxonómicos grandes en los puntos evaluados de la Ciénaga El Convento, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-25. Procesos bioindicados por los grupos taxonómicos grandes en los puntos evaluados de la Ciénaga El Convento, durante los horarios de muestreo

Para determinar las diferencias entre los horarios de monitoreo y los resultados de la comunidad zooplanctónica, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, evidenciándose que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las abundancias entre los diferentes horarios de muestreo (P valor= 0,983), con nivel de confianza del 95%.

Para determinar las diferencias espaciales se utilizó el análisis de similitud utilizando el método del vecino más cercano y como distancia métrica el índice de similitud de Bray-Curtis, usándose los datos a nivel de morfoespecie (Figura 9-26). Se evidenció que los puntos 1, 2 y 3 (de todos los horarios), presentan menores similitudes con respecto a los demás puntos, lo que puede deberse a que se presentaron abundancias muy altas, comparadas con los demás.

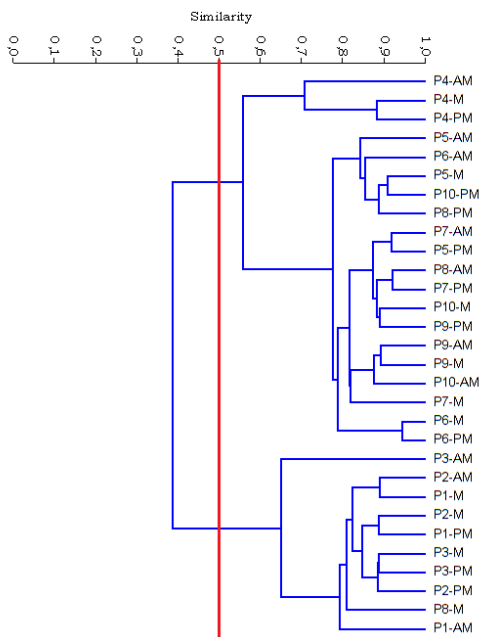


Figura 9-26. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Convento a nivel de especie/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad zooplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga El Convento se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 10 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 82,9% de la variación total (Tabla 9-4). Las variables físicoquímicas se asociaron fuertemente con el primer eje, sobre el sector positivo se ubicaron el pH, el oxígeno disuelto, la temperatura y el porcentaje de saturación de oxígeno. Los puntos de muestreo presentaron tendencia hacia éste sector. Igualmente, en el sector negativo del eje se ubicó la conductividad. Al graficarse la elipse del 95% de correlación se observó correlación entre las variables físicoquímicas y los puntos de muestreo, excepto en los Puntos 4 y 6, los cuales se ubicaron fuera del área de cobertura; igualmente las especies *Brachionus angularis*, *Gastropus* spp. Por otro lado, al observar el segundo eje, se ubicaron sobre el sector positivo los puntos 1, 10, 9 y 6; igualmente en el sector negativo del segundo eje se ubicaron los puntos 3, 4, 5, 8 y 7 los que presentaron mayor correlación con la Morfoespecie 1 de Cyclopoida especies que en su mayoría bioindican presencia de eutrofia y sistemas estratificados. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-27.

Tabla 9-4. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 7,6389 | 77,027 | 77,0 |
| 2 | 0,5867 | 5,9163 | 82,9 |
| 3 | 0,5071 | 5,1129 | 88,1 |
| 4 | 0,3727 | 3,7582 | 91,8 |
| 5 | 0,2967 | 2,9913 | 94,8 |
| 6 | 0,2109 | 2,1268 | 96,9 |
| 7 | 0,1174 | 1,1836 | 98,1 |
| 8 | 0,103 | 1,0384 | 99,2 |
| 9 | 0,0494 | 0,4981 | 99,7 |
| 10 | 0,0344 | 0,3471 | 100,0 |

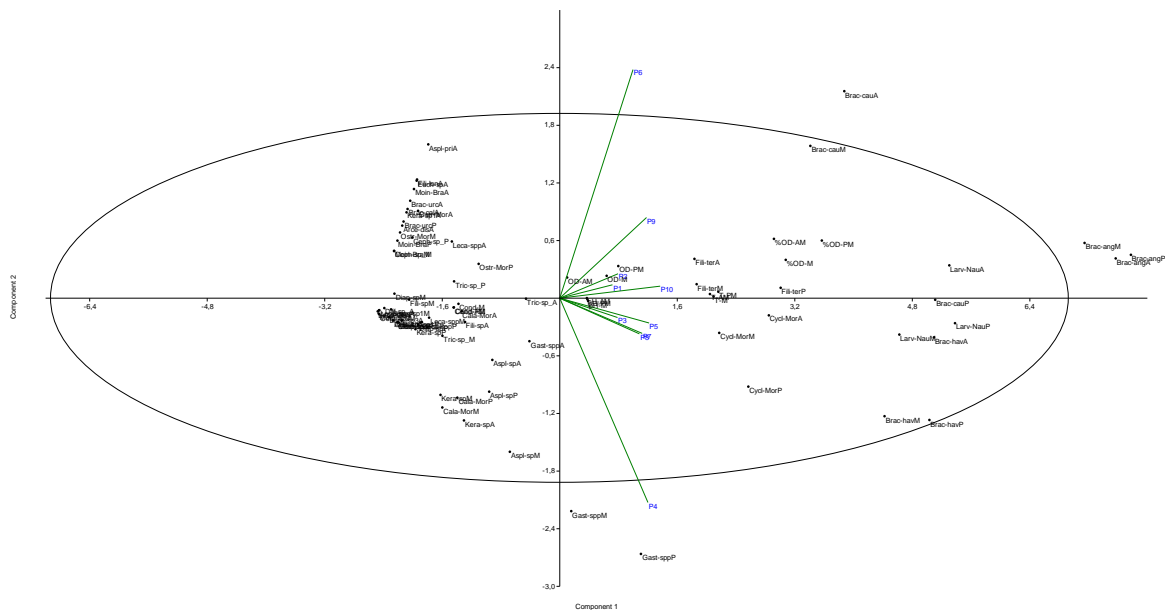


Figura 9-27. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Representación gráfica y B) con la elipse del 95%

Es así como el zooplancton utilizado como indicador de cambios de las condiciones naturales, permite evaluar cambios ocurridos en una escala de tiempo relativamente corto, ya que su variabilidad en la columna de agua puede estar influenciada por diversos factores tales como la velocidad de la corriente, la velocidad del viento y la penetración de la luz migración en la columna de agua, entre otros factores, que permiten o no su desarrollo, por lo anterior, y debido a que las variaciones de la comunidad zooplanctónica estuvieron supeditadas a sus áreas de influencia, es posible indicar que no se encontró evidencia de eventos, que interfirieran en el desarrollo de la comunidad.

Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga El Convento estuvieron presentes en ocho de los 10 puntos monitoreados, con excepción de los Puntos 3 y 10. La comunidad estuvo representada por 7 morfoespecie pertenecientes a 5 familias, 5 Ordenes y 4 clases (Cuadro 9-11), la Clase Insecta contribuyó a la riqueza en mayor proporción, 43% de la riqueza total, lo que correspondió a 3 taxa; seguido de las Clases Clitellata con 29% (2 morfoespecie) y por último y en menor proporción las clases Bivalvia y Ostracoda con 14% (1 morfoespecie) cada una (Figura 9-28 A-B).

Cuadro 9-11. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga El Convento

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|-----------|------------|------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| Animalia | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Tubificidae | <i>Morfoespecie 1</i> |
| | | | | | <i>Morfoespecie 2</i> |
| | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Morfoespecie 1</i> |
| | | | | | <i>Pupa</i> |
| | | | Diptera | Tipulidae | <i>Morfoespecie 2</i> |
| | | | | | <i>Cypricercus</i> |
| Ostracoda | Podocopida | Cyprididae | <i>Cypricercus</i> | | |
| Mollusca | Bivalvia | Veneroidea | Cyrenidae | <i>Corbicula sp</i> | |

En la Figura 9-28 A-C, se pueden ver los aportes de los macroinvertebrados bentónicos, se analizó la abundancia por Clase, lo que permitió indicar que el grupo Insecta es el de mayor densidad con 1995,3 Organismos/m² (78%), seguida de la Clase Clitellata con 365,8 Organismos/m² (14%) y por último las Clases Ostracoda y Bivalvia con 174,6 (7%) y 18,7 Organismos/m² (1%), respectivamente.

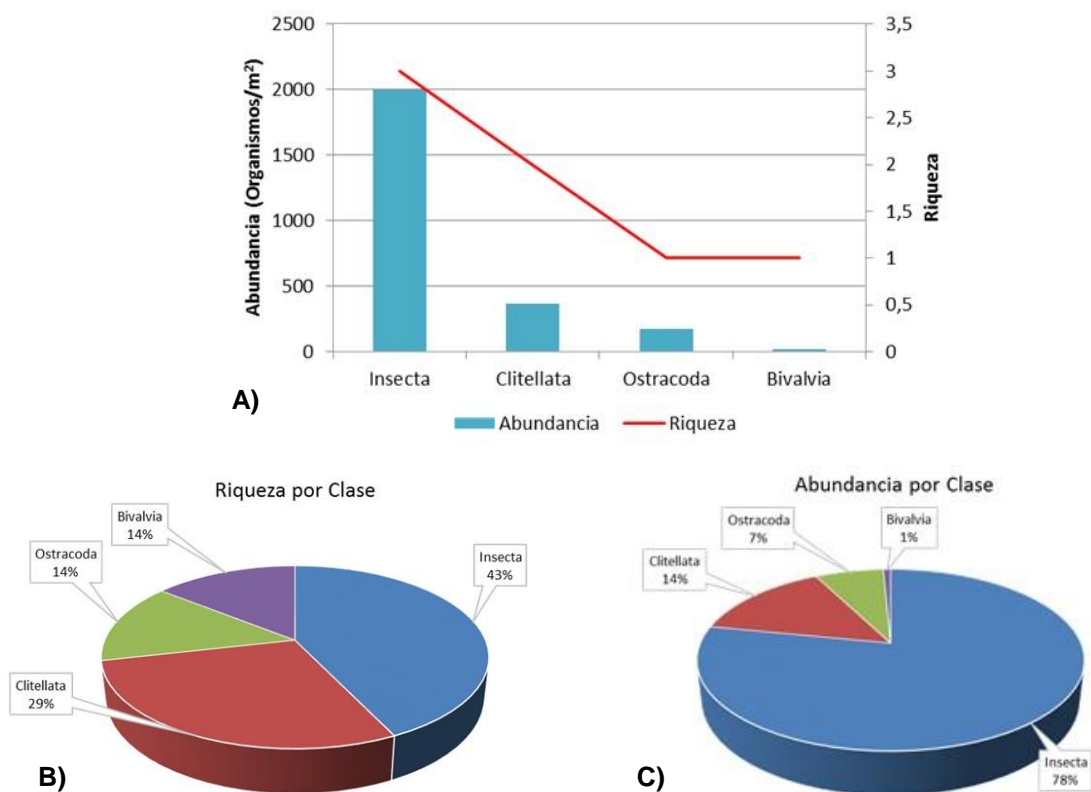
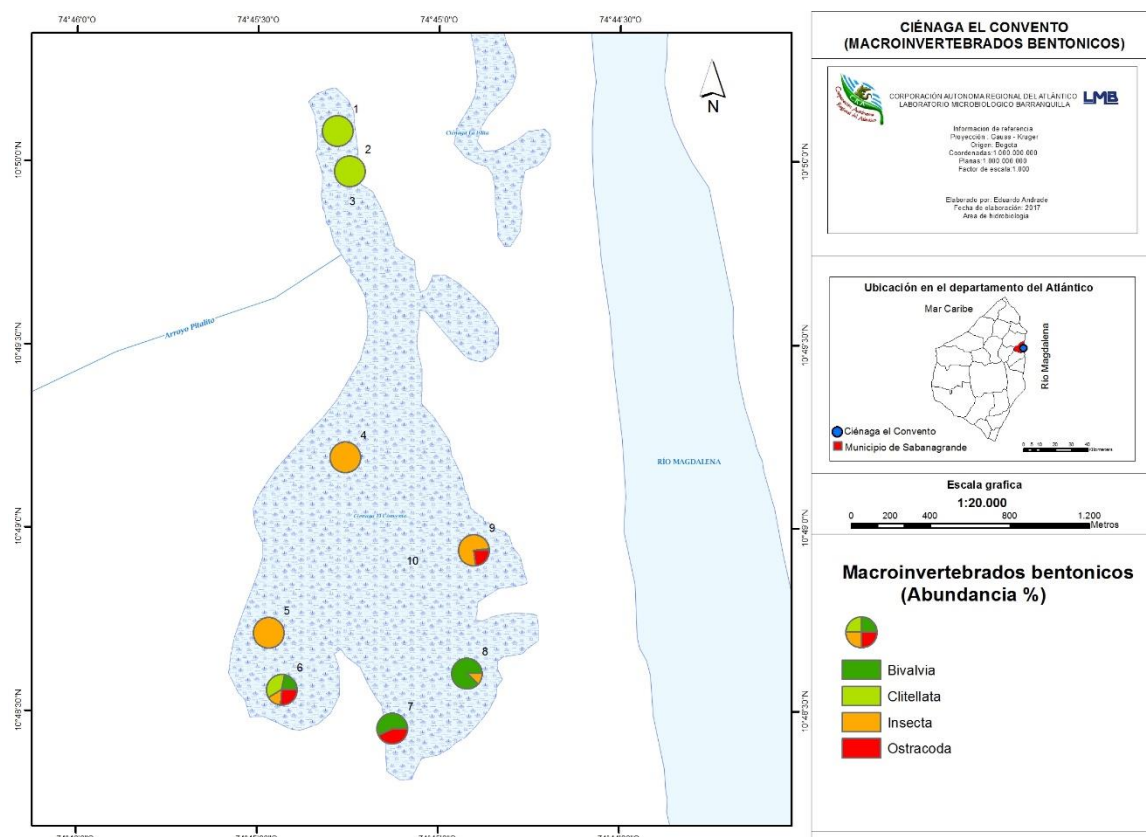


Figura 9-28. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga El Convento. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

Al analizar las abundancias de las clases por punto de muestreo, se puede ver que hay cambios espaciales. Así, los clitelados predominaron en los puntos 1 y 2, los insectos en los puntos 4, 5 y 9 y los bivalvos en los Puntos 7 y 8; mientras que las abundancias fueron más equitativas en el punto 6 (Mapa 9-5).



Mapa 9-5. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo, Ciénaga El Convento

Los índices ecológicos calculados permitieron evidenciar que la riqueza de morfoespecies fue mayor en el Punto 6 (5 taxa), seguida del Punto 9 (4 taxa), siendo menor los Puntos 5 y 2 (1 especie). La estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, demostró que esta fue total en los Puntos 2 y 5 (por presentar solo una especie), más los Puntos 9 y 8 presentaron las mayores dominancias ($\lambda' = 0,93$ y $0,92$ respectivamente) y el Punto 6 las menores ($\lambda' = 0,55$) (Cuadro 9-12). Así mismo observando la equidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, con el índice de Pielou, se evidenció que el Punto 1 presentó una equidad alta (0,81), mientras que los Puntos 9 y 8 tienden a la entropía (0,13 y 0,25 respectivamente); el otro índice de equidad evaluado, el índice de Shannon-Wiener, arrojó valores entre 0,17 (Punto 8) y 0,86 (Punto 6), valores que indicaron bajas diversidades de fitoplancton en la ciénaga.

Cuadro 9-12. Índices ecológicos del fitoplancton en la Ciénaga El Convento

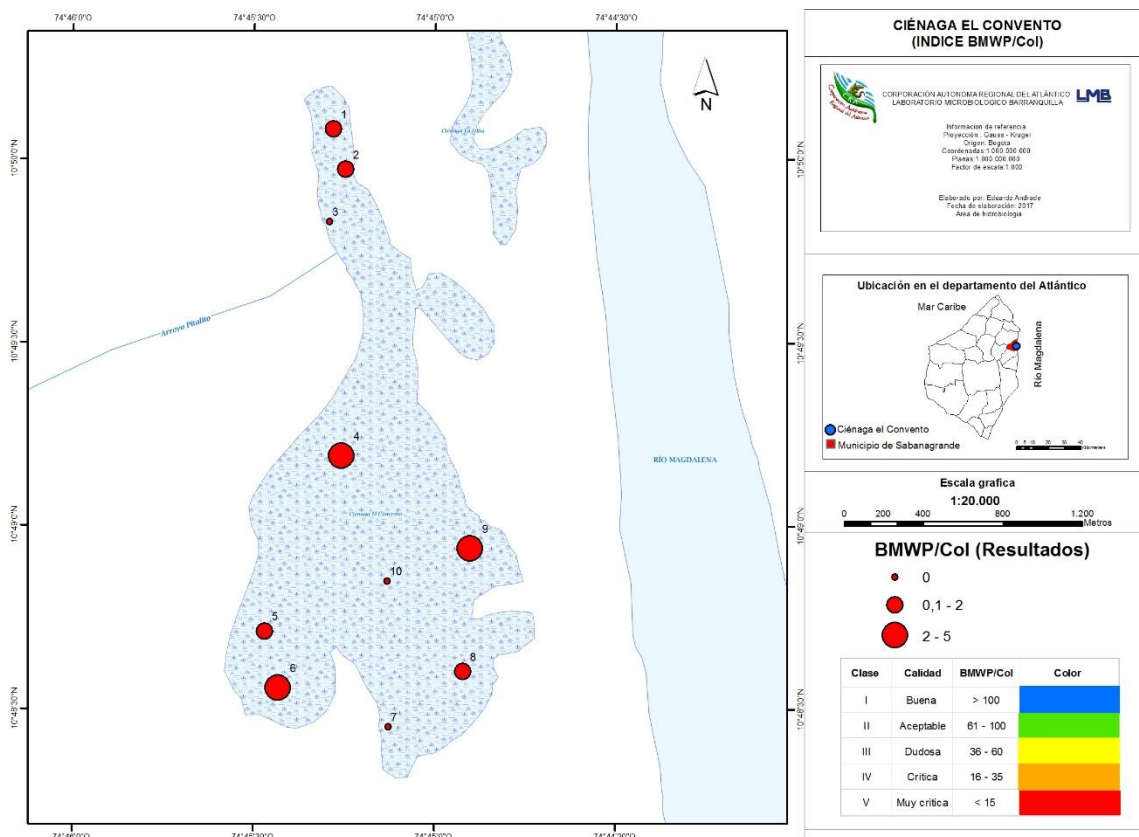
| | Riqueza S | Índice de Pielou J' | Shannon-Wiener H'(loge) | Índice de Simpson λ' |
|---------|--------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Punto 1 | 2 | 0,81 | 0,56 | 0,62 |
| Punto 2 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| Punto 4 | 2 | 0,65 | 0,45 | 0,72 |
| Punto 5 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| Punto 6 | 5 | 0,53 | 0,86 | 0,55 |
| Punto 7 | 2 | 0,54 | 0,38 | 0,78 |
| Punto 8 | 2 | 0,25 | 0,17 | 0,92 |
| Punto 9 | 4 | 0,13 | 0,18 | 0,93 |

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que la Ciénaga El Convento presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas” en todos los Puntos evaluados (Cuadro 9-13). El Mapa 9-6 muestra la distribución del índice en los puntos de la ciénaga.

Cuadro 9-13 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga El Convento

| | Punto 1 | Punto 2 | Punto 4 | Punto 5 | Punto 6 | Punto 7 | Punto 8 | Punto 9 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Familias que puntúan | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 |
| Índice BMWP/Col | 1 | 1 | 5 | 2 | 3 | 0 | 2 | 3 |
| Valor ASPT | 1,0 | 1,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | | 2,0 | 1,5 |
| EPT | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| EPT:C | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 |
| EPT:Total | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Lo anterior, unido al valor del índice ASPT, a la ausencia de efemerópteros, plecópteros, tricópteros y a los valores de los índices EPT:C, EPT:Total, ratifican dicho estado de contaminación.



Mapa 9-6. Valores del índice BMWP/Col en los puntos de la Ciénaga El Convento

Para determinar las diferencias espaciales se realizó un análisis de similitud por morfoespecie, utilizando el método UPGMA, y como distancia métrica el índice de Bray-Curtis. Se evidenció que la ciénaga presenta un comportamiento heterogéneo respecto a los puntos analizados, formándose 6 grupos diferentes que presentan una similitud menor al 50 % (Figura 9-29). Los valores de abundancias semejantes en las morfoespecies reportadas, producen que los puntos 5 y 8, así como los puntos 6 y 9 sean similares entre sí. Las abundancias similares pueden deberse a la homogeneidad entre las condiciones de los biotopos predominantes en dichos sectores.

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga El Convento se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial y temporal durante el día de muestreo.

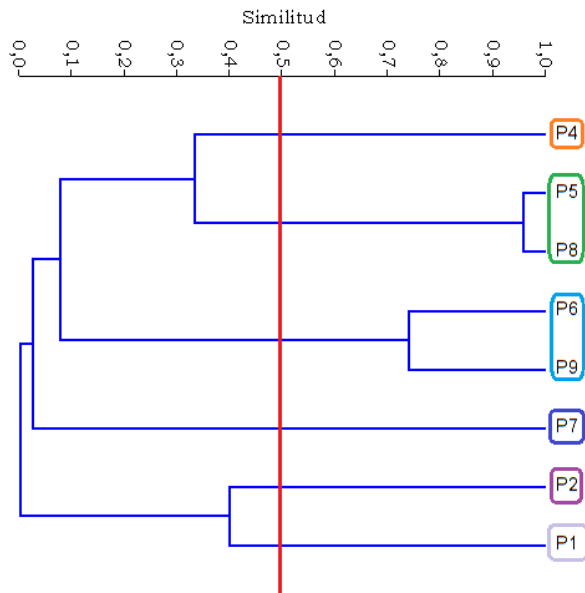


Figura 9-29. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Convento a nivel de especie/morfoespecie

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se obtuvieron ocho componentes, de los cuales se realizó el análisis exclusivo de los dos primeros componentes, los cuales determinaron el 77,7% de la variabilidad de la comunidad (Tabla 9-5). El primero de ellos presentó sobre el sector positivo del eje las variables de temperatura y porcentaje de saturación de oxígeno, así como los representantes del género *Cypricercus*, los cuales se correlacionaron positivamente con los puntos 9 y 6, a pesar de que los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector. Igualmente sobre el sector negativo del eje se ubicaron las pupas de Chironomidae y los representantes de la familia Tipulidae, todos ellos correlacionados en mayor medida con la conductividad. Al observar el segundo eje se evidencian los puntos de muestreo distribuidos en tres grupos en el sector positivo y con mayor correlación ente las variables fisicoquímicas de temperatura, oxígeno disuelto y pH, los puntos 1, 2, 4 5 y 8; muy cerca del eje central del eje se ubicó el Punto 7, correlacionado en mayor medida con el oxígeno disuelto y en el sector negativo del eje se ubicaron los puntos 9 y 6, cuya mayor correlación en este eje fue con la morfoespecie de Tubificidae y de Chironomidae y el bivalvo *Corbicula* sp. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-30.

Tabla 9-5. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 3,29413 | 55,679 | 55,7 |
| 2 | 1,30116 | 21,993 | 77,7 |
| 3 | 0,527541 | 8,9168 | 86,6 |
| 4 | 0,493859 | 8,3475 | 94,9 |
| 5 | 0,191749 | 3,241 | 98,2 |
| 6 | 0,0829188 | 1,4015 | 99,6 |
| 7 | 0,0207894 | 0,35139 | 99,9 |
| 8 | 0,00412117 | 0,069658 | 100,0 |

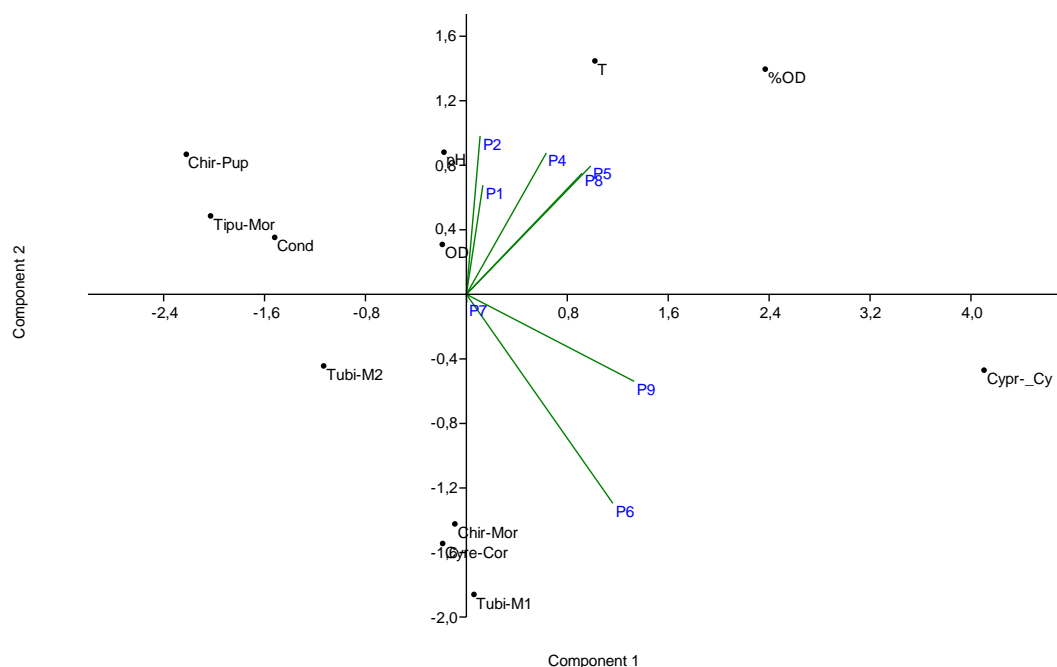


Figura 9-30. Análisis de componentes principales para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos

Especies ícticas

Después del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, la captura efectiva fue de 18 individuos pertenecientes a dos taxa: *Oreochromis niloticus*, conocido como mojarra lora o negra, del cual se capturaron 17 organismos, y una especie no identificada de la familia Poeciliidae, del cual se capturó un organismo, siendo éste colectado de las muestras de macroinvertebrados bentónicos de manera fortuita (Cuadro 9-14). Solo se colectaron organismos en los puntos 5, 6 y 9 (Mapa 9-7).

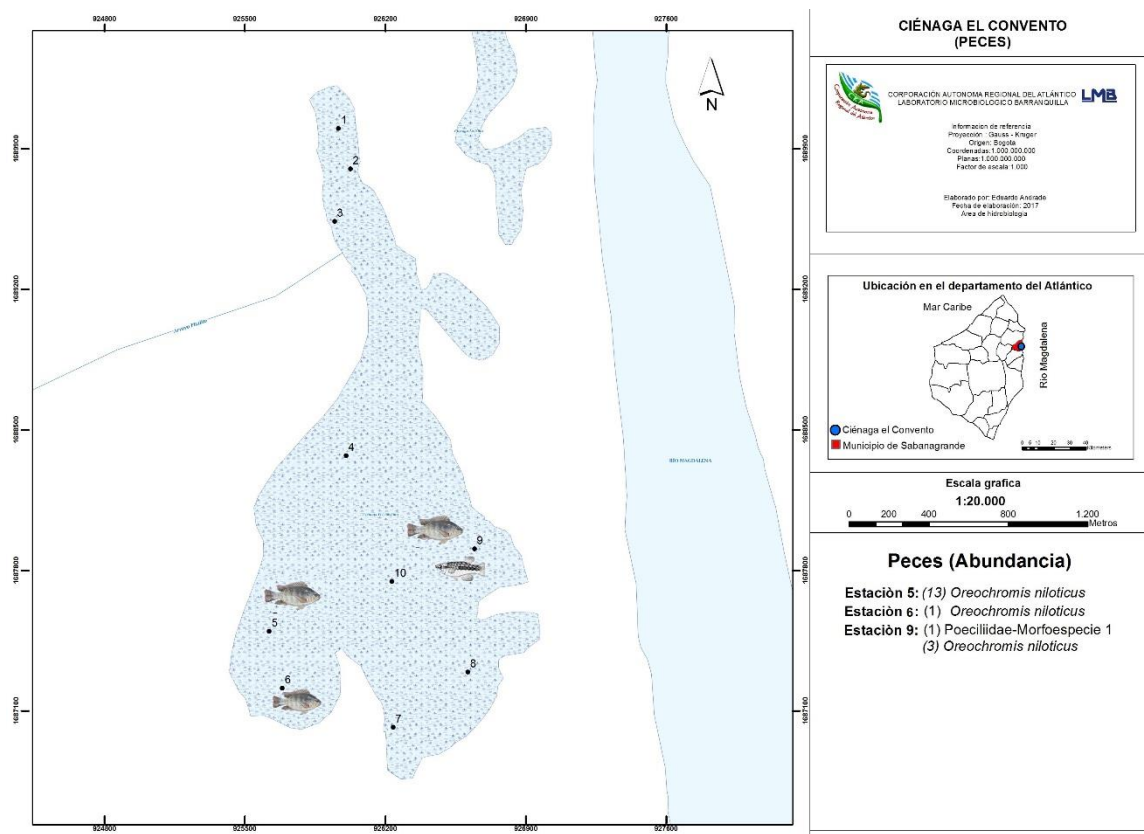
Cuadro 9-14. Composición de los peces colectados en la Ciénaga El Convento

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común |
|----------|----------|----------------|--------------------|-------------|------------------------------|---------------------------------|
| Animalia | Chordata | Actinopterygii | Perciformes | Cichlidae | <i>Oreochromis niloticus</i> | Mojarra lora - Mojarra negra |
| | | | Cyprinodontiformes | Poeciliidae | Poeciliidae | --- |
| | | | | | Morfoespecie 1 | |

Oreochromis niloticus presentó valores de longitud total (LT) comprendidos entre 33 y 191 mm. El coeficiente de variación calculado para los individuos colectados mostró que la distribución de estas tallas es homogénea, dado que es menor al 30%. Para Poeciliidae Morfoespecie 1, la LT fue de 15,4 mm (Cuadro 9-15).

Cuadro 9-15. Análisis de la longitud total por especie íctica capturada en la Ciénaga El Convento

| Nombre científico | Mínimo (mm) | Máximo (mm) | Promedio (mm) | Captura total | Desviación estándar | Coefficiente de Variación |
|------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------------|---------------------------|
| <i>Oreochromis niloticus</i> | 33 | 191 | 160,6 | 17 | 39,78 | 0,248 |
| Poeciliidae Morfoespecie 1 | 15,4 | 15,4 | 15,4 | 1 | - | 0 |



Mapa 9-7. Abundancia de la ictiofauna en los puntos de muestreo, Ciénaga El Convento

La Figura 9-31 muestra el histograma de frecuencias de las LT reportadas para los organismos capturados de *Oreochromis niloticus*. Se evidencia como la mayoría presenta tallas en el rango comprendido entre los 160 y 195 mm, solo encontrándose 4 organismos fuera de éste. La bibliografía consultada muestra que estas medidas están por debajo de la talla mínima de madurez gonadal, reportada para la ciénaga Grande de Santa Marta y sus alrededores (21,3 cm de LT, Cadavid *et al* 2011; Narváez *et al*, 2008; Ibarra *et al* 2013), tal y como se muestra en la Figura 9-32. Esta talla debe tenerse en cuenta al momento de establecer planes de manejo para esta especie en el departamento. Respecto a la talla mínima de captura, no se encontró información para esta especie en la región. Por otra parte, debido a que no se pudo identificar a un nivel taxonómico más bajo el individuo de la familia Poeciliidae, no se pudieron confirmar las tallas mínimas de madurez y de captura.

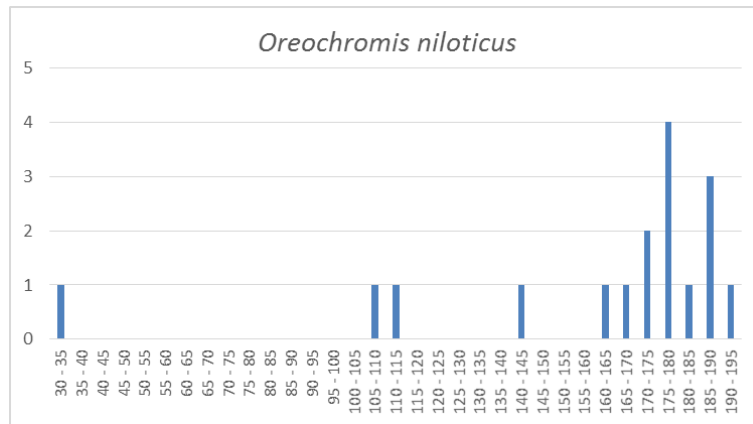


Figura 9-31. Histograma de frecuencias para las LT de *Oreochromis niloticus*

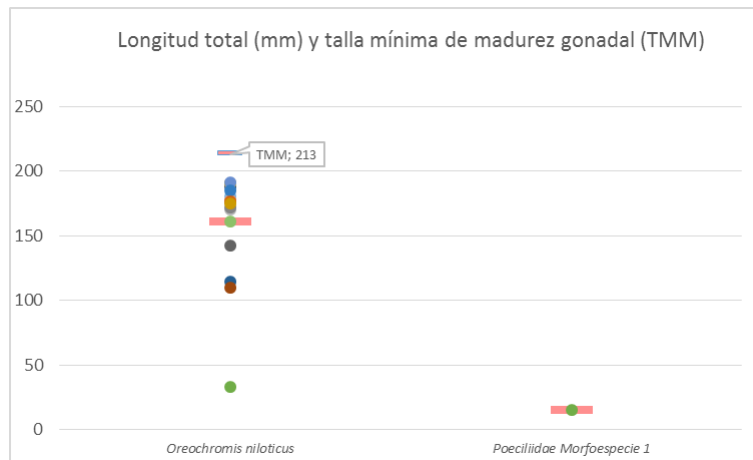


Figura 9-32. Longitud total (LT) de los individuos capturados y talla mínima de madurez gonadal (TMM), para las especies reportadas en la Ciénaga El Convento.

Finalmente, después de revisar el listado de especies silvestres amenazadas en el territorio nacional, según lo indicado por la resolución 192 del 2014, se determinó que no existen coincidencias.

9.1.2 Ciénaga de Sabanagrande

En la Ciénaga de Sabanagrande se evaluaron las comunidades de productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas), así como las comunidades de consumidores (zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna), con el fin de realizar un análisis periódico del estado trófico de este sistema.

9.1.2.1 Comunidades de productores primarios

Fitoperifiton

Para la comunidad fitoperifítica en la Ciénaga de Sabanagrande registraron 36 taxa pertenecientes a 28 familias, 19 Órdenes, 9 Clases y 5 Divisiones (Cuadro 9-16). El aporte a la riqueza realizado por la División Bacillariophyta alcanzó el 45% (16 taxa), seguida por las Cyanobacteria con un 22% (8 taxa); y la División Chlorophyta con 19% (7 taxa); en menor número se encontraron organismos de las divisiones Euglenophyta y Charophyta con contribuciones del 8,3% (3 taxa) y 5,6% (1 especie) respectivamente (Figura 9-33 A-B).

Cuadro 9-16. Composición de la comunidad Fitoperifítica en la Ciénaga de Sabanagrande

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia spp</i> | |
| | | | Cocconeidales | Cocconeidaceae | <i>Cocconeis spp</i> | |
| | | | Cymbellales | Cymbellaceae | <i>Cymbella spp</i> | |
| | | | | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema affine</i> | |
| | | | Eunotiales | Eunotiaceae | <i>Eunotia spp</i> | |
| | | | Mastogloiales | Achnantheaceae | <i>Achnanthes spp</i> | |
| | | | | Naviculaceae | <i>Gyrosigma spp</i> | |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula spp</i> | |
| | | | | Pinnulariaceae | <i>Pinnularia spp</i> | |
| | | | | Sellaphoraceae | <i>Sellaphora sp 1</i> | |
| | | | Coccinodiscophyceae | Aulacoseirales | Aulacoseiraceae | <i>Aulacoseira spp</i> |
| | | | | Coccinodisciales | Coccinodiscaceae | <i>Coccinodiscus sp 1</i> |
| | | | | Melosirales | Melosiraceae | <i>Melosira sp 1</i> |
| | | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Fragilaria sp</i> |
| | | | Mediophyceae | Stephanodisciales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella spp</i> |
| | | | Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Oscillatoriales |
| Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria spp</i> | | | | | |
| Synechococcales | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya sp 1</i> | | | | |
| | Planktolyngbyaceae | <i>Planktolyngbya spp</i> | | | | |
| | Merismopediaceae | <i>Aphanocapsa spp</i> | | | | |
| | Merismopediaceae | <i>Limnothrix spp</i> | | | | |
| | Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena sp</i> | | | | |
| | Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena sp 1</i> | | | | |
| Charophyta | Conjugatophyceae | Desmidiiales | Desmidiaceae | <i>Cosmarium sp</i> | | |
| | | | Gonatozygaceae | <i>Gonatozygon sp</i> | | |
| | | | Chlamydomonadales | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas spp</i> | |
| Plantae | Chlorophyta | Chlorophyceae | Oedogoniales | Oedogoniaceae | <i>Oedogonium spp</i> | |
| | | | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Coelastrum spp</i> | |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|--------------|------------------|--------------|----------------|--|
| | | | | Selenastraceae | <i>Monoraphidium arcuatum</i> <i>Monoraphidium sp 1</i> |
| | | Trebouxiophyceae | Chlorellales | Chlorellaceae | <i>Chlorella sp</i> |
| | | | | Oocystaceae | <i>Oocystis spp</i> |
| | | | | | <i>Euglena spp</i> |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Trachelomonas sp</i> |
| | | | | Phacaceae | <i>Phacus spp</i> |

El análisis de la abundancia muestra que prevalecen los organismos de la División Bacillariophyta con 25,2 Células/cm² que equivalen al (53%) de la abundancia total, luego se encuentran las Cyanobacteria, con 9,3 Células/cm² (22%), Chlorophyta con 7,4 Células/cm² (16%), Euglenophyta 4,3 (9%) y las Charophyta con 1,0 Células/cm² (9,3 y 2%)(Figura 9-33 A-C)..

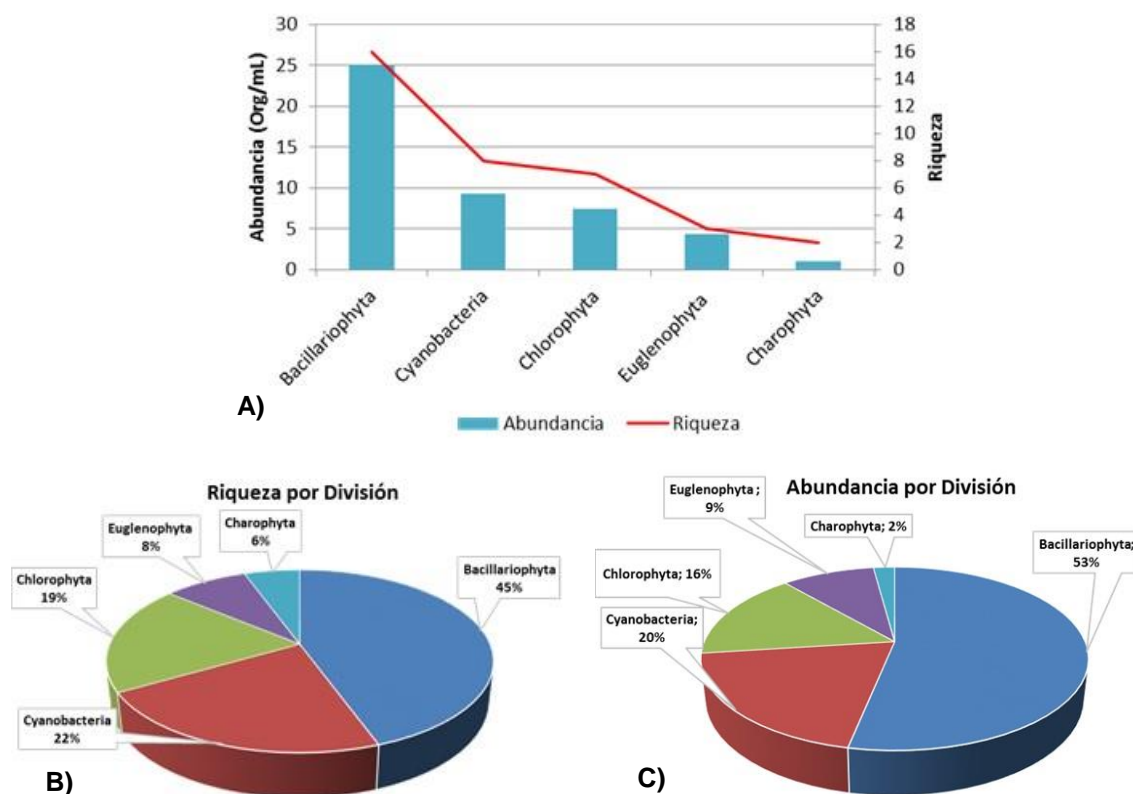


Figura 9-33. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga de Sabanagrande. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

Al observar la abundancia por punto de muestreo se evidenció que fue mayor en el Punto 2 (24,9 Células/cm²), seguido por el Punto 4 (23,5 Células/cm²), siendo menor la abundancia en el Punto 3 (17,9 Células/cm²) (Figura 9-34). Las abundancias relativas de las divisiones por punto de muestreo, pueden verse en el Mapa 9-8.

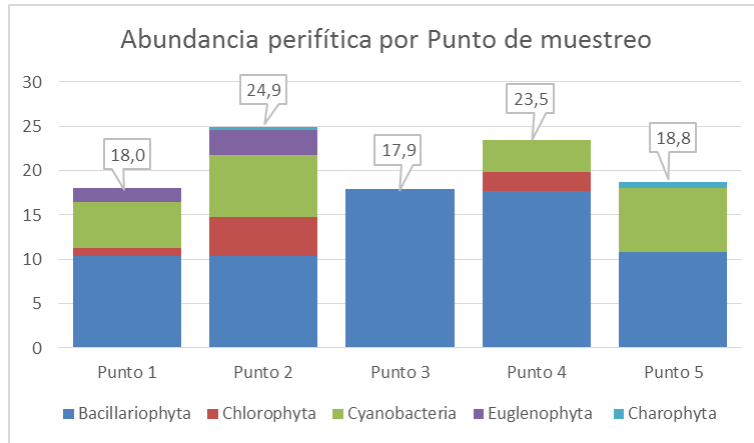
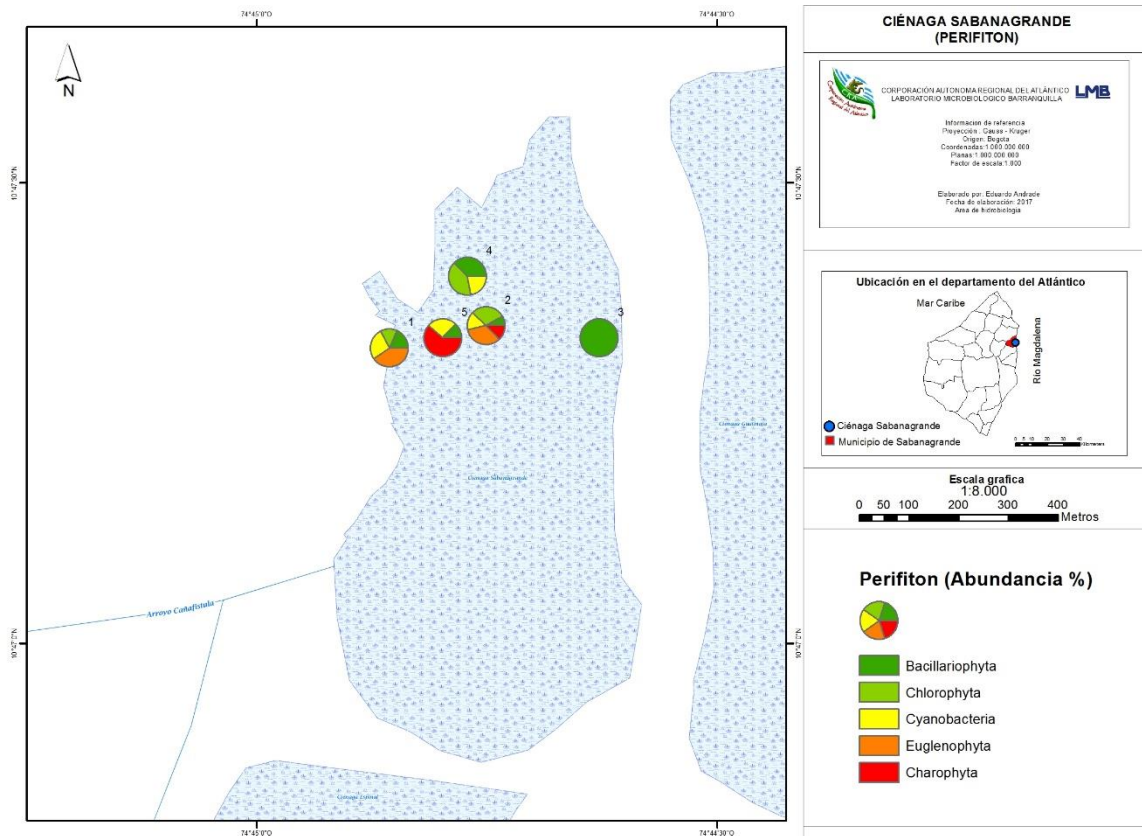


Figura 9-34. Abundancia perifítica (Divisiones) por punto de muestreo



Mapa 9-8. Abundancia del fitoperifiton en los puntos de muestreo, Ciénaga de Sabanagrande

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoperifítica en Ciénaga de Sabanagrande se observó que la estructura de la comunidad desde el índice de equidad demuestra que la ciénaga presenta una equidad alta, siendo menor en el Punto 3 (0,59);

así mismo el índice de diversidad de Shannon, presentó valores de 1,88 nits/Individuo en el Punto 3, indicando diversidad baja, 2,30 nits/Individuo en el Punto 5 y 2,80 nits/Individuo en el Punto 1, indicó diversidad media, mientras que para puntos restantes de la ciénaga, con valores mayores, indicó una diversidad muy alta. Por otra parte, la estructura de la comunidad analizada desde el punto de vista de la dominancia permitió evidenciar bajas dominancias en todos los puntos monitoreados en la ciénaga, siendo mayor en el Punto 3 (0,41) y menor en el Punto 4 (0,12) (Cuadro 9-17).

Cuadro 9-17. Índices ecológicos en la Ciénaga de Sabanagrande

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|----------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(log2) | λ' |
| Punto 1 | 11 | 0,81 | 2,80 | 0,17 |
| Punto 2 | 15 | 0,85 | 3,31 | 0,09 |
| Punto 3 | 9 | 0,59 | 1,88 | 0,41 |
| Punto 4 | 15 | 0,83 | 3,25 | 0,12 |
| Punto 5 | 8 | 0,77 | 2,30 | 0,26 |

Al realizar el análisis de bioindicación mediante las abundancias relativas de las divisiones reportadas, se encontró que los procesos de eutrofia, y aumento en la proporción de nitrógeno y fósforo, fueron los mejor representados en los puntos 1 (14,3% y 9,8%), 2 (15,4% y 10,4%), y 4 (14,4% y 12,2%); en el punto 5, el proceso mayormente bioindicado fue eutrofia (15,6%), teniendo los demás proporciones entre 9,42% y 6,1%; finalmente, en el punto 3, todos los procesos bioindicados tuvieron proporciones del 12,5%, apareciendo entre ellos también, la eutrofia y el aumento de la proporción N/P (Figura 9-35). De acuerdo a estos resultados, se puede ver como esta comunidad indica claramente la presencia de eutrofización del sistema, siendo esto consistente con la indicación del aumento en la proporción N:P, lo cual es un posible indicador de aumentos de cianobacterias.

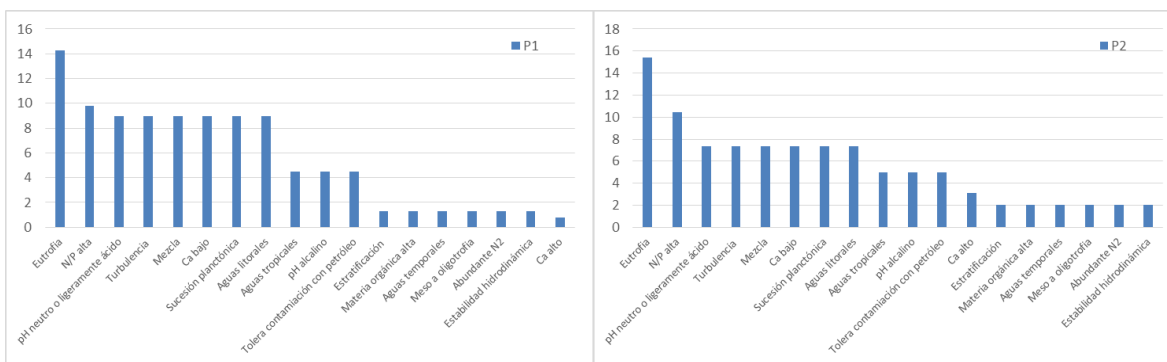
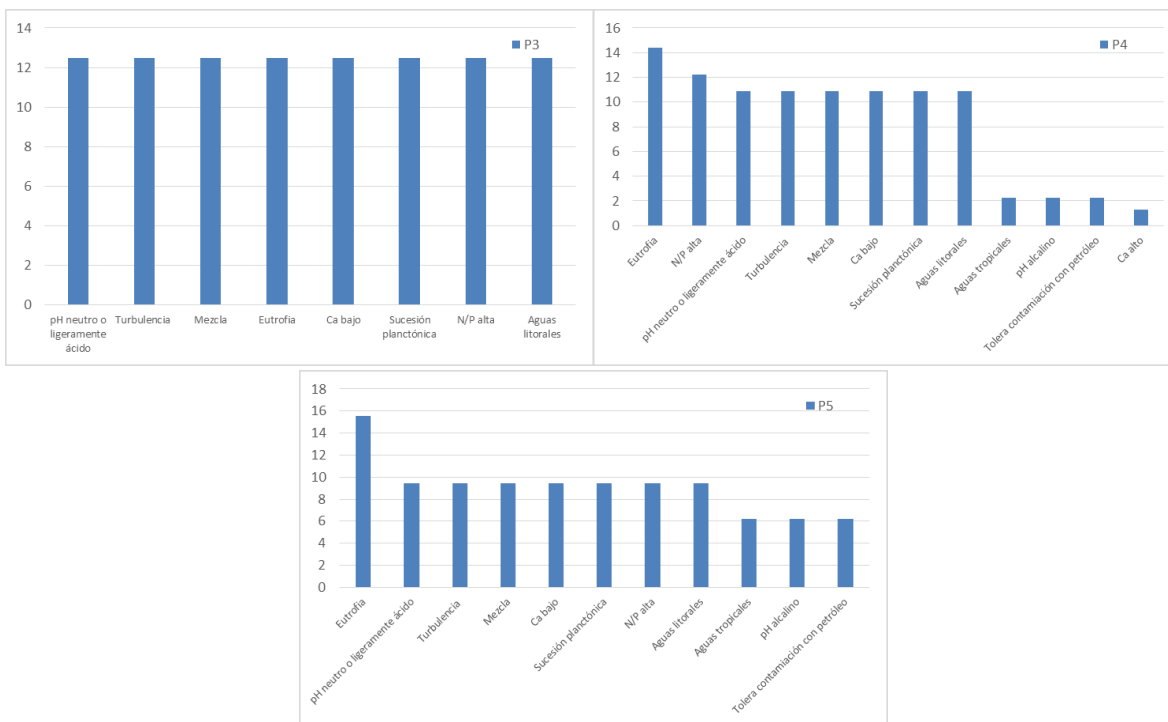


Figura 9-35. Procesos bioindicados (en %) por los grupos taxonómicos mayores del fitoperifiton en los puntos monitoreados de la ciénaga de Sabanagrande



Continuación Figura 9-35. Procesos bioindicados (en %) por los grupos taxonómicos mayores del fitoperifiton en los puntos monitoreados de la ciénaga de Sabanagrande

En el Cuadro 9-18, se muestran los procesos bioindicados por los géneros reportados, de acuerdo a Pinilla (2010). Se puede observar que los procesos mayormente bioindicados por las Bacillariophyta son turbulencia, eutrofia y mezcla; los géneros de Charophyta indicaron pH ácido, aguas someras y mezcla, mientras que las clorofitas, indican la presencia de eutrofia, aguas someras, cálidas y ricas en hierro; los euglenófitos, indican en mayor cantidad eutrofia y materia orgánica. De las cianobacterias, *Oscillatoria* fue el único género que reportó bioindicaciones, siendo eutrofia, y la presencia de sedimentos y conductividad altos, los más consistentes con los resultados anteriores. Hay que tener en cuenta que de los géneros reportados, *Navicula*, *Oscillatoria*, *Oocystis* y *Euglena*, presentan resistencia y tolerancia a los pesticidas.

Cuadro 9-18. Procesos bioindicados por las taxa fitoperifíticas de la Ciénaga de Sabanagrande

Chromista

División Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Aulacoseira spp

Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia

Gomphonema affine

Sedimentos y conductividad altos

Gyrosigma spp

Turbulencia

Melosira sp 1

Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia

Navicula spp

Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos

Nitzschia spp Turbulencia, Mezcla
Pinnularia spp Hipereutrofia

Eubacteria

División Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo
Oscillatoria spp Sedimentos y conductividad altos, Eutrofia, Mesotrofia, Tolerancia a pesticidas, Ultraoligotrofia, Estratificación térmica y química

Plantae

División Charophyta

Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad)

Cosmarium sp pH ácido, Aguas someras, Mezcla
Gonatozygon sp Oligotrofia

División Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta
Chlorella sp Eutrofia, Oxidación de aguas servidas, Hipereutrofia
Oedogonium spp Aguas someras, Aguas cálidas y ricas en hierro
Oocystis spp Resistencia a pesticidas

Protozoa

División Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N₂, Estabilidad hidrodinámica

Euglena spp Resistencia a pesticidas, Eutrofia, Materia orgánica
Phacus spp Materia orgánica
Trachelomonas sp Eutrofia

Al observar las variaciones de la comunidad en todos los puntos de la ciénaga, se buscó establecer las diferencias entre los puntos de monitoreo, para lo cual se realizó un dendograma de similaridad utilizando como método de enlace el grupo pareado (UPGMA) y como distancia métrica el índice de similaridad de Bray Curtis; se realizó el análisis a nivel de especie/morfoespecie (Figura 9-36). Para el cual se evidenció que existen diferencias significativas entre todos los puntos de muestreo, indicando que cada punto es moldeado de manera diferente por los diferentes factores externos.

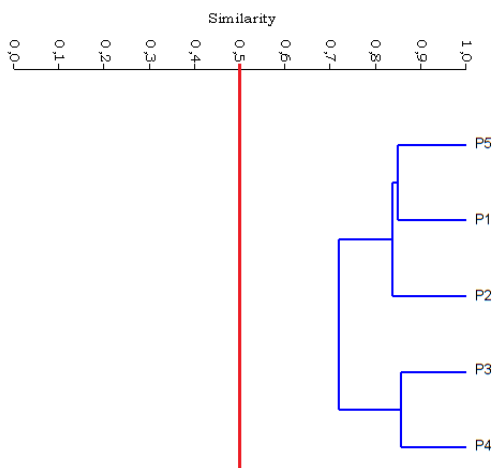


Figura 9-36. Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Sabanagrande. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie)

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Sabanagrande se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo. A manera de ejercicio se realizaron dos análisis, uno a nivel de División y otro a nivel de morfoespecies, para observar posibles diferencias.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 5 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 95,62% de la variación total (Tabla 9-6). El primero de ellos quedó asociado con las variables físicoquímicas presentando sobre el sector positivo del eje el pH, el porcentaje de saturación de oxígeno y la temperatura; igualmente los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector, así como los organismos de la División Bacillariophyta y Cyanobacteria. Por su parte la conductividad y el Oxígeno disuelto, se ubicaron sobre el sector negativo del primer eje, presentando mayor correlación con las concentraciones de Chlorophyta, Charophyta y Euglenophyta. Sobre el segundo eje se observó que el oxígeno disuelto en correlación positiva con los organismos de la División Cyanobacteria y negativa con las Bacillariophyta, ubicándose se sobre este sector el Punto 3. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-6.

Tabla 9-6. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|----|------------|------------|-------------|
| 1 | 1,2074 | 85,834 | 85,83 |
| 2 | 0,137684 | 9,788 | 95,62 |
| 3 | 0,0357648 | 2,5425 | 2,54 |
| 4 | 0,0208957 | 1,4855 | 4,03 |
| 5 | 0,00492028 | 0,34978 | 0,35 |

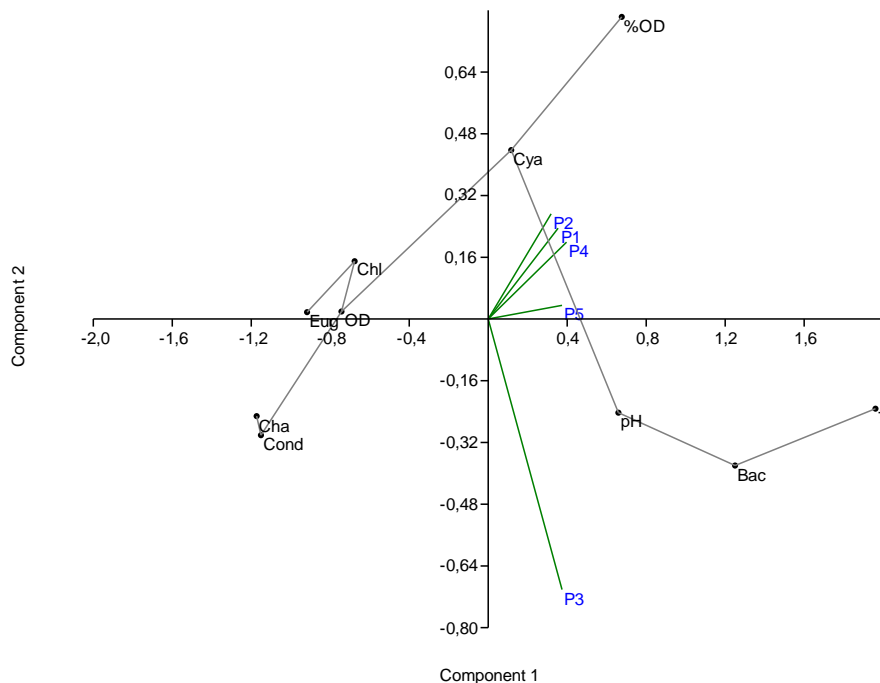


Figura 9-37. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

De los 8 componentes resultantes del análisis con las especies, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 88% de la variación total (Tabla 9-7). El primero de ellos está asociado con las variables fisicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje el oxígeno disuelto, pH, porcentaje de saturación de oxígeno y la temperatura; igualmente los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector. Así mismo en el sector positivo del segundo eje se ubicaron las especies *Leptolyngbya* spp, *Nitzschia* spp, *Limnothrix* spp, correlacionadas con el punto 2; especies cuya correlación correspondió con el oxígeno disuelto; además la especie *Eunotia* spp la cual se correlacionó con los valores de pH y porcentaje de saturación de oxígeno; aunque estos dos últimos por fuera del área que delimita la elipse de variabilidad del 95%. Igualmente, pero en el sector negativo del primer eje se ubicaron las 32 especies restantes, las cuales se correlacionaron positivamente con la conductividad. Al observar el segundo eje, se evidencia que la correlación entre el Punto 2 y los restantes es negativa. La mayoría de las especies con

representatividad en el análisis pertenecen a las Divisiones Cyanobacteria y Bacillariophyta, lo que unido al predominio en riqueza y abundancia de los organismos de dicha división indican que la ciénaga se encuentra fuertemente eutrofizada. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-6. De esta forma se evidenció un comportamiento muy similar entre los dos análisis, por lo que se decidió realizar uno solo en las demás comunidades.

Tabla 9-7. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % Varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 0,453 | 76,9 | 76,9 |
| 2 | 0,066 | 11,1 | 88,0 |
| 3 | 0,032 | 5,43 | 93,4 |
| 4 | 0,028 | 4,77 | 98,2 |
| 5 | 0,011 | 1,78 | 100,0 |

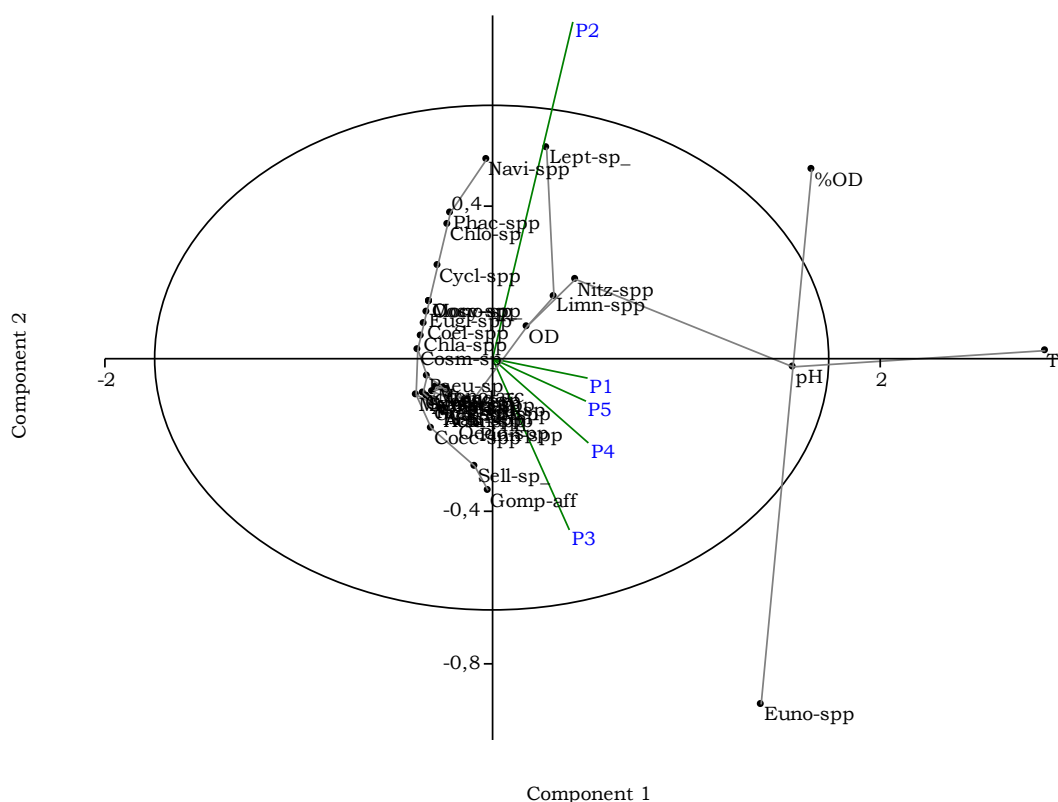


Figura 9-38. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Fitoplancton

En la Ciénaga de Sabanagrande, la comunidad fitoplanctónica registro 53 taxa pertenecientes a 31 familias, 20 Órdenes, 10 Clases y 6 Divisiones (Cuadro 9-19). La riqueza relativa en función de las Divisiones, muestran que las Chlorophyta aportaron el 34% (18 taxa), seguida por la contribución realizada por la División Cyanobacteria 24,5% (13 taxa); mientras que los aportes realizados por las Divisiones restantes fueron menores, 22,6% (12 taxa) Bacillariophyta, 11,3 % (6 taxa) Euglenophyta, 5,7% (3 Taxa) Charophyta, y 1,9% (1 Taxa) Ochrophyta (Figura 9-39 A-B).

Cuadro 9-19. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Sabanagrande

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | | | |
|-----------------|------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------|-------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia spp</i> | | | |
| | | | Cocconeidales | Cocconeidaceae | <i>Cocconeis spp</i> | | | |
| | | | Eunotiales | Eunotiaceae | <i>Eunotia spp</i> | | | |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Gyrosigma spp</i> | | | |
| | | | | Sellaphoraceae | <i>Sellaphora sp 1</i> | | | |
| | | | Thalassiosiphales | Catenulaceae | <i>Amphora spp</i> | | | |
| | | | Aulacoseirales | Aulacoseiraceae | <i>Aulacoseira spp</i> | | | |
| | | | | Melosirales | Melosiraceae | <i>Melosira spp</i> | | |
| | | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Fragilaria sp 1</i> | | |
| | | | | | Synedra sp 1 | | | |
| | | | Mediophyceae | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella spp</i> | | |
| | | | | | Ochrophyta | Xanthophyceae | Mischococcales | Centritractaceae |
| | | | Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Chroococcales | Chroococcaceae | <i>Chroococcus spp</i> |
| | | | | | | | Microcystaceae | <i>Microcystis sp 1</i> |
| | | | | | | Nostocales | Nostocaceae | <i>Anabaena sp</i> |
| | | | | | | | Anabaena sp 1 | |
| | | | | | | Oscillatoriales | Gomontiellaceae | <i>Komvophoron spp</i> |
| | | | | | | | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium spp</i> |
| Spirulinales | Spirulinaceae | <i>Oscillatoria spp</i> | | | | | | |
| | | <i>Spirulina spp</i> | | | | | | |
| Synechococcales | Leptolyngbyaceae | <i>Leibleinia spp</i> | | | | | | |
| | | <i>Leptolyngbya sp 1</i> | | | | | | |
| | | <i>Limnothrix spp</i> | | | | | | |
| | | <i>Pseudanabaena sp</i> | | | | | | |
| | | Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena sp 1</i> | | | | | |
| | | Closteriaceae | <i>Closterium sp</i> | | | | | |
| Charophyta | Conjugatophyceae | Desmidiiales | Closteriaceae | <i>Closterium sp</i> | | | | |
| | | | Desmidiaceae | <i>Cosmarium spp</i> | | | | |
| Plantae | Chlorophyta | Chlorophyceae | Chlamydomonadales | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas spp</i> | | | |
| | | | | Spondylomoraceae | <i>Pyrobotrys spp</i> | | | |
| | | | Volvocaceae | <i>Pyrobotrys spp</i> | | | | |
| | | | | <i>Eudorina spp</i> | | | | |
| | | | Hydrodictyceae | <i>Pandorina spp</i> | | | | |
| | | | | <i>Lacunastrum gracillium</i> | | | | |
| | | | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Pediastrum sp</i> | | | |
| | | | | | <i>Tetraëdron spp</i> | | | |
| | | | | | <i>Coelastrum spp</i> | | | |
| | | | | | <i>Scenedesmus quadricauda</i> | | | |
| Selenastraceae | | <i>Monoraphidium arcuatum</i> | | | | | | |
| | | <i>Monoraphidium circinale</i> | | | | | | |
| | | <i>Monoraphidium komarkovae</i> | | | | | | |
| | | | <i>Monoraphidium sp 1</i> | | | | | |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|--------------|------------------|--------------|---------------|----------------------------|
| | | | | | <i>Selenastrum sp 1</i> |
| | | Trebouxiophyceae | Chlorellales | Chlorellaceae | <i>Chlorella sp</i> |
| | | | | Oocystaceae | <i>Dictyosphaerium spp</i> |
| | | | | | <i>Oocystis spp</i> |
| | | | | | <i>Euglena spp</i> |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Trachelomonas sp</i> |
| | | | | | <i>Trachelomonas sp 9</i> |
| | | | | | <i>Lepocinclis acus</i> |
| | | | | Phacaceae | <i>Lepocinclis spp</i> |
| | | | | | <i>Phacus spp</i> |

Los organismos de la División Cyanobacteria aportaron un 41,4% de la abundancia total (2,05 Células/mL), seguida por la División Euglenophyta con un 22,2% (1,10 Células/mL), la División Chlorophyta con 0,89 Células/mL (17,9 %) y en menor cantidad las Divisiones Bacillariophyta 0,77 Células/mL (15,8%), Charophyta y Ochrophyta con (2,4%) 0,12 Células/mL y (0,4%) 0,018 Células/mL, respectivamente (Figura 9-39 A-C).

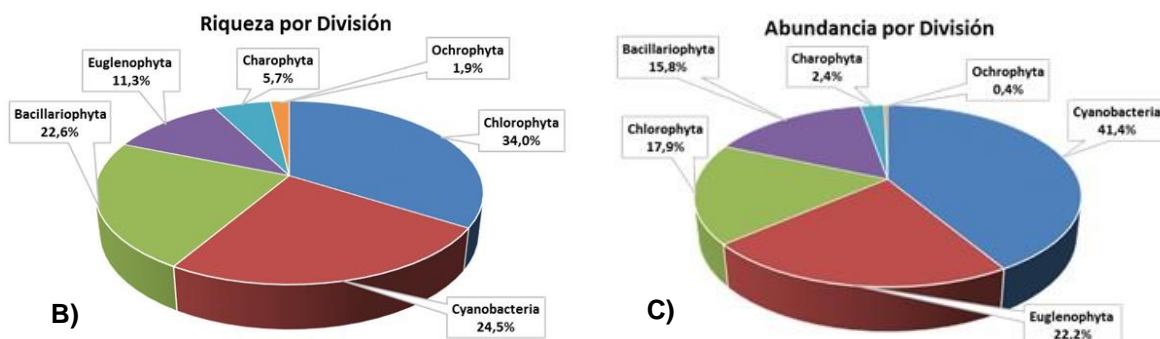
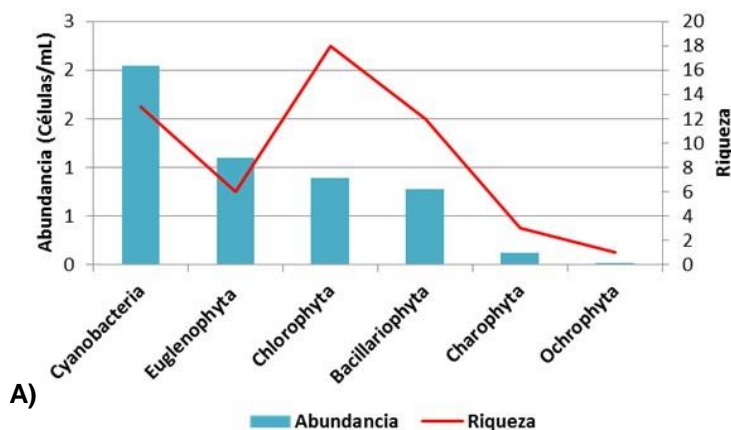
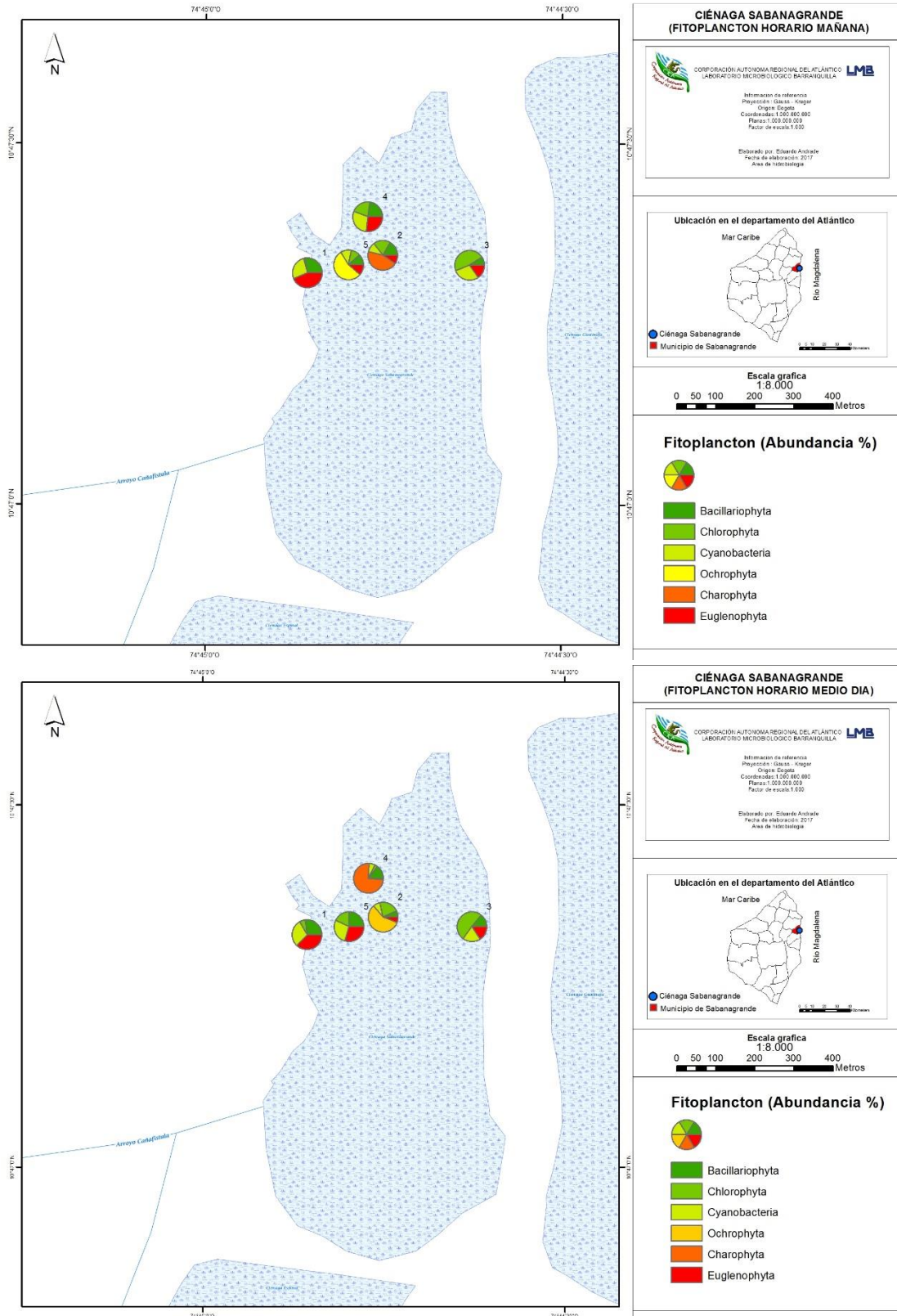
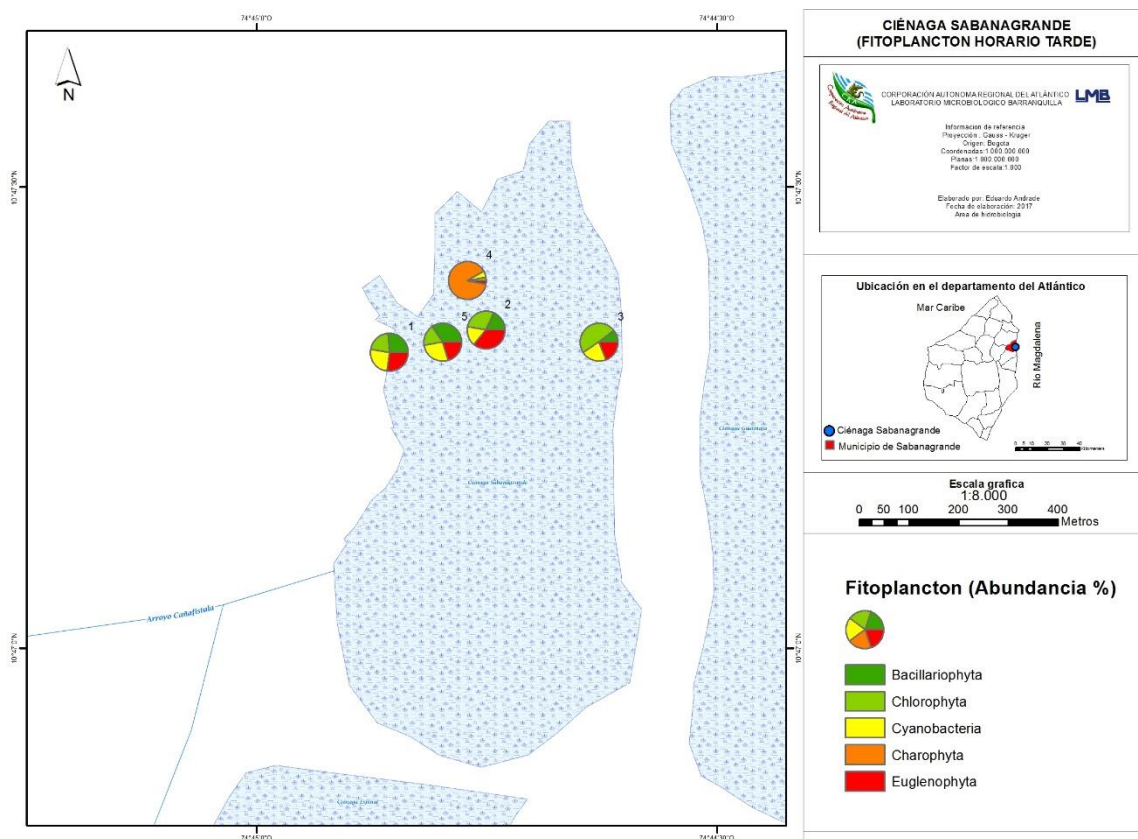


Figura 9-39. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga de Sabanagrande. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

Las abundancias de las divisiones en cada uno de los puntos de muestreo se puede ver en el Mapa 9-9, pudiéndose apreciar leves diferencias entre punto y otro.





Mapa 9-9. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Sabanagrande

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica de la Ciénaga de Sabanagrande se observó que la estructura de la comunidad desde el índice de equidad demuestra que la ciénaga presenta una equidad alta, siendo mayor en el Punto 5-M (0,90) y en el Punto 1-PM (0,89), y menor en el Punto 4-PM (0,78); por su parte el índice de diversidad de Shannon, fluctuó entre 2,01 y 2,56 nits/Individuo, valores que indican diversidades altas en toda de la ciénaga. Por otra parte, la estructura de la comunidad analizada desde el punto de vista de la dominancia permitió evidenciar dominancias bajas en todos los puntos evaluados en la ciénaga (Cuadro 9-20).

Al asociar los procesos indicados por las Divisiones del fitoplancton con sus abundancias, se observó que la eutrofia fue el proceso con mayores proporciones en todos los puntos y horarios de muestreo, oscilando entre 10,7% (P2 “tarde”) y 18,8% (P3 “mañana”). A éste, siguieron aguas tropicales, pH alcalino, y tolerancia a contaminación con petróleo, presentando los tres las mismas proporciones en cada punto y horario, estando aquellas entre 6,5% (P2 “tarde”) y 14,7% (P4 “tarde”). Otros procesos que se presentaron fueron materia orgánica, altas proporciones N:P, aumentos en las especies de Nitrógeno, y estratificación de la columna (Figura 9-40)

Cuadro 9-20. Índices ecológicos en la Ciénaga de Sabanagrande

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | A' |
| P1-AM | 14 | 0,88 | 2,33 | 0,12 |
| P2-AM | 17 | 0,88 | 2,49 | 0,11 |
| P3-AM | 14 | 0,85 | 2,24 | 0,15 |
| P4-AM | 13 | 0,85 | 2,18 | 0,14 |
| P5-AM | 16 | 0,87 | 2,42 | 0,10 |
| P1-M | 15 | 0,80 | 2,17 | 0,15 |
| P2-M | 14 | 0,85 | 2,25 | 0,14 |
| P3-M | 18 | 0,86 | 2,49 | 0,11 |
| P4-M | 20 | 0,79 | 2,36 | 0,17 |
| P5-M | 16 | 0,90 | 2,49 | 0,10 |
| P1-PM | 15 | 0,89 | 2,40 | 0,11 |
| P2-PM | 14 | 0,88 | 2,33 | 0,12 |
| P3-PM | 17 | 0,87 | 2,47 | 0,11 |
| P4-PM | 13 | 0,78 | 2,01 | 0,18 |
| P5-PM | 20 | 0,85 | 2,56 | 0,09 |

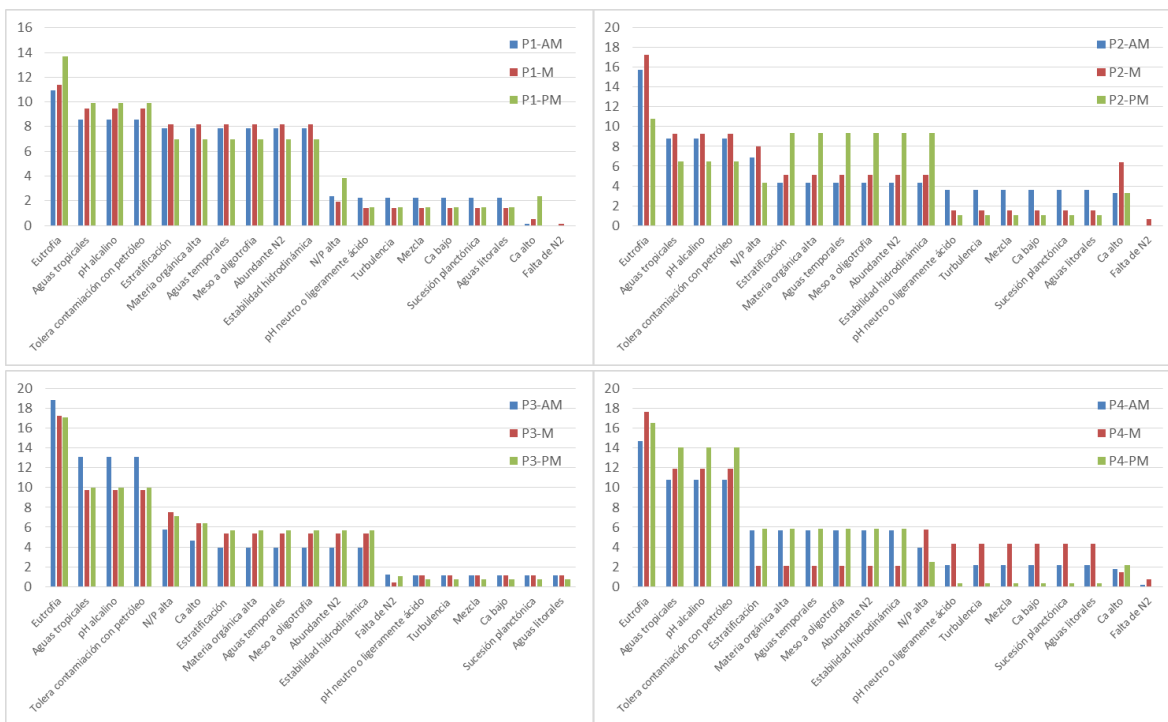
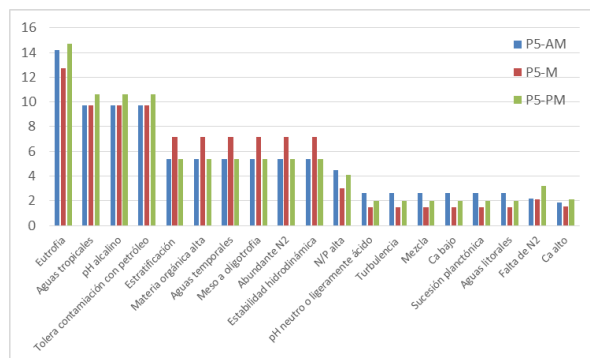


Figura 9-40. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados de la Ciénaga de Sabanagrande, durante los horarios de muestreo.



Continuación Figura 9-40. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados de la Ciénaga de Sabanagrande, durante los horarios de muestreo.

Ahora bien, de los géneros que bioindican procesos dentro de la división Bacillariophyta, todos indicaron turbulencia, tres indicaron mezcla de la columna de agua y dos eutrofia; por su parte, el único género representante de la división Ochrophyta indicó Oligotrofia. Respecto a los géneros de cianobacterias que presentan bioindicación, cuatro muestran procesos de estratificación térmica y química, tres mesotrofia y Oligotrofia, y dos indican turbulencia y mezcla. Los géneros de Charophyta, indican pH ácido, aguas someras, mezcla y período lluvioso, resaltando que la especie *Staurastrum leptocladum* bioindicadora de eutrofia. De las clorofitas, la mayoría de los géneros indica eutrofia, tres indican mesotrofia y dos muestran baja mineralización del sistema, siendo que además la especie *Scenedesmus quadricauda* indica eutrofia, mientras que de las Euglenophyta, cuatro indican materia orgánica y tres eutrofia (Cuadro 9-21).

Cuadro 9-21. Procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas, Ciénaga de Sabanagrande

Chromista

División Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Amphora spp

Género: Turbulencia

Aulacoseira spp

Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia

Gyrosigma spp

Género: Turbulencia

Melosira spp

Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia

Navicula spp

Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos

Nitzschia spp

Género: Turbulencia, Mezcla

División Ochrophyta

Oligotrofia

Centrtractus spp

Género: Oligotrofia

Eubacteria

División Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N2, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

| | |
|-------------------------|---|
| <i>Anabaena sp</i> | Género: Mezcla y Turbulencia, Mesotrofia, Ultraoligotrofia. Estratificación térmica y química |
| <i>Anabaena sp 1</i> | Género: Mezcla y Turbulencia, Mesotrofia, Ultraoligotrofia. Estratificación térmica y química |
| <i>Chroococcus spp</i> | Género: Estratificación, Sucesión Avanzada |
| <i>Oscillatoria spp</i> | Género: Sedimentos y conductividad altos, Eutrofia, Mesotrofia, Tolerancia a pesticidas, Ultraoligotrofia, Estratificación térmica y química |

Plantae

División Charophyta

Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad)

| | |
|--------------------------------|---|
| <i>Cosmarium spp</i> | Género: pH ácido, Aguas someras, Mezcla |
| <i>Staurastrum leptocladum</i> | Género: Periodo lluvioso; Especie: Eutrofia |

División Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

| | |
|--------------------------------|--|
| <i>Chlorella sp</i> | Género: Eutrofia, Oxidación de aguas servidas, Hipereutrofia |
| <i>Eudorina spp</i> | Género: Baja mineralización, Meso a Eutrofia, Periodo seco |
| <i>Lacunastrum gracillium</i> | Género: Eutrofia |
| <i>Oocystis spp</i> | Género: Resistencia a pesticidas |
| <i>Pandorina spp</i> | Género: Baja mineralización, Meso a Eutrofia |
| <i>Pediastrum sp</i> | Género: Eutrofia |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas; Especie: Eutrofia fría |

Protozoa

División Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N₂, Estabilidad hidrodinámica

| | |
|---------------------------|--|
| <i>Euglena spp</i> | Género: Resistencia a pesticidas, Eutrofia, Materia orgánica |
| <i>Lepocinclis acus</i> | Género: Materia orgánica |
| <i>Lepocinclis spp</i> | Género: Materia orgánica |
| <i>Phacus spp</i> | Género: Materia orgánica |
| <i>Trachelomonas sp</i> | Género: Eutrofia |
| <i>Trachelomonas sp 9</i> | Género: Eutrofia |

Para establecer la similitud entre los puntos y horas de muestreo, se realizó un dendograma de similitud agrupando los datos mediante el método de UPGMA, agrupando los datos de las abundancias de las morfoespecies por medio del índice de similitud de Bray-Curtis. Como puede verse en la Figura 9-41, se encontró más similitud entre los horarios de muestreo que entre los puntos entre sí, indicando que las abundancias de las morfoespecies en este cuerpo de agua no varían mucho durante el día, manteniéndose relativamente constante al menos durante las horas evaluadas. Esto puede ser debido a la poca profundidad de la ciénaga, lo que limitaría la migración de los organismos desde la superficie al fondo, y viceversa, por lo que este cuerpo de agua estaría presentando mezcla de la columna.

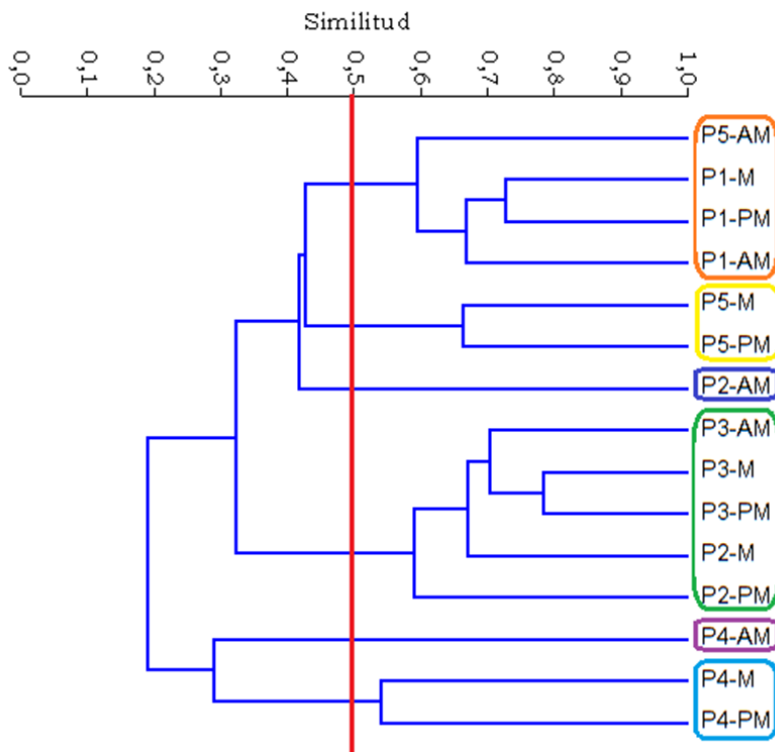


Figura 9-41. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Sabanagrande nivel taxonómico de género/morfoespecie

Para observar las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Sabanagrande se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los cinco componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 98,7% de la variación total (Tabla 9-8). Sobre el primer eje, las variables físicoquímicas se distribuyeron hacia el sector positivo del eje, con excepción de la conductividad, mientras que todos los organismos fitoplanctónicos se ubicaron en el sector negativo (excepto *Leptolyngbya* sp 1 del horario de la mañana), mientras que los puntos de muestreo presentaron tendencia hacia el sector positivo. Al graficarse la elipse del 95% de correlación se observó poca correlación entre las variables físicoquímicas y los puntos de muestreo, excepto por los valores de oxígeno disuelto y conductividad, mientras que todas las especies se ubicaron en el interior del marco de cobertura; por su parte los puntos 1 y 3 se ubicaron en el exterior de la elipse. Por otro lado, al observar el segundo eje, se ubicaron sobre el sector positivo los puntos 3 y 5; mientras que en el sector negativo lo hicieron los puntos 1, 4 y 2, mostrando diferenciación de zonas, observándose el punto 3 con mayor diferencia con respecto a los demás. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-42.

Tabla 9-8. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 0,483605 | 96,407 | 96,4 |
| 2 | 0,0113563 | 2,2639 | 98,7 |
| 3 | 0,00352208 | 0,70213 | 99,4 |
| 4 | 0,00170115 | 0,33913 | 99,7 |
| 5 | 0,00144477 | 0,28801 | 100,0 |

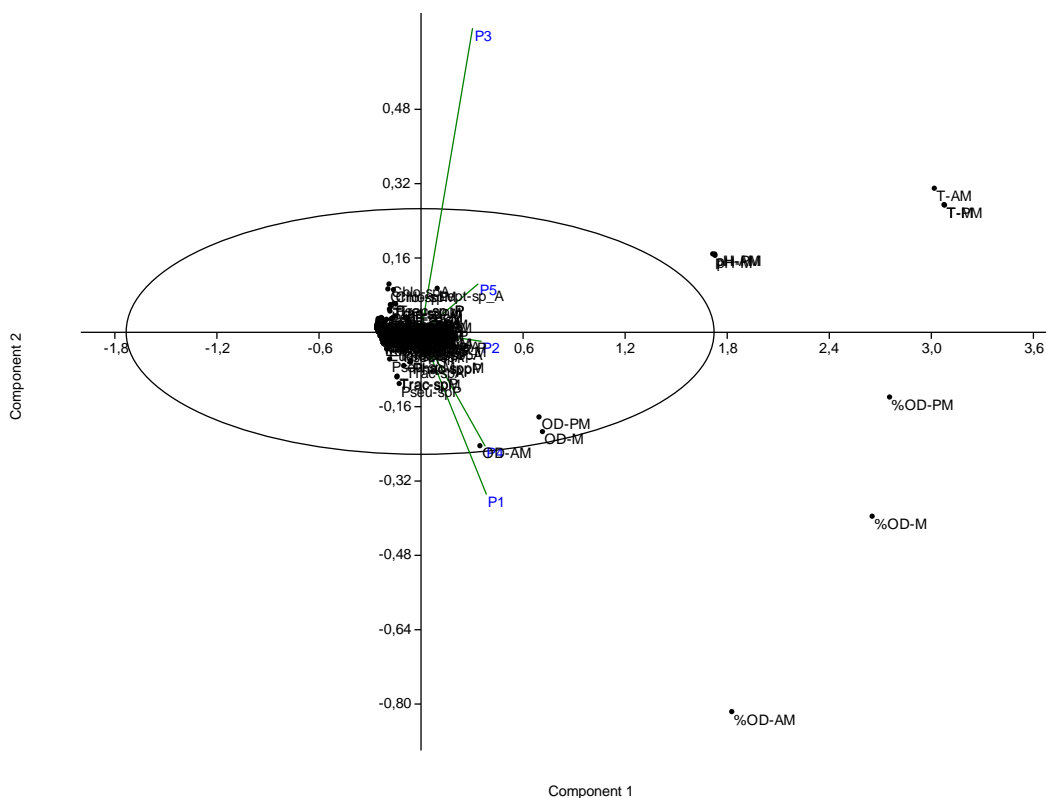


Figura 9-42. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga de Sabanagrande se encontraron 10 taxa de macrófitas distribuidas en 8 familias, 7 Órdenes, 3 Clases y 1 División (Cuadro 9-22). Se reportaron taxa de macrófitas acuáticas en todos los Puntos evaluados.

Cuadro 9-22. Composición taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga de Sabanagrande

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|---------|--------------|----------------|--------------|----------------|-----------------------------|
| Desnuda | Desnuda | Desnuda | Desnuda | Desnuda | Desnuda |
| | | | Alismatales | Araceae | <i>Pistia stratiotes</i> |
| | | Liliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> |
| | | | | | <i>Eichhornia sp</i> |
| | | | Alismatales | Araceae | <i>Wolffiella sp</i> |
| | | | | | <i>Mimosa sp</i> |
| Plantae | Tracheophyta | | Fabales | Fabaceae | <i>Neptunia sp</i> |
| | | Magnoliopsida | Myrtales | Onagraceae | <i>Ludwigia sp</i> |
| | | | Poales | Cyperaceae | <i>Cyperus sp</i> |
| | | | | Poaceae | <i>Paspalum sp</i> |
| | | Polypodiopsida | Salvinales | Salviniaceae | <i>Salvinia sp</i> |

La mayor área de cobertura promedio la presentó *Eichhornia crassipes*, con 20,9%, seguida por *Ludwigia sp* (20,4%) y *Eichhornia sp* (20,3%) como se observa en la Figura 9-43.

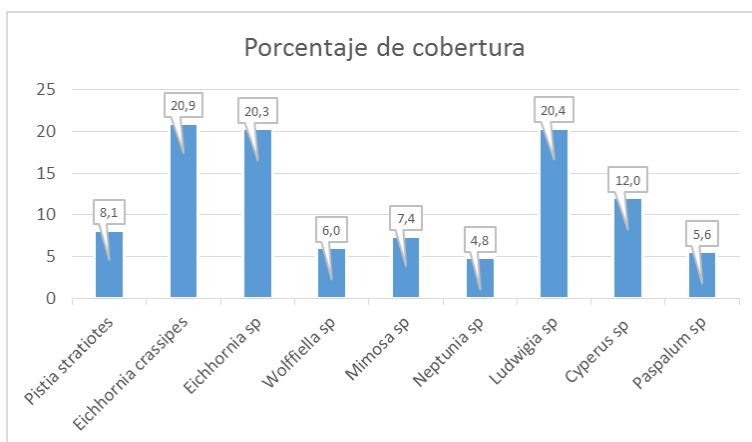
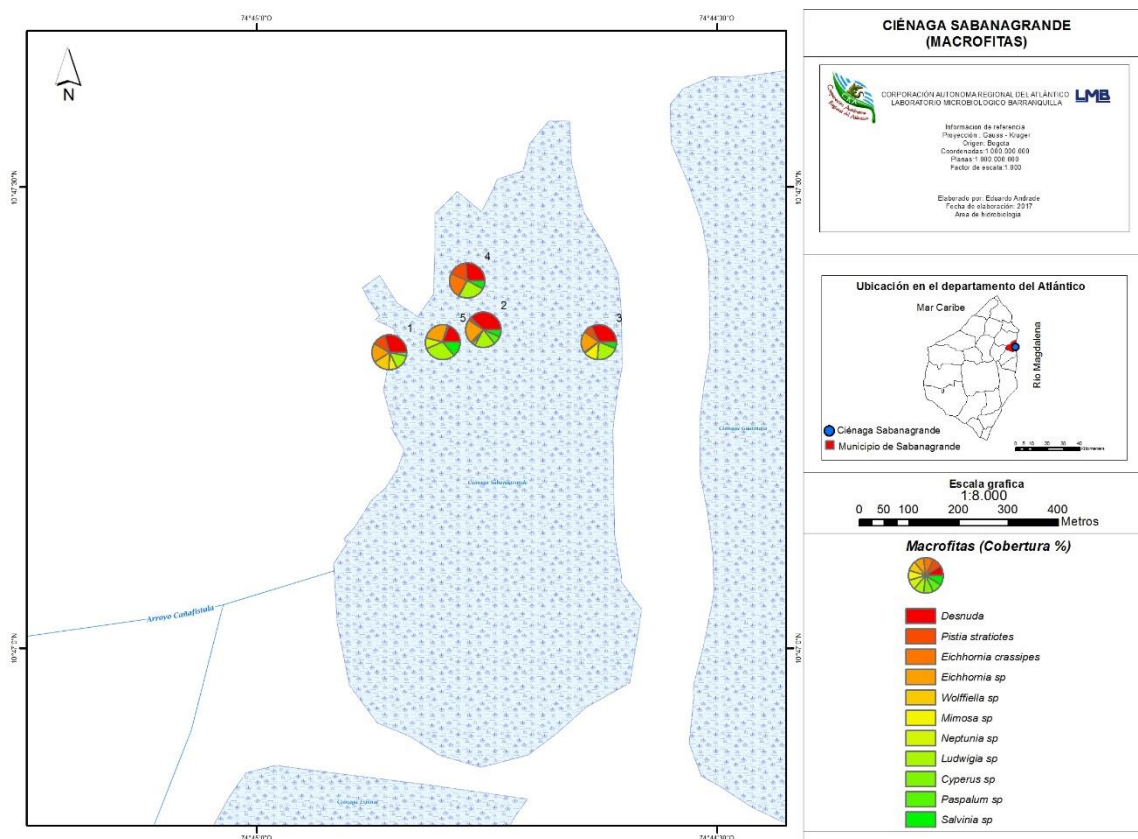


Figura 9-43. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Sabanagrande

En el Mapa 9-10, se presentan las coberturas de las especies reportadas en cada uno de los puntos de muestreo



Mapa 9-10. Porcentaje de cobertura de la comunidad de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo, Ciénaga de Sabanagrande

La evaluación de las coberturas por taxa en cada uno de los Puntos monitoreados permitió indicar para el Punto 1 el predominio de *Eichhornia sp.*, con un 17,8% del área evaluada, seguido de *Wolffiella sp.* con un 14,9%, *Ludwigia sp.* con un 14,4%, *Pistia stratiotes* con un 12,1%, *Mimosa sp.* con un 7,6% y *Paspalum sp.* con un 3,4%. Igualmente se observaron los biotopos por especie, evidenciándose la presencia de 3 taxa de macrófitas pertenecientes al biotopo Helophyta el cual se caracteriza por ser plantas enraizadas en el sedimento y cuya estructura vegetativa se encuentra la mayor parte del tiempo sobre la superficie del agua, este grupo de plantas de paso de manera gradual a la vegetación terrestre; seguido por 2 taxa pertenecientes al biotopo Acropleustophyta el cual indica la presencia de plantas flotantes o errantes que usan el CO₂ atmosférico y por último una taxa perteneciente al grupo Mesopleustophyta, caracterizado por ser plantas que están entre dos aguas, cuyo uso del CO₂ se realiza del agua (Figura 9-44 y Mapa 9-10).

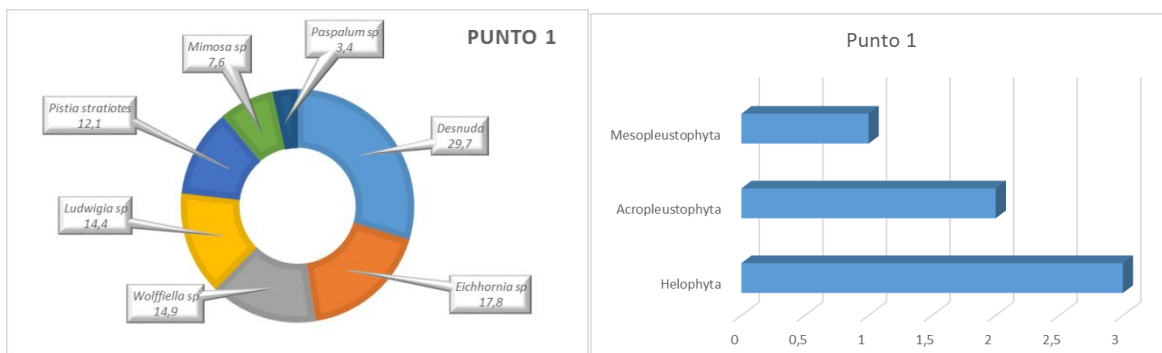


Figura 9-44. Punto 1 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

En el Punto 2 presentó mayor cobertura *Eichhornia sp*, con 22,4%, seguida por *Ludwigia sp* con 18,9%, *Paspalum sp* con 7,7 %, *Salvinia sp* con 6,4%, *Pistia stratiotes* con 3,1% *Mimosa sp* con 2,2% y *Wolffiella sp* con 1,9%. El biotopo predominante fue Helophyta y Acropleustophyta con 3 taxa cada uno, es decir, plantas enraizadas que dan paso a la vegetación terrestre y plantas flotantes. También se presentó una taxa perteneciente al biotopo Mesopleustophyta, o de plantas que se encuentran entre dos aguas (Figura 9-45).

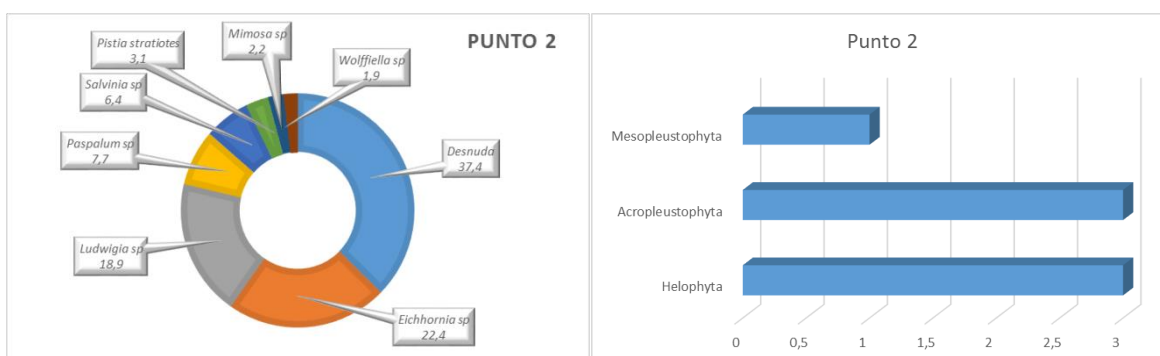


Figura 9-45. Punto 2 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

En el punto 3 la mayor cobertura la presentó *Ludwigia sp*, con 20,8%, seguida por *Eichhornia sp* con 19,4%, *Mimosa sp* con 12,5%, *Pistia stratiotes* con 8,2%, *Salvinia sp* con 5,8% y *Wolffiella sp* con 1,3%; predominando el biotopo Acropleustophyta o grupo de plantas que están sobre la superficie del agua y usan del CO₂ atmosférico, seguido por el biotopo Helophyta o de plantas cuya estructura vegetativa la mayor parte del tiempo está por encima del agua, y usan del CO₂ atmosférico, grupo de plantas pasa gradualmente a la vegetación terrestre, encontrándose una taxa perteneciente al grupo Mesopleustophyta o grupo de plantas que están entre dos aguas, cuyo uso del CO₂ se realiza del agua (Figura 9-51).

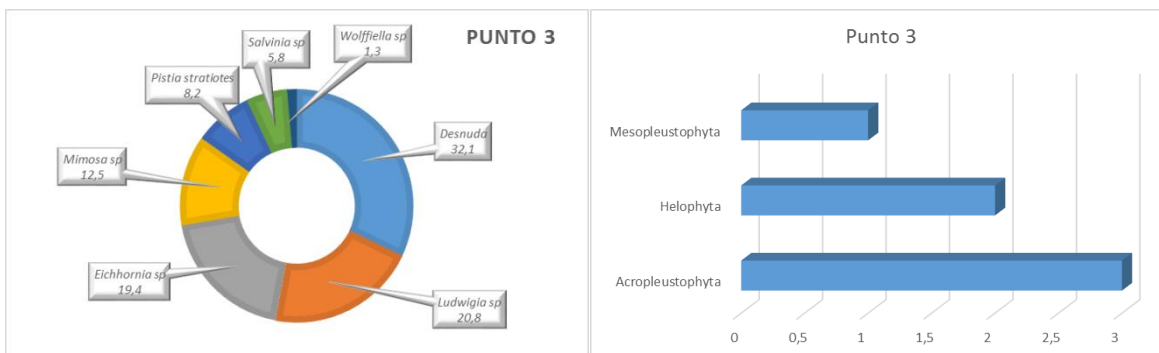


Figura 9-46. Punto 3 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Por su parte, el punto 4 presentó mayor cobertura por parte de *Ludwigia sp*, con 22,5%, seguida de *Eichhornia crassipes* con 20,9%, *Pistia stratiotes* con 15,6%, *Cyperus sp* con 8,8%, *Salvinia sp* con 7,1 y *Neptunia sp* con 0,9%. En este punto se presentó el predominio de especies pertenecientes al biotopo Acropleustophyta o de plantas que están sobre la superficie del agua, usan del CO₂ atmosférico, seguido de Helophyta o plantas que están por encima del agua, usan del CO₂ atmosférico, siendo el grupo de plantas pasa gradualmente a la vegetación terrestre. Presentándose también una taxa del biotopo Ephydata, correspondiente a plantas cuya estructura vegetativa usualmente sumergida pero con hojas flotantes que se encuentran parcialmente en contacto con la atmósfera, pueden utilizar el CO₂ del aire (Figura 9-47).

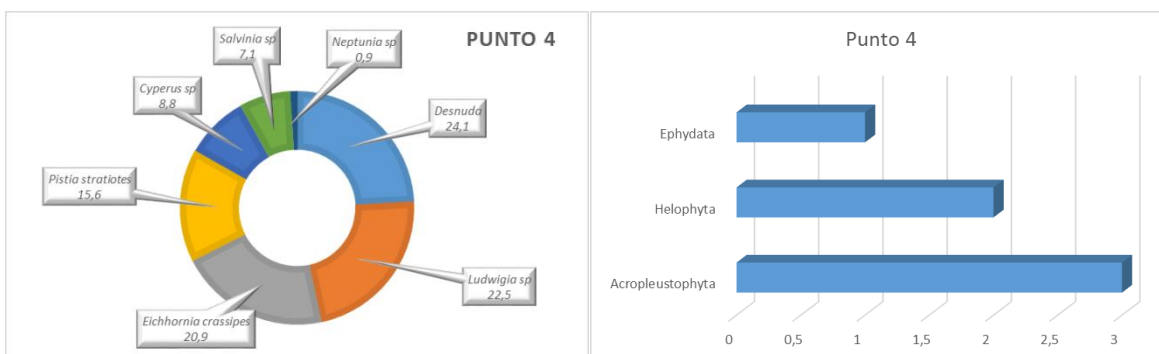


Figura 9-47. Punto 4 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Por último, en el Punto 5 *Ludwigia sp* presentó la mayor cobertura con 25,3%, seguido por *Eichhornia sp* con 21,6%, *Cyperus sp* con 15,3%, *Salvinia sp* con 11,6%, *Neptunia sp* con 8,8% y *Pistia stratiotes* con 1,6%; presentándose la misma proporción de biotopos que en el punto anterior (Figura 9-48).

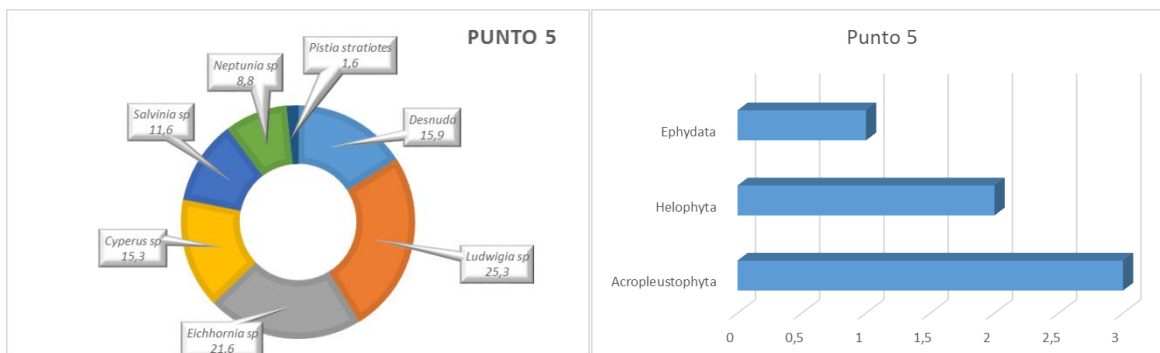


Figura 9-48. Punto 5 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

9.1.2.2 . Comunidades de consumidores

Zooplankton

En la Ciénaga de Sabanagrande, para la comunidad zooplanctónica se registraron 25 taxa, distribuidas en 15 familias, 8 Órdenes, 5 Clases y 2 Phylum (Cuadro 9-23). La riqueza analizada desde el nivel taxonómico de Clase, muestra que Eurotatoria es el grupo de mayor diversidad, con el 60% de la riqueza total, lo que equivale a 15 taxa, seguido por las Clases Maxillopoda, Lobosa y Branchiopoda con aportes del 12% cada una (3 taxa) y la Clase Ostracoda contribuye un 4% (1 Morfoespecie) (Figura 9-49 A-B).

Cuadro 9-23. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga de Sabanagrande

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | | |
|----------|-------------|---------------------|------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Animalia | Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca | Bosminidae | <i>Bosmina</i> sp 1 | | |
| | | | | NA | <i>Ceriodaphnia</i> sp 1 | | |
| | | | | NA | <i>Diaphanosoma</i> sp 1 | | |
| | | Maxillopoda | Calanoidea | ND | Calanoidea Morfoespecie 1 | | |
| | | | | ND | Cyclopoida Morfoespecie 1 | | |
| | | | | ND | Larva Nauplio | | |
| | | Ostracoda | ND | ND | Ostracoda Morfoespecie 1 | | |
| | | Flosculariaceae | Trochosphaeridae | | | <i>Filinia</i> spp | |
| | | | | | | <i>Filinia terminalis</i> | |
| | | | | Asplanchnidae | | | <i>Asplanchna</i> spp |
| | | | | | | | <i>Brachionus angularis</i> |
| | | | | | | | <i>Brachionus caudatus</i> |
| | | | | | | | <i>Brachionus havanaensis</i> |
| | | | | | | | <i>Brachionus patulus</i> |
| | | | | | | | <i>Brachionus quadricornis</i> |
| | | | | | <i>Keratella</i> sp 1 | | |
| | | | | | <i>Keratella tropica</i> | | |
| | | | | | <i>Gastropus</i> spp | | |
| | | | | | <i>Lecane</i> sp 1 | | |
| | | <i>Lecane bulla</i> | | | | | |
| Rotifera | Eurotatoria | Ploima | Synchaetidae | <i>Polyarthra</i> sp 1 | | | |

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|-----------|--------|-------------|----------------|------------------------------|
| | | | | Trichocercidae | <i>Trichocerca</i> sp 1 |
| | | | | Arcellidae | <i>Arcella gibbosa</i> |
| Protozoa | Amoebozoa | Lobosa | Arcellinida | | <i>Arcella discooides</i> |
| | | | | Centropxyidae | <i>Centropxyxis aculeata</i> |

Al observar las abundancias de las Clases se nota el predominio de los organismos pertenecientes al grupo Eurotatoria con un 66,3% de la abundancia total (59,61 Organismos/L), seguido de las Clases Maxillopoda con el 20,7% (18,61 Organismos/L), Lobosa con el 10,2% (9,19 Organismos/L) y en menor cantidad las Clases Branchiopoda y Ostracoda con el 2,2% (1,99 Organismos/L) y 0,6% (0,54 Organismos/L) (Figura 9-49 A-C). En el Mapa 9-11, se pueden apreciar las abundancias de las clases de esta comunidad, por punto y hora de muestreo. Se aprecian leves diferencias entre estos horarios.

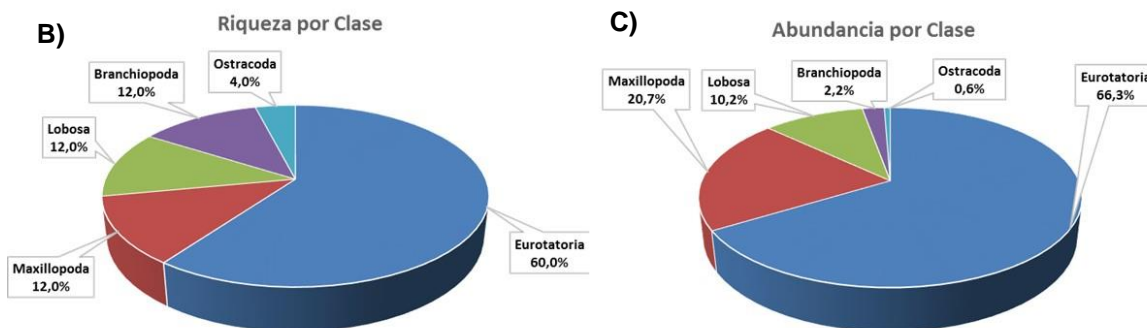
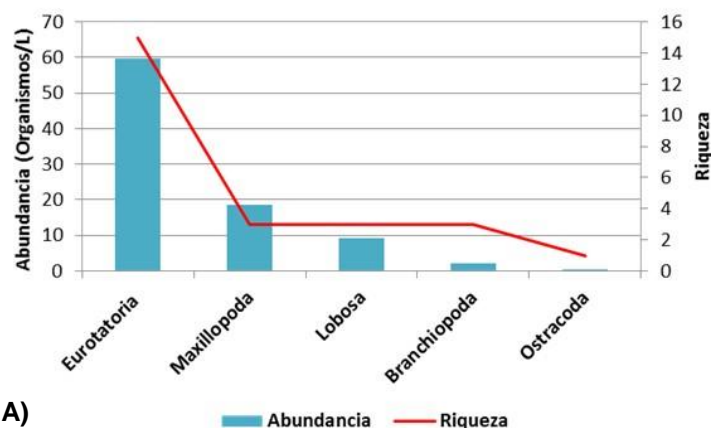
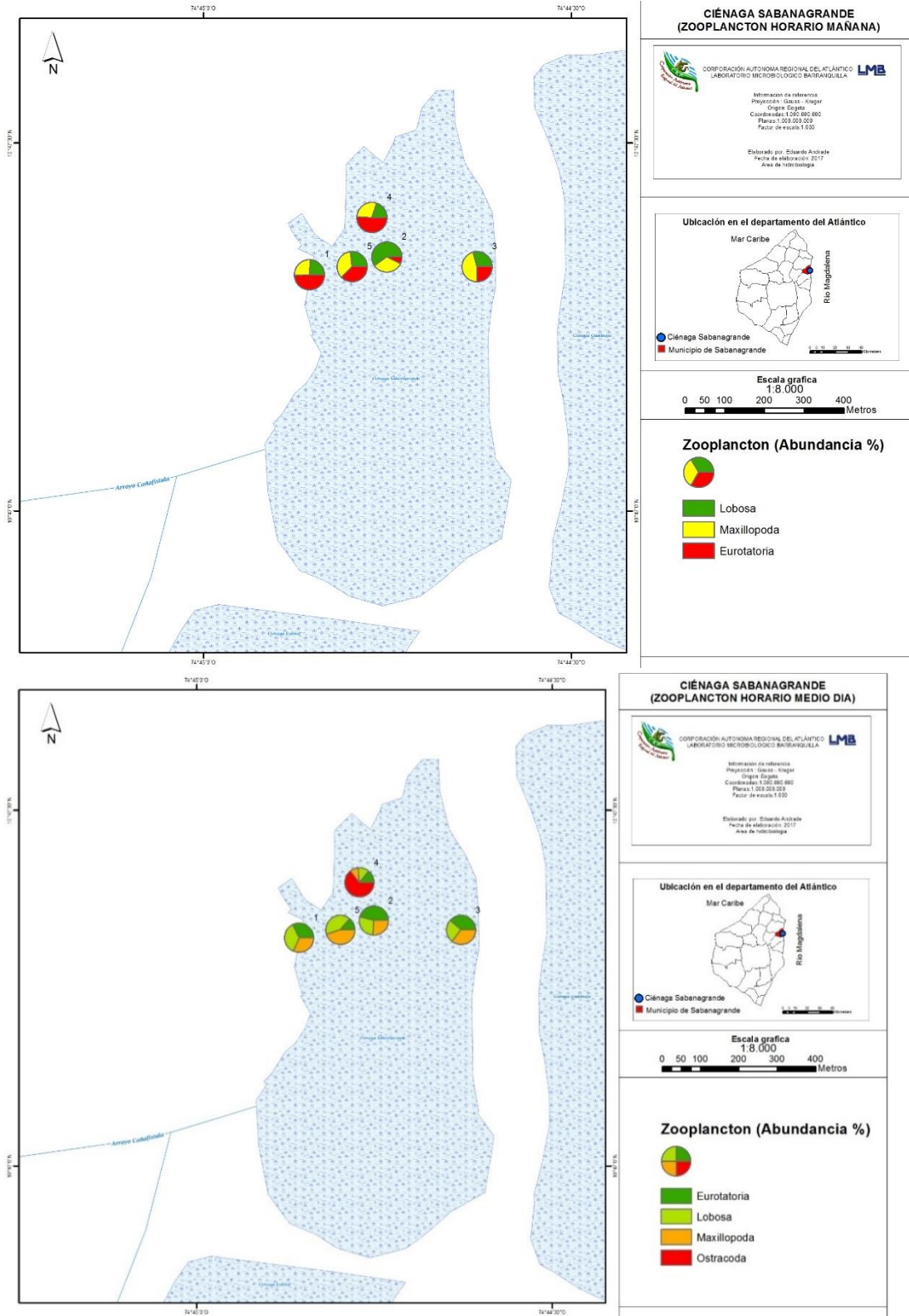
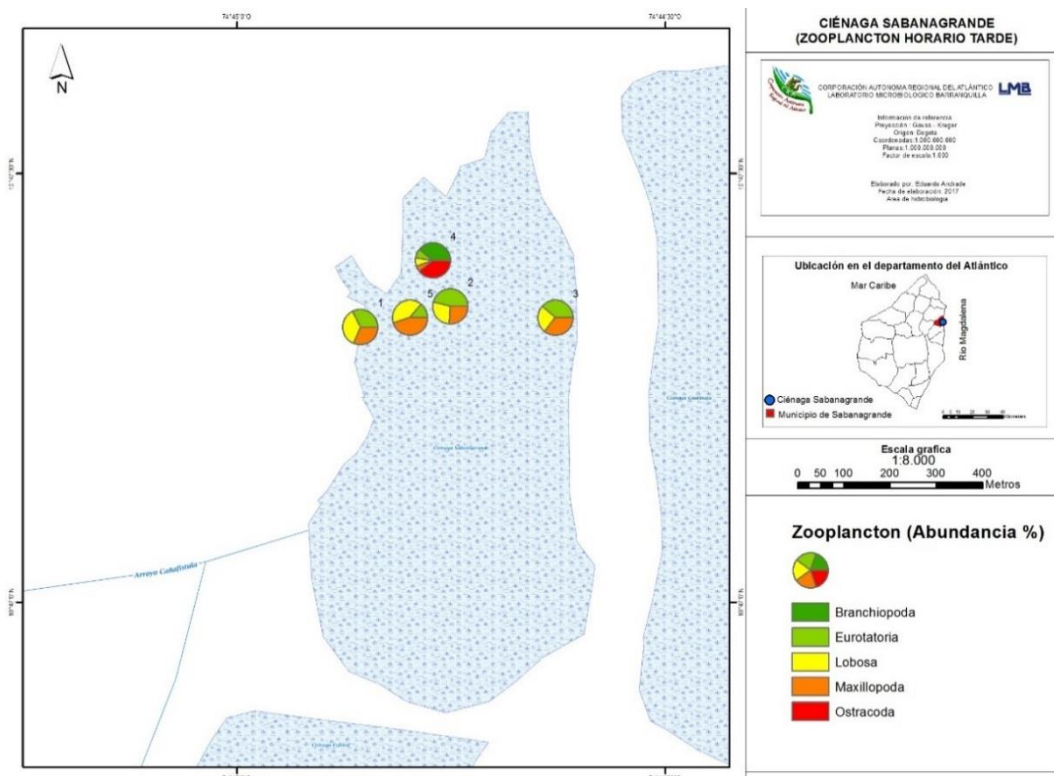


Figura 9-49. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga de Sabanagrande. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase



Mapa 9-11. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Sabanagrande



Continuación Mapa 9-11. Abundancia del zooplankton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Sabanagrande

El Punto 4-PM contribuyó en mayor cuantía a la riqueza con 16 taxa, mientras que en el Punto 2-M solo se reportó un conteo de 8 taxa. La estructura de la comunidad observada desde la dominancia por el índice de Simpson, demostró que en toda la ciénaga presenta una dominancia baja, ya que sus valores fluctuaron entre 0,13 (Punto 4-PM) y 0,30 (Punto 2-M). Por su parte el índice de Pielou reveló que la comunidad zooplanctónica con tendencia a estar equilibrada, con valores entre 0,72 (Punto 1-M) y 0,89 (Punto 2-AM) (Cuadro 9-24. Índices ecológicos del zooplankton en la Ciénaga de Sabanagrande).

Cuadro 9-24. Índices ecológicos del zooplankton en la Ciénaga de Sabanagrande

| | Riqueza S | Índice de Pielou J' | Shannon-Wiener H'(loge) | Índice de Simpson Λ' |
|-------|--------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| P1-AM | 10 | 0,85 | 1,95 | 0,18 |
| P2-AM | 10 | 0,89 | 2,05 | 0,15 |
| P3-AM | 10 | 0,73 | 1,69 | 0,27 |
| P4-AM | 9 | 0,82 | 1,80 | 0,24 |
| P5-AM | 10 | 0,87 | 2,00 | 0,17 |
| P1-M | 10 | 0,72 | 1,66 | 0,27 |
| P2-M | 8 | 0,74 | 1,53 | 0,30 |
| P3-M | 9 | 0,87 | 1,91 | 0,19 |
| P4-M | 10 | 0,82 | 1,89 | 0,19 |
| P5-M | 10 | 0,81 | 1,88 | 0,19 |

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | Λ' |
| P1-PM | 9 | 0,86 | 1,88 | 0,19 |
| P2-PM | 11 | 0,76 | 1,83 | 0,24 |
| P3-PM | 11 | 0,74 | 1,77 | 0,25 |
| P4-PM | 16 | 0,84 | 2,33 | 0,13 |
| P5-PM | 10 | 0,79 | 1,83 | 0,21 |

Respecto al análisis de bioindicación, se encontró que el proceso de estratificación fue el más bioindicado por las jerarquías mayores del zooplancton reportado, en todos los puntos y horarios de muestreo, reportando valores entre 37,1 (P2 “mañana”) y 43,3% (P1 “mañana”). Eutrofia fue el segundo proceso mejor bioindicado, con valores entre 24,6 (P2 “mañana”) y 39,2% (P1 mañana), siendo indicado también en todos los puntos y horarios de muestreo. Otros procesos mostrados por el zooplancton mediante este análisis fueron hipoxia, tendencia a la eutrofia, pH con tendencia alcalina, mesotrofia, entre otras (Figura 9-50).

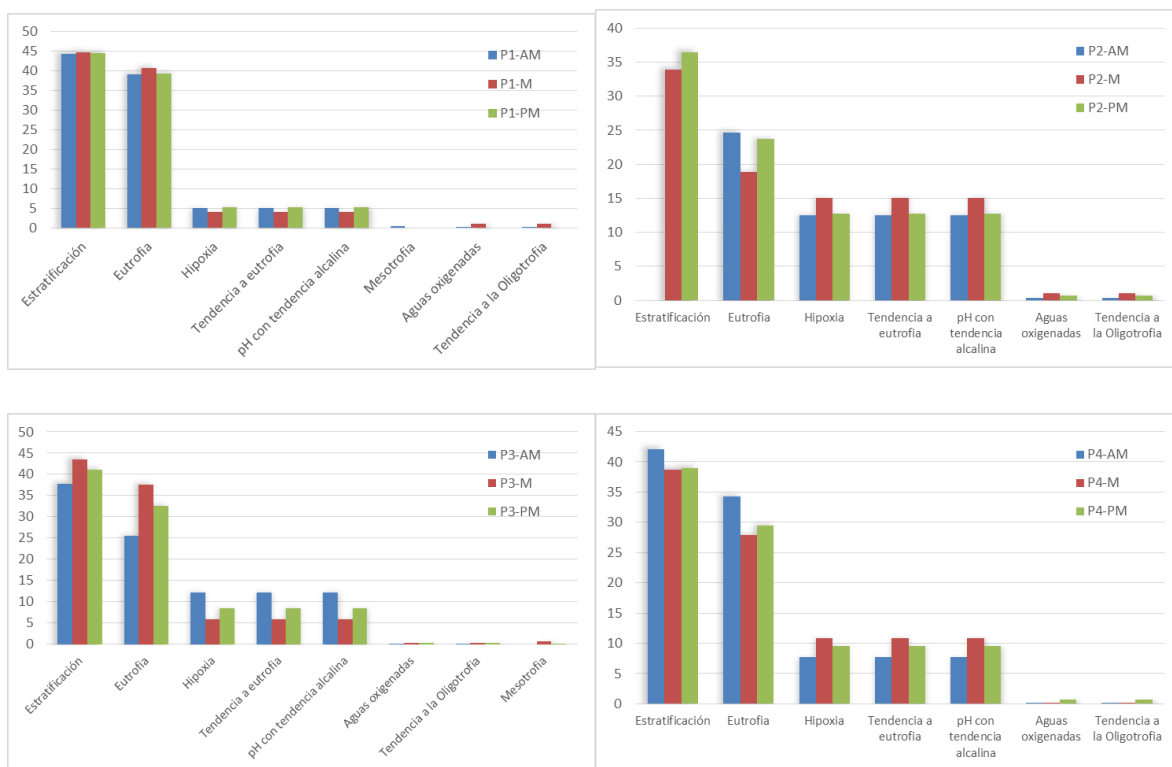
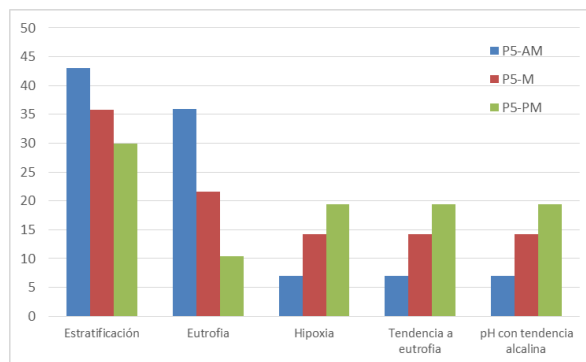


Figura 9-50. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga de Sabanagrande, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-50. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga de Sabanagrande, durante los horarios de muestreo

El Cuadro 9-25 muestra los procesos indicados por las subclases, subórdenes y géneros. Se puede notar como la eutrofia es indicada por la subclase Copepoda, por el orden Cyclopoida y por los géneros *Bosmina* y *Brachionus*. La mesotrofia es bioindicada por los organismos del orden Calanoida, mientras que la presencia de materia orgánica es indicada por las morfoespecies de *Keratella*. Otros procesos bioindicados fueron pH alcalino, altos contenidos de sales y minerales, estratificación y sistemas inmaduros.

Cuadro 9-25. Procesos bioindicados por las taxa zooplanctónicas

Animalia

Phylum Arthropoda

No Indicado

Subclase Copepoda

Orden Calanoida

Calanoida Morfoespecie 1

Orden Cyclopoida

Cyclopoida Morfoespecie 1

Clase Branchiopoda

Suborden Cladocera

Bosmina sp1

Phylum Rotifera

Eutrofia, Estratificación

Brachionus angularis

Brachionus caudatus

Brachionus havanaensis

Brachionus patulus

Brachionus quadricornis

Keratella sp 1

Tendencia a Eutrofia, pH con tendencia alcalina, Tolerancia a hipoxia, Estratificación

Mesotrofia

No Indicado

Eutrofia y Aguas Duras

No Indicado

No Indicado

Tendencia a la Oligotrofia, Aguas Oxigenadas

Meso a Eutrofia

Género: Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Género: Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Género: Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Género: Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Género: Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Género: Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Keratella tropica
Polyarthra sp 2

Género: Materia orgánica, Sistemas inmaduros
Género: Meso a Eutrofia, Sistemas inmaduros

Protozoa

Phylum Amoebozoa

No Indicado

Para establecer la similitud entre los puntos y horas de muestreo, se realizó un dendograma mediante el método de UPGMA, agrupando los datos de las abundancias de las morfoespecies por medio del índice de similitud de Bray-Curtis. Los grupos formados, tomando una similitud mínima del 50%, muestran que de manera general, la comunidad del zooplancton se distribuye de manera uniforme espacial y temporalmente en la ciénaga, siendo posible que las pequeñas diferencias se deban a pequeñas variaciones en la abundancia de las morfoespecies, producto a su vez de los cambios en los parámetros (Figura 9-51).

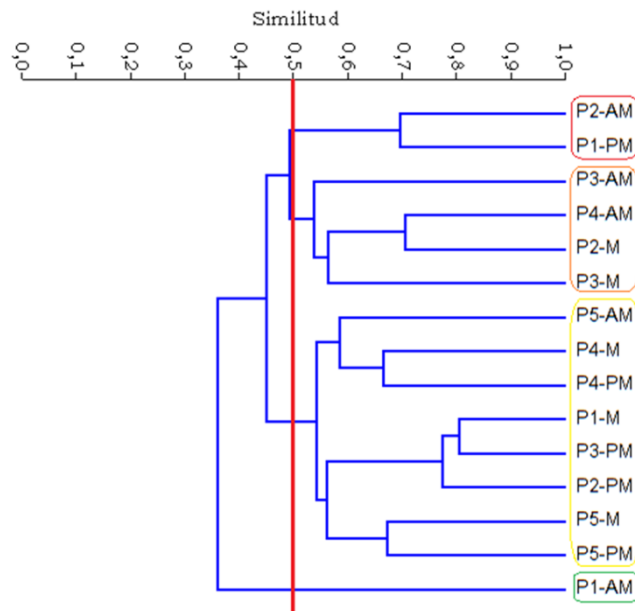


Figura 9-51. Dendograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Sabanagrande nivel taxonómico de género/morfoespecie

Para observar las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad zooplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Sabanagrande se aplicó un análisis de componentes principales.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los cinco componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 80,9% de la variación total (Tabla 9-9). Sobre el primer eje, las variables físicoquímicas se distribuyeron

hacia el sector positivo del eje, con excepción de la conductividad y el oxígeno disuelto, mientras que todos los organismos zooplanctónicos presentaron mayor correlación en este eje; hacia el sector positivo del eje también se ubicaron los puntos de muestreo. Al graficarse la elipse del 95% de correlación se observó poca correlación entre la variable temperatura y los puntos 1 y 2, de igual manera se observan por fuera del marco de correlación la abundancia de *Filinia terminalis* en los horarios del medio día y la tarde. Se observaron mayor correlación entre los puntos 3, 4, y 5 con las abundancias de las larvas Nauplio, Cyclopoida Morfoespecie 1 de los tres horarios, *Arcella gibbosa* y *Polyarthra* sp, colectada en el horario de la tarde y *Lecane* spp del horario de la mañana. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-52.

Tabla 9-9. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 0,7961 | 71,44 | 71,4 |
| 2 | 0,1055 | 9,4698 | 80,9 |
| 3 | 0,0845 | 7,5856 | 88,5 |
| 4 | 0,0707 | 6,346 | 94,8 |
| 5 | 0,0575 | 5,1587 | 100,0 |

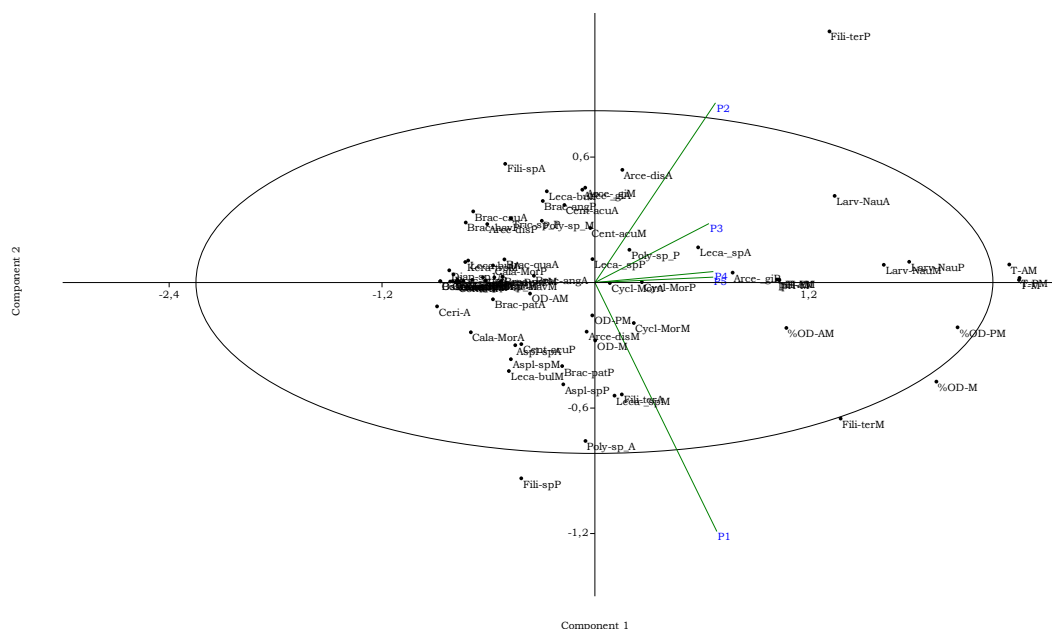


Figura 9-52. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Es así como el zooplancton utilizado como indicador de cambios de las condiciones naturales, permite evaluar cambios ocurridos en una escala de tiempo relativamente corto, ya que su variabilidad en la columna de agua puede estar influenciada por diversos factores tales como la velocidad de la corriente, la velocidad del viento y la penetración de la luz

migración en la columna de agua, entre otros factores, que permiten o no su desarrollo, por lo anterior, y debido a que las variaciones de la comunidad zooplanctónica estuvieron supeditadas a sus áreas de influencia, es posible indicar que no se encontró evidencia de eventos, que interfirieran en el desarrollo de la comunidad.

Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de Sabanagrande estuvieron representados por 2 morfoespecie pertenecientes a 2 familias, 2 Ordenes y 2 clases (Cuadro 9-26), la Clase Insecta y Clase Clitellata, contribuyeron a la riqueza con una especie cada una, lo que equivale al 50 y 50% de la riqueza total (Figura 9-53 A-B)

Cuadro 9-26. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Sabanagrande

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|------------|------------|-------------|-------------|----------------------------|
| Animalia | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Tubificidae | Tubificidae Morfoespecie 1 |
| | Arthropoda | Insecta | Lepidoptera | Pyralidae | Pyralidae Morfoespecie |

La mayor contribución a la abundancia fue realiza por la Clase Clitellata con 24,9 Organismos/m², lo que representó el 67% de la abundancia relativa, seguida de la Clase Insecta, con 12,5 Organismos/m², representando el 33% restante de la abundancia total (Figura 9-53 A-C).

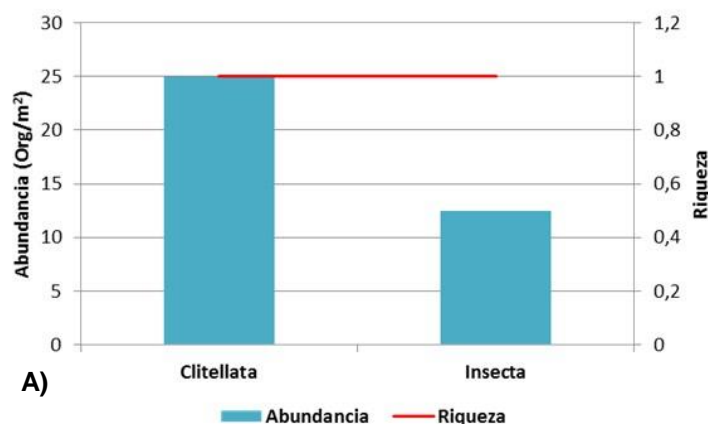
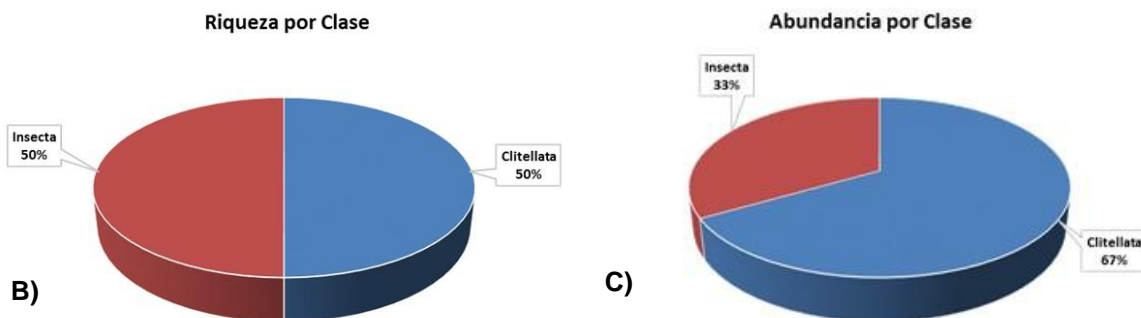
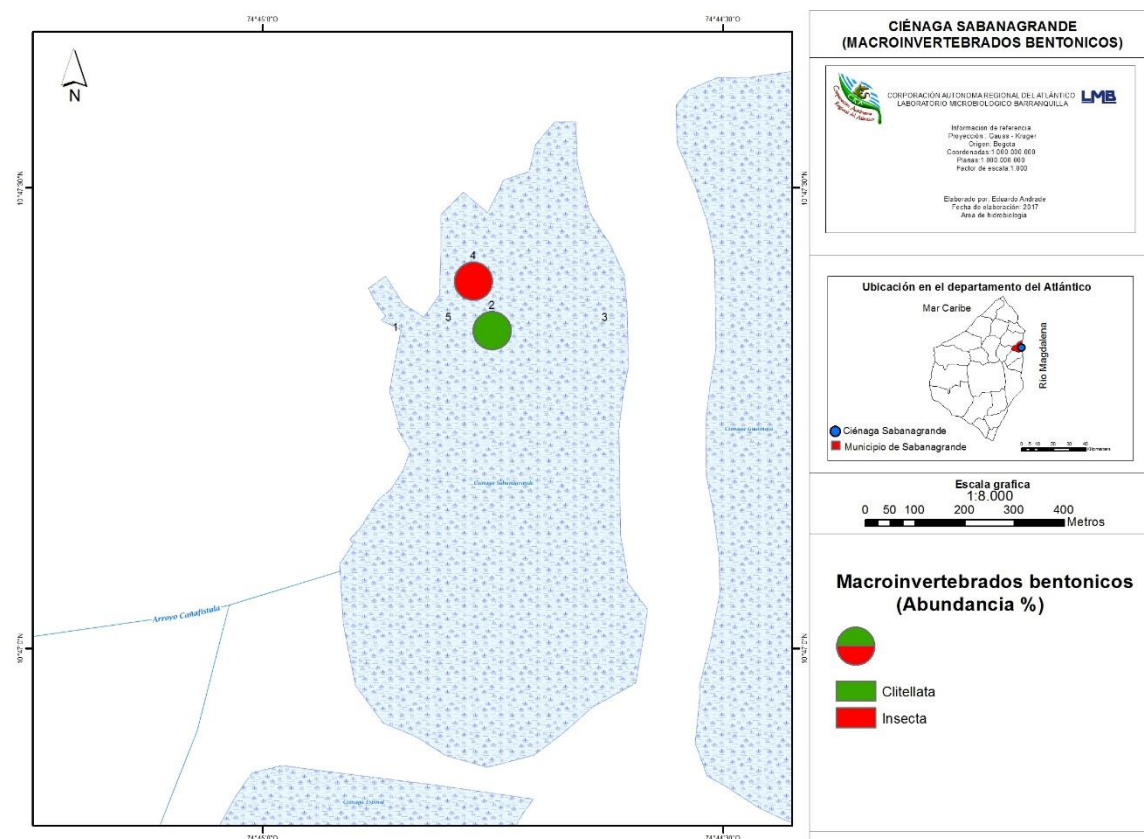


Figura 9-53. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Sabanagrande A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase



Continuación Figura 9-53. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Sabanagrande A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

Al analizar las abundancias de las clases por punto de muestreo, se puede ver que la composición espacial es diferente. Así, los clitelados predominaron en el puntos 2 y los insectos en el punto 4; mientras que las abundancias fueron más equitativas en el punto 6 (Mapa 9-12).



Mapa 9-12. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo, Ciénaga de Sabanagrande

Como era de esperarse, los índices ecológicos no pudieron ser calculados ya que un solo dato no permite su valoración, con excepción del índice de dominancia de Simpson, que indicó la dominancia de única especie presente en los Puntos 2 y 4 (Cuadro 9-27).

Cuadro 9-27. Índices ecológicos de Macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Sabanagrande

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|----|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | A' |
| P1 | 0 | | | |
| P2 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| P3 | 0 | | | |
| P4 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| P5 | 0 | | | |

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que la ciénaga de Sabanagrande presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas” en todos los Puntos monitoreados (Cuadro 9-28). El Mapa 9-13 muestra la distribución del índice en los puntos de la ciénaga.

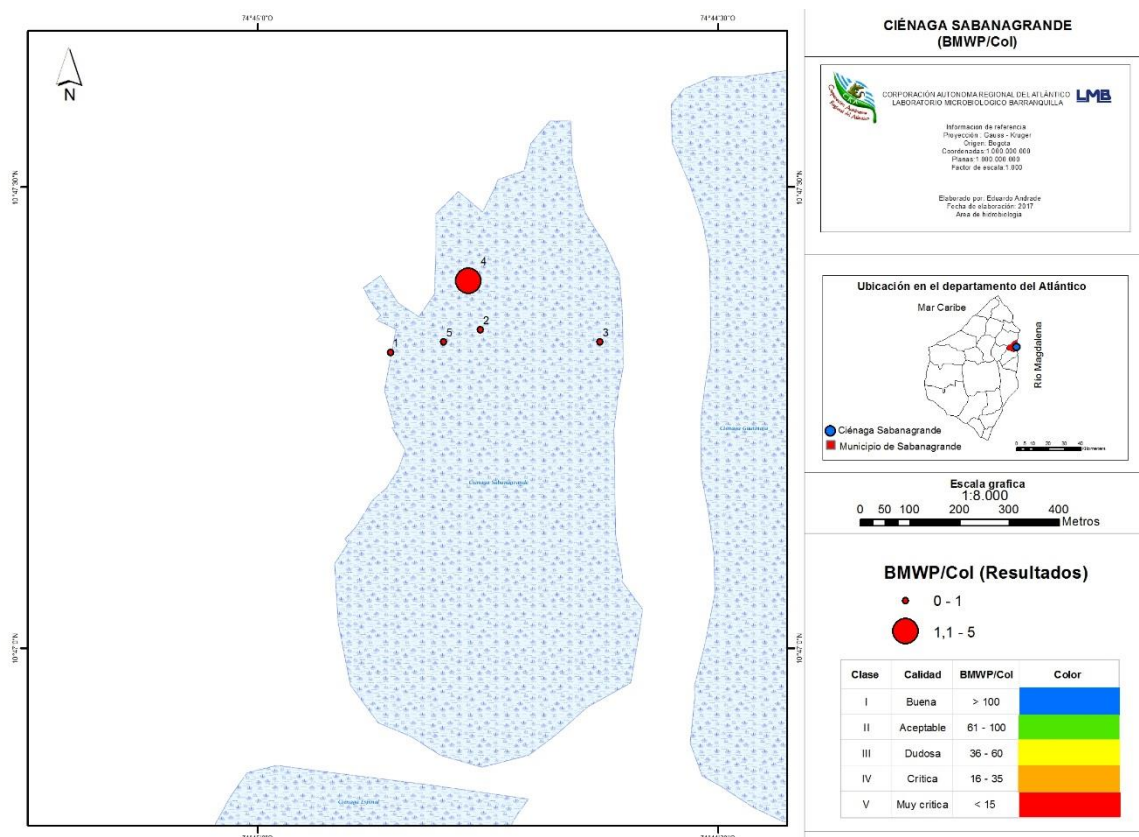
Cuadro 9-28 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Sabanagrande

| | Punto 1 | Punto 2 | Punto 3 | Punto 4 | Punto 5 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Familias que puntúan | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Índice BMWP/Col | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 |
| Valor ASPT | | 1,0 | | 5,0 | |
| EPT | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| EPT:C | | 0,0 | | 0,0 | |
| EPT:Total | | 0,0 | | 0,0 | |

Lo anterior, unido al valor del índice ASPT, a la ausencia de ephemerópteros, plecópteros, tricópteros y a los valores de los índices EPT:C, EPT:Total, ratifican dicho estado de contaminación, siendo mejor en el Punto 4 que en el Punto 2.

Por otra parte, para establecer la similitud entre los puntos de muestreo, se realizó un dendograma mediante el método de UPGMA, agrupando los datos de las abundancias de las morfoespecies por medio del índice de similitud de Bray-Curtis. Los puntos analizados presentaron una similitud del 50%, debido a que las dos especies reportadas, se encontraron por cada punto por separado (Figura 9-54).

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Sabanagrande se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.



Mapa 9-13. Valores del índice BMWP/Col en los puntos de la Ciénaga de Sabanagrande

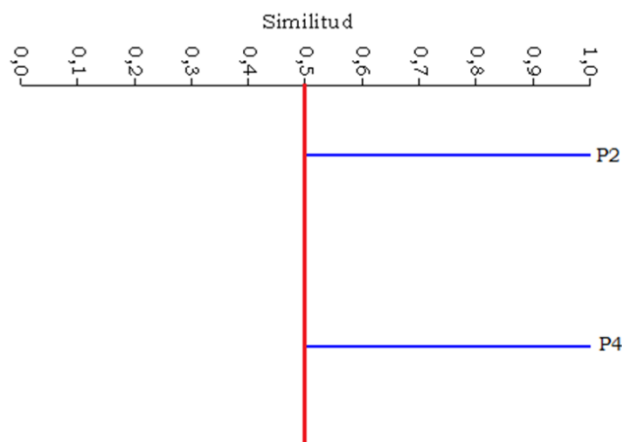


Figura 9-54. Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Sabanagrande nivel taxonómico de género/morfoespecie

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Del análisis resultaron 2 componentes que explicaron el 100% de la variación total (Tabla 9-10). El primero de ellos, en el sector positivo quedó asociado con la familia Tubificidae y el Punto 2, mientras que el sector

positivo del segundo componente se correlacionaron la familia Pyralidae y el Punto 4; las variables fisicoquímicas se correlacionaron de manera negativa con los dos puntos y familias, ubicándose en el tercer cuadrante del plano cartesiano. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-146.

Tabla 9-10. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 86,3257 | 82,43 | 82,4 |
| 2 | 18,4005 | 17,57 | 100,0 |

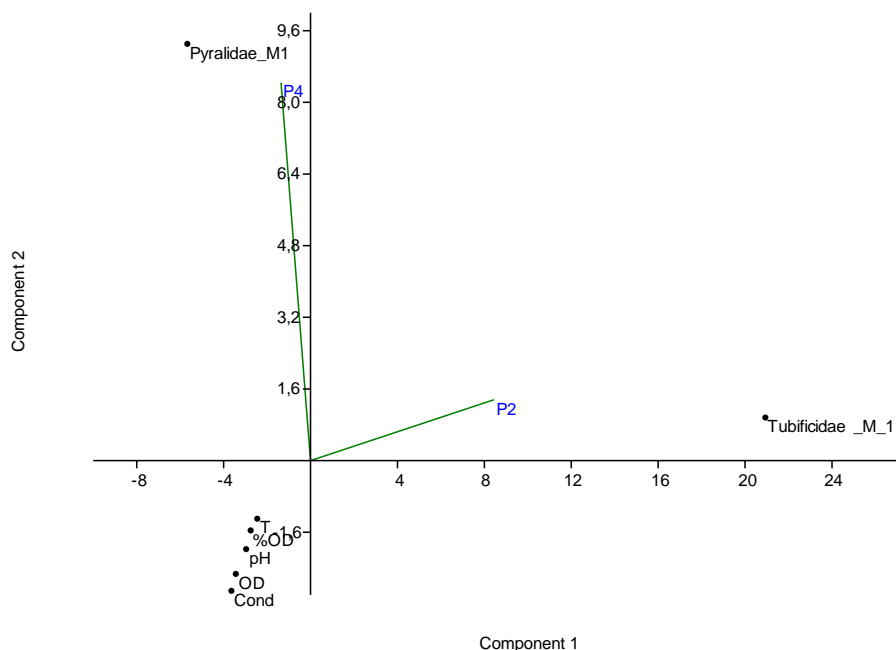


Figura 9-55. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, no se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad, cabe resaltar que en dichas jornadas no se observaron pescadores realizando actividades en el interior de la ciénaga.

9.1.3 Ciénaga de Luisa

En la ciénaga Luisa se evaluaron las comunidades de productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas), así como las comunidades de consumidores (zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna), durante tres horarios de muestreo, con el fin de realizar un análisis diurno del estado trófico de este sistema.

9.1.3.1 Comunidades de productores primarios

Fitoperifiton

En total se identificaron 26 taxa de la comunidad fitoplanctónica, distribuidos en 22 familias, 17 Ordenes, 8 Clases y 6 Divisiones (Cuadro 9-29). Las Divisiones Bacillariophyta y Cyanobacteria contribuyeron en mayor proporción a la riqueza con 9 y 8 taxa cada una, representando el 34% y 31% de la riqueza total, seguido por la División Chlorophyta con 5 taxa (19%), Euglenophyta con 2 taxa (8%), Charophyta y Ochrophyta con una especie (3,8%) cada una (Figura 9-56 A-B).

Cuadro 9-29. Composición de la comunidad Fitoperifítica en la Ciénaga de Luisa

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | | |
|------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia spp</i> | | |
| | | | Cymbellales | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema parvulum</i> | | |
| | | | Eunotiales | Eunotiaceae | <i>Eunotia spp</i> | | |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Gyrosigma spp</i> | | |
| | | | | Navicula spp | | | |
| | | | | Pinnulariaceae | <i>Pinnularia spp</i> | | |
| | | | | Sellaphoraceae | <i>Sellaphora sp 1</i> | | |
| | | | Thalassiosiphysales | Catenulaceae | <i>Amphora spp</i> | | |
| | | | Mediophyceae | Stephanodisciales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella spp</i> | |
| | | | Ochrophyta | Xanthophyceae | Mischococcales | Centritractaceae | <i>Centritractus spp</i> |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Nostocales | Nostocaceae | <i>Anabaena sp 1</i> | | |
| | | | | Gomontiellaceae | <i>Komvophoron sp 1</i> | | |
| | | | | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium spp</i> | |
| | | | | Lyngbya spp | | | |
| | | | Synechococcales | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya sp 1</i> | | |
| | | | | Planktolyngbya spp | | | |
| | | | | Limnothrix spp | | | |
| | | | | Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena sp 1</i> | | |
| Plantae | Chlorophyta | Chlorophyceae | Charophyta | Conjugatophyceae | Zygnematales | Zygnemataceae | <i>Mougeotia spp</i> |
| | | | | Chaetophorales | Aphanochaetaceae | <i>Aphanochaete sp</i> | |
| | | | Chlorophyta | Chlorophyceae | Chlamydomonadales | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas spp</i> |
| | | | | | Oedogoniales | Oedogoniaceae | <i>Oedogonium spp</i> |
| | | | | | Sphaeropleales | Hydrodictyceae | <i>Tetraëdron sp 1</i> |
| | | | | | Trebouxiophyceae | Chlorellales | Chlorellaceae |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Trachelomonas sp</i> | | |
| | | | | Phacaceae | <i>Phacus spp</i> | | |

El análisis de la abundancia evidenció que los organismos de la División Cyanobacteria, con 16,2 Células/cm² (42%) son los de mayor abundancia, seguidos de la División Bacillariophyta con 15,08 Células/cm² (39%), en tercer lugar se encuentran las Chlorophyta con 4,85 Células/cm² (13%); las divisiones restantes presentaron abundancias de 1,20 Células/cm² (3%), 0,88 Células/cm² (2 %) y 0.38 Células/cm² (1%) (Figura 9-56 A-C).

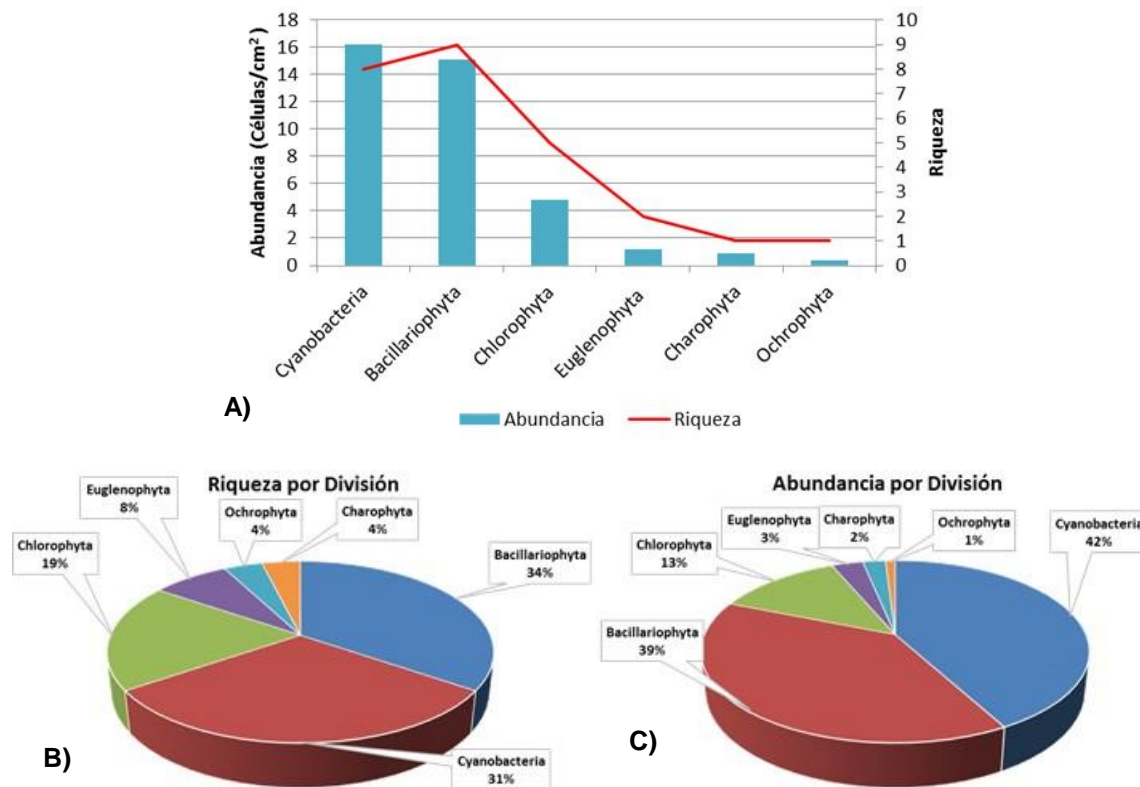


Figura 9-56. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga de Luisa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

Como se indicó en el numeral 4.2.3, los puntos 1 al 5 no pudieron ser monitoreados debido a que su espejo de agua se encontraba cubierto por macrófitas que impidieron el acceso; dichos puntos fueron reubicados en otras ciénagas como se indicó en los términos de referencia de este proyecto.

Al observar la abundancia por punto de muestreo se evidenció que fue mayor en el Punto 7 (27,67 Células/cm²), seguido por los Puntos 6, 8 y 10 (22,50, 20,60 y 16,75 Células/cm², respectivamente) (Figura 9-57). La abundancia por división puede verse en el Mapa 9-14.

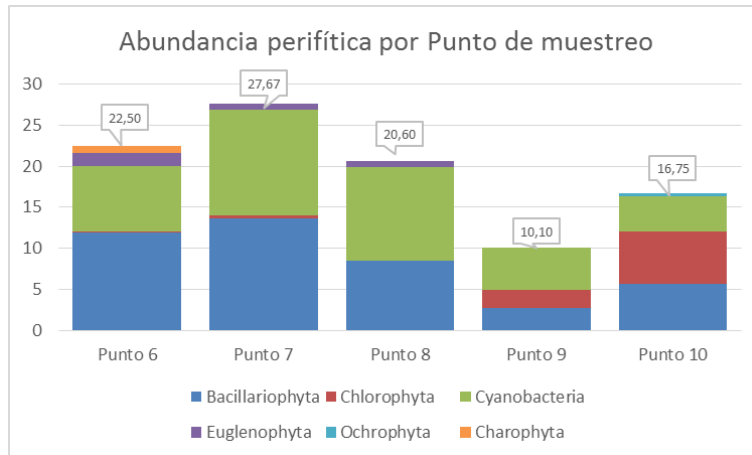
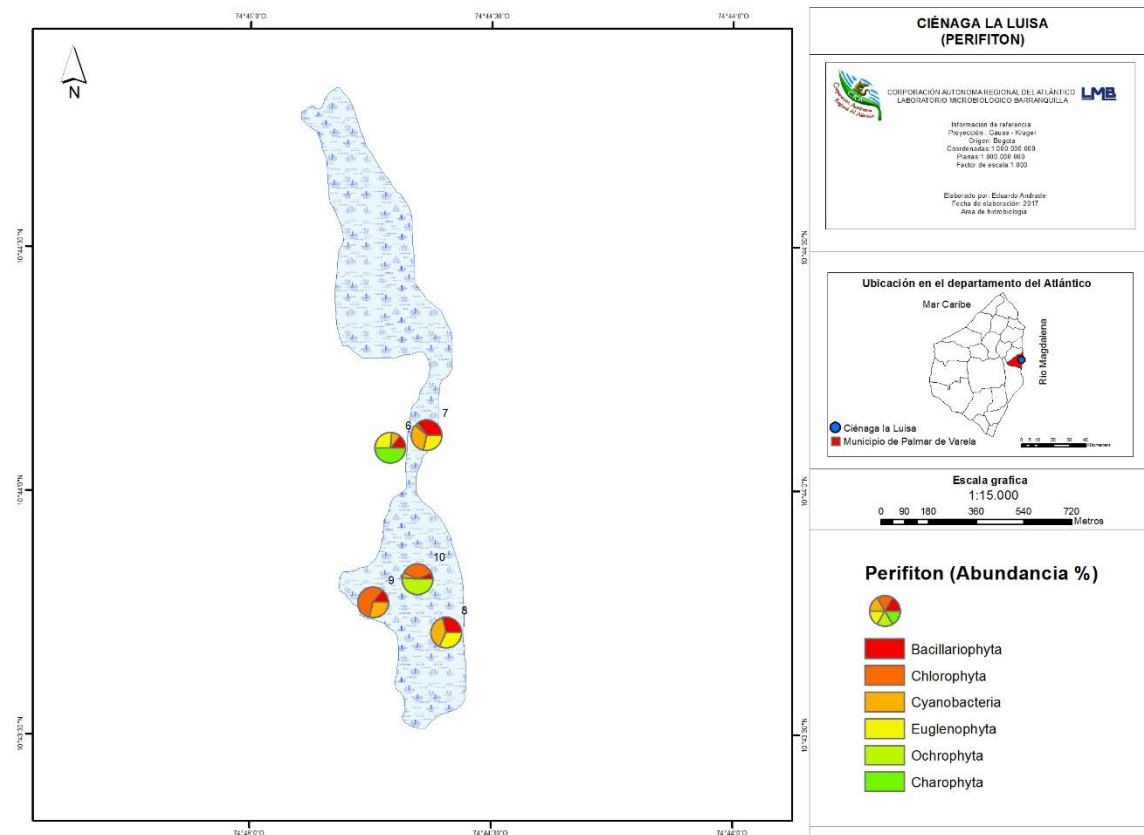


Figura 9-57. Abundancia perifítica (Divisiones) por punto de muestreo



Mapa 9-14. Abundancia del fitoperifiton en los puntos de muestreo, Ciénaga de Luisa

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoperifítica en Ciénaga de Luisa se observó que la estructura de la comunidad desde el índice de equidad demuestra que la ciénaga presenta una equidad alta, siendo menor en los Puntos 6 (0,74) y 7 (0,75); así mismo el índice de diversidad de Shannon, al fluctuar entre 1,57 (Punto 10) y 1,95

nits/Individuo (Punto 10), indicó la presencia diversidades bajas en toda de la ciénaga. Por otra parte, la estructura de la comunidad analizada desde el punto de vista de la dominancia permitió evidenciar bajas dominancias en todos los puntos monitoreados en la ciénaga (Cuadro 9-30).

Cuadro 9-30. Índices ecológicos en la Ciénaga de Luisa

| | Riqueza S | Índice de Pielou J' | Shannon-Wiener H'(loge) | Índice de Simpson λ' |
|-----------------|--------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Punto 6 | 14 | 0,74 | 1,95 | 0,19 |
| Punto 7 | 10 | 0,82 | 1,89 | 0,15 |
| Punto 8 | 10 | 0,84 | 1,93 | 0,14 |
| Punto 9 | 10 | 0,81 | 1,86 | 0,10 |
| Punto 10 | 8 | 0,75 | 1,57 | 0,20 |

Se realizó el análisis de bioindicación, asociado a la abundancia de las Divisiones del fitoperifiton (Figura 9-58). Se encontró que el proceso más bioindicado por estos organismos fue la eutrofia, encontrándose en todos los puntos analizados, en proporciones entre 14,6 (punto 6) y 22,4% (punto 10). El proceso que muestra proporciones altas de N:P en el sistema, se presentó en los puntos 6, 7, 10 como la segunda más indicada, mientras que presencia de aguas tropicales se presentó como el segundo proceso más bioindicado en los puntos 8 y 9. Las Divisiones del fitoperifiton también bioindicaron aguas con pH neutro a ácido, turbulencia, mezcla, sucesión, falta de especies de nitrógeno, estratificación, materia orgánica, entre otros.

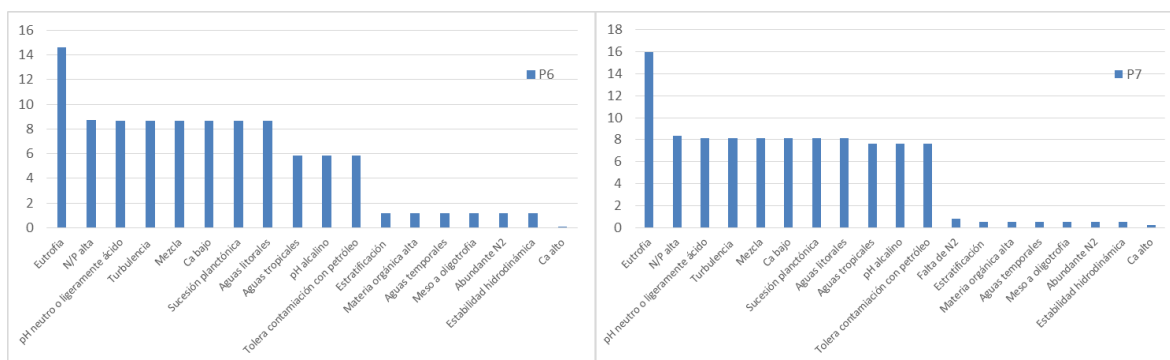
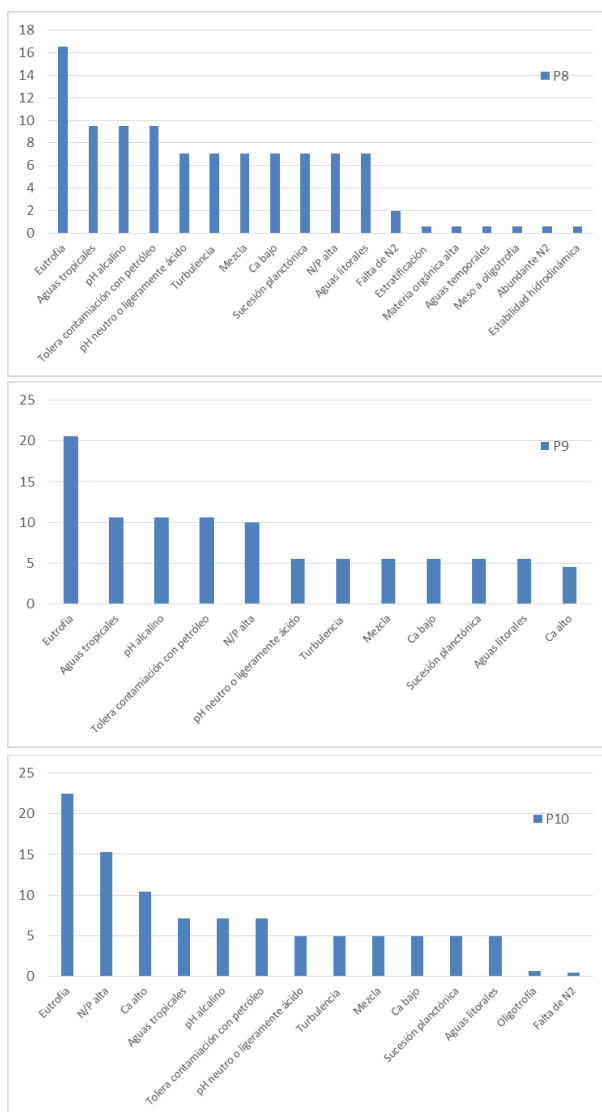


Figura 9-58. Procesos bioindicados (en %) por División en los puntos monitoreados de la ciénaga Luisa



Continuación Figura 9-58. Procesos bioindicados (en %) por División en los puntos monitoreados de la ciénaga Luisa

De manera más específica, de los géneros reportados de la División Bacillariophyta, 6 se consideran bioindicadoras, de los cuales, 5 indican turbulencia, tres muestran sedimentos y conductividad altos, y uno indica mezcla; la especie *Gomphonema parvulum*, indica a su vez eutrofia, sucesión y aguas poluidas (Cuadro 9-31). De la División Ochrophyta, el único género reportado, *Centrtractus*, indica Oligotrofia. Para las cianobacterias indican dos géneros, *Anabaena* y *Lyngbya*, mostrando procesos de eutrofia, mesotrofia, mezcla, turbulencia, estratificación, sucesión avanzada, sedimentos y conductividad altos. El género *Mougeotia* (Charophyta) indicó eutrofia y aguas turbias, mientras que los géneros de clorofitas, *Chlorella* y *Oedogonium* mostraron procesos de eutrofia, aguas someras, cálidas

y ricas en hierro. Así mismo, *Phacus* y *Trachelomonas*, de la división Euglenophyta, indicaron presencia de eutrofia y materia orgánica.

Cuadro 9-31. Procesos bioindicados por las taxa fitoperifíticas de la Ciénaga de Luisa

Chromista

Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Amphora spp

Género: Turbulencia

Gomphonema parvulum

Género: Sedimentos y conductividad altos; Especie: Eutrofia fría, Sucesión, Aguas poluídas

Gyrosigma spp

Género: Turbulencia

Navicula spp

Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos

Nitzschia spp

Género: Turbulencia, Mezcla

Pinnularia spp

Género: Hipereutrofia

Ochrophyta

Oligotrofia

Centritractus spp

Género: Oligotrofia

Eubacteria

Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

Anabaena sp 1

Género: Mezcla y turbulencia, Mesotrofia, Ultraoligotrofia. Estratificación térmica y química

Lyngbya spp

Género: Estratificación, Sucesión Avanzada, Sedimentos y conductividad altos, Hipereutrofia

Plantae

Charophyta

Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad)

Mougeotia spp

Género: Aguas turbias, Eutrofia

Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

Chlorella sp

Género: Eutrofia, Oxidación de aguas servidas, Hipereutrofia

Oedogonium spp

Género: Aguas someras, Aguas cálidas y ricas en hierro

Protozoa

Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N₂, Estabilidad hidrodinámica

Phacus spp

Género: Materia orgánica

Trachelomonas sp

Género: Eutrofia

Al observar las variaciones de la comunidad en todos los puntos de la ciénaga, se buscó establecer las diferencias entre los puntos de monitoreo, para lo cual se realizó un dendograma de similaridad utilizando el método UPGMA y como distancia métrica el índice de similaridad de Bray-Curtis; para obtener una mejor interpretación del sistema se realizaron dos análisis, uno a nivel de División y otro a nivel de especie/morfoespecie (Figura 9-59). Para el primero se evidenció la conformación de dos grupos de puntos, el

primero integrado por el Punto 9 y 10 y el segundo por los puntos restantes; mientras que para el segundo análisis se observó la conformación de tres grupos, el primero con los puntos 9 y 10, el segundo con los puntos 7 y 8 y el tercero con el punto 6.

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Luisa se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

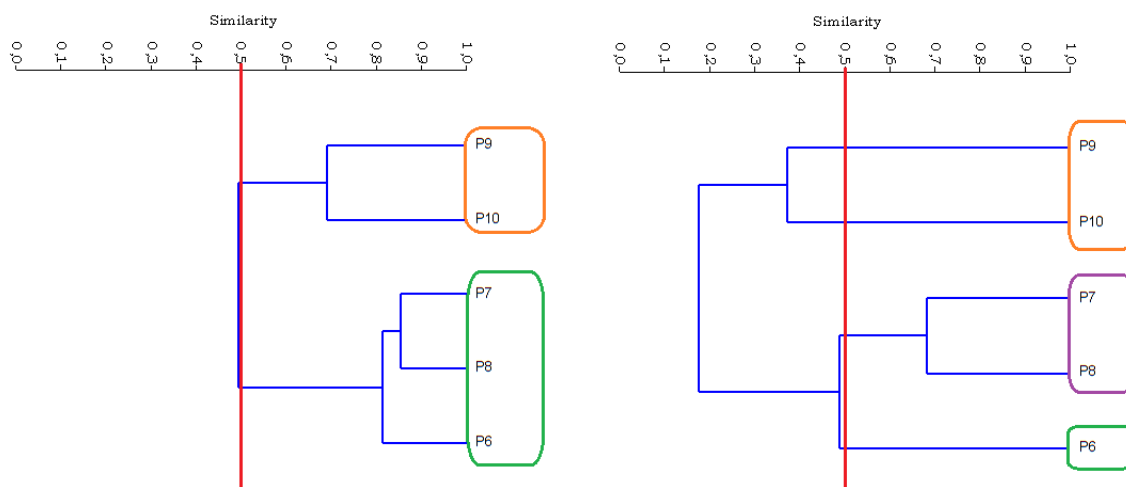


Figura 9-59. Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luisa. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie)

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 5 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 96,1% de la variación total (Tabla 9-11). El sector positivo del primer eje asociado con las variables físicoquímicas pH, temperatura y porcentaje de saturación de oxígeno; igualmente los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector, así como los organismos de la División Bacillariophyta y Cyanobacteria. Por su parte la conductividad y el Oxígeno disuelto, se ubicaron sobre el sector negativo del primer eje, presentando mayor correlación con las concentraciones de Chlorophyta, Euglenophyta, Charophyta y Ochrophyta. Sobre el segundo eje se observó la temperatura y el pH en correlación positiva con los organismos de las Divisiones Cyanobacteria y Bacillariophyta, así mismo con los puntos 6 y 7; ubicándose en el sector negativo del eje el porcentaje de saturación de oxígeno y el oxígeno disuelto, con correlación con los puntos 8, 9 y 10 y los organismos de la División Chlorophyta. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-60.

Tabla 9-11. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|----|------------|------------|-------------|
| 1 | 1,23578 | 77,54 | 77,5 |
| 2 | 0,295195 | 18,522 | 96,1 |
| 3 | 0,0507262 | 3,1828 | 99,2 |
| 4 | 0,00779557 | 0,48914 | 99,7 |
| 5 | 0,00424443 | 0,26632 | 100,0 |

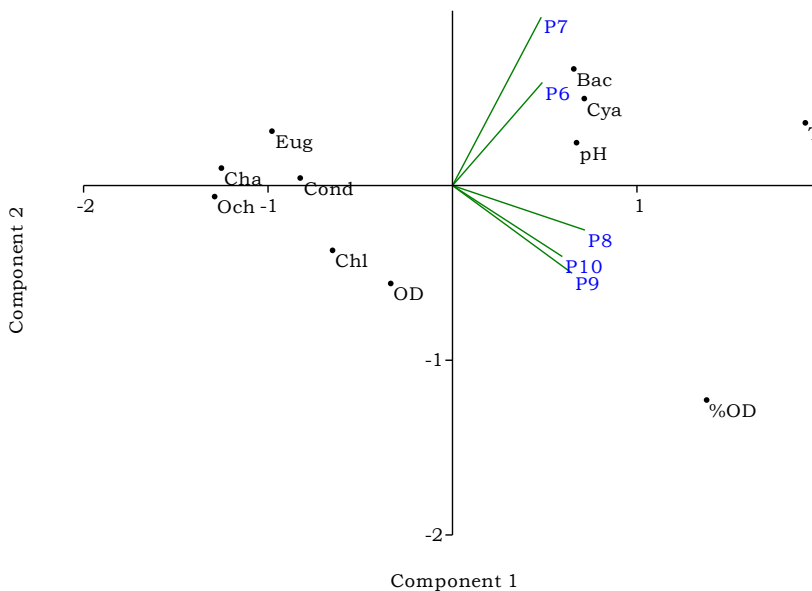


Figura 9-60. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

De los 5 componentes resultantes del análisis con las especies, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 78,7% de la variación total (Tabla 9-12). El primero de ellos está asociado con las variables físicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje el Oxígeno disuelto, pH y la temperatura; igualmente los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector; allí mismo se ubicaron las especies *Amphora* spp, *Trachelomonas* sp, *Leptolyngbya* sp 1, *Anabaena* sp 1, *Nitzschia* spp, *Phormidium* spp, *Limnothrix* spp y *Eunotia* spp, especies cuya bioindicación mayoritaria es turbulencia, mezcla, eutrofia.

Tabla 9-12. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 0,150592 | 52,983 | 53,0 |
| 2 | 0,0731685 | 25,743 | 78,7 |
| 3 | 0,0310635 | 10,929 | 89,7 |
| 4 | 0,0169825 | 5,975 | 95,6 |
| 5 | 0,012421 | 4,3701 | 100,0 |

Así mismo en el sector positivo del segundo eje se ubicaron las especies *Navicula spp* y *Chlorella sp*, correlacionadas con los puntos 9 y 10; así como con el porcentaje de saturación de oxígeno. Igualmente, pero en el sector negativo del primer eje se ubicaron las varias especies, las cuales se correlacionaron positivamente con la conductividad. Al observar el segundo eje, se evidencia que la correlación entre los Puntos 9, 10 y los restantes es negativa. La mayoría de las especies con representatividad en el análisis pertenecen a las Divisiones Cyanobacteria y Bacillariophyta, lo que unido al predominio en riqueza y abundancia de los organismos de dicha división indican que la ciénaga se encuentra fuertemente eutrofizada. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-6.

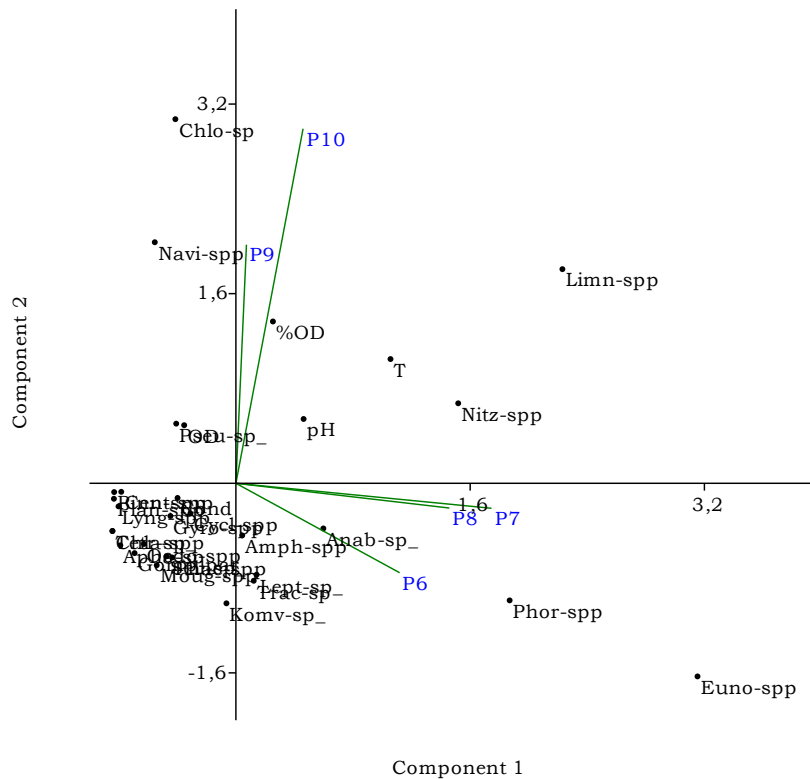


Figura 9-61. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Fitoplancton

En la ciénaga Luisa, la comunidad fitoplanctónica estuvo conformada por 63 taxa pertenecientes a 37 familias, 19 Órdenes, 10 Clases y 6 Divisiones (Cuadro 9-32). El aporte a la riqueza realizado por la División Chlorophyta alcanzó el 34,9% (22 taxa), seguida por la por las Divisiones Bacillariophyta y Cyanobacteria, con un 25,4% (16 taxa) cada una; mientras que los aportes realizados por las Divisiones restantes fueron menores, 11,1% (7 taxa) por Euglenophyta y 1,6% (115 especie) las Divisiones Charophyta y Ochrophyta (Figura 9-62 A-B).

Cuadro 9-32. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Luisa

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|-------------------|------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia spp</i> | |
| | | | Cymbellales | Cymbellaceae | <i>Cymbella spp</i> | |
| | | | | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema affine</i> | |
| | | | | Eunotiales | Eunotiaceae | <i>Eunotia spp</i> |
| | | | Naviculales | Berkeleyaceae | <i>Berkeleya sp</i> | |
| | | | | Naviculaceae | <i>Caloneis sp 1</i> | |
| | | | | Naviculaceae | <i>Gyrosigma spp</i> | |
| | | | | Naviculaceae | <i>Navicula spp</i> | |
| | | | | Pinnulariaceae | <i>Pinnularia sp</i> | |
| | | | | Pleurosigmaaceae | <i>Pleurosigma spp</i> | |
| | | | | Stauroneidaceae | <i>Craticula sp 1</i> | |
| | | | Surirellales | Surirellaceae | <i>Surirella spp</i> | |
| | | | Coccolodiscophyceae | Stellariales | Trigoniaceae | <i>Trigonium spp</i> |
| | | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Synedra sp 1</i> |
| | | | Mediophyceae | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella sp 1</i> |
| Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella spp</i> | | | | | |
| Ochrophyta | Xanthophyceae | Mischococcales | Centrtractaceae | <i>Centrtractus spp</i> | | |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Chroococcales | Chroococcaceae | <i>Chroococcus spp</i> | |
| | | | | Microcystaceae | <i>Microcystis sp 1</i> | |
| | | | Nostocales | Nostocaceae | <i>Anabaena sp</i> | |
| | | | | | <i>Anabaena sp 1</i> | |
| | | | | Gomontiellaceae | <i>Komvophoron spp</i> | |
| | | | Oscillatoriales | Microcoleaceae | <i>Arthrospira sp</i> | |
| | | | | | <i>Phormidium spp</i> | |
| | | | | Oscillatoriaceae | <i>Lyngbya spp</i> | |
| | | | | | <i>Oscillatoria spp</i> | |
| | | | | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya sp 1</i> | |
| | | | Synechococcales | | <i>Planktolyngbya spp</i> | |
| | | | | Merismopediaceae | <i>Aphanocapsa spp</i> | |
| | <i>Merismopedia sp</i> | | | | | |
| Pseudanabaenaceae | <i>Limnothrix spp</i> | | | | | |
| | | <i>Pseudanabaena sp</i> | | | | |
| | | <i>Pseudanabaena sp 1</i> | | | | |
| Charophyta | Conjugatophyceae | Desmidiales | Closteriaceae | <i>Closterium sp</i> | | |
| | | Chlamydomonadales | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas spp</i> | | |
| | | Oedogoniales | Oedogoniaceae | <i>Oedogonium spp</i> | | |
| Plantae | Chlorophyta | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Hydrodictyceae | <i>Pediastrum duplex</i> | |
| | | | | | <i>Pediastrum sp</i> | |
| | | | | <i>Tetraëdron spp</i> | | |
| | | | | Neochloridaceae | <i>Golenkinia spp</i> | |
| | | | | Scenedesmaceae | <i>Coelastrum spp</i> | |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|--------------|------------------|--------------|----------------|--------------------------------|
| | | | | | <i>Scenedesmus ecornis</i> |
| | | | | | <i>Scenedesmus protuberans</i> |
| | | | | | <i>Scenedesmus quadricauda</i> |
| | | | | | <i>Scenedesmus sp 1</i> |
| | | | | | <i>Tetrastrum spp</i> |
| | | | | Selenastraceae | <i>Monoraphidium arcuatum</i> |
| | | | | | <i>Monoraphidium sp 1</i> |
| | | | | | <i>Selenastrum sp 1</i> |
| | | | | | <i>Tetraëdron</i> |
| | | | | | <i>Actinastrum sp</i> |
| | | | | Chlorellaceae | <i>Chlorella sp</i> |
| | | Trebouxiophyceae | Chlorellales | | <i>Dictyosphaerium spp</i> |
| | | | | | <i>Micractinium spp</i> |
| | | | | Oocystaceae | <i>Lagerheimia sp</i> |
| | | | | | <i>Oocystis spp</i> |
| | | | | | <i>Euglena spp</i> |
| | | | | Euglenaceae | <i>Trachelomonas sp</i> |
| | | | | | <i>Trachelomonas sp</i> |
| | | | | | <i>Trachelomonas sp 9</i> |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | | <i>Lepocinclis acus</i> |
| | | | | Phacaceae | <i>Lepocinclis spp</i> |
| | | | | | <i>Phacus spp</i> |

La abundancia en la ciénaga fue precedida por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 55,7% a la abundancia total (48 Células/mL), seguida por la División Bacillariophyta con 20% (17,2 Células/mL), Chlorophyta con un 11,5% (9,9 Células/mL), Euglenophyta con 9,9% (8,6 Células/mL), y las Divisiones Charophyta y Ochrophyta contribuyeron en menor cuantía con 1,4% (1,2 Células/mL) cada una (Figura 9-62 A-C). Las abundancias de cada división por punto y horario de muestreo se puede ver en la Mapa 9-15. Se aprecia como las abundancias de las horas de la tarde difieren un poco de las dos primeras.

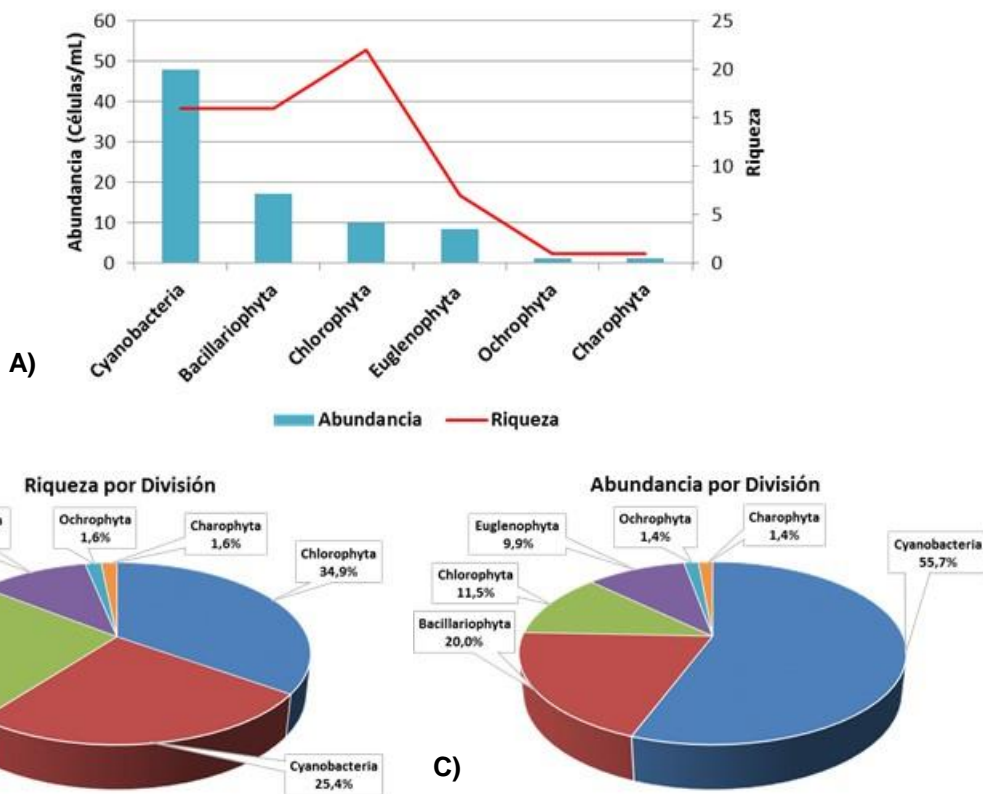
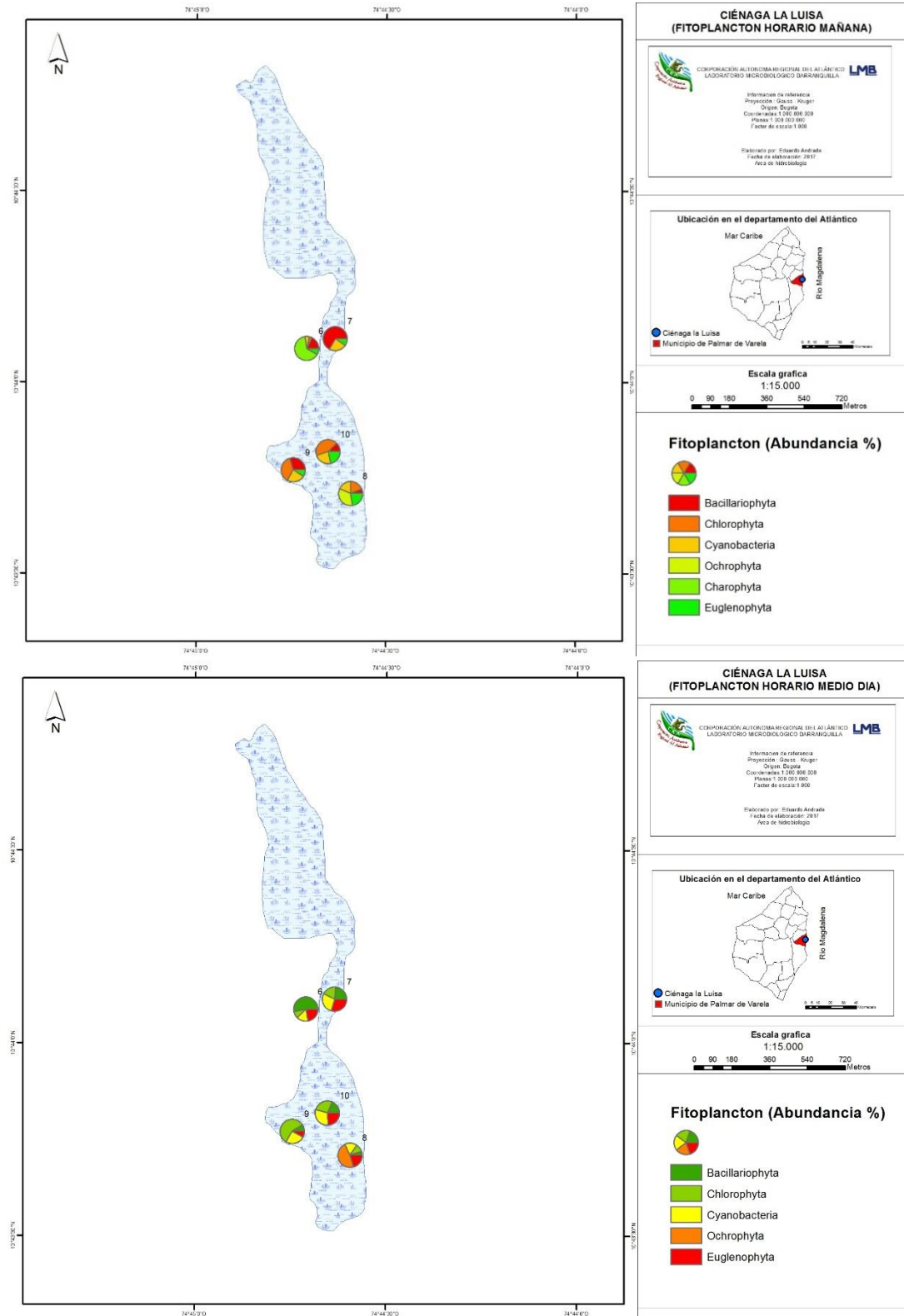
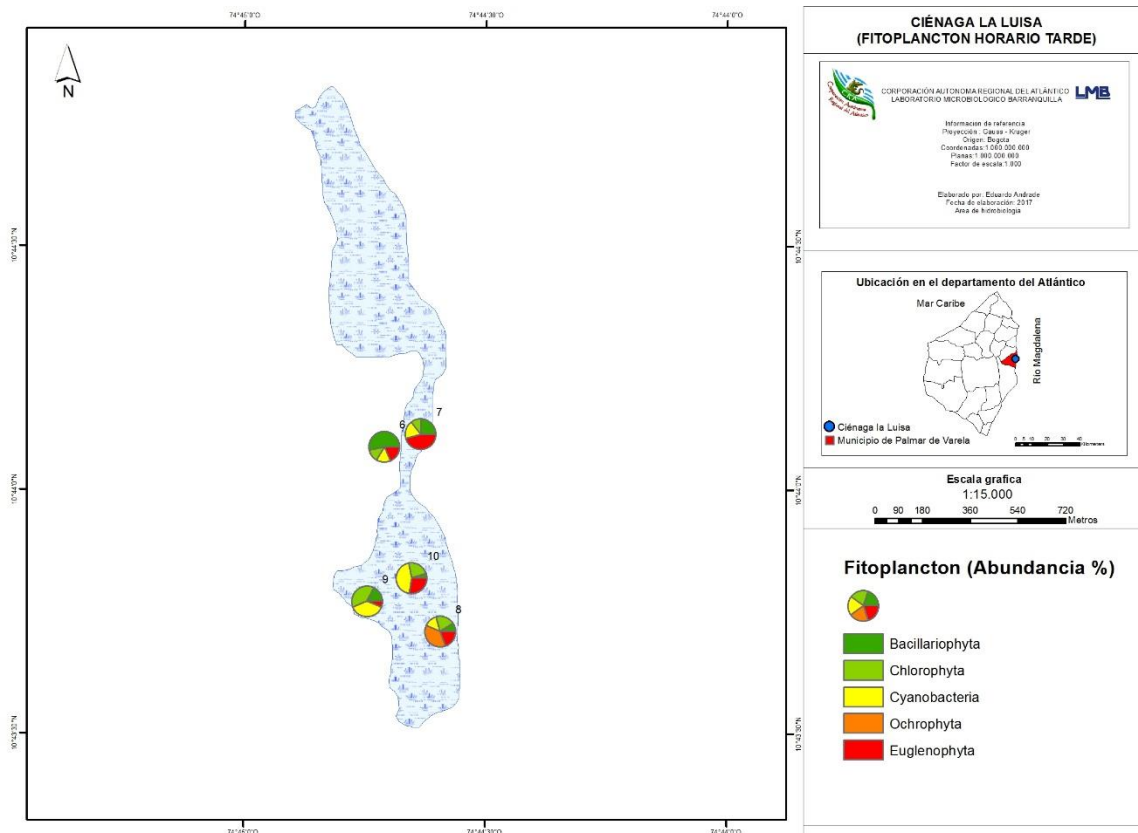


Figura 9-62. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga de Luisa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División



Mapa 9-15. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Luisa



Continuación Mapa 9-15. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Luisa

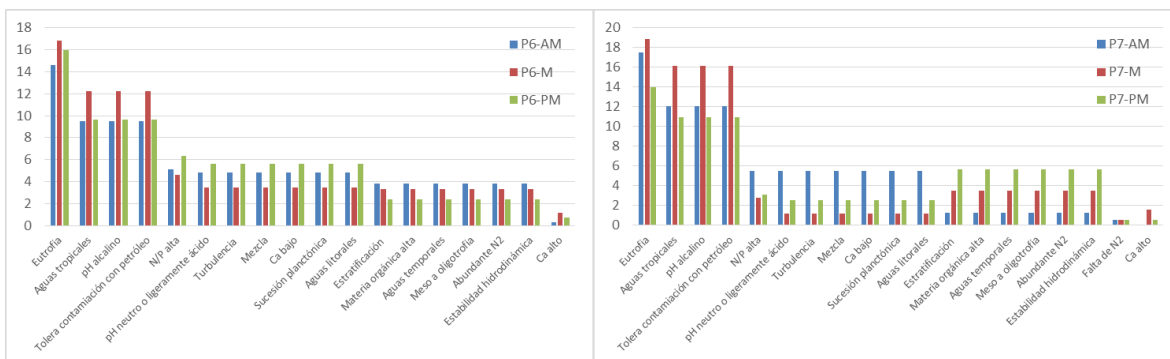
Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica de la Ciénaga de Luisa se observó que la estructura de la comunidad desde el índice de equidad demuestra que la ciénaga presenta una equidad media a alta, siendo menor en el Punto 10-PM (0,46), y mayor en el Punto 6-M (0,91); así mismo el índice de diversidad de Shannon, lo que indicó diversidades bajas en la mayoría de la ciénaga, excepto en el Punto 6 de mañana y medio día, con diversidad media. Por otra parte, la estructura de la comunidad analizada desde el punto de vista de la dominancia permitió evidenciar bajas dominancias en la mayoría de la ciénaga, con excepción del Punto 10-PM, donde se presentan dominancias medias (Cuadro 9-33).

Cuadro 9-33. Índices ecológicos en la Ciénaga de Luisa

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|---------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P6-AM | 14 | 0,89 | 2,35 | 0,12 |
| P7-AM | 11 | 0,69 | 1,66 | 0,25 |
| P8-AM | 16 | 0,64 | 1,78 | 0,28 |
| P9-AM | 10 | 0,69 | 1,60 | 0,34 |
| P10-AM | 13 | 0,60 | 1,53 | 0,39 |
| P6-M | 13 | 0,91 | 2,33 | 0,12 |
| P7-M | 12 | 0,79 | 1,97 | 0,20 |

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|---------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P8-M | 20 | 0,53 | 1,59 | 0,37 |
| P9-M | 11 | 0,61 | 1,46 | 0,40 |
| P10-M | 12 | 0,54 | 1,33 | 0,48 |
| P6-PM | 11 | 0,81 | 1,93 | 0,19 |
| P7-PM | 11 | 0,82 | 1,98 | 0,19 |
| P8-PM | 23 | 0,62 | 1,96 | 0,27 |
| P9-PM | 10 | 0,66 | 1,51 | 0,37 |
| P10-PM | 15 | 0,46 | 1,25 | 0,52 |

De acuerdo al análisis de bioindicación para las abundancias de las divisiones, la eutrofia fue el proceso predominante en todos los puntos, con proporciones entre 13,99% (punto 7 “tarde”) y 23,85% (punto 9 “medio día”). A éste, siguieron los procesos de aguas tropicales, pH alcalino y tolerancia a contaminación con petróleo, presentando los tres las mismas proporciones en cada punto y horario, estando aquellas entre 9,48% (punto 6 “mañana”) y 19,64% (punto 10 “tarde”), tal y como puede verse en la Figura 9-63. Otros procesos bioindicados por las divisiones del fitoplancton fueron proporción N:P alta, pH neutro a ligeramente ácido, turbulencia, mezcla, estratificación, presencia de materia orgánica



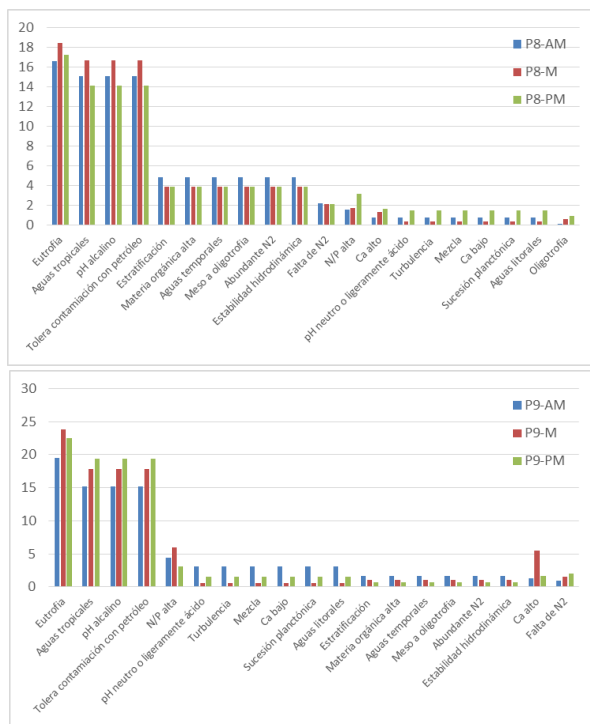
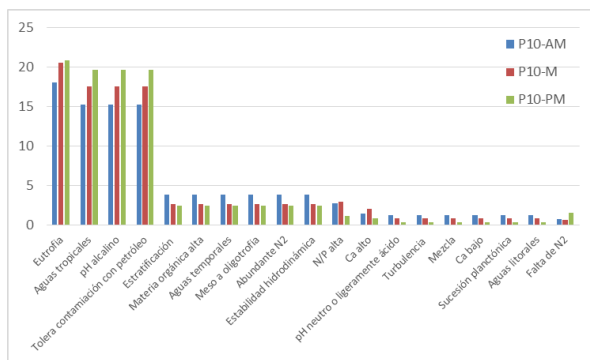


Figura 9-63. Procesos bioindicados por las Divisiones de fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luisa, durante los horarios de muestreo.



Continuación Figura 9-63. Procesos bioindicados por las Divisiones de fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luisa, durante los horarios de muestreo.

Teniendo en cuenta ahora los procesos indicados por los géneros reportados de acuerdo a Pinilla (2000), se puede ver que los géneros *Gyrosigma*, *Navicula* y *Nitzschia*, bioindicaron turbulencia, mientras que *Gomphonema* y *Navicula* indicaron sedimentos y conductividad altos, y *Pinnularia* eutrofia. El género *Centritractus*, de la división Ochrophyta bioindicó oligotrofia, mientras que para la división Cyanobacteria, los procesos más bioindicados fueron estratificación de la columna de agua, mostrado por *Anabaena*, *Chroococcus*, *Lyngbya* y *Oscillatoria*, y eutrofia, que fue indicado por *Lyngbya*, *Merismopedia*, *Microcystis*, y *Oscillatoria*. Los procesos más indicados por las Chlorophyta fueron eutrofia (mostrado por *Chlorella*, *Golenkinia* y *Pediastrum*) y mesotrofia (mostrado por las cuatro

morfoespecies reportadas del género *Scenedesmus*). Para la división Euglenophyta, *Euglena*, *Lepocinclis* y *Phacus* indicaron presencia de materia orgánica, y *Trachelomonas* mostró procesos de eutrofia (Cuadro 9-34).

Cuadro 9-34. Procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas, Ciénaga de Luisa

Chromista

División Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

| | |
|--------------------------|---|
| <i>Gomphonema affine</i> | Género: Sedimentos y conductividad altos |
| <i>Gyrosigma</i> spp | Género: Turbulencia |
| <i>Navicula</i> spp | Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos |
| <i>Nitzschia</i> spp | Género: Turbulencia, Mezcla |
| <i>Pinnularia</i> sp | Género: Hipereutrofia |
| <i>Surirella</i> spp | Género: Turbulencia |

División Ochrophyta

Oligotrofia

| | |
|-------------------------|---------------------|
| <i>Centrtractus</i> spp | Género: Oligotrofia |
|-------------------------|---------------------|

Eubacteria

División Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

| | |
|-------------------------|--|
| <i>Anabaena</i> sp 1 | Género: Mezcla y turbulencia, Mesotrofia, Ultraoligotrofia. Estratificación térmica y química |
| <i>Chroococcus</i> spp | Género: Estratificación, Sucesión Avanzada |
| <i>Lyngbya</i> spp | Género: Estratificación, Sucesión Avanzada, Sedimentos y conductividad altos, Hipereutrofia |
| <i>Merismopedia</i> sp | Género: Eutrofia |
| <i>Microcystis</i> sp 1 | Género: Eutrofia |
| <i>Oscillatoria</i> spp | Género: Sedimentos y conductividad altos, Eutrofia, Mesotrofia, Tolerancia a pesticidas, Ultraoligotrofia, Estratificación térmica y química |
| <i>Anabaena</i> sp | Género: Mezcla y Turbulencia, Mesotrofia, Ultraoligotrofia. Estratificación térmica y química |

Plantae

División Charophyta

Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad)

| | |
|----------------------|--------------|
| <i>Closterium</i> sp | No Indicado. |
|----------------------|--------------|

División Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

| | |
|--------------------------|--|
| <i>Chlorella</i> sp | Género: Eutrofia, Oxidación de aguas servidas, Hipereutrofia |
| <i>Golenkinia</i> spp | Género: Hipereutrofia |
| <i>Oedogonium</i> spp | Género: Aguas someras, Aguas cálidas y ricas en hierro |
| <i>Oocystis</i> spp | Género: Resistencia a pesticidas |
| <i>Pediastrum duplex</i> | Género: Eutrofia; Especie: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas, Eutrofia fría |
| <i>Pediastrum</i> sp | Género: Eutrofia |

| | |
|--------------------------------|--|
| <i>Scenedesmus ecornis</i> | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas |
| <i>Scenedesmus protuberans</i> | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas; Especie: Eutrofia fría |
| <i>Scenedesmus</i> sp 1 | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas |

Protozoa

División Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N₂, Estabilidad hidrodinámica

| | |
|-------------------------|--|
| <i>Euglena</i> spp | Género: Resistencia a pesticidas, Eutrofia, Materia orgánica |
| <i>Lepocinclis acus</i> | Género: Materia orgánica |
| <i>Lepocinclis</i> spp | Género: Materia orgánica |
| <i>Phacus</i> spp | Género: Materia orgánica |
| <i>Trachelomonas</i> sp | Género: Eutrofia |

Para establecer la similitud entre los puntos y horas de muestreo, se realizó un dendograma mediante el método de UPGMA, agrupando los datos de las abundancias de las morfoespecies por medio del índice de similitud de Bray-Curtis. De acuerdo a esto, se puede inferir que el fitoplancton no presentó variaciones en torno a las horas de muestreo en varios de los puntos analizados (10, 9, 7 y 8) (Figura 9-64).

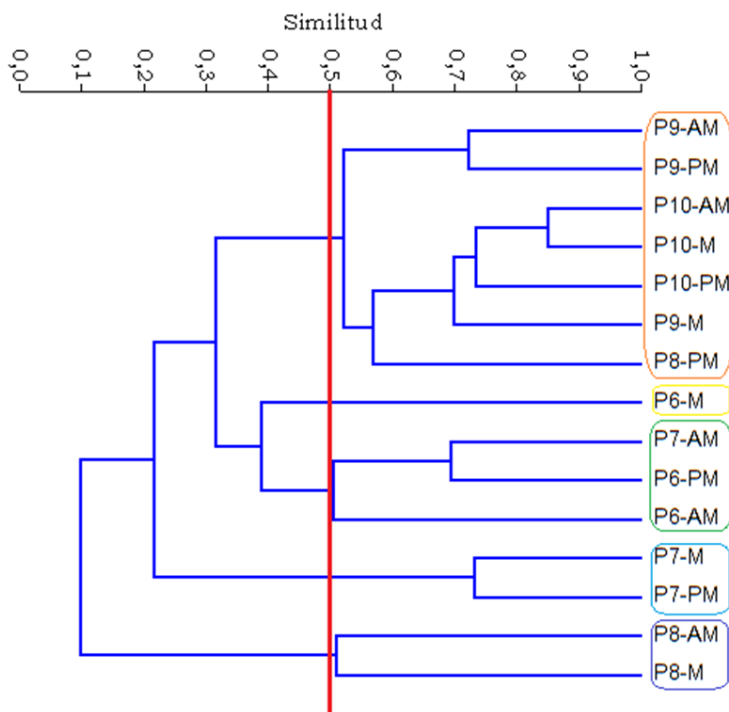


Figura 9-64. Dendograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luisa nivel taxonómico de género/morfoespecie

Se aplicó un análisis de componentes principales para conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo. Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 5 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 89,2% de la variación total (Tabla 9-13). El primer eje, en el sector positivo se correlacionaron los puntos de monitoreo, así como las variables el porcentaje de saturación del oxígeno, temperatura, pH y oxígeno disuelto, encontrándose las dos primeras variables fuera del sector de cobertura de la elipse de 95% de confianza. Indicando que las mayores correlaciones de los puntos 9 y 10 fueron con las abundancias de *Phacus* spp, *Anabaena* sp1 y *Euglena* spp, colectado en horas de la mañana. Para el segundo eje se evidenciaron tres distribuciones de las estaciones de muestreo; sobre el sector positivo del eje, se ubicó el Punto 6 y 7, correlacionado en mayor medida con los organismos de las *Phormidium* spp; los puntos 9 y 10, ubicados cerca del origen del eje y por último el Punto 8, ubicado en el sector negativo del eje. La distribución de observada permite confirmar diferencias espaciales, mientras que las diferencias temporales son poco evidentes. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-65.

Tabla 9-13. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 0,544904 | 75,533 | 75,5 |
| 2 | 0,0985452 | 13,66 | 89,2 |
| 3 | 0,0488468 | 6,771 | 96,0 |
| 4 | 0,0221062 | 3,0643 | 99,0 |
| 5 | 0,00700641 | 0,97121 | 100,0 |

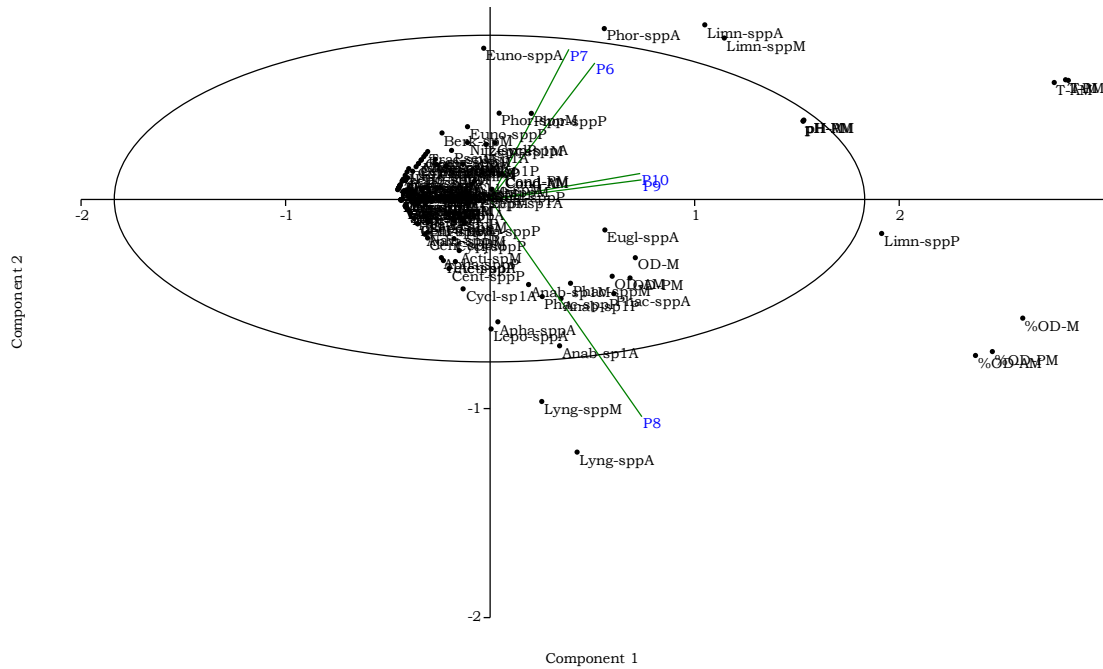


Figura 9-65. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga de Luisa se registraron 12 taxa de macrófitas distribuidas en 10 familias, 9 Ordenes, 3 Clases y 1 División (Cuadro 9-35). Se reportaron taxa de macrófitas acuáticas en todos los Puntos evaluados.

Cuadro 9-35. Composición taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga de Luisa

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|---------|--------------|---------------|--------------|----------------|---|
| Desnuda | Desnuda | Desnuda | Desnuda | Desnuda | Desnuda |
| | | | Alismatales | Araceae | <i>Pistia stratiotes</i> |
| | | Liliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> <i>Eichhornia sp</i> |
| Plantae | Tracheophyta | | Fabales | Fabaceae | <i>Neptunia sp</i> |
| | | | Myrtales | Onagraceae | <i>Ludwigia sp</i> |
| | | Magnoliopsida | Nymphaeales | Nymphaeaceae | <i>Nymphaea ampla</i> |
| | | | Poales | Cyperaceae | <i>Cyperus sp 2</i> |
| | | | Poales | Poaceae | <i>Paspalum sp</i> |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|-------|----------|----------------|-------------|----------------|----------------------------|
| | | | | Typhaceae | <i>Thypha angustifolia</i> |
| | | | Solanales | Convolvulaceae | <i>Ipomoea aquatica</i> |
| | | Polypodiopsida | Salviniales | Salviniaceae | <i>Salvinia molesta</i> |
| | | | | | <i>Salvinia sp</i> |

La mayor área de cobertura promedio la presentó *Eichhornia crassipes*, con 19,7%, seguida por *Neptunia sp* (13,9%) y *Nymphaea ampla* (10,8%) como se observa en la Figura 9-66.

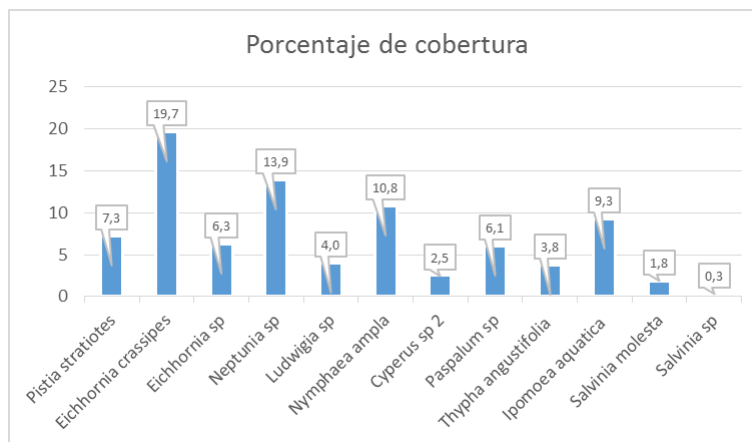
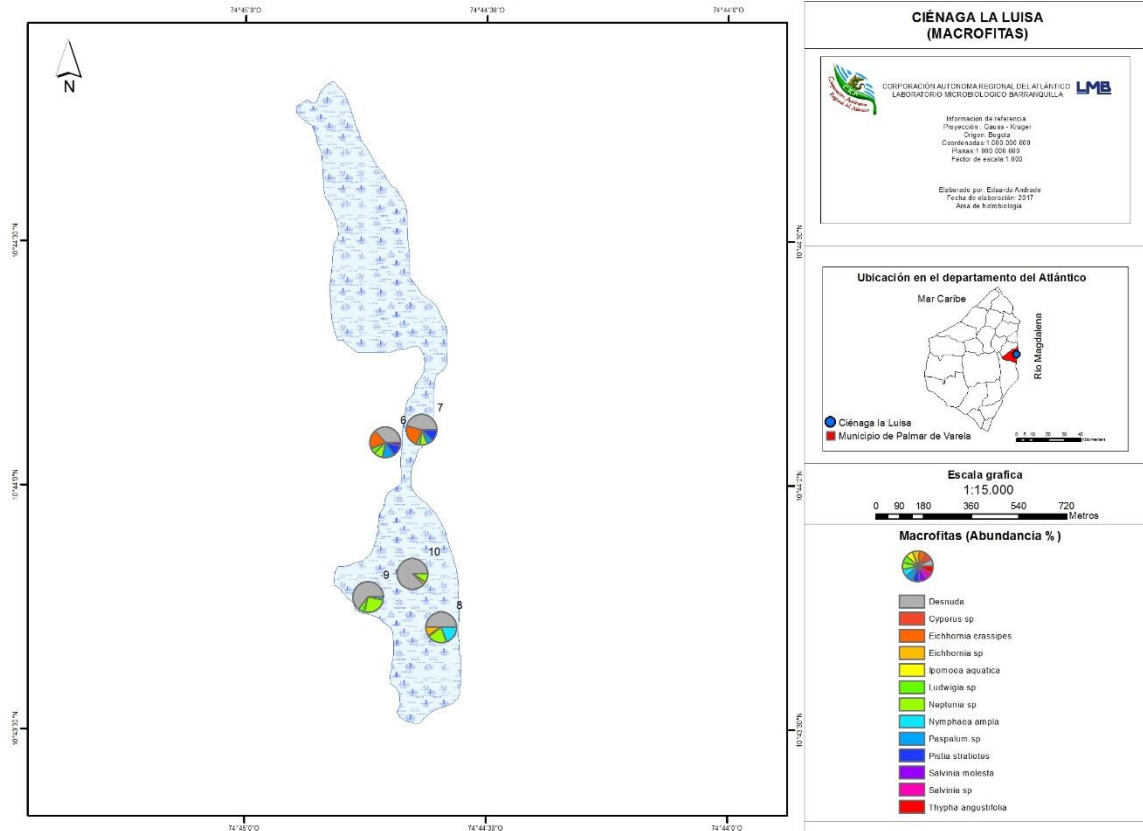


Figura 9-66. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Luisa

En el Mapa 9-16, se muestran los porcentajes de cobertura de las especies reportadas en esta ciénaga. Se observa como la especie *Cyperus sp*, y *Salvinia molesta*, son las que predominan en la mayoría de los puntos analizados.

La evaluación de las coberturas por taxa en cada uno de los Puntos monitoreados permitió indicar para el Punto 6 el predominio de *Eichhornia crassipes*, con un 16,9% del área evaluada, seguido de *Ipomoea aquatica* con un 14,1%, *Paspalum sp* con un 10,9%, *Neptunia sp* con un 8,6%, *Ludwigia sp* con un 4,8% y *Salvinia molesta* con un 3,1%. Igualmente se observaron los biotopos por especie, evidenciándose la presencia de 3 taxa de macrófitas pertenecientes a los biotopos Acropleustophyta y Helophyta, el primer indica la presencia de plantas flotantes o errantes que usan el CO₂ atmosférico y el segundo se caracteriza por ser plantas enraizadas en el sedimento y cuya estructura vegetativa se encuentra la mayor parte del tiempo sobre la superficie del agua, este grupo de plantas de paso de manera gradual a la vegetación terrestre; también se reportó una taxa para el biotopo Ephydata, correspondientes a las plantas cuya estructura vegetativa permanece usualmente sumergida pero con hojas flotantes que se encuentran parcialmente en contacto con la atmósfera, pueden utilizar el CO₂ del aire (Figura 9-67 y Mapa 9-16).



Mapa 9-16. Porcentaje de cobertura de la comunidad de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo, Ciénaga de Luisa

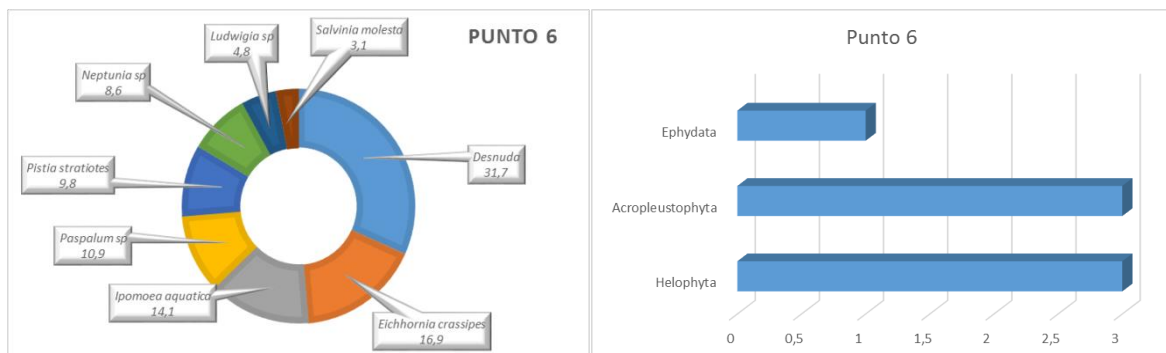


Figura 9-67. Punto 6 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

La cobertura de macrófitas en el Punto 7 fue liderada por *Eichhornia crassipes* con 22,5%, seguida de *Pistia stratiotes* con 11,5%, seguida de *Pistia stratiotes* con 11,5%, *Neptunia sp* con 7,4%, *Ipomoea aquatica* con 4,4%, *Ludwigia sp* con 3,6% y *Salvinia molesta* con 0,5%. Por su parte la observación de los biotopos indicó el predominio de especies Acropleustophyta y Helophyta, es decir, de plantas flotantes o errantes y de plantas

enraizadas en el sedimento que de paso de manera gradual a la vegetación terrestre (Figura 9-68).

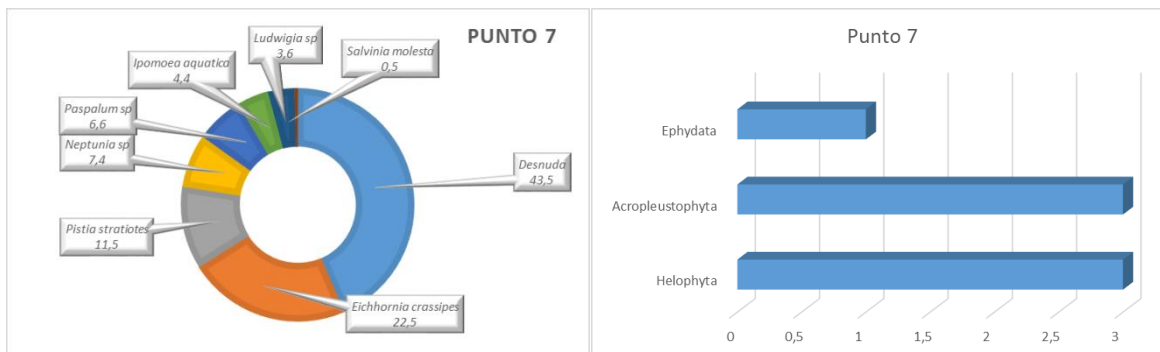


Figura 9-68. Punto 7 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Al observar la cobertura en el Punto 8, se evidencia que *Neptunia sp* contribuye en mayor proporción con 19,4%, seguida de *Nymphaea ampla* con 18,4%, *Eichhornia sp* con 9,1%, *Thypha angustifolia* con 3,8%, *Ludwigia sp* con 1,3%, *Pistia stratiotes* con 0,4% y *Salvinia sp* con 0,3%. Por otro lado se evidenció prevalencia de plantas Acropleustophyta, o plantas flotantes o errantes, con 3 taxa, así como de Helophyta y Ephydata con 2 taxa cada una (Figura 9-69).

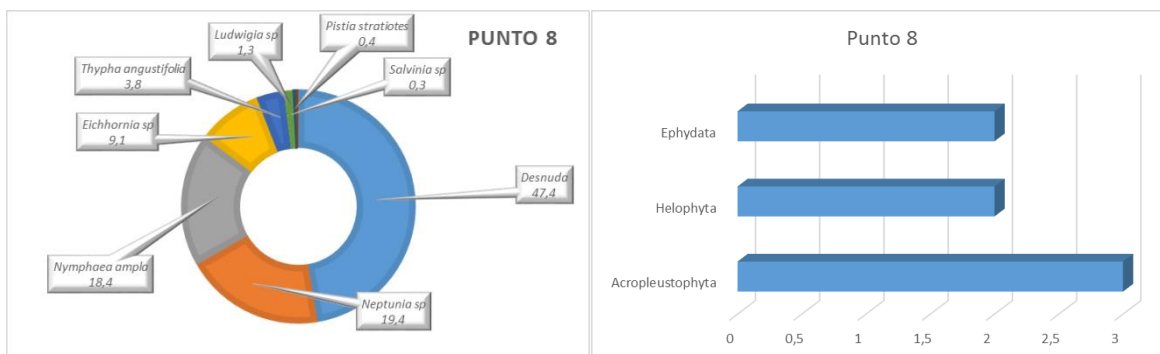


Figura 9-69. Punto 8 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Por su parte, en el punto 9 la composición de la cobertura de las macrófitas fue liderada por *Neptunia sp* con 25,0%, seguida de *Ludwigia sp* con 6,3%, *Nymphaea ampla* con 3,1%, *Cyperus sp* con 2,5% y *Paspalum sp* con 0,6%. Por su parte el biotopo prevaleciente fue Helophyta con 3 taxa, el cual corresponde a plantas enraizadas en el sedimento que de paso de manera gradual a la vegetación terrestre, seguido de Ephydata con 2 taxas la cual corresponde a las plantas cuya estructura vegetativa permanece usualmente sumergida pero con hojas flotantes que se encuentran parcialmente en contacto con la atmósfera, pueden utilizar el CO₂ del aire (Figura 9-70).

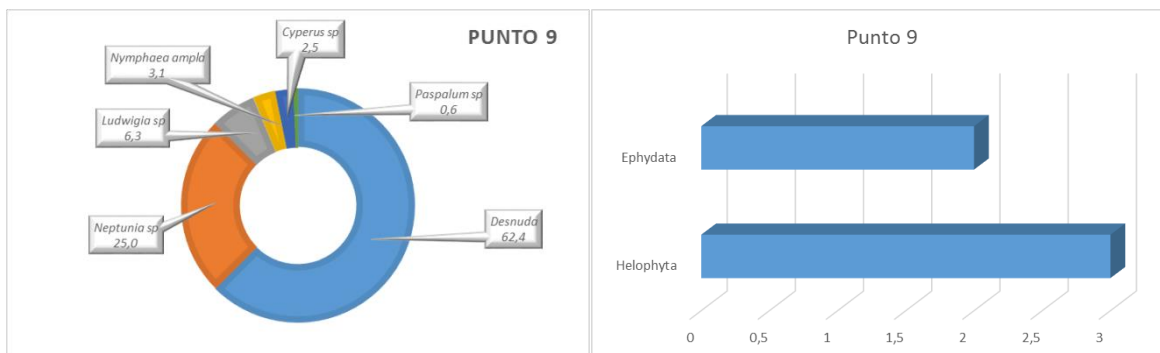


Figura 9-70. Punto 9 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Por último, en el Punto 10, se observó mayor cobertura por parte de *Neptunia sp* con el 9,4% del área evaluada, seguida de *Eichhornia sp* con 3,4% y *Salvinia sp* con 0,2%. Por su parte, el biotopo predominante fue *Acropleustophyta* con 2 taxa, seguido del *Ephydata* con una, es decir, se encuentran más especies de plantas que flotantes o errantes que usan el CO₂ atmosférico; seguida de plantas cuya estructura vegetativa permanece usualmente sumergida pero con hojas flotantes que se encuentran parcialmente en contacto con la atmósfera, pueden utilizar el CO₂ del aire (Figura 9-71).

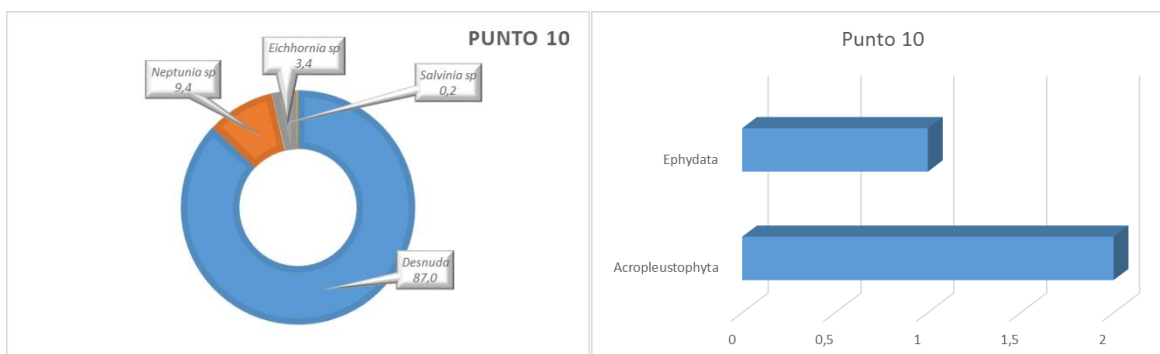


Figura 9-71. Punto 10 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

9.1.3.2 . Comunidades de consumidores

Zooplankton

En la ciénaga Luisa, la comunidad zooplanctónica estuvo representada por 34 taxa, distribuidas en 17 familias, 8 Órdenes, 5 Clases y 3 Phylum (Cuadro 9-36). De éstos, la Clase Eurotatoria contribuyó en mayor proporción a la riqueza, con 21 taxa (63,6%), seguido por las Clases Branchiopoda y Lobosa con aportes de 4 taxa cada una (12,1%), las clases Maxillopoda y Ostracoda con 3 taxa (9,1%) y 1 taxa (3%) especie respectivamente completan la abundancia total del ecosistema (Figura 9-72 A-B).

Cuadro 9-36. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga de Luisa

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | | |
|----------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Animalia | Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca | Bosminidae | <i>Bosmina sp1</i> | | |
| | | | | Moinidae | <i>Moina sp</i> | | |
| | | | | NA | <i>Diaphanosoma sp</i> | | |
| | | | | NA | <i>Diaphanosoma sp1</i> | | |
| | | Maxillopoda | Cyclopoida | Calanoida | ND | Calanoida Morfoespecie 1 | |
| | | | | Cyclopoida | ND | Cyclopoida Morfoespecie 1 | |
| | | | | ND | ND | Larva Nauplio | |
| | | Ostracoda | ND | ND | Ostracoda Morfoespecie 1 | | |
| | | Rotifera | Eurotatoria | Ploima | Flosculariaceae | Trochosphaeridae | <i>Filinia sp</i> |
| | | | | | | | <i>Filinia terminalis</i> |
| | | | | | Asplanchnidae | <i>Asplanchna sp</i> | |
| | | | | | | <i>Brachionus angularis</i> | |
| | | | | | | <i>Brachionus caudatus</i> | |
| | | | | | | <i>Brachionus havanaensis</i> | |
| | | | | | Brachionidae | <i>Brachionus patulus</i> | |
| | | | | | | <i>Brachionus plicatilis</i> | |
| | | | | | | <i>Brachionus quadricornis</i> | |
| | | | | | | <i>Keratella sp</i> | |
| | | | <i>Keratella tropica</i> | | | | |
| | Protozoa | Amoebozoa | Lobosa | Arcellinida | Euchlanidae | <i>Beauchampiella eudactylota</i> | |
| | | | | | Gastropodidae | <i>Gastropus spp</i> | |
| | | | | | <i>Lecane sp3</i> | | |
| | | | | | <i>Lecane spp</i> | | |
| Lecanidae | | | | | <i>Lecane bulla</i> | | |
| | | | | | <i>Lecane cornuta</i> | | |
| | | | | | <i>Polyarthra major</i> | | |
| Synchaetidae | | | | | <i>Polyarthra sp</i> | | |
| | | | | | <i>Polyarthra sp1</i> | | |
| Trichocercidae | | | | | <i>Trichocerca sp 1</i> | | |
| | <i>Arcella gibbosa</i> | | | | | | |
| | Arcellidae | <i>Arcella discoides</i> | | | | | |
| | | <i>Arcella sp</i> | | | | | |
| | Centropyxidae | <i>Centropyxis aculeata</i> | | | | | |

Al observar las abundancias por Clases es clara la supremacía del grupo Eurotatoria, con un aporte de 159,1 Organismos/L, lo que representa el 59,6% de la abundancia total, seguido de la Clase Maxillopoda con 58,2 Organismos/L (21,8%), Ostracoda, con 26,9 Organismo/L (10,1%), Lobosa con 16,9 Organismos/L (6,3%) y Branchiopoda con 6,1 Organismos/L (2,3 %) (Figura 9-72 A-C). Las abundancias de las clases zooplanctónicas reportadas en los puntos analizados se muestran en el Mapa 9-17. No se aprecian muchas diferencias entre los puntos y los horarios de muestreo.

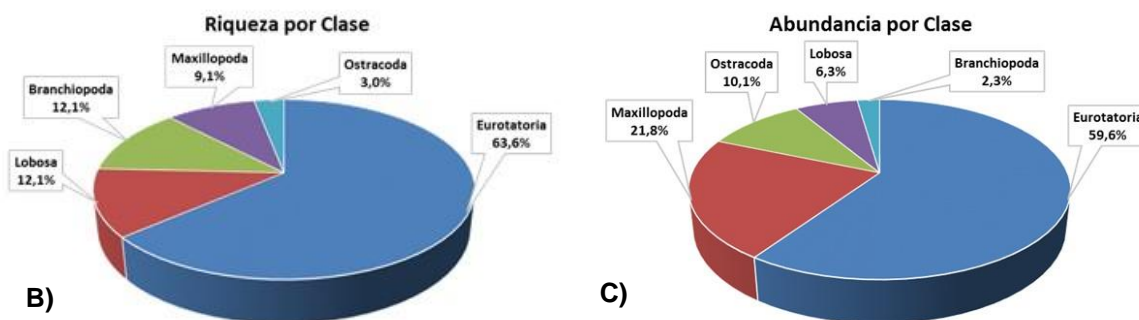
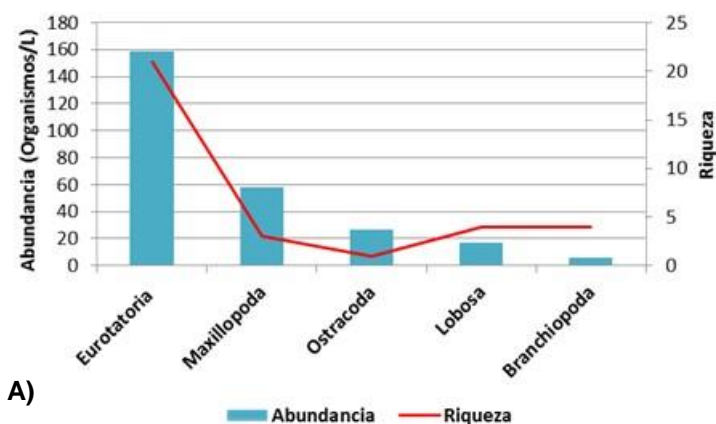
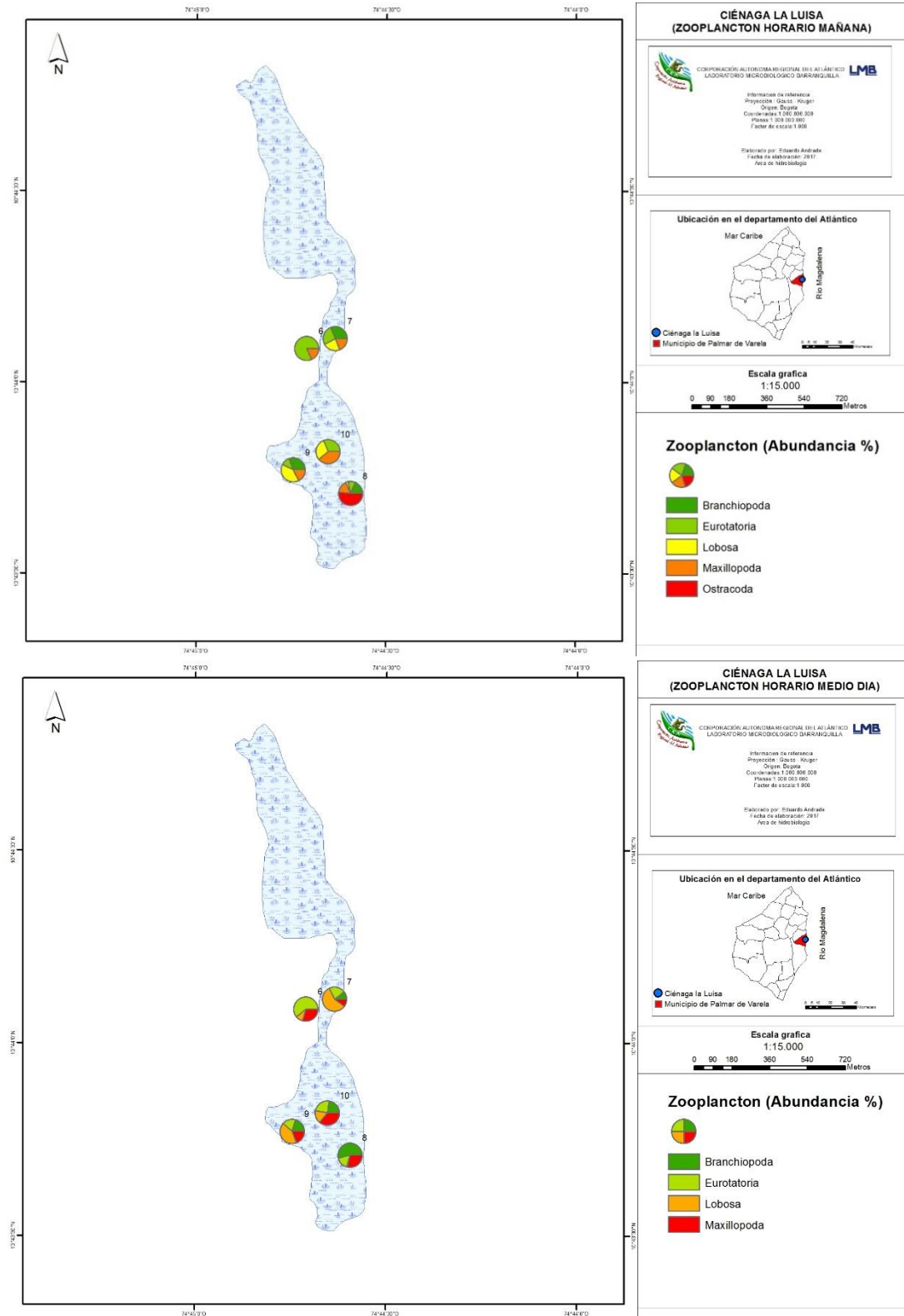
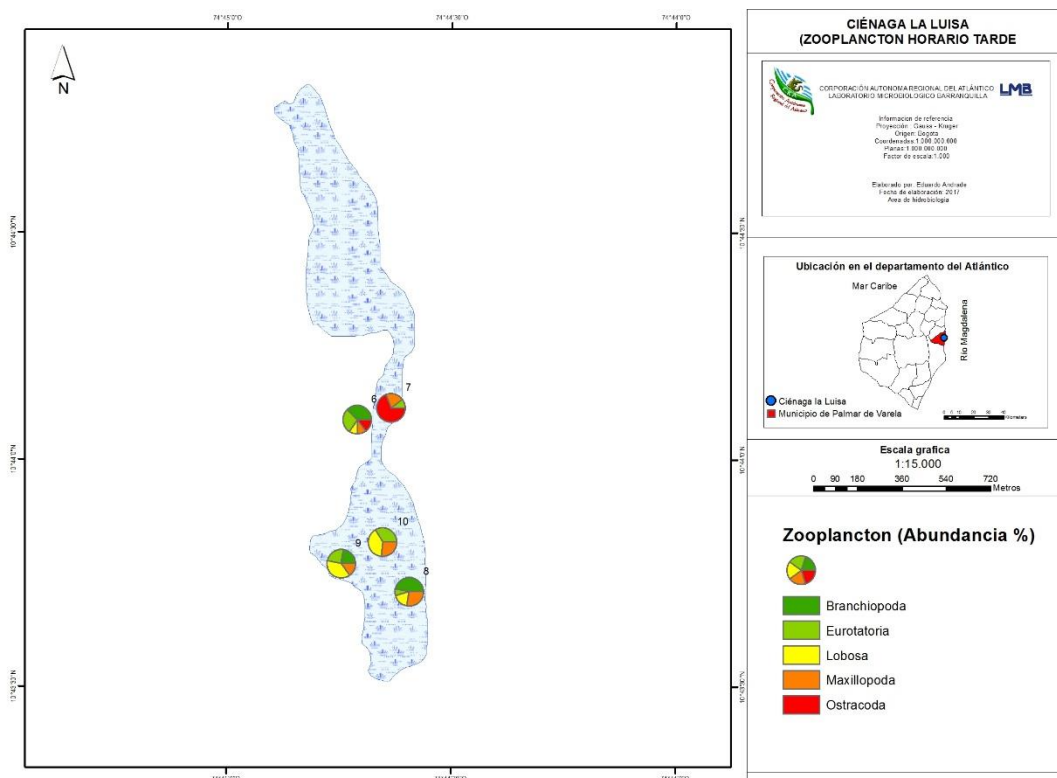


Figura 9-72. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga de Luisa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase



Mapa 9-17. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Luisa



Continuación Mapa 9-17. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Luisa

El Punto 9-PM fue el más rico con 15 taxa, mientras que los Puntos 9-M y 7-PM fueron los de menor (8 taxa). La estructura de la comunidad observada desde la dominancia por el índice de Simpson, demostró que en toda la ciénaga la dominancia es de baja, con valores entre 0,41 (Punto 8-PM) y 0,17 (Punto 7-AM). Por su parte el índice de Pielou reveló que la comunidad zooplanctónica fue más equilibrada en el Puntos 7-AM (0,89), mientras que en el Punto 8-PM no presenta mucho equilibrio (0,59) (Cuadro 9-37).

Cuadro 9-37. Índices ecológicos del fitoplancton en la Ciénaga de Luisa

| | Riqueza S | Índice de Pielou J' | Shannon-Wiener H'(loge) | Índice de Simpson λ' |
|---------------|--------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| P6-AM | 12 | 0,75 | 1,87 | 0,20 |
| P7-AM | 10 | 0,86 | 1,98 | 0,17 |
| P8-AM | 14 | 0,75 | 1,97 | 0,22 |
| P9-AM | 12 | 0,75 | 1,86 | 0,22 |
| P10-AM | 12 | 0,76 | 1,88 | 0,25 |
| P6-M | 11 | 0,74 | 1,78 | 0,23 |
| P7-M | 14 | 0,75 | 1,97 | 0,21 |
| P8-M | 12 | 0,73 | 1,82 | 0,26 |
| P9-M | 8 | 0,81 | 1,69 | 0,23 |
| P10-M | 13 | 0,70 | 1,80 | 0,27 |
| P6-PM | 13 | 0,71 | 1,81 | 0,23 |
| P7-PM | 8 | 0,79 | 1,65 | 0,23 |
| P8-PM | 11 | 0,59 | 1,42 | 0,41 |
| P9-PM | 15 | 0,76 | 2,05 | 0,18 |
| P10-PM | 12 | 0,70 | 1,74 | 0,23 |

Respecto al análisis de bioindicación, en la Figura 9-73 se puede apreciar como el proceso de estratificación de la columna de agua fue el más bioindicado por las jerarquías mayores de la comunidad zooplanctónica reportada, con porcentajes que oscilaron entre 27,7 % (punto 8 “tarde”) y 42,8% (punto 6 “mañana”). Eutrofia fue el segundo proceso más bioindicado en los puntos 6 y 7, con porcentajes entre 10,6% (punto 7 “tarde”) y 35,7% (punto 6 “mañana”), mientras que la hipoxia fue el segundo más predominante en los puntos 8, 9 y 10, con valores entre 13,5 (punto 9 “tarde”) y 21,4 (punto 8 “tarde”). Otros procesos indicados fueron pH con tendencia alcalina, mesotrofia, entre otros.

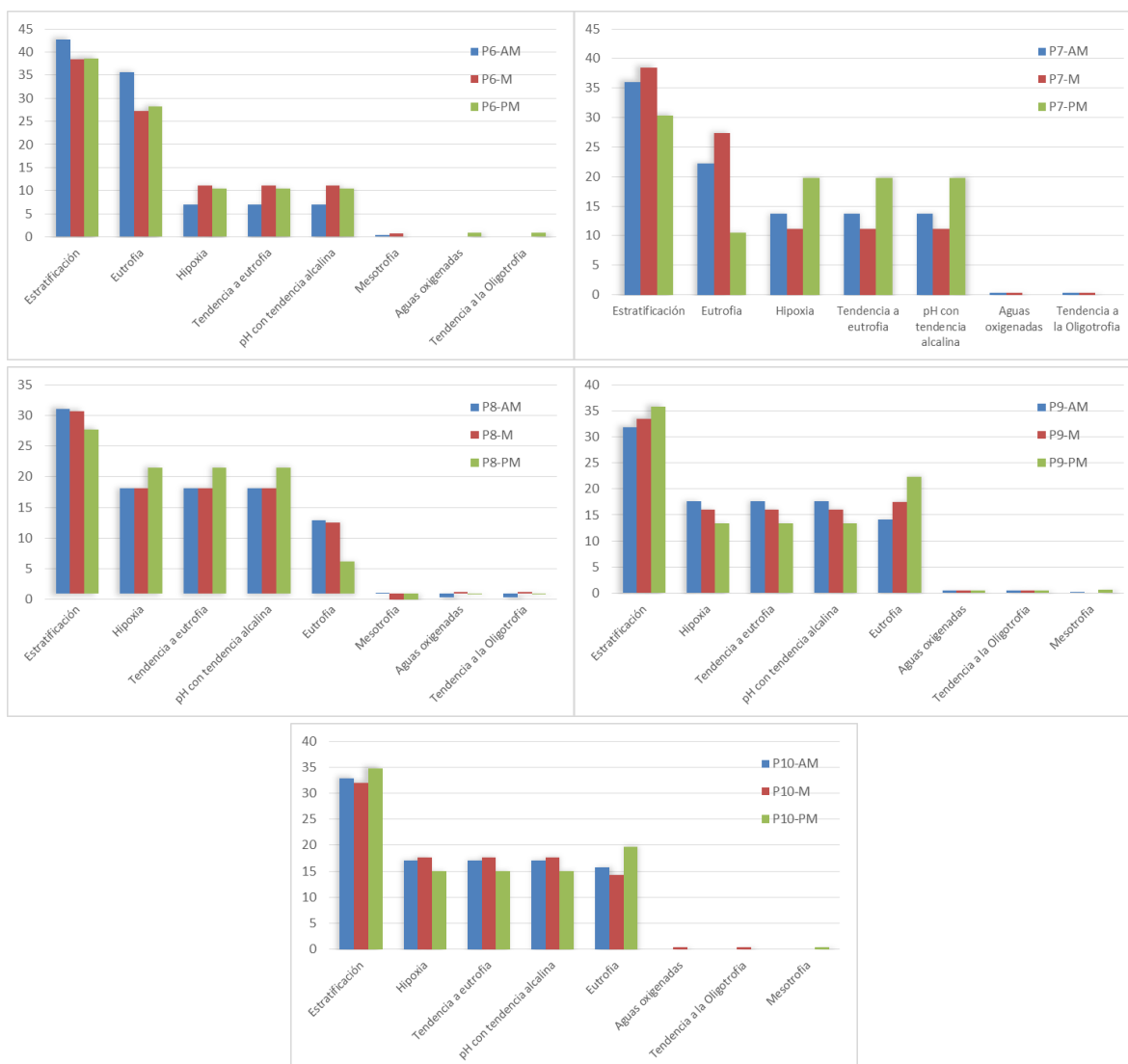


Figura 9-73. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luisa, durante los horarios de muestreo

Analizando los procesos bioindicados a una manera más detallada, se puede ver como dentro del Phylum Arthropoda el orden Cyclopoida indica eutrofia al igual que el género *Bosmina*, y los Calanoida indican mesotrofia; así mismo, el género *Moina* muestra aguas mineralizadas. Respecto a los rotíferos, las especies reportadas del género *Brachionus* indicaron eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos, mientras que *Keratella* mostró materia orgánica, y *Polyarthra* indicó mesotrofia a eutrofia. Del Phylum Amoebozoa no se presentaron géneros que reportaran bioindicación (Cuadro 9-38).

Cuadro 9-38. Procesos bioindicados por las taxa zooplanctónicas

Animalia

Phylum Arthropoda

No indicado

Subclase Copepoda

Orden Calanoida

Calanoida Morfoespecie 1

Orden Cyclopoida

Cyclopoida Morfoespecie 1

Clase Branchiopoda

Suborden Cladocera

Bosmina sp1

Moina sp

Clase Ostracoda

Ostracoda Morfoespecie 1

Phylum Rotifera

Eutrofia, Estratificación

Brachionus angularis

Brachionus caudatus

Brachionus havanaensis

Brachionus patulus

Brachionus plicatilis

Brachionus quadricornis

Keratella sp

Keratella tropica

Polyarthra major

Polyarthra sp

Polyarthra sp1

Tendencia a eutrofia, pH con tendencia alcalina, Tolerancia a hipoxia, Estratificación
Mesotrofia
No Indicado
Eutrofia y Aguas Duras
No Indicado
No Indicado
Tendencia a la oligotrofia, Aguas Oxigenadas
Meso a eutrofia
Aguas mineralizadas
Aguas limpias a medianamente contaminadas
No Indicado

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos
Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos
Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos
Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos
Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos
Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos
Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos
Materia orgánica, Sistemas inmaduros
Materia orgánica, Sistemas inmaduros
Meso a eutrofia, Sistemas inmaduros
Meso a eutrofia, Sistemas inmaduros
Meso a eutrofia, Sistemas inmaduros

Protozoa

Phylum Amoebozoa

No Indicado

La primera inquietud fue conocer si existen diferencias entre los horarios de monitoreo y los resultados de la comunidad zooplanctónica, para lo cual se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, evidenciándose que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las abundancias entre los diferentes horarios de muestreo (P valor= 0,236), con nivel de confianza del 95%.

Para determinar las diferencias espaciales se utilizó el análisis de similitud utilizando e como distancia métrica el índice de similitud de Bray-Curtis con el método de vecino más cercano; para obtener una mejor interpretación del sistema se realizaron dos análisis, uno a nivel de Clase y otro a nivel de especie/morfoespecie (Figura 9-74). Para el primero se evidenció la homogeneidad de la ciénaga, mientras que con el segundo análisis se evidenció la formación de cuatro grupos, dos de los cuales fueron unitarios, el P7-PM y el Punto 6-PM; mientras que el tercer grupo lo conformaron los puntos 6 y 7 del horario AM y M.

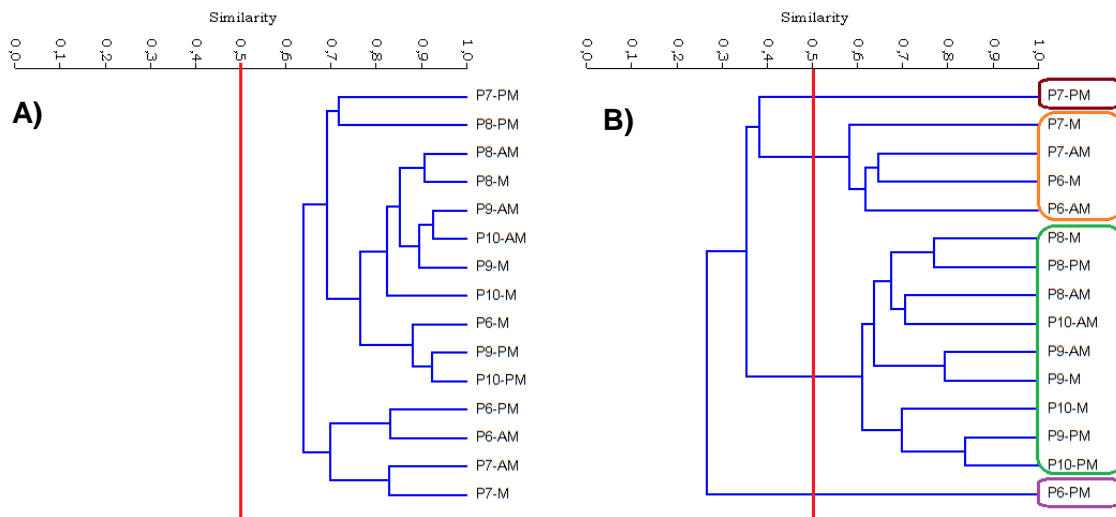


Figura 9-74. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luisa. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie)

Se aplicó un análisis de componentes principales para conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo. Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 5 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 81,5% de la variación total (Tabla 9-14). El primer eje, en el sector positivo se correlacionaron los puntos de monitoreo, así como las variables temperatura, porcentaje de saturación del oxígeno, pH y oxígeno disuelto, encontrándose las dos primeras variables fuera del sector de cobertura de la elipse de 95% de confianza. Se observa además que las mayores correlaciones del punto 8 fue con las abundancias de *Brachionus patulus*.

Con el segundo eje se evidenciaron tres distribuciones de las estaciones de muestreo; sobre el sector positivo del eje, se ubicaron los puntos 6 y 7; los puntos 9 y 10, ubicados en el sector negativo del eje y por último el Punto 8, ubicado en el cerca del origen de coordenadas del sector negativo. La distribución de observada permite confirmar diferencias espaciales, mientras que las diferencias temporales son poco evidentes. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-75.

Tabla 9-14. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 0,544904 | 75,533 | 75,5 |
| 2 | 0,0985452 | 13,66 | 89,2 |
| 3 | 0,0488468 | 6,771 | 96,0 |
| 4 | 0,0221062 | 3,0643 | 99,0 |
| 5 | 0,00700641 | 0,97121 | 100,0 |

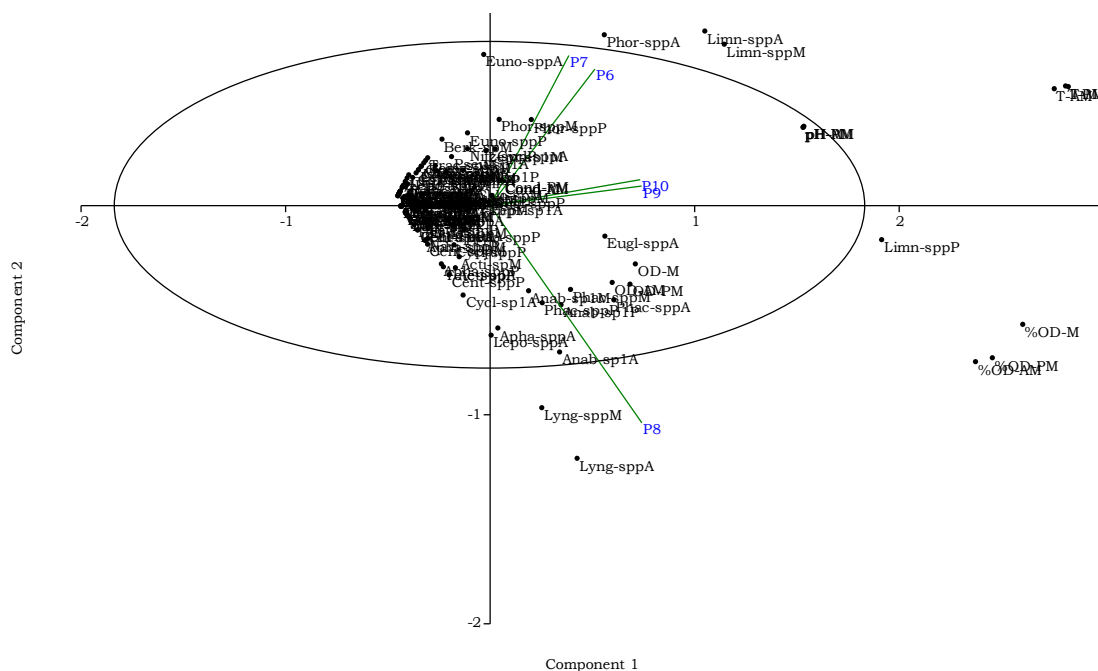


Figura 9-75. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macroinvertebrados bentónicos

Respecto al análisis taxonómico, se registraron 8 morfoespecies pertenecientes a 6 familias, 5 Ordenes y 3 clases (Cuadro 9-39), de las cuales la Clase Clitellata contribuyó a la riqueza en mayor proporción, 62,5% de la riqueza total, lo que correspondió a 5 taxa;

seguido de las Clases Insecta con 2 taxa (25%), por último se ubica una clase no determinada del Phylum Nematoda, 1 morfoespecie (13%) (Figura 9-76 A-B).

Cuadro 9-39. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Luisa

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|--------------|----------------|------------------|--------------|--------------------|
| Animalia | Annelida | Clitellata | Arhynchobdellida | Hirudinidae | Morfoespecie 1 |
| | | | Enchytraeida | Randiellidae | <i>Dero sp</i> |
| | | | Haplotaxida | Tubificidae | Morfoespecie 1 |
| | | | | | Morfoespecie 2 |
| | | | | | <i>Pristina sp</i> |
| | | | Arthropoda | Insecta | Diptera |
| | Chironomidae | Morfoespecie 1 | | | |
| | Nematoda | ND | ND | ND | Morfoespecie 1 |

Las mayor abundancia se determinó para la Clase Clitellata 486,3 Organismos/m², que equivalen al 72% de la abundancia relativa, seguida de la Clase Insecta con 174,6 Organismos/m², (26%) y en menor densidad la Clase no determinada del Phylum Nematoda con 12,5 Organismos/m², 2% (Figura 9-76 A-C).

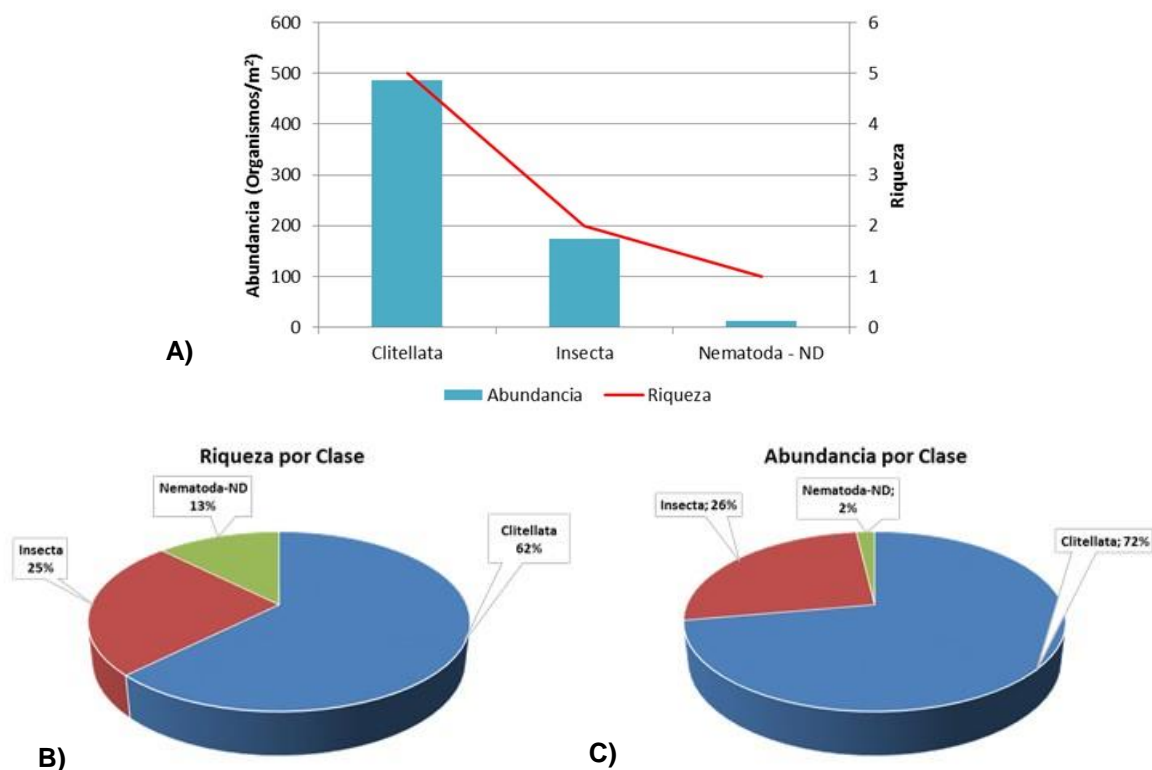
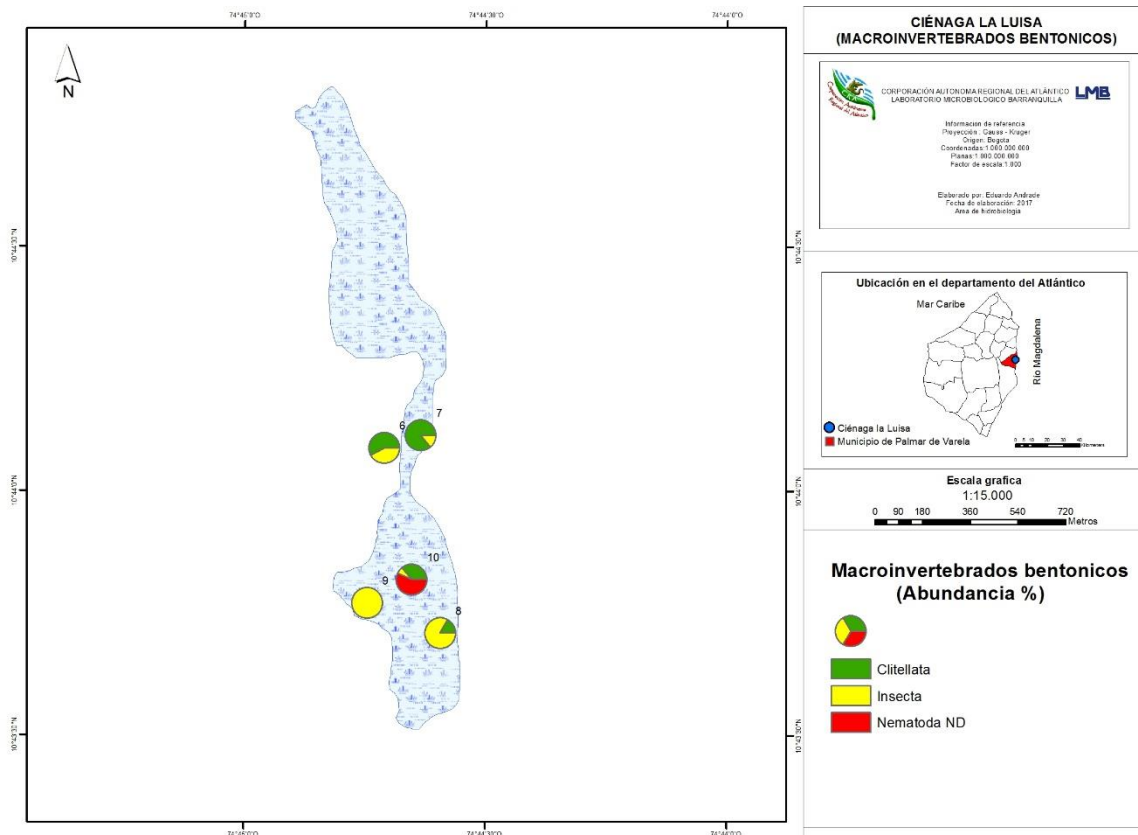


Figura 9-76. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Luisa

Por otra parte, en el Mapa 9-18, se muestran las abundancias por clase, en cada uno de los puntos analizados. Se puede ver que los insectos predominaron en los puntos 9 y 8, mientras que los clitelados lo hicieron en los puntos 6 y 7.



Mapa 9-18. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo, Ciénaga de Luisa

Los índices ecológicos calculados permitieron evidenciar que la riqueza de taxa fue mayor en el Punto 7 (5 taxa) y menor en el Punto 9 (1 especie). La estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, demostró, como era de esperarse el Punto 9 con mayor dominancia, por presentar solo una especie, mientras que en el Punto 7 se presentaron los menores valores ($\lambda' = 0,38$) (Cuadro 9-40). Así mismo observando la equidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, con el índice de Pielou, se evidenció que este atributo fue alto en todos los Puntos evaluados, siendo mayor el valor en el Punto 6 (0,92) y menor en el Punto 8 (0,60); otro índice de equidad evaluado, el índice de Shannon-Wiener, arrojó valores entre 0,64 y 1,219, valores que indican diversidades bajas en todos los puntos evaluados.

Cuadro 9-40. Índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Luisa

| | Riqueza S | Índice de Pielou J' | Shannon-Wiener H'(loge) | Índice de Simpson λ' |
|-----------------|------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Punto 6 | 2 | 0,92 | 0,64 | 0,54 |
| Punto 7 | 5 | 0,75 | 1,21 | 0,38 |
| Punto 8 | 4 | 0,60 | 0,83 | 0,57 |
| Punto 9 | 1 | | | 1,00 |
| Punto 10 | 4 | 0,72 | 1,00 | 0,42 |

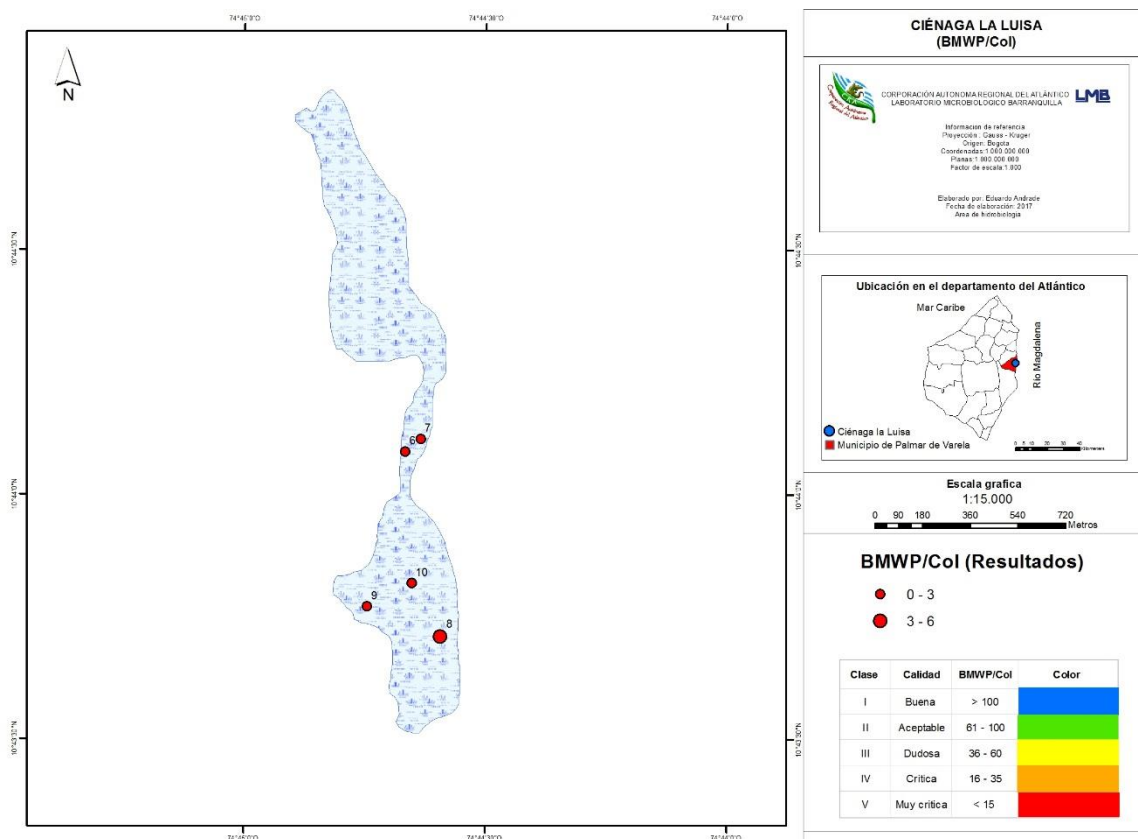
El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que la ciénaga Luisa presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas” en todos los Puntos monitoreados (Cuadro 9-41). La distribución de este índice en los puntos analizados puede verse en el Mapa 9-19.

Cuadro 9-41 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Luisa

| | Punto 6 | Punto 7 | Punto 8 | Punto 9 | Punto 10 |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Familias que puntúan | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| Índice BMWP/Col | 3 | 3 | 6 | 2 | 3 |
| Valor ASPT | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 1,5 |
| EPT | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| EPT:C | | 0,0 | | | |
| EPT:Total | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Lo anterior, unido al valor del índice ASPT, a la ausencia de efemerópteros, plecópteros, tricópteros y a los valores de los índices EPT:C, EPT:Total, ratifican dicho estado de contaminación.

El dendograma realizado con el índice de similitud de Bray-Curtis y el método UPGMA, muestra que la comunidad bentónica se comporta de manera diferente en los puntos analizados, teniendo estos una similitud menor al 50%. Los más similares fueron el punto 8 y 10, con tan solo el 33% (Figura 9-77). Es conocido que el bentos es susceptible a los cambios en los parámetros físicoquímicos del sedimento dado su estrecha relación con él, y a su vez, el sedimento no solo suele mostrar las variaciones ecosistémicas en el cuerpo de agua, sino también las alteraciones ocurridas, sean antropogénicas o no. Es por eso que se infiere que la poca similitud en las muestras de bentos sea causada por pequeñas variaciones en el sedimento, debido posiblemente a que las condiciones en la ciénaga no son uniformes en toda su extensión.



Mapa 9-19. Valores del índice BMWP/Col en los puntos de la Ciénaga de Luisa

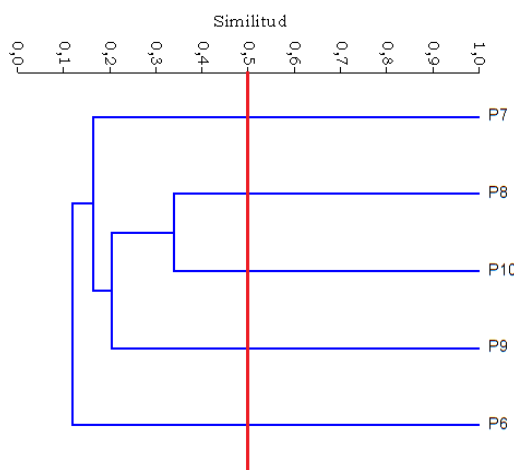


Figura 9-77. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luisa a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Luisa se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 5 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 78,4% de la variación total (Tabla 9-15). El primer eje, en el sector positivo se correlacionaron los puntos de monitoreo, excepto el Punto 7, así como las variables el pH, temperatura y porcentaje de saturación del oxígeno, así como a las taxa Tubificidae Morfoespecie 1, Tubificidae Morfoespecie 2 y Chironomidae Morfoespecie 1; mientras que en el sector negativo se ubicaron las variables oxígeno disuelto y conductividad, con los organismos pertenecientes a Nematoda ND Morfoespecie 1, Ceratopogonidae *Alluaudomyia* sp, Randiellidae *Dero* sp, Tubificidae *Pristina* sp e Hirudinidae Morfoespecie 1.

Para el segundo eje se evidenciaron dos distribuciones de las estaciones de muestreo; sobre el sector positivo del eje, se ubicó el Punto 7, correlacionado en mayor medida con los organismos de las familias Randiellidae *Dero* sp, Tubificidae Morfoespecie 1. Las distribuciones de los sitios de muestreo, en asociación con la comunidad bentónica permiten inferir gran homogeneidad en la ciénaga, así como condiciones de eutrofia. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-78.

Tabla 9-15. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 1,95019 | 59,514 | 59,5 |
| 2 | 0,617638 | 18,848 | 78,4 |
| 3 | 0,438406 | 13,379 | 91,7 |
| 4 | 0,152789 | 4,6626 | 96,4 |
| 5 | 0,117851 | 3,5964 | 100,0 |

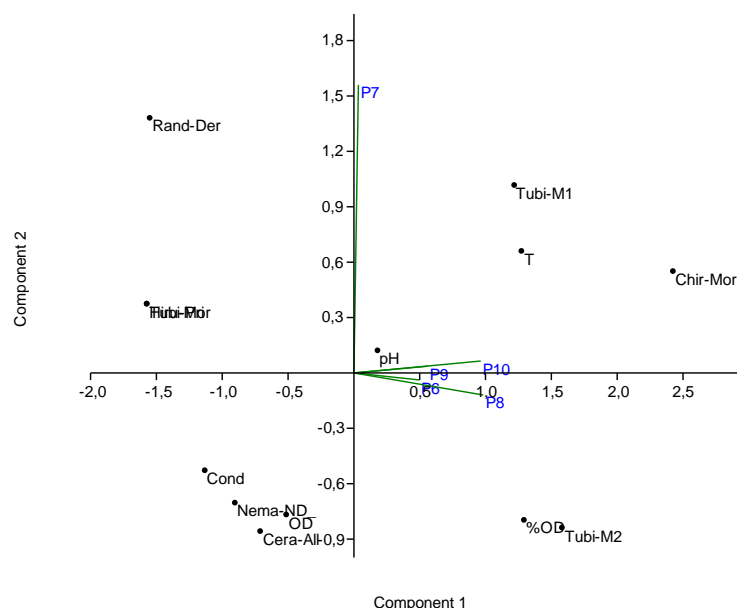


Figura 9-78. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Especies ícticas

El esfuerzo realizado en las jornadas de pesca permitió evidenciar la presencia de 6 especies pertenecientes a 4 familias, 2 Órdenes y una Clase (Cuadro 9-42). Cabe resaltar que en dichas jornadas no se observaron pescadores realizando actividades en el interior de la ciénaga. Las especies más abundantes fueron *Astyanax magdalenae* (Pechona) y *Caquetaia kraussii* (Mojarra amarilla) con 14 y 13 individuos respectivamente, seguidas de *Ctenolucius hujeta* (Agujeta) con 4 individuos, *Roeboides dayi* (Chango), *Trichogaster sp* (Terapia) y *Andinoacara pulcher* (Cabeza de piedra), con 2 individuos cada una. Los puntos donde se encontró la mayor riqueza fueron el 7 (en horas de la mañana) y el 8 (medio día), éste último también contó con la mayor abundancia, en ese mismo horario (Mapa 9-20).

Cuadro 9-42. Composición de los peces colectados en la Ciénaga de Luisa

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común |
|----------|----------|----------------|---------------|---------------|----------------------------|--|
| Animalia | Chordata | Actinopterygii | Characiformes | Ctenoluciidae | <i>Ctenolucius hujeta</i> | Agujeta |
| | | | | Characidae | <i>Astyanax magdalenae</i> | Pechona |
| | | | | | <i>Roeboides dayi</i> | Roboides, Chango |
| | | | Perciformes | Osphronemidae | <i>Trichogaster sp</i> | Terapia |
| | | | | Cichlidae | <i>Caquetaia kraussii</i> | Mojarra amarilla |
| | | | | | <i>Andinoacara pulcher</i> | Cabeza de piedra - Bobito - Lorito azul - Vindú - Cocobolo |

A. magdalenae presentó valores de longitud total comprendidos entre 24 y 473 mm, con un coeficiente de variación mayor al 30%, lo que muestra una heterogeneidad en la muestra analizada (Cuadro 9-43). Como se puede ver en las Figura 9-79 y Figura, la mayoría de los individuos presentaron tallas entre 210 y 260 mm de LT, y los valores máximos y mínimos mostrados anteriormente se comportan como extremos respecto a esos datos, mostrando por ello alta heterogeneidad. No se encontraron referencias respecto las tallas mínimas de madurez o de captura legal.

Para *C. kraussii* se registraron valores entre 149 y 163 mm de LT con un bajo coeficiente de variación, lo que muestra tallas homogéneas en las tallas reportadas (Cuadro 9-43), aunque se puede ver que la mayoría de los individuos colectados se presentaron en el rango de tallas de 150 a 155 mm (Figura 9-79). De acuerdo con la talla de madurez reportada por Solano-Peña *et al.* 2013, los peces colectados en esta ciénaga se encontraban ya maduros sexualmente, sin embargo aún no contaban con la talla mínima legal de captura reglamentaria según la AUNAP (sin año) (Figura 9-80).

Los valores reportados para *C. hujeta* estuvieron entre 181 y 225, con coeficiente de variación que indicó homogeneidad en la muestra. (Cuadro 9-43). Los organismos colectados presentaron tallas diferentes cada uno, tal y como puede verse en la (Figura 9-79). Para esta especie, no se reportaron tallas mínimas de madurez o de captura legal (Figura 9-80).

Los dos individuos reportados de *Trichogaster* sp, tuvieron tallas de 146 y 150 mm de LT (Cuadro 9-43 y Figura 9-79). Según Arévalo *et al.*, 2010, la talla mínima de madurez para esta especie es de 25 mm, por lo que se aprecia que los organismos capturados se encontraban aptos para la reproducción (Figura 9-80). Por otra parte, no se encontró referencias a la talla mínima de captura legal para la región.

Para *R. dayi* se reportan LT de 31 y 50 mm con un coeficiente de variación del 23% (Cuadro 9-43). No encontraron referencias respecto a las tallas mínimas de captura y de madurez sexual en la región (Figura 9-80).

A. pulcher presentó tallas de 50 y 70 mm de LT, con un coeficiente de variación del 17%, encontrándose en rangos diferentes (Cuadro 9-43 y Figura 9-79). Las tallas encontradas estuvieron por debajo de la talla mínima de madurez reportada por Olaya-Nieto *et al.* 2010, por lo que se infiere que los organismos colectados eran juveniles (Figura 9-80).

Cuadro 9-43. Análisis de la longitud total por especie íctica capturada en la Ciénaga de Luisa

| Nombre científico | Mínimo | Máximo | Promedio | Captura total | Desviación estándar | Coefficiente de Variación |
|---------------------------|--------|--------|----------|---------------|---------------------|---------------------------|
| <i>Ctenolucius hujeta</i> | 181 | 225 | 201,3 | 4 | 16,77 | 0,083 |
| <i>Trichogaster sp</i> | 146 | 150 | 148,0 | 2 | 2,00 | 0,014 |
| <i>Caquetaia kraussii</i> | 149 | 163 | 154,5 | 13 | 3,88 | 0,025 |

| Nombre científico | Mínimo | Máximo | Promedio | Captura total | Desviación estándar | Coefficiente de Variación |
|----------------------------|--------|--------|----------|---------------|---------------------|---------------------------|
| <i>Astyanax magdalenae</i> | 24 | 473 | 255,3 | 14 | 88,09 | 0,345 |
| <i>Roeboides dayi</i> | 31 | 50 | 40,5 | 2 | 9,50 | 0,235 |
| <i>Andinoacara pulcher</i> | 50 | 70 | 60,0 | 2 | 10,0 | 0,167 |

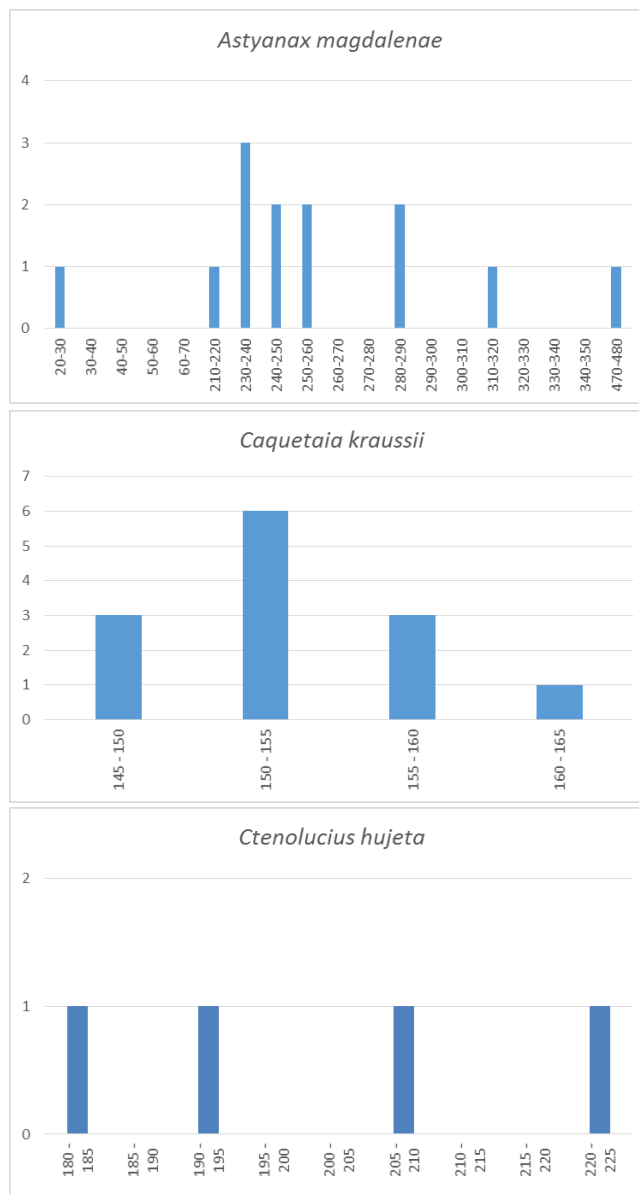
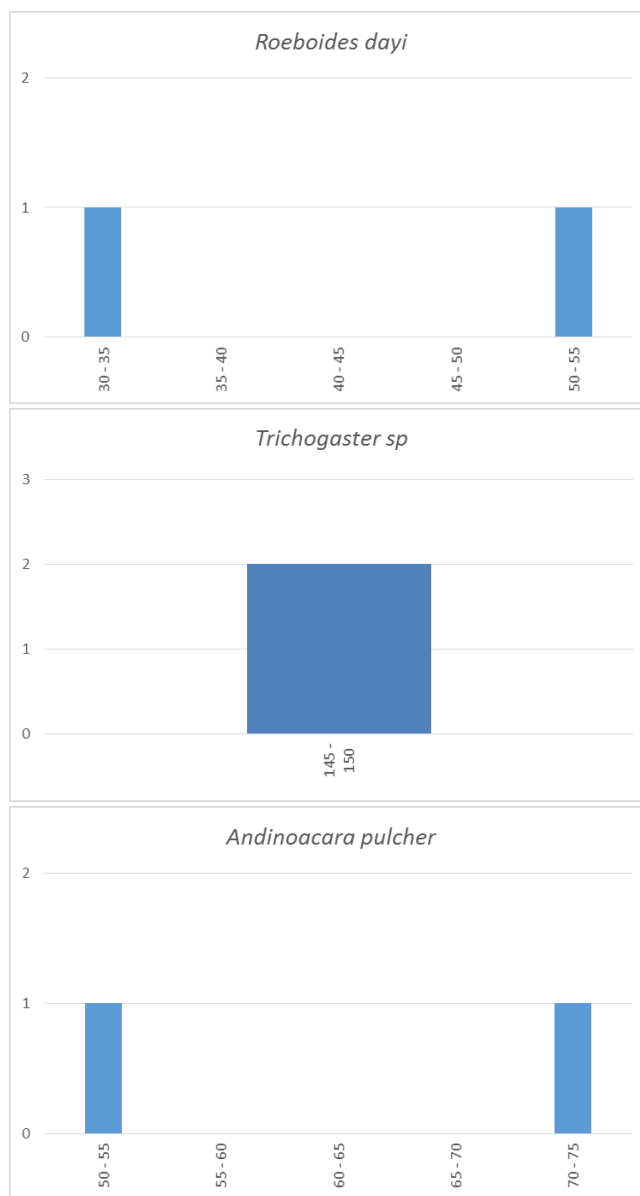


Figura 9-79. Histograma de frecuencias para las LT de las especies identificadas en la Ciénaga de Luisa



Continuación Figura 9-79. Histograma de frecuencias para las LT de las especies identificadas en la Ciénaga de Luisa

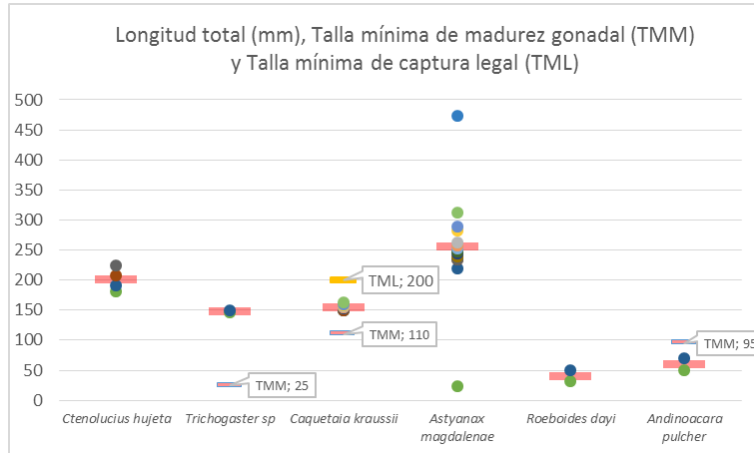
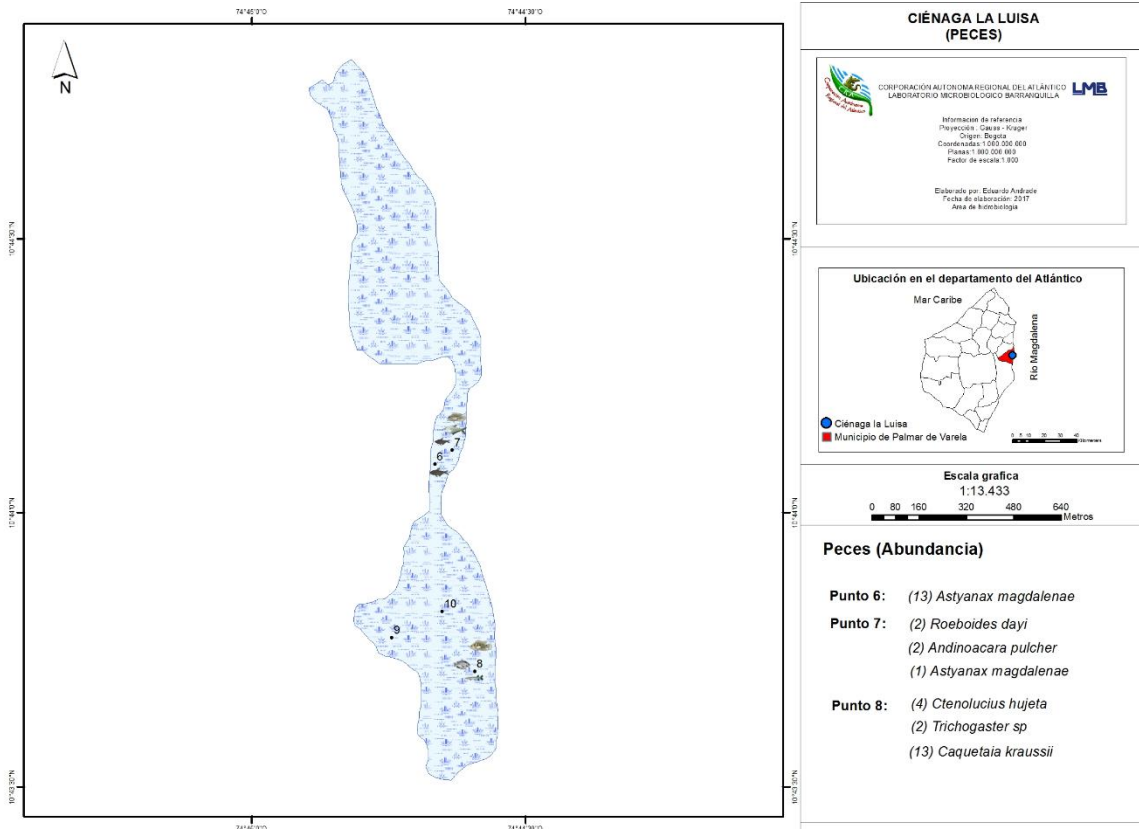


Figura 9-80. Longitud total (LT) de los individuos capturados, talla mínima de madurez gonadal (TMM), y talla mínima legal de captura (TML) para las especies reportadas en la Ciénaga de Luisa



Mapa 9-20. Abundancia de la Ictiofauna en los puntos de muestreo, Ciénaga de Luisa

Finalmente, no se encontraron coincidencias al momento de revisar el listado de especies silvestres amenazadas brindado por la resolución 192 del 2014.

9.1.4 Ciénaga Santo Tomas

En los puntos de monitoreo solicitados para este cuerpo de agua no se pudo realizar la toma de muestras, debido a que la ciénaga en toda su extensión presentaba abundante vegetación herbácea y pasto, convirtiéndose inaccesible el transporte acuático y/o terrestre (Fotografía 9-1), por lo que dichos puntos fueron reubicados como se estipula en los términos de referencia de este proyecto.



Fotografía 9-1. Ciénaga Santo Tomas, Vista panorámica del año 2016

9.1.5 Ciénaga Larga

En los puntos de monitoreo solicitados para este cuerpo de agua no se pudo realizar la toma de muestras, debido a que la ciénaga en toda su extensión presentaba abundante vegetación herbácea y pasto, convirtiéndose inaccesible el transporte acuático (Fotografía 9-2), por lo que dichos puntos fueron reubicados como se estipula en los términos de referencia de este proyecto.



Fotografía 9-2 Ciénaga Larga, foto toma sobre un punto de monitoreo

9.1.6 Ciénaga de Manatí

En los puntos de monitoreo solicitados para este cuerpo de agua no se pudo realizar la toma de muestras, debido a que la ciénaga en toda su extensión presentaba abundante vegetación herbácea y pasto, convirtiéndose inaccesible el transporte acuático (Fotografía 9-3), por lo que dichos puntos fueron reubicados como se estipula en los términos de referencia de este proyecto



Fotografía 9-3 Ciénaga de Manatí, vista panorámica

9.1.7 Ciénaga Paraíso

En los puntos de monitoreo solicitados para este cuerpo de agua no se pudo realizar la toma de muestras, debido a que la ciénaga en toda su extensión presentaba abundante pasto y vegetación herbácea, convirtiéndose inaccesible el transporte acuático (Fotografía 9-4), por lo que dichos puntos fueron reubicados como se estipula en los términos de referencia de este proyecto



Fotografía 9-4 Ciénaga Paraíso, vista panorámica

9.1.8 Ciénaga Mallorquín

En la ciénaga Mallorquín se evaluaron las comunidades de productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas), así como las comunidades de consumidores (zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna), durante tres horarios de muestreo, con el fin de realizar un análisis diurno del estado trófico de este sistema.

9.1.8.1 Comunidades de productores primarios

Fitoperifiton

Para el caso puntual de esta comunidad, no se registró presencia en ninguno de los puntos evaluados, debido a la ausencia de sustratos adecuados para su crecimiento.

Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica registró 28 taxa, pertenecientes a 23 familias, 16 Ordenes, 8 Clases y 4 Divisiones (Cuadro 9-44). El análisis de riqueza se realizó a nivel taxonómico de División, mostrando que las Bacillariophyta fueron las de mayor proporción con un 42,9% (12 taxa) de la diversidad total del sistema, seguida por el grupo de Cyanobacteria, con un 25% (7 taxa), Chlorophyta proporcionó el 21,4% (6 taxa) y Euglenophyta (3 morfoespecies) que representan el último 10,7% (Figura 9-81 A-B).

Cuadro 9-44 . Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga Mallorquín

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|------------|-----------------|-------------------|---------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Cylindrotheca spp</i> | |
| | | | | | <i>Nitzschia spp</i> | |
| | | | Cocconeidales | Achnanthesiaceae | <i>Achnanthesidium exiguum</i> | |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Caloneis sp 1</i> | |
| | | | | | <i>Navicula spp</i> | |
| | | | | Sellaphoraceae | <i>Sellaphora sp 1</i> | |
| | | | Surirellales | Entomoneidaceae | <i>Entomoneis sp</i> | |
| | | | | Surirellaceae | <i>Surirella spp</i> | |
| | | | Coccinodiscophyceae | Melosirales | Melosiraceae | <i>Melosira sp</i> |
| | | | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros muelleri</i> |
| | | | | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella spp</i> |
| | | | | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | <i>Detonula sp 1</i> |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Chroococcales | Chroococcaceae | <i>Chroococcus spp</i> | |
| | | | | | Borziaceae | <i>Borzia spp</i> |
| | | | Oscillatoriales | Gomontiellaceae | <i>Komvophoron spp</i> | |
| | | | | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium spp</i> | |
| | | | | Synechococcales | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya sp 1</i> |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|------------------|---------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | | | Pseudanabaenaceae | <i>Limnothrix spp</i> |
| | | | | | <i>Pseudanabaena spp</i> |
| | | | Chlamydomonadales | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas spp</i> |
| Plantae | Chlorophyta | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Hydrodictyceae | <i>Pediastrum sp</i> |
| | | | | | <i>Tetraëdron spp</i> |
| | | | Selenastraceae | <i>Monoraphidium komarkovae</i> | |
| | | Pedinophyceae | Scourfieldiales | Scourfieldiaceae | <i>Scourfieldia spp</i> |
| | Trebouxiophyceae | Ordo incertae sedis | Familia incertae sedis | <i>Crucigenia spp</i> | |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Euglena spp</i> |
| | | | | | <i>Trachelomonas sp</i> |
| | | | | Phacaceae | <i>Lepocinclis spp</i> |

La abundancia evaluada desde el rango taxonómico de División, posee a los organismos del grupo de las Bacillariophyta como las más abundantes, aportando el 59,9% de la abundancia total (13,92 Células/mL), procedidas por las Cyanobacteria que contribuyeron con el 26,6% (6,88 Células/mL), Euglenophyta 6,7% (1,55 Células/mL) y Chlorophyta 3,8% (0,88 Células/mL) (Figura 9-81 A-C)

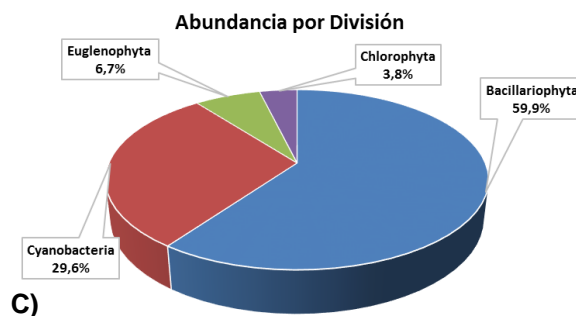
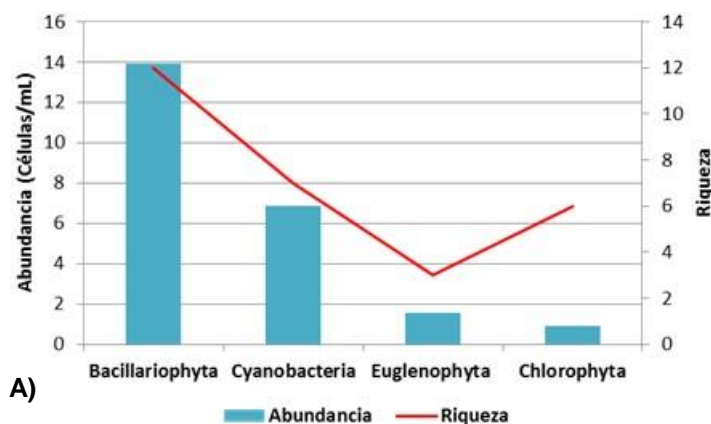
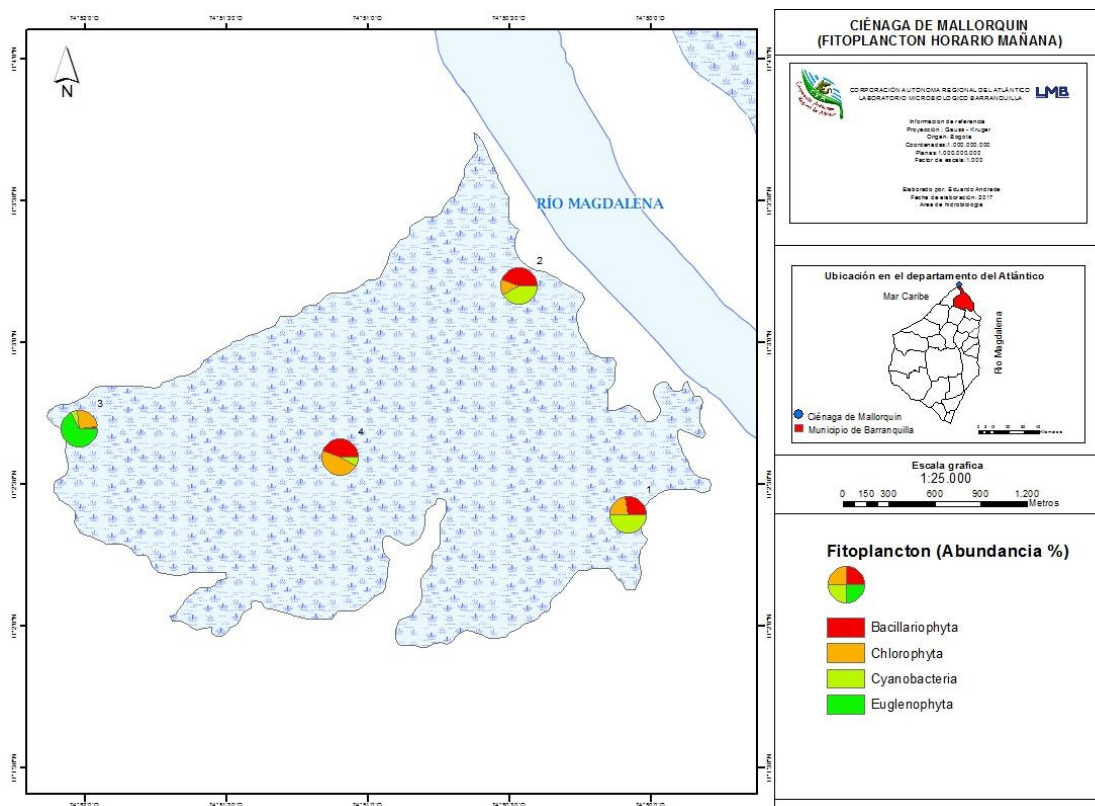
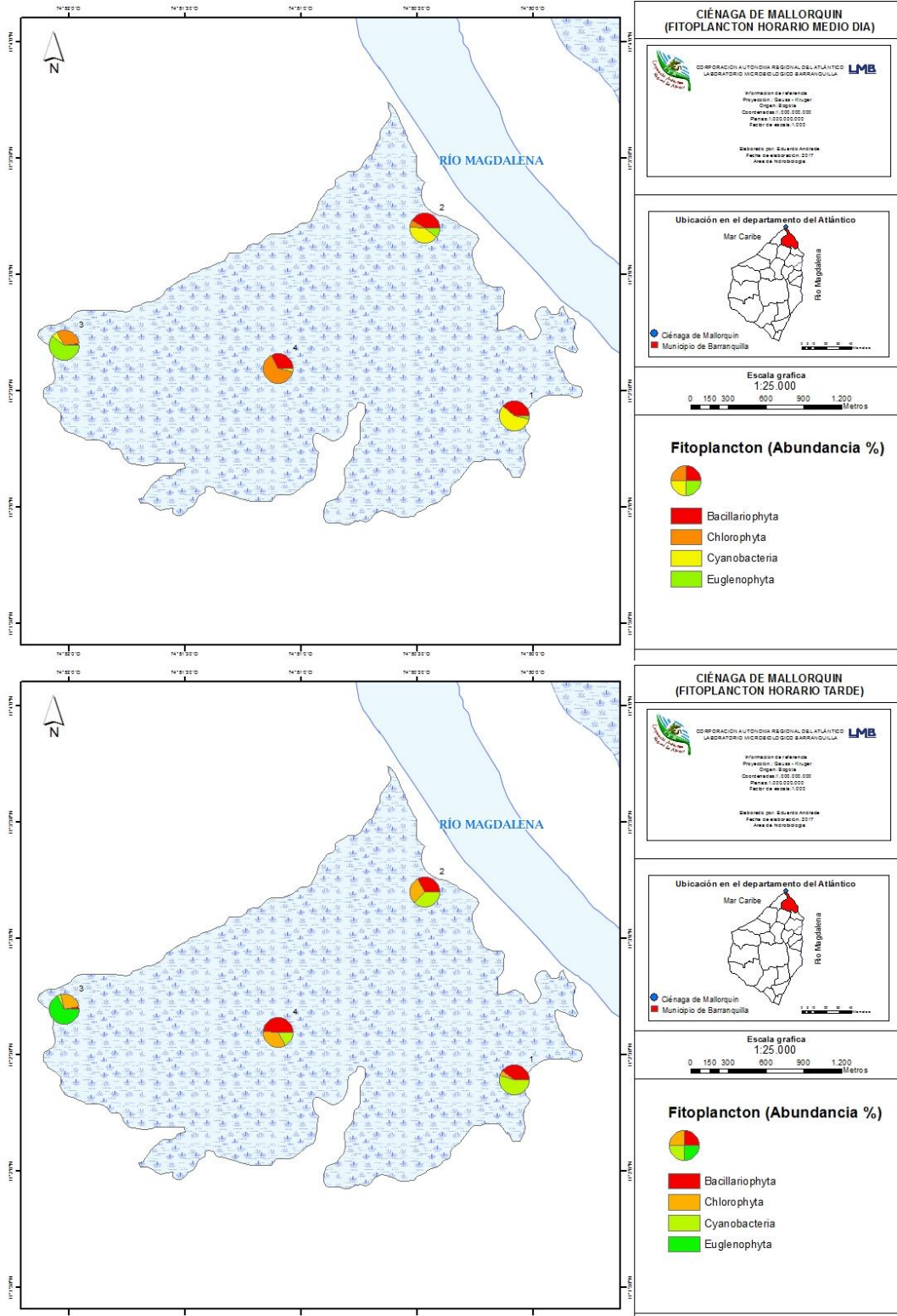


Figura 9-81. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga Mallorquín. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

Las abundancias de cada una de las divisiones reportadas se muestran en el Mapa 9-21. Se puede apreciar como las diatomeas predominan en los puntos 1, 2 y 4, en todos los horarios de muestreo, mientras que las euglenofitas son las más abundantes en el punto 3 durante las tres horas.



Mapa 9-21. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga Mallorcaín



Continuación Mapa 9-21. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga Mallorquín

En la Ciénaga Mallorquín se monitorearon 4 puntos, en tres momentos distintos durante el transcurso del día (AM, M y PM), en el Cuadro 9-45 se muestran los resultados de los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica. se observó que la estructura de la comunidad desde el índice de equidad (J') muestra que para los puntos P1-AM, P2-AM, P3-AM los valores son crecientes, desde 0,57 a 0,82, lo que indica que las abundancias relativas se hicieron más equitativas de un punto a otro, sin embargo para el punto P4-AM se presenta un valor de 0,33, lo que revela que las abundancias para este punto son bastante desiguales, por su parte los puntos P1-M, P2-M, P3-M, P4-M y P1-PM, P2-PM, P3-PM, P4-PM, dejan ver un comportamiento similar a los Puntos de la mañana.

Para el índice de diversidad de Shannon-Wiener es relevante mencionar que el punto P3-AM, P3-M y P3-PM presento los valores más altos 1,97 nits/Individuo, 2,21 nits/Individuo y 2,11 nits/Individuo respectivamente, mientras que para el resto de puntos se obtuvieron registros menores a 1,5 (Cuadro 9-45), lo que indica bajas diversidades.

La dominancia de Simpson (λ') permitió establecer que no existen especies dominantes en ninguno de los puntos evaluados, debido a que todos los resultados obtenidos son bajos y en su mayoría cercanos a cero, por lo que se puede inferir que existe una diversidad variada. Dominada por varios grupos.

Cuadro 9-45 Índices ecológicos Ciénaga Mallorquín

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|--------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | $H'(\log_e)$ | λ' |
| P1-AM | 8 | 0,57 | 1,18 | 0,38 |
| P2-AM | 6 | 0,61 | 1,08 | 0,42 |
| P3-AM | 11 | 0,82 | 1,97 | 0,19 |
| P4-AM | 7 | 0,33 | 0,65 | 0,72 |
| P1-M | 7 | 0,49 | 0,96 | 0,44 |
| P2-M | 9 | 0,53 | 1,16 | 0,43 |
| P3-M | 12 | 0,89 | 2,21 | 0,13 |
| P4-M | 6 | 0,33 | 0,59 | 0,74 |
| P1-PM | 7 | 0,58 | 1,12 | 0,41 |
| P2-PM | 8 | 0,47 | 0,98 | 0,51 |
| P3-PM | 11 | 0,88 | 2,11 | 0,16 |
| P4-PM | 7 | 0,50 | 0,98 | 0,52 |

La riqueza (S), deja ver al punto 3 como el más diverso (P3-AM= 11, P3-M=12 y P3-PM=11), mientras que los puntos restantes no superan las 8 taxa (Cuadro 9-45).

Las bioindicaciones del fitoplancton por División en la Ciénaga Mallorquín se pueden ver en la Figura 9-82, se nota el predominio del proceso de eutrofia en los cuatro puntos y momentos de la toma de la muestra, con porcentajes que van desde el 10,9% en el punto P3-PM, hasta 16% en el punto P1-AM. Asimismo para el punto 1 se observan bioindicaciones con valores similares en porcentajes (8,9% [AM], 9,8% [M] y 10,1 [PM]) en

procesos como pH neutro o ligeramente ácido, turbulencia, mezcla entre otros, que se pueden ver en la Figura 9-82. En el punto 2 también se destacan bioindicaciones como pH neutro o ligeramente ácido, turbulencia y otras más, presentando porcentajes de 10,4% (AM), 10,5% (M) y 10,4% (PM). De la misma manera, para el punto 3 se presenta un comportamiento homogéneo de algunas bioindicaciones como estratificación con valores de 6,3% en horario de la mañana (AM), 6,0% en horarios de medio día (M) y 5,7 % en la tarde (PM). En el punto 4 al igual que en los tres puntos restantes se evidencia una tendencia con porcentajes similares, para este punto se destacan procesos como pH neutro o ligeramente ácido, mezcla entre otros.

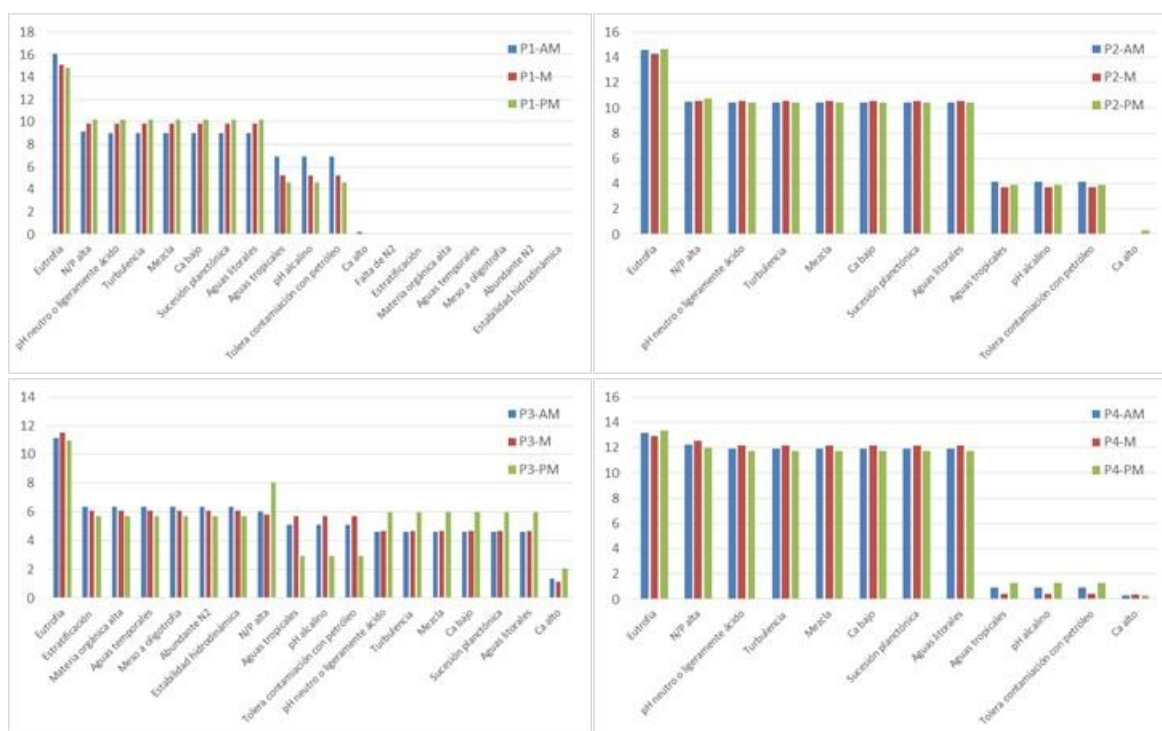


Figura 9-82 Procesos bioindicados por las Divisiones de Fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga Mallorquín, durante los horarios de muestreo.

Para la bioindicación determinada en función de la categoría taxonómica de taxa, se puede ver que *Melosira* sp, *Surirella* spp y *Nitzschia* spp pertenecientes a las Bacillariophyta están asociados con procesos de turbulencia, del grupo de Cyanobacteria se destaca *Chroococcus* spp porque está ligada a estratificaciones y sucesiones avanzadas, de la División Chlorophyta sobresalen los géneros *Crucigenia* spp y *Pediastrum* sp por ser indicadores de eutrofia., entre tanto que las Euglenophyta con representantes como *Euglena* spp y *Trachelomonas* sp revelan procesos de eutrofia y presencia de materia orgánica (Cuadro 9-46).

Cuadro 9-46. Procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas, Ciénaga Mallorquín
Chromista

Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

| | |
|----------------------|---|
| <i>Melosira</i> sp | Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia |
| <i>Navicula</i> spp | Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos |
| <i>Nitzschia</i> spp | Turbulencia, Mezcla |
| <i>Surirella</i> spp | Turbulencia |

Eubacteria

Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

| | |
|------------------------|------------------------------------|
| <i>Chroococcus</i> spp | Estratificación, Sucesión Avanzada |
|------------------------|------------------------------------|

Plantae

Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

| | |
|-----------------------|-----------------|
| <i>Crucigenia</i> spp | Meso a eutrofia |
| <i>Pediastrum</i> sp | Eutrofia |

Protozoa

Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N₂, Estabilidad hidrodinámica

| | |
|-------------------------|--|
| <i>Euglena</i> spp | Resistencia a pesticidas, Eutrofia, Materia orgánica |
| <i>Lepocinclis</i> spp | Materia orgánica |
| <i>Trachelomonas</i> sp | Eutrofia |

Al observar las variaciones de la comunidad en todos los puntos de la ciénaga, se buscó establecer las diferencias entre los puntos de monitoreo, para lo cual se realizó un dendograma de similaridad utilizando como método de enlace el grupo pareado y como distancia métrica el índice de similaridad de Bray-Curtis; para obtener una mejor interpretación del sistema se realizaron dos análisis, uno a nivel de División y otro a nivel de especie/morfoespecie (Figura 9-83). Para el primero se evidenció que la ciénaga presenta un comportamiento homogéneo en la mayor parte de su masa de agua, siendo el Punto 3, en sus tres horarios el que presenta un comportamiento diferente; igualmente el en segundo análisis se conformó un grupo con los tres horarios de muestreo del punto 3 y adicionalmente del Punto 4.

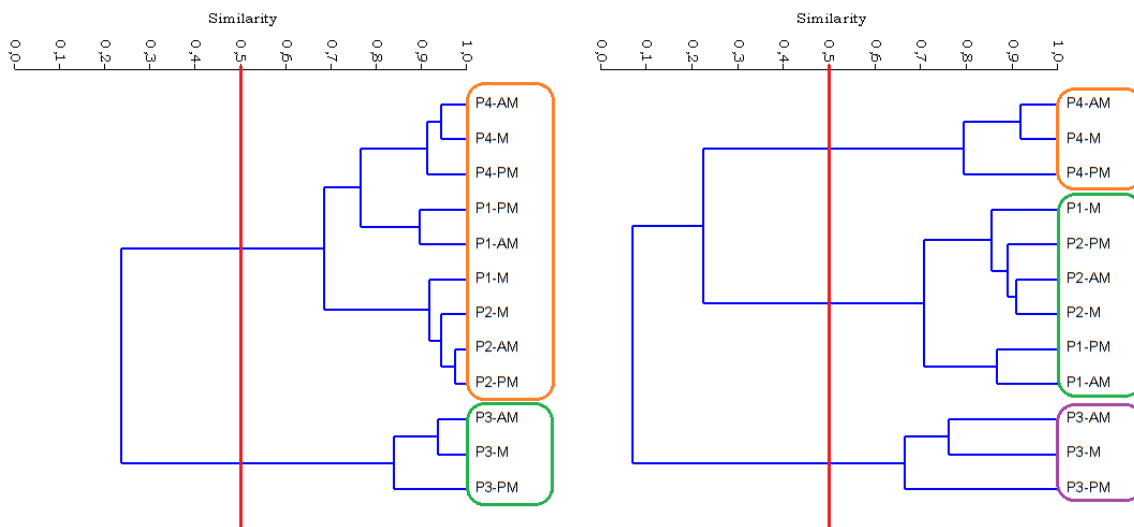


Figura 9-83. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga Mallorca. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie)

Buscando poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga Mallorca, se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Como resultado del análisis se obtuvieron cinco componentes, de los cuales se explicaron exclusivamente dos, los cuales representan el 81,5% de la variación total (Tabla 9-16). El sector positivo del primer eje asociado con las variables físicoquímicas porcentaje de saturación de oxígeno, temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto. Los puntos de muestreo presentaron tendencia hacia este sector, por su parte las especies que más se correlacionaron con los puntos de muestreo fueron *Detonula* spp, especie reconocida por encontrarse en hábitat marinos, lo que demuestra la fuerte influencia de las aguas marinas en la composición de la ciénaga. Por otro lado, al observar el segundo eje, se ubicaron sobre el sector positivo los puntos 3 y 4; los cuales presentaron correlación positiva con las concentraciones de microalgas de las especies *Detonula* spp y *Euglena* spp; esta última especie bioindicadora de resistencia a pesticidas, eutrofia, materia orgánica. Por otra parte, en el sector negativo del segundo eje se ubicó el Punto 1 y 2, correlacionados con las especies *Pseudanabaena* spp y *Nitzschia* spp, de las cuales la última es bioindicadora de turbulencia y mezcla. Se evidenciaron diferencias espaciales, más las diferencias temporales no fueron notables. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-84.

Tabla 9-16. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 0,913093 | 99 | 98,8 |
| 2 | 0,00707545 | 0,8 | 99,6 |
| 3 | 0,0028227 | 0,3 | 99,9 |
| 4 | 0,00126982 | 0,1 | 100,0 |

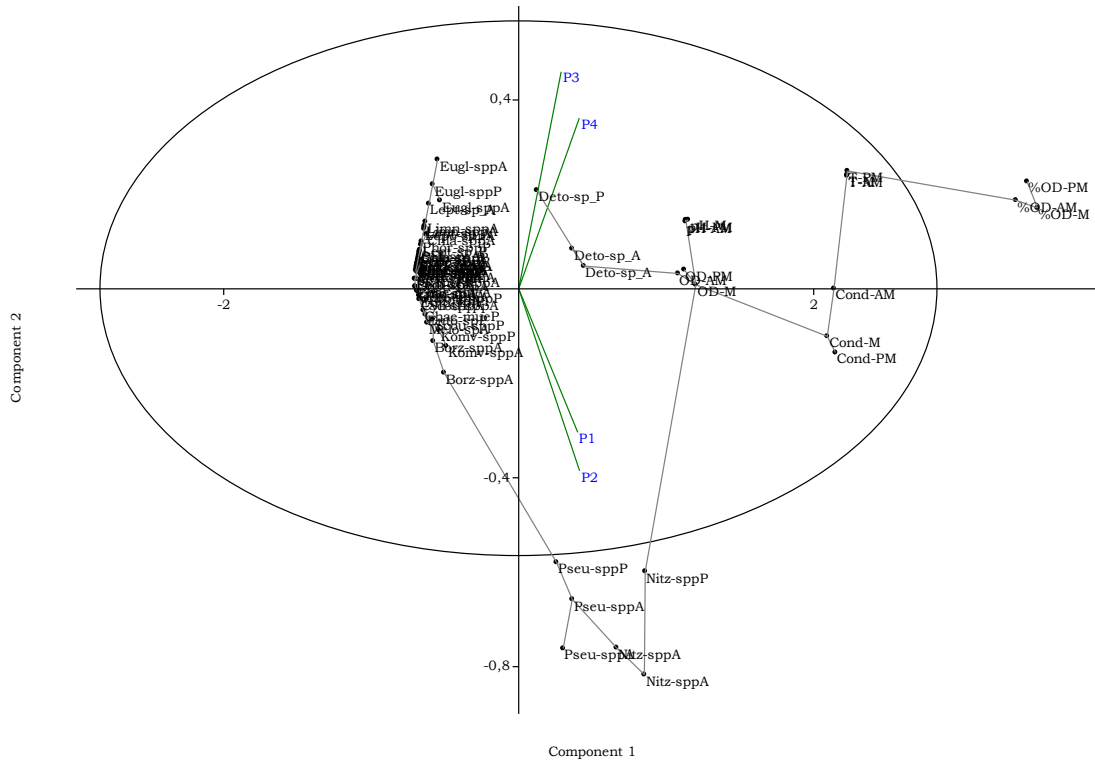


Figura 9-84. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macrófitas acuáticas

No se registraron macrófitas acuáticas en la Ciénaga Mallorquín.

9.1.8.2 . Comunidades de consumidores

Zooplancton

La comunidad de zooplancton estuvo constituida por 27 taxa distribuidos en 18 familias, 9 Órdenes, 6 Clases, 5 Phylum (Cuadro 9-47). De éstos, a nivel taxonómico de Clase,

Eurotatoria contribuyó en mayor proporción a la riqueza, con 59,3%, lo que representa 16 taxa de la riqueza total, seguido por las Clases Maxillopoda con 14,8% (4 taxa), Lobosa 11,1% (3 taxa), Branchiopoda 7,4% (2 taxa), Polychaeta 3,7% (1 taxa) y Ciliata 3,7% (1 morfoespecie) (Figura 9-85 A-B).

Cuadro 9-47. Composición de la comunidad Zooplancónica de la Ciénaga Mallorquín

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | | |
|----------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Animalia | Annelida | Polychaeta | ND | ND | Larva Polychaeta | | |
| | | | | | Branchiopoda | Diplostraca | Bosminidae |
| | NA | <i>Diaphanosoma sp</i> | | | | | |
| | Arthropoda | Maxillopoda | Calanoida | ND | Diaptomidae | <i>Diaptomus sp</i> | |
| | | | | | ND | Calanoida Morfoespecie 1 | |
| | | | | | Cyclopoida | ND | Cyclopoida Morfoespecie 1 |
| | | | | | ND | ND | Larva Nauplio |
| | Rotifera | Eurotatoria | Ploima | ND | Flosculariaceae | Trochosphaeridae | <i>Filinia terminalis</i> |
| | | | | | Brachionidae | Asplanchnidae | <i>Asplanchna spp</i> |
| | | | | | | <i>Brachionus angularis</i> | |
| | | | | | | <i>Brachionus bidentatus</i> | |
| | | | | | | <i>Brachionus caudatus</i> | |
| | | | | | | <i>Brachionus havanaensis</i> | |
| | | | | | | <i>Brachionus plicatilis</i> | |
| | | | | | | <i>Brachionus quadricornis</i> | |
| | | | | | | <i>Keratella sp 1</i> | |
| | | | | | | <i>Keratella tropica</i> | |
| | | | | | | <i>Plationus patulus</i> | |
| | | | | | | Euchlanidae | <i>Beauchampiella eudactylota</i> |
| | | | | | | Gastropodidae | <i>Gastropus spp</i> |
| Lecanidae | | | | | | <i>Lecane bulla</i> | |
| Synchaetidae | <i>Polyarthra spp</i> | | | | | | |
| Trichocercidae | <i>Trichocerca sp 1</i> | | | | | | |
| Chromista | Ciliophora | Ciliata | Oligotrichida | Ptychocylididae | <i>Favella spp</i> | | |
| Protozoa | Amoebozoa | Lobosa | Arcellinida | Arcellidae | <i>Arcella gibbosa</i> | | |
| | | | | | <i>Arcella discoides</i> | | |
| | | | | | Centropyxidae | <i>Centropyxis aculeata</i> | |

La abundancia analizada desde el nivel taxonómico de Clase, muestra el grupo de Eurotatoria como el de mayor de valor de densidad, con el 65,5% (124,4 Organismos/L), seguido de Maxillopoda con el 17% (32,27 Organismos/L), Lobosa 7,9% (14,9 Organismos/L), Ciliata 6,9% (13,13 Organismos/L), Polychaeta 1,9% (3,67 Organismos/L) y en menor proporción los Branchiopoda 0,8% (1,54 Organismos/L) (Figura 9-85 A-C)

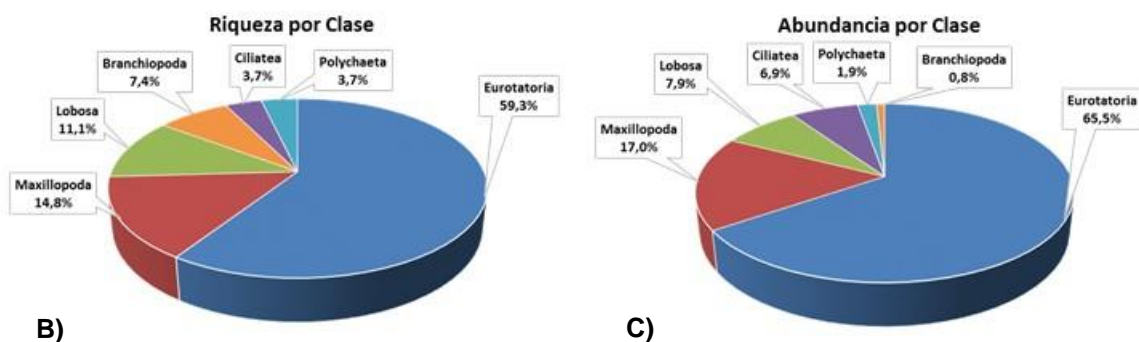
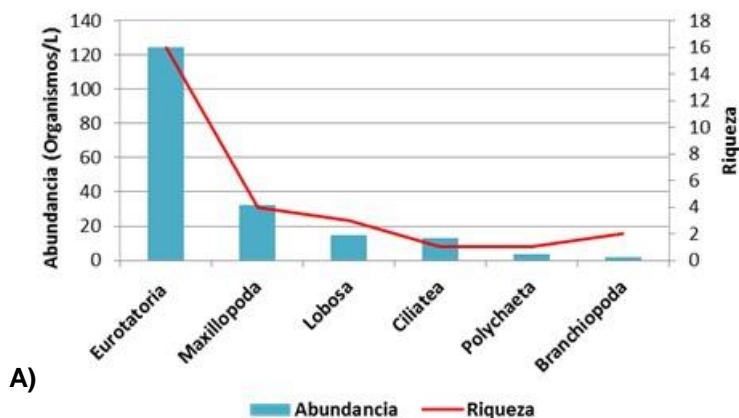
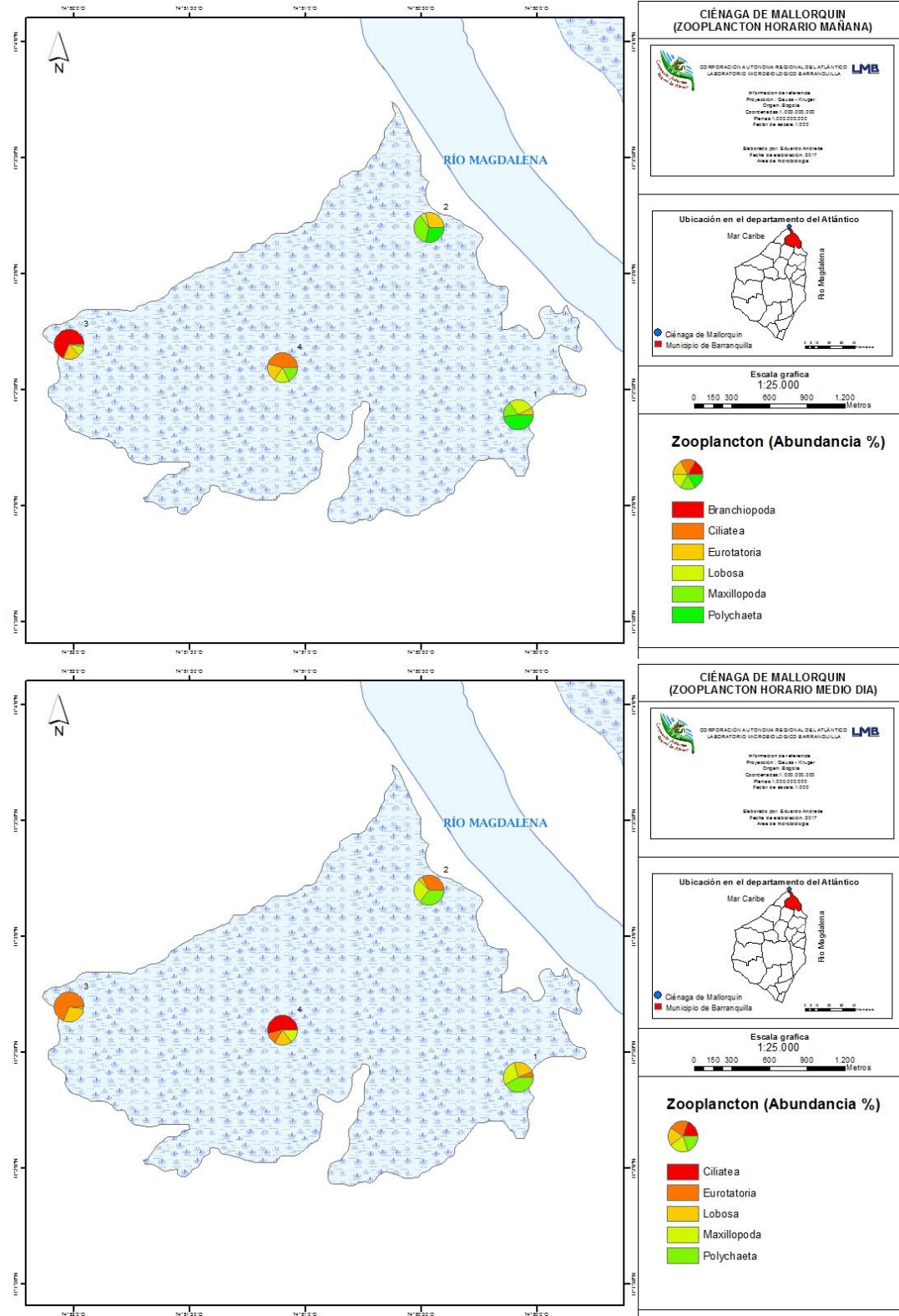
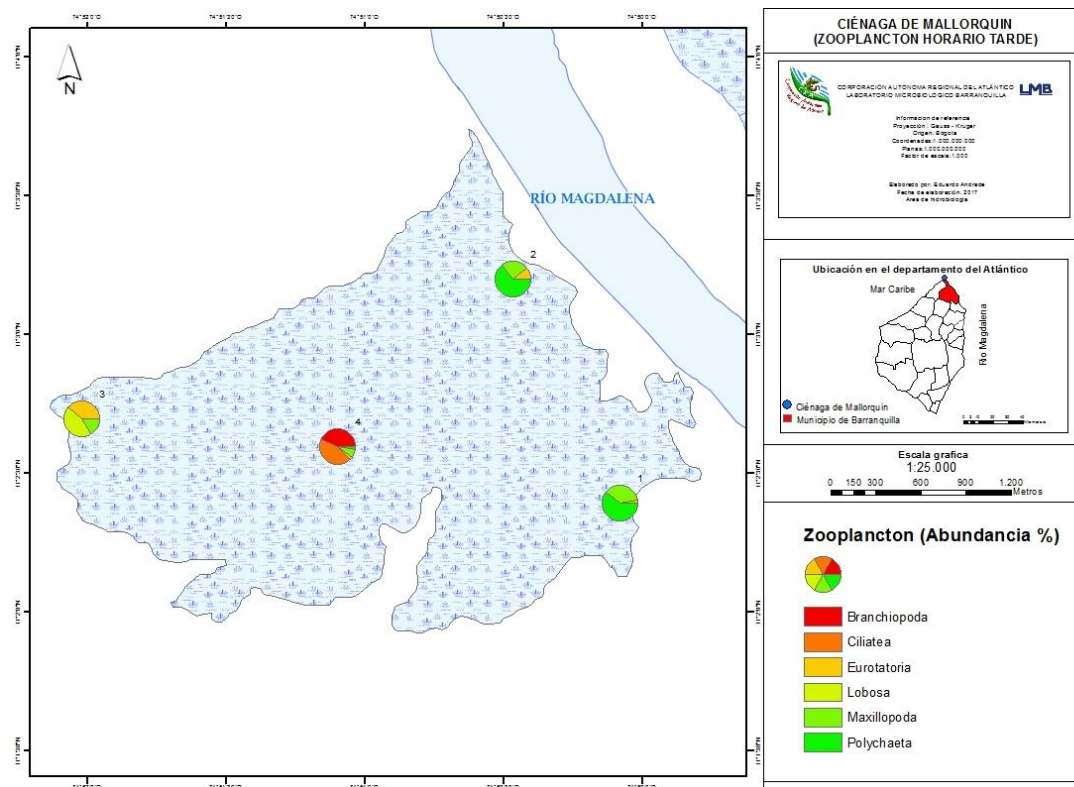


Figura 9-85. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga Mallorquín. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

Las abundancias de las clases reportadas, por punto y hora de muestreo se ven en el Mapa 9-22. Puede apreciarse que las abundancias cambian un poco entre las horas de muestreo, pero no es muy significativo.



Mapa 9-22. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga Mallorquín



Continuación Mapa 9-22. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga Mallorquín

En la Cuadro 9-48, se muestran los resultados de los índices ecológicos calculados para la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga Mallorquín. Se observó que la estructura de la comunidad desde el índice de equidad J' muestra que desde el punto P1-AM hasta el punto P4-PM los valores de equidad oscilan entre 0,56 y 0,77, sin mostrar ningún patrón de comportamiento; estos valores son de rango intermedio, por lo que se puede inferir que las abundancias se distribuyen en diferentes grupos y que varían de un punto a otro en proporciones casi equiparables. Para el índice de diversidad de Shannon-Wiener, se evidencian valores por debajo de 2 nits en todos los puntos evaluados, que dan cuenta de niveles bajos de diversidad. La dominancia de Simpson (λ') establece que existen valores altos, en su mayoría cercanos a 1, con algunas excepciones (P1M, P2M y P1PM, P2PM) (Cuadro 9-48), lo que implicaría la posibilidad de que algunas poblaciones de la comunidad zooplanctónicas sean dominantes en determinados puntos y momentos del día.

Cuadro 9-48. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga Mallorquín

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|--------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 9 | 0,77 | 1,69 | 0,78 |
| P2-AM | 7 | 0,72 | 1,39 | 0,70 |
| P3-AM | 12 | 0,69 | 1,73 | 0,76 |
| P4-AM | 10 | 0,78 | 1,81 | 0,82 |
| P1-M | 7 | 0,66 | 1,28 | 0,59 |
| P2-M | 7 | 0,56 | 1,09 | 0,59 |
| P3-M | 11 | 0,59 | 1,41 | 0,66 |
| P4-M | 10 | 0,72 | 1,66 | 0,75 |
| P1-PM | 5 | 0,69 | 1,11 | 0,57 |
| P2-PM | 5 | 0,67 | 1,07 | 0,58 |
| P3-PM | 12 | 0,70 | 1,73 | 0,76 |
| P4-PM | 13 | 0,70 | 1,81 | 0,78 |

El índice ecológico de riqueza (S), estableció que los puntos 3 y 4 (en todos los horarios), como los de mayor diversidad manteniendo valores entre 10 y 13 taxa (Cuadro 9-48). En el resto de puntos la riqueza vario de 5 a 9 morfoespecies.

Los resultados de la bioindicación para el zooplancton en la ciénaga de Mallorquín señalan una tendencia a la eutrofia, pH alcalino y Alto Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos en el punto 1 en los tres momentos evaluados mañana (AM), medio día (M) y tarde (PM), mientras que para el punto 2 las tendencias de las indicaciones comparten la eutrofia del punto 1, pero para este punto se presentan dos posibles procesos oligotrofia y sedimentos alóctonos. Los puntos 3 y 4 mantiene la tendencia a la eutrofia, pH alcalino alto Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos que se presentaron en el punto 1, se pueden ver que las bioindicaciones antes mencionadas en los puntos 1, 3 y 4 son de porcentajes similares, un poco por encima del 30% (Figura 9-86).

La bioindicación por taxa para la comunidad del zooplancton, sugiere que organismos como *Diatomus* sp indiquen un estado de oligotrofia, mientras que *Bosmina* sp1 señale Meso a eutrofia, por su parte las taxa que pertenecen al Phylum Rotífera indicaron estados como Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos, carbonatos, presencia de materia orgánica, sistemas inmaduros (Cuadro 9-49).

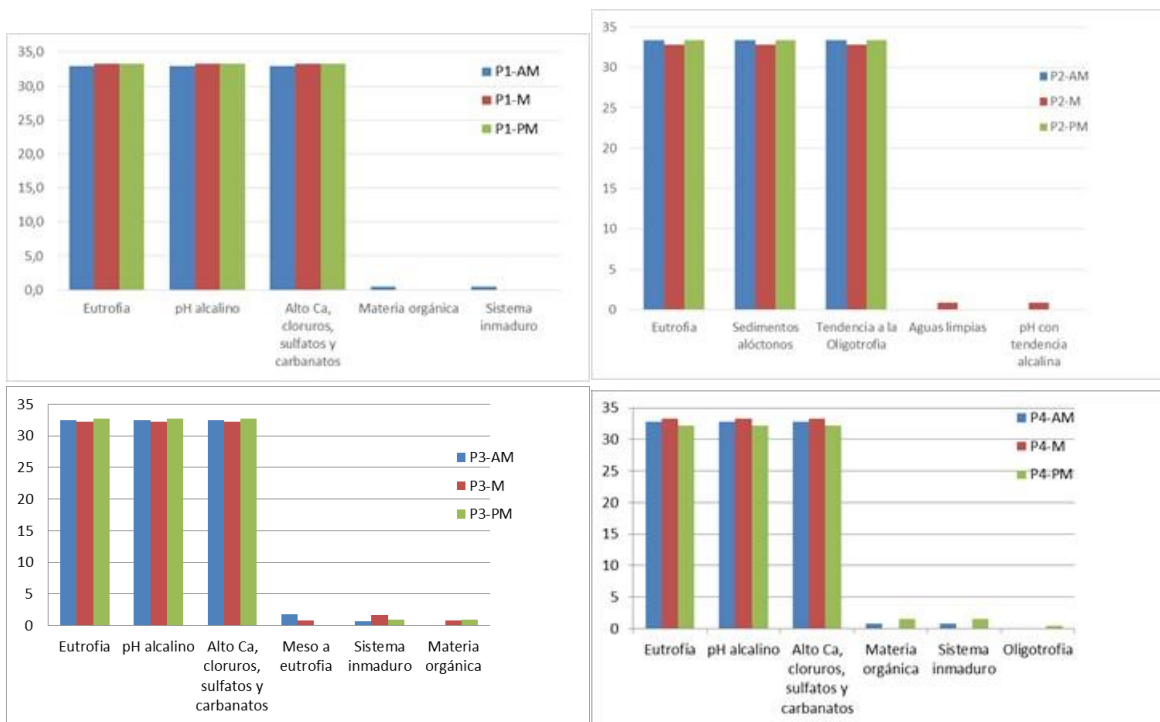


Figura 9-86 Procesos bioindicados por los Phylum de zooplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga Mallorquín, durante los horarios de muestreo.

Cuadro 9-49 Procesos bioindicados por las taxa zooplanctónicas, Ciénaga Mallorquín

Animalia

Arthropoda

No indicado

Copepoda

Diaptomus sp

Cladocera

Bosmina sp1

Rotifera

Eutrofia, Estratificación

Brachionus angularis

Brachionus bidentatus

Brachionus caudatus

Brachionus havanaensis

Brachionus plicatilis

Brachionus quadricornis

Keratella sp

Keratella tropica

Platyonus patulus

Polyarthra spp

Tendencia a eutrofia, pH con tendencia alcalina, Tolerancia a hipoxia, Estratificación

Oligotrofia

Tendencia a la oligotrofia, Aguas Oxigenadas

Meso a eutrofia

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Meso a eutrofia, Sistemas inmaduros

La primera inquietud fue conocer si existen diferencias entre los horarios de monitoreo y los resultados de la comunidad zooplanctónica, para lo cual se realizó la prueba de Kruskal-

Wallis, evidenciándose que existen diferencias estadísticamente significativas entre las abundancias entre los diferentes horarios de muestreo (P valor= 0,309), con nivel de confianza del 95%.

Para determinar las diferencias espaciales se utilizó el análisis de similitud utilizando como distancia métrica el índice de similitud de Bray-Curtis con método de vecino más cercano; para obtener una mejor interpretación del sistema se realizaron dos análisis, uno a nivel de División y otro a nivel de especie/morfoespecie (Figura 9-87). Para el primero se evidenció que la ciénaga presenta un comportamiento homogéneo en toda su masa de agua con una similitud por encima del 50%, indistintamente de los horarios propuestos, con el segundo análisis, se evidenció la formación de cuatro grupos, tres grupo unitarios, el P3-AM; P3-M y P3-PM observándose gran heterogeneidad ente los tres grupos unitarios formados por el punto 3. Mientras el conglomerado constituido por el punto 1, 2 y 4 (AM, M y PM) presentan una similitud cercana al 55%.

Por último y para poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga Mallorquín, se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

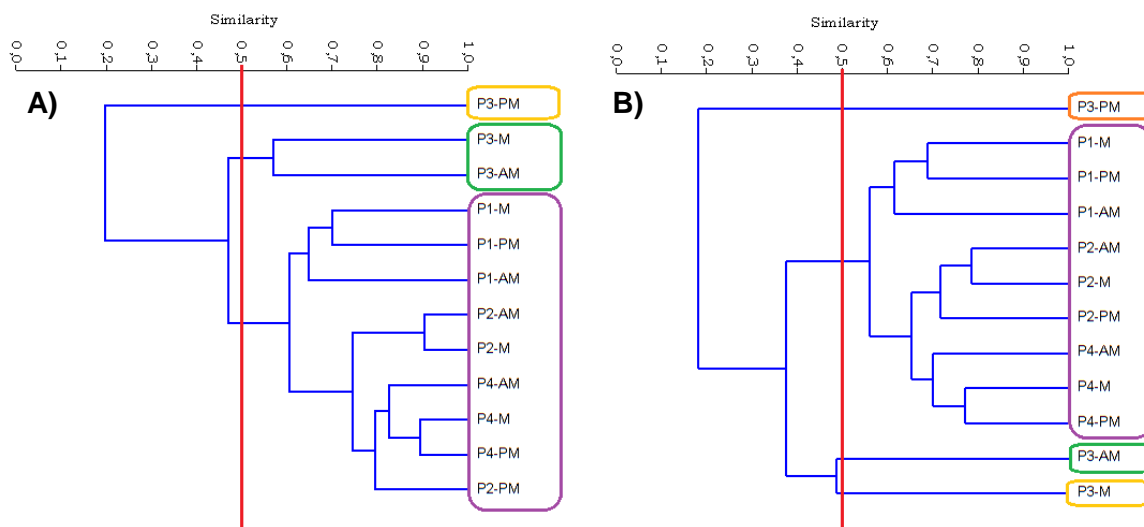


Figura 9-87. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga Mallorquín. A) Nivel de Phylum B) Nivel de especie/morfoespecie

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Como resultado del análisis se obtuvieron cinco componentes, de los cuales se explicaron exclusivamente dos, los cuales representan el 94,2% de la variación total (Cuadro 9-50). El sector positivo del primer eje asociado con las variables fisicoquímicas porcentaje de saturación de oxígeno, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y pH. Los puntos de muestreo presentaron tendencia hacia este sector, por su parte las especies fueron *Brachionus plicatilis*, y las larvas Nauplio, así como el *Brachionus angularis* colectado en las hora de la mañana y las morfoespecie de Calanoida, colectado en la mañana y el medio día. Al observar el segundo eje, se ubicó sobre el sector positivo el punto 3; el cual presentó correlación positiva con las concentraciones de *B. angularis* y *plicatilis*, así como con *Filinia terminalis* aunque éstas especies, incluido el Punto 3, se ubicaron por fuera de la cobertura de la elipse de 95% de confianza. Por su parte, los Puntos 2 y 4, ubicados en el sector negativo del segundo eje, se correlacionaron fuertemente con el oxígeno disuelto, mientras que el Punto 1 lo hizo más con las larvas Nauplio. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-88.

Cuadro 9-50. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 1,35797 | 79,633 | 79,6 |
| 2 | 0,248558 | 14,576 | 94,2 |
| 3 | 0,07807 | 4,5781 | 98,8 |
| 4 | 0,020682 | 1,2128 | 100,0 |
| 5 | 0,074005 | 4,8743 | 104,9 |

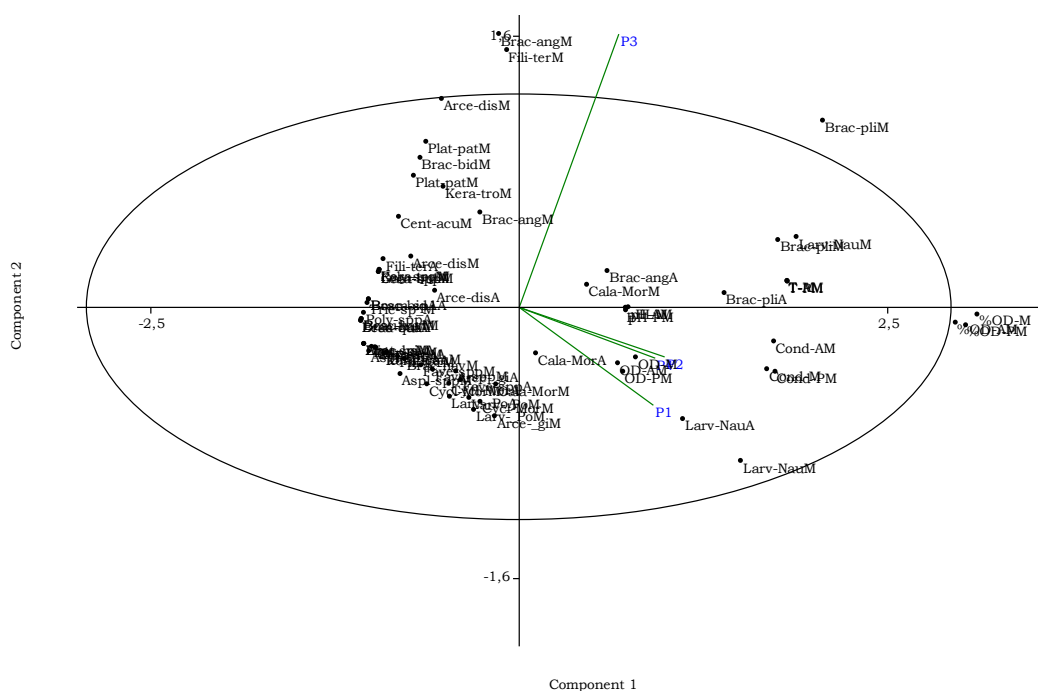


Figura 9-88. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Es así como el zooplancton utilizado como indicador de cambios de las condiciones naturales, permite evaluar cambios ocurridos en una escala de tiempo relativamente corto, ya que su variabilidad en la columna de agua puede estar influenciada por diversos factores tales como la velocidad de la corriente, la velocidad del viento y la penetración de la luz migración en la columna de agua, entre otros factores, que permiten o no su desarrollo, por lo anterior, y debido a que las variaciones de la comunidad zooplanctónica estuvieron supeditadas a sus áreas de influencia, demostrando que la comunidad zooplanctónica del Punto 3 presenta diferencias con respecto a los demás puntos monitoreados, lo cual puede ser a causa de la ubicación del mismo, la se presenta frente a la desembocadura del arroyo León, lo que se evidenció en las bajas conductividades y porcentajes de saturación de oxígeno, y correlación con las concentraciones del Phylum Eurotatoria y Lobosa, los cuales se dispararon en las horas de la tarde.

Macroinvertebrados bentónicos

La composición taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos registró 5 taxa, integradas en 3 Familias, 3 Ordenes, 3 Clases y 2 Phylum (Cuadro 9-51). Solo se presentaron macroinvertebrados en los puntos 1 y 4 (Mapa 9-23).

Cuadro 9-51. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga Mallorquín

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|----------|------------|-------------|-------------|--------------------------|
| Animalia | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Tubificidae | <i>Morfoespecie 1</i> |
| | | Polychaeta | Spionida | Spionidae | <i>Morfoespecie 1</i> |
| | | | | | <i>Morfoespecie 2</i> |
| | Mollusca | Bivalvia | Mytiloidea | Mytilidae | <i>Polydora sp</i> |
| | | | | | <i>Mytella charruana</i> |

La riqueza en función de la taxonomía de Clase, deja en evidencia el dominio de la Clase Polychaeta con el 60% de la riqueza total, representada en (3 taxa), seguida de los grupos de Bivalvia y Clitellata con un 20% cada una, que equivalen a una taxa por cada Clase (Figura 9-89 A-B).

El análisis de las abundancia, presenta a la Clase Polychaeta como la de mayor proporción con el 89% (598,5 Organismos/m²), seguido de Bivalvia con un 9% (62,35 Organismos/m²) y en último lugar con los valores menos representativos se encuentra los organismos de la Clase Clitellata con un 2% (12,47 Organismos/m²) (Figura 9-89 A-C).

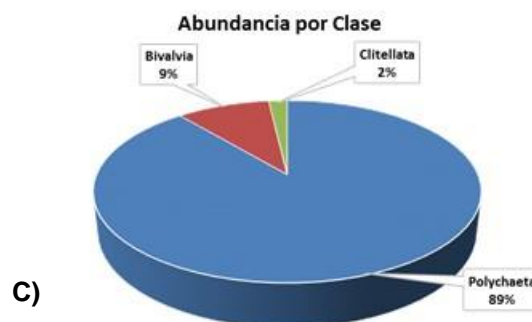
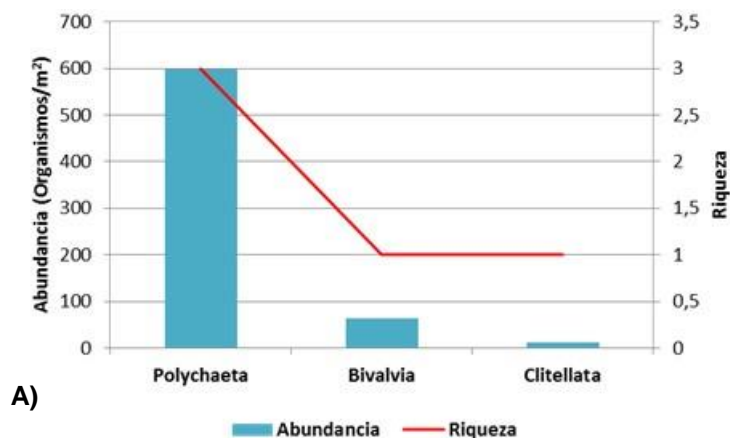
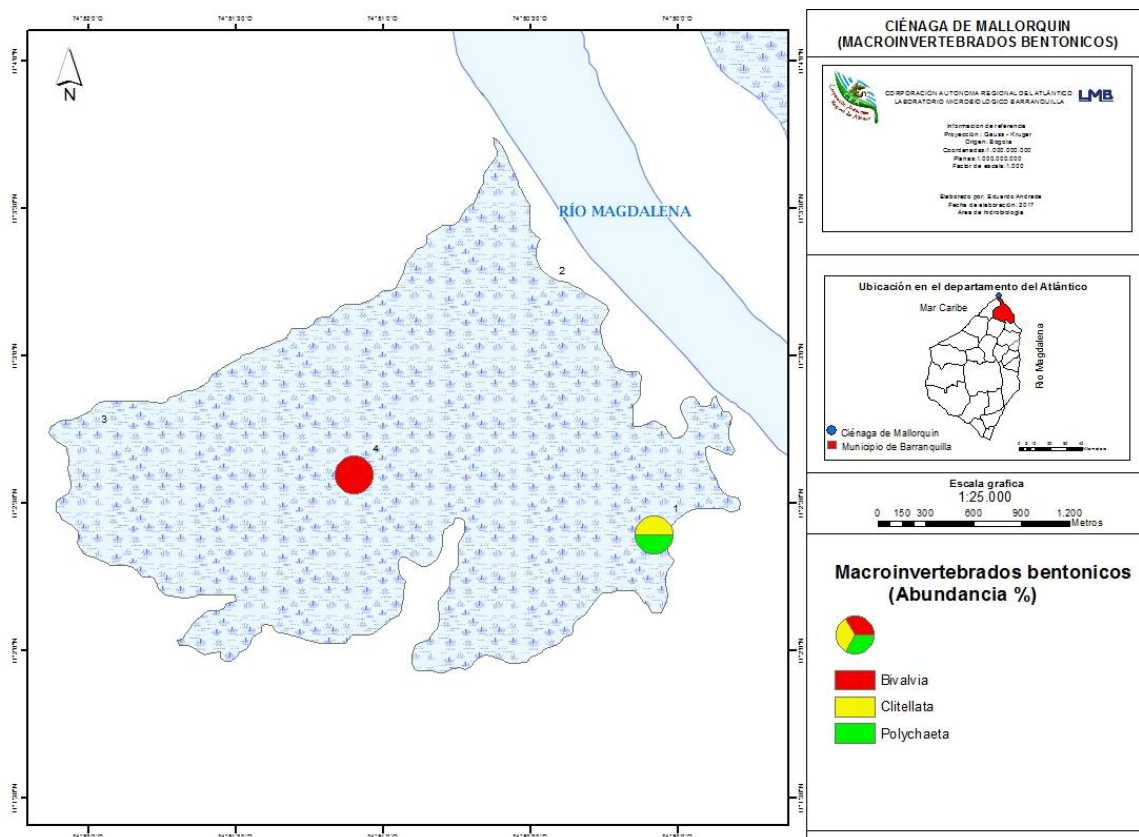


Figura 9-89. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga Mallorquín. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase



Mapa 9-23. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo, Ciénaga Mallorca

Es importante destacar la presencia de la familia Spionidae como la única dentro de la Clase Polychaeta (Cuadro 9-51), se sabe que los espionidos son considerados como una de las familias de mayor riqueza y abundancia en ambientes estuarinos y de bahía de aguas poco profundas y fondos blandos, es entonces posible que la Ciénaga Mallorca por ser una laguna costera con características estuarinas, posea condiciones ecológicas que favorecieron el establecimiento de Poliquetos, en especial de espionidos, lo que sustenta el por qué la Clase Polychaeta alcanzó los mayores porcentajes de riqueza y abundancia en el ecosistema evaluado.

Los índices ecológicos, solo se evaluaron en los puntos 1 y 4, debido a que en los puntos 2 y 3 no se registró la presencia de organismos bentónicos (Cuadro 9-52). El índice de riqueza (S) muestra que el punto 1 presentó los mayores valores de diversidad y en menor cantidad el punto 4 con un sola taxa, el índice de Pielou (J'), indica que en punto 1 presenta valores de 0,69, los que dan cuenta de un estado de equidad intermedio, por su parte el índice de Simpson (λ') muestra que para el punto 4 no hay dominancia de ninguna especie, sin

embargo el punto 1 si se puede observar una dominancia por parte de una sola taxa, debido a que el (λ') es igual 1 (Cuadro 9-52). Entre tanto el índice de Shannon-Wiener presenta un valor de 0,96, lo que demuestra la baja diversidad del ecosistema.

Cuadro 9-52. Índices ecológicos de Macroinvertebrados Bentónicos en la Ciénaga Mallorquín

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|----------------|---------|------------------|-----------------------|-------------------|
| | S | J' | H'(log _e) | λ' |
| Punto 1 | 4 | 0,69 | 0,96 | 0,47 |
| Punto 4 | 1 | | 0,00 | 1,00 |

Para determinar las diferencias espaciales entre los puntos asociando el comportamiento de los macroinvertebrados bentónicos se empleó un análisis de similitud utilizando como coeficiente de asociación de Bray-Curtis con el método de vecino más cercano, el diagrama de agrupamientos muestra la formación de dos grupos (Figura 9-90) uno conformado por el punto 4 y el otro por el punto 1, es evidente que estos dos punto difieren entre si y su similitud es bastante baja.

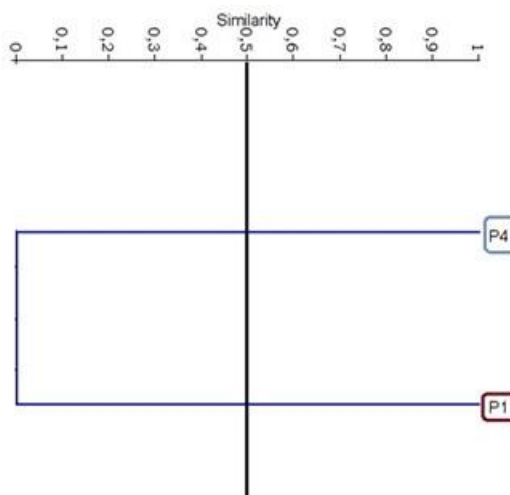


Figura 9-90 Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga Mallorquín a nivel de especie/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros fisicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga Mallorquín se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Del análisis resultaron dos

componentes (Tabla 9-17). El primero de ellos, sobre el sector positivo del eje quedó asociado con las variables fisicoquímicas de porcentaje de saturación de oxígeno, temperatura y conductividad; hacia este sector también se ubicó el Punto 4, presentando mejor correlación con el porcentaje de saturación de oxígeno. Por su parte, en el sector negativo del eje se ubicaron las variables pH y oxígeno disuelto (excepto el tomado en la hora de mañana), así como las morfoespecies identificadas de la familia Tubificidae y Spionidae. Al observar el segundo eje se evidenciaron diferencias entre los puntos de muestreo, encontrándose que el Punto 1 presente mayor correlación con la morfoespecie 2 de la familia Spionidae. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-175.

Tabla 9-17. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 0,56 | 60,223 | 60,2 |
| 2 | 0,37 | 39,777 | 100,0 |

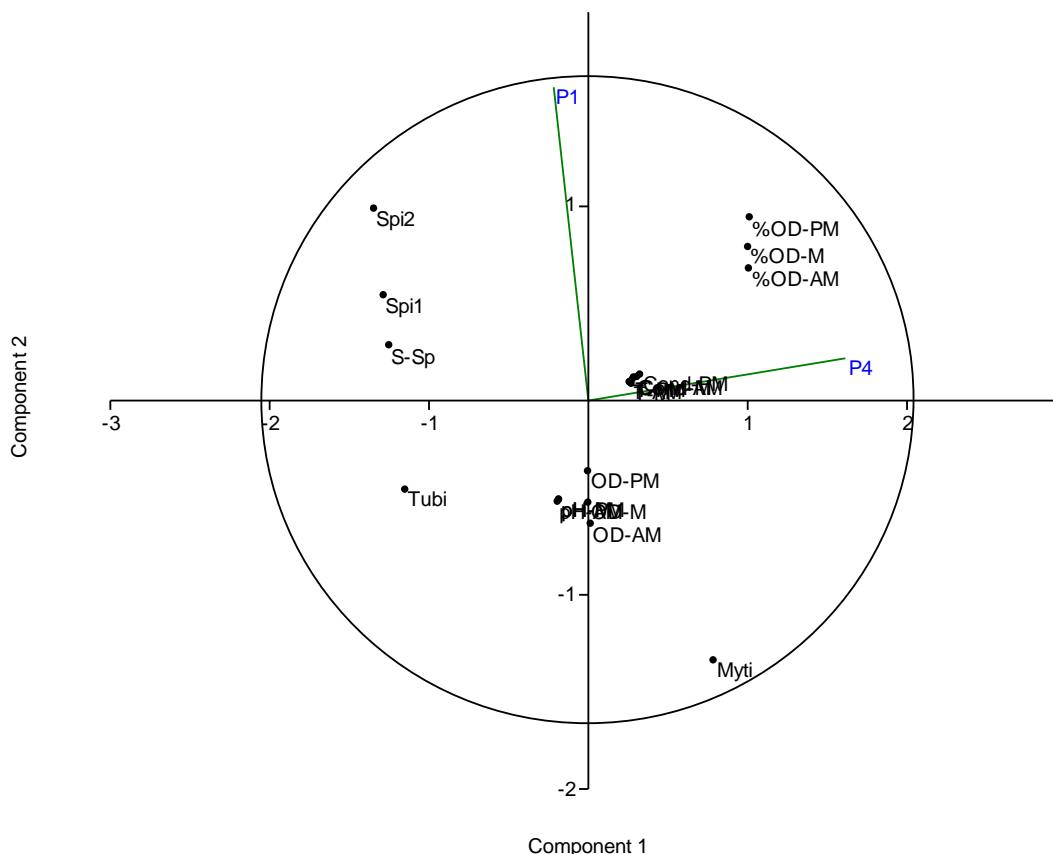


Figura 9-91. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Especies ícticas

A pesar del esfuerzo de muestreo realizado en la Ciénaga Mallorquín, se logró capturar un espécimen, cual pertenece al Phylum Chordata, la Clase Actinopterygii, el Orden Siluriformes y la Familia Ariidae (Cuadro 9-53). Solo se logró hacer captura en el punto 4 (Mapa 9-24).

Cuadro 9-53 Composición de los peces colectados en la Ciénaga Mallorquín

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|----------|----------------|--------------|---------|--------------------------|
| Animalia | Chordata | Actinopterygii | Siluriformes | Ariidae | <i>Ariopsis bonillai</i> |

La especie identifica corresponde a *Ariopsis bonillai*, está también se conoce con el nombre común de chivo cabezón. Es una especie de bagre endémica de la costa caribe colombiana, debido a su endemismo y a la fuerte presión pesquera artesanal a que es sometida en las ciénagas se considerada especie amenazada (Acero, 2002), categoría de amenaza que es referenciada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como especie en peligro, hecho que género que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la resolución número 0192 de 10 de febrero de 2014 continuara mencionando a *Ariopsis bonillai* como "especies amenazadas" en el territorio nacional de Colombia.

Para este cuerpo de agua se registró un solo individuo, con talla de 8 cm de LT (Longitud Total) y 6,6 mm de LS (Longitud estándar), (Figura 9-92). Moreno *et al.* (2001) En: Sandoval-Londoño *et al.* (2015), se reporta como talla de madurez 25 cm de LS; por lo que se evidencia que el individuo reportado corresponden a juvenil. Por otro lado se indica que no se encontró normatividad vigente que determine la talla mínima de captura legal para la especie.

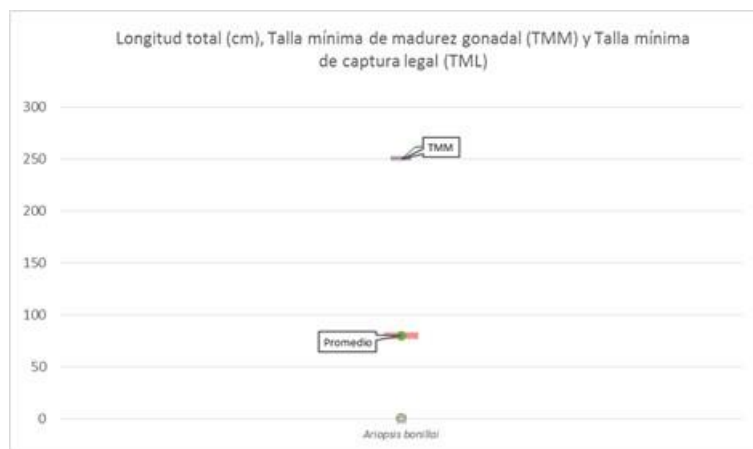
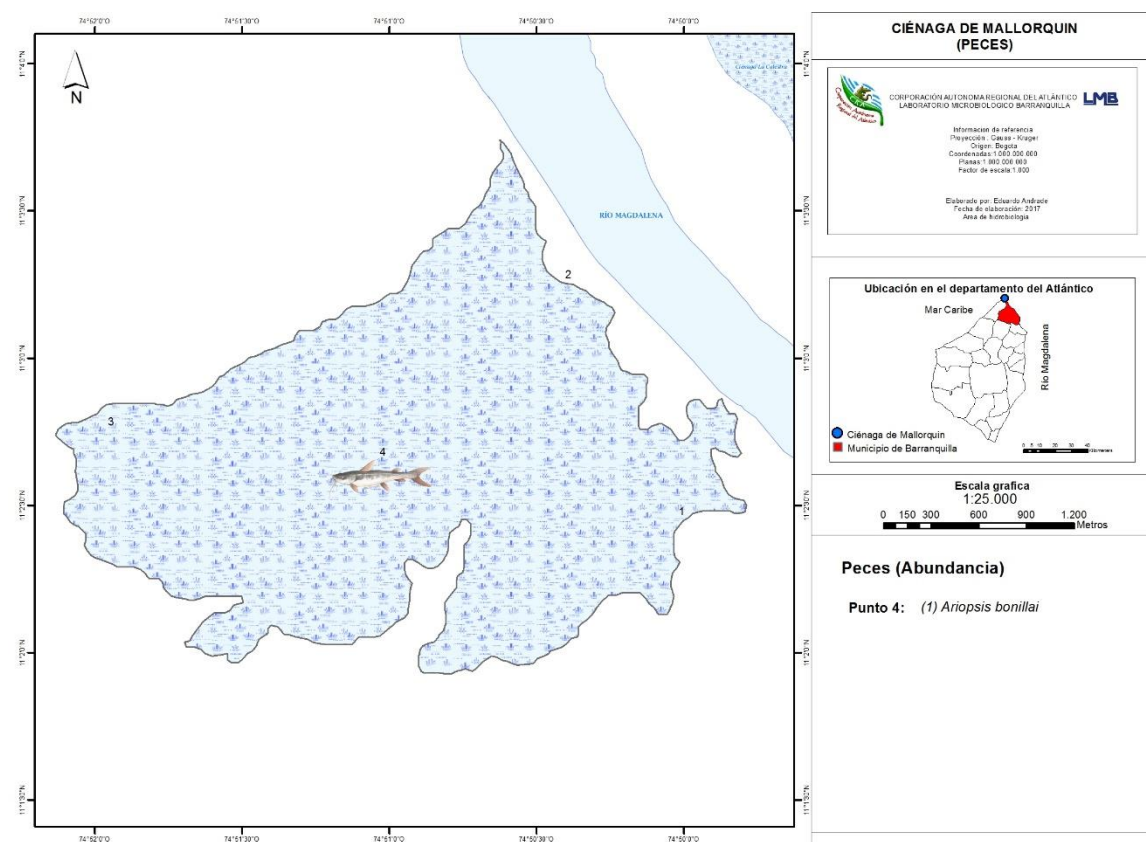


Figura 9-92 Longitud total (LT) de los individuos capturados y talla mínima de madurez gonadal (TMM), para las especies reportadas en la Ciénaga Mallorquín

Es importante mencionar que los resultados de este estudio, respecto a la diversidad y abundancia íctica son puntuales, pues esta investigación solo mantuvo un día de esfuerzo de muestreo durante tres diferentes momentos en cuatro puntos (mañana, medio día y tarde), el cual por condiciones ambientales y otros aspectos pudieron afectar el desarrollo del monitoreo dando como resultado lo expuestos en el párrafo anterior. Con la revisión bibliográfica se encontraron trabajos como los de Arrita y De La Rosa (2003) realizados en la Ciénaga Mallorquín los cuales obtuvieron como resultado diversidades de 42 especies.



Mapa 9-24. Ictiofauna colectada en la Ciénaga Mallorquín

9.1.9 Ciénaga Los Manatíes

En la ciénaga Los Manatíes se evaluaron las comunidades de productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas), así como las comunidades de consumidores (zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna), durante tres horarios de muestreo, con el fin de realizar un análisis diurno del estado trófico del sistema.

9.1.9.1 Comunidades de productores primarios

Fitoperifiton

Para el caso puntual de la comunidad, no se registró presencia en ninguno de los puntos evaluados debido a la ausencia de sustratos adecuados para su crecimiento.

Fitoplancton

La composición taxonómica de la comunidad fitoplanctónica registró 24 taxa, repartidas en 19 Familias, 14 Ordenes, 7 Clases y 4 Divisiones (Cuadro 9-54).

Cuadro 9-54 . Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga Los Manatíes

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|--------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Cylindrotheca spp</i> |
| | | | | | <i>Nitzschia sigma</i> |
| | | | Cymbellales | Cymbellaceae | <i>Nitzschia sp</i> |
| | | | | | <i>Nitzschia spp</i> |
| | | | | | <i>Cymbella spp</i> |
| | | | | | <i>Diadesmidaceae</i> |
| | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Diadesmis sp</i> | |
| | | | | <i>Caloneis sp 1</i> | |
| | | Surirellales | Entomoneidaceae | <i>Sellaphoraceae</i> | |
| | | | | <i>Sellaphora sp 1</i> | |
| | | Coscinodiscophyceae | Melosirales | Melosiraceae | <i>Entomoneis sp</i> |
| | | | | | <i>Melosira moniliformis</i> |
| | | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros muelleri</i> |
| | | | | | <i>Cyclotella spp</i> |
| Miozoa | Dinophyceae | Peridinales | <i>Protoperidinium steinii</i> | | |
| | | | <i>Prorocentrales</i> | | |
| Ochrophyta | Synurophyceae | Synurales | <i>Prorocentrum spp</i> | | |
| | | | <i>Mallomonadaceae</i> | | |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Xanthophyceae | Mischococcales | <i>Mallomonas sp</i> |
| | | | | | <i>Centritractaceae</i> |
| | | | Chroococcales | Chroococcaceae | <i>Centritractus spp</i> |
| | | | | | <i>Chroococcus spp</i> |
| | | | Oscillatoriales | Borziaceae | <i>Borzia spp</i> |
| | | | | | <i>Oscillatoriaceae</i> |
| | | | Synechococcales | Pseudanabaenaceae | <i>Phormidium spp</i> |
| | | | | | <i>Leptolyngbyaceae</i> |
| | | | | | <i>Leptolyngbya sp</i> |
| | | | | | <i>Leptolyngbya spp</i> |
| Pseudanabaenaceae | Pseudanabaenaceae | <i>Aphanocapsa spp</i> | | | |
| | | <i>Limnothrix spp</i> | | | |
| <i>Pseudanabaena spp</i> | | | | | |

La abundancia evaluada desde la categoría taxonómica de División, posee a los organismos del grupo de los Miozoa como los de mayor abundancia con 86% (27, 59 Células/mL), seguido de Bacillariophyta con un 7,4% (2,38 Células/mL), Cyanobacteria 5,8% (1,87 Células/mL) y Ochrophyta con un 0,8% (0,24 Células/mL) (Figura 9-93 A-C). La división Miozoa fue la más abundante en todos los puntos y horarios de muestreo, tal y como se aprecia en el Mapa 9-25.

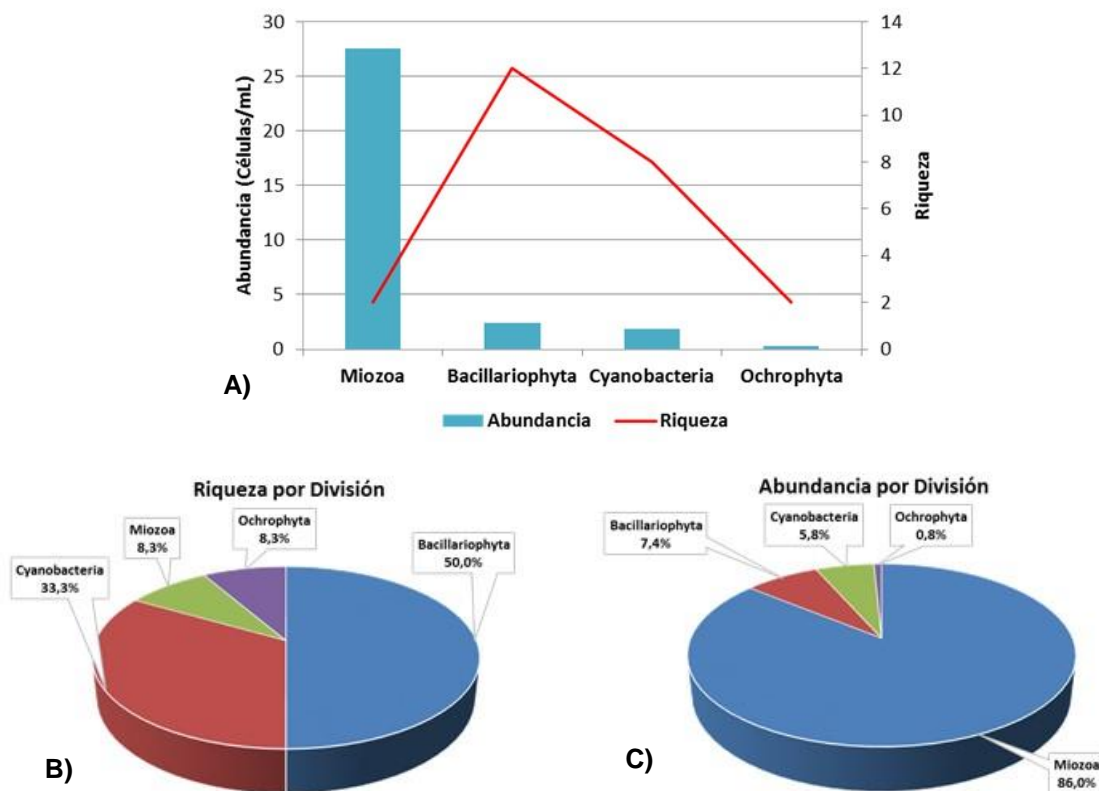
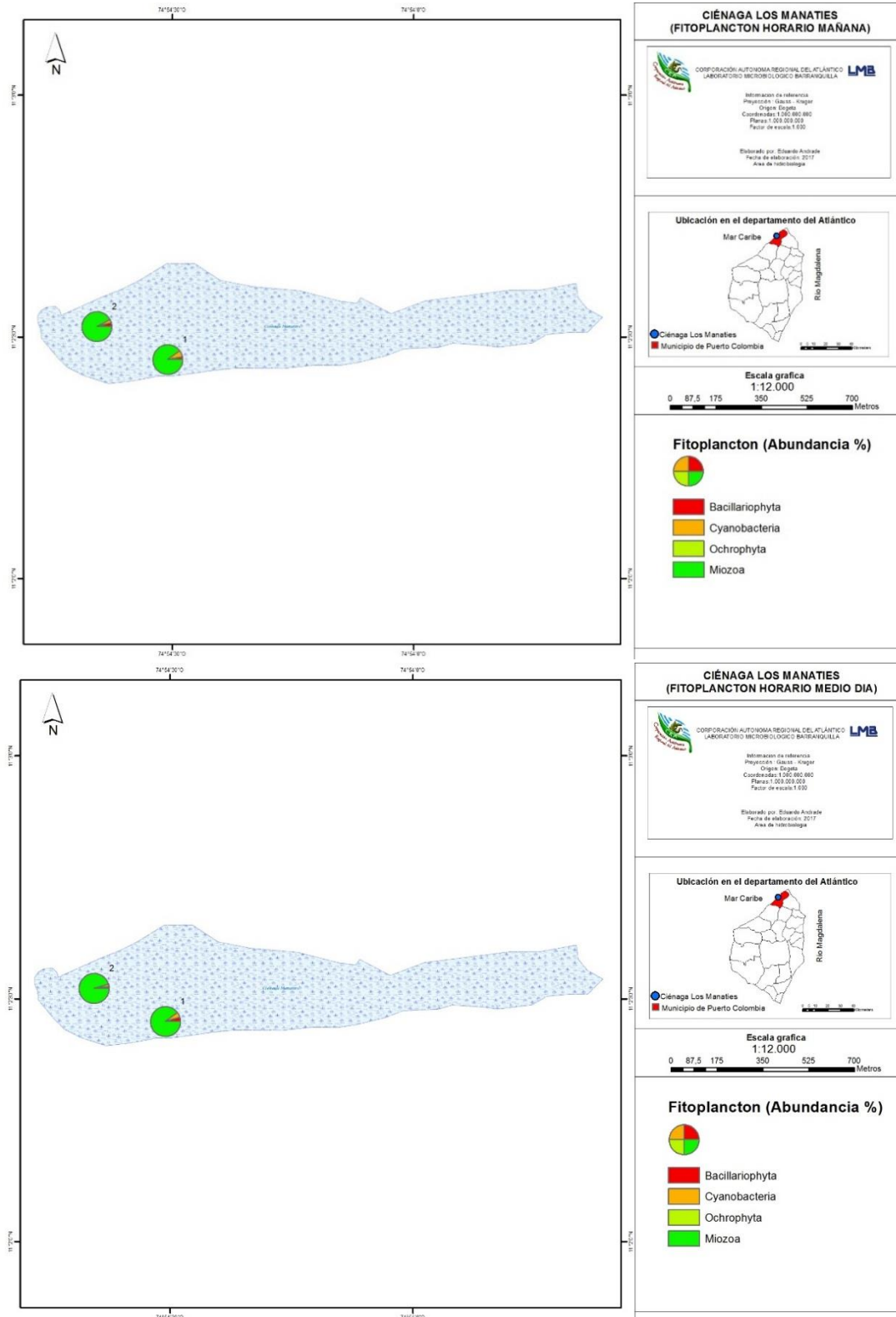
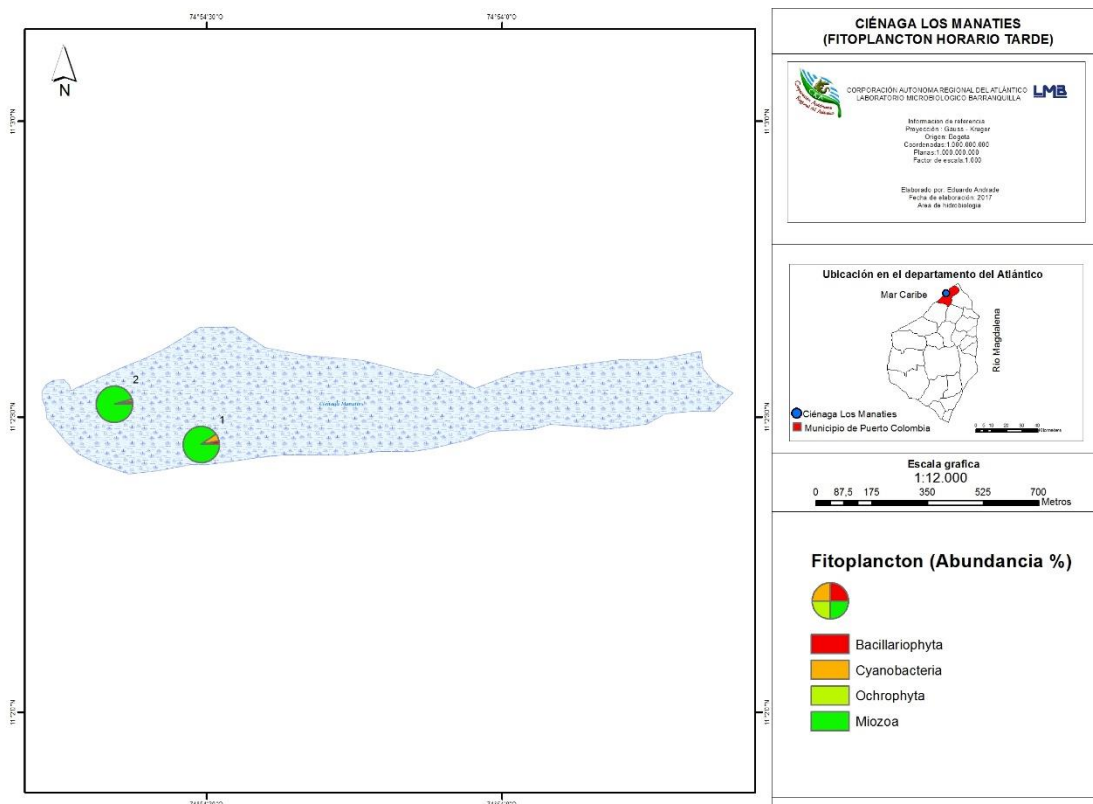


Figura 9-93. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga Los Manatíes. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

En cuanto a la riqueza el fitoplancton en la Ciénaga Los Manatíes, se pudo ver que estuvo liderada por las taxa pertenecientes a la División Bacillariophyta con el 50% de la riqueza total, representados en (12 taxa), en segundo lugar se ubicaron el grupo de las Cyanobacteria aportando el 33,35% (8 morfoespecie), entre tanto las Divisiones Miozoa y Ochrophyta contribuyeron con el 8,3% cada una, integradas por 2 taxa para cada División (Figura 9-93 A-B).



Mapa 9-25. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga Los Manatíes



Continuación Mapa 9-25. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga Los Manatíes

Los resultados obtenidos para los índices ecológicos por punto de monitoreo, muestran que la riqueza específica (S) varío de una hora otra, se puede ver que para el punto 1 P1-AM se alcanzó un valor de 15 taxa en la mañana, pero en horarios de medio día y en horas de la tarde cambió, y pasó a ser de 7 y 8 morfoespecies respectivamente. Mientras que en el punto 2 (P2-AM, P2-M y P2-PM) fluctuó entre 10 a 13 taxa. (Cuadro 9-55). Es posible que estas transiciones de diversidad estén asociadas a cambios de las condiciones ambientales que se presentan a lo largo del día, como intensidad de la luz, velocidad del viento y variaciones de parámetros físicoquímicos.

Cuadro 9-55 Índices ecológicos Ciénaga Los Manatíes

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 15 | 0,24 | 0,65 | 0,75 |
| P2-AM | 11 | 0,20 | 0,47 | 0,83 |
| P1-M | 7 | 0,29 | 0,55 | 0,77 |
| P2-M | 13 | 0,17 | 0,43 | 0,84 |
| P1-PM | 8 | 0,32 | 0,66 | 0,73 |
| P2-PM | 10 | 0,17 | 0,39 | 0,86 |

El índice de equidad de Pielou (J') fue bajo, este fluctuó en los dos puntos evaluados con valores que van de 0,17 a 0,32 (Cuadro 9-55), con valores cercanos a cero, lo que da cuenta de un ecosistema con abundancias heterogéneas.

Para el índice de Simpson (K'), se presentaron valores moderados que oscilan entre 0,73 y 0,86 (Cuadro 9-55), lo que indica una tendencia hacia la dominancia de algunas especies dentro del cuerpo de agua evaluado.

La diversidad específica analizada desde índice de Shannon-Wiener para cada uno de los puntos de monitoreo fue baja, con valores inferiores a 1 nits/Individuo en todos los puntos (Cuadro 9-55), lo que indica baja diversidad en toda la ciénaga.

La bioindicación por División muestra que en el punto 1 tanto en la mañana (AM), medio día (M) y tarde (PM) prevalecieron indicaciones como sucesión planctónica, oligotrofia, pH neutro o ligeramente alcalino, estratificación y aguas mineralizadas, con un comportamiento homogéneo que no excedió el 19% tanto en la mañana como medio día y la tarde (Figura 9-94). Existen otros posibles estados en el punto 1 que dan cuenta de la condición ambiental del ecosistema acuático estudiado, estos no superan el 2.5% y se pueden ver en la (Figura 9-94). Por su parte en el punto 2 sobresale la indicación de eutrofia, con un porcentaje del 17,1% en la mañana, 16,7% al medio día y 19% en la tarde (Figura 9-94), en menor proporción se bioindican estados como N/P alta, pH neutro o ligeramente ácido entre otras.

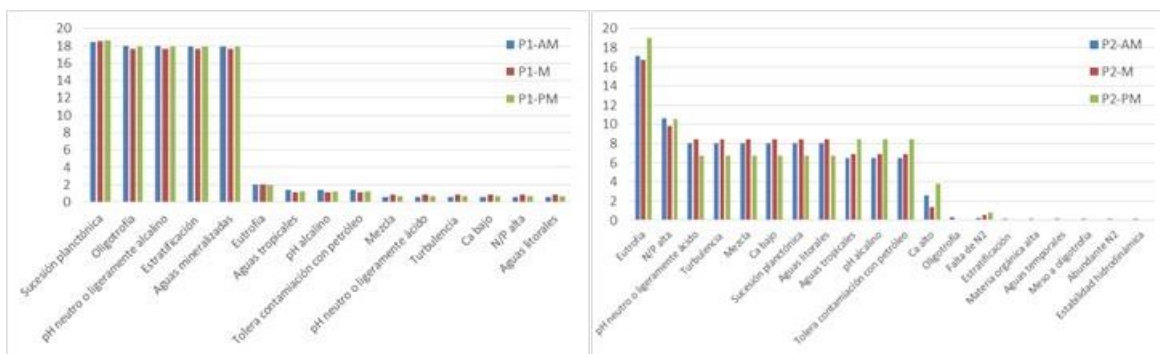


Figura 9-94 Procesos bioindicados por las Divisiones de Fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga Los Manatíes, durante los horarios de muestreo.

La bioindicación por taxa muestra que los organismos de la División Bacillariophyta en especial el género *Nitzschia* estén relacionados con turbulencia, mezcla, mientras que *Melosira moniliformis* está relacionada con condiciones de sucesión, eutrofia, mezcla intensa, turbulencia. Por su parte algunos miembros del grupo Ochrophyta como *Centritractus* spp señalan la posible incidencia de una situaciones relacionadas con la oligotrofia, en tanto que *Mallomonas* sp ratifica probables procesos de oligotrofia y además

hipertrofia, eutrofia (amplia distribución trófica). Por otro lado las Cyanobacteria con la taxa *Chroococcus* spp estarían implicado Estratificación, Sucesión Avanzada (Cuadro 9-56).

Cuadro 9-56 Procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas, Ciénaga Los Manatíes

Chromista

Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

| | |
|------------------------------|---|
| <i>Nitzschia</i> spp | Turbulencia, Mezcla |
| <i>Nitzschia sigma</i> | Turbulencia, Mezcla |
| <i>Nitzschia</i> sp | Turbulencia, Mezcla |
| <i>Melosira moniliformis</i> | Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia |

Miozoa

Estratificación, Sucesión fitoplanctónica, Oligotrofia, Aguas mineralizadas, pH neutro o ligeramente alcalino

Chromista

Ochrophyta

Oligotrofia

| | |
|--------------------------|--|
| <i>Centritractus</i> spp | Oligotrofia |
| <i>Mallomonas</i> sp | Oligotrofia, Hipereutrofia, Eutrofia (amplia distribución trófica) |

Eubacteria

Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

| | |
|------------------------|------------------------------------|
| <i>Chroococcus</i> spp | Estratificación, Sucesión Avanzada |
|------------------------|------------------------------------|

El dendograma de similitud mostró que la comunidad fitoplanctónica no varió entre las horas de muestreo, manteniéndose constante al menos durante las horas de luz solar. Esto indica que la migración superficie-fondo de los organismos se encuentra limitada, posiblemente por la poca profundidad del cuerpo de agua. Eso indicaría también que, a pesar de ser un cuerpo de agua costero con características estuarinas, presentó mezcla en la columna de agua. También puede verse como los puntos analizados tienen una similitud cercana al 70%, separándose entre sí. A pesar de ser similares, esto muestra que la ciénaga presenta zonas diferentes, típico de este tipo de ecosistemas donde la mezcla de aguas continentales y marinas trae variaciones de diverso tipo (Figura 9-95). En este caso, el punto 2 es un poco más cercano a la barrera que limita con el mar, que el punto uno, más cercano a la zona de manglar.

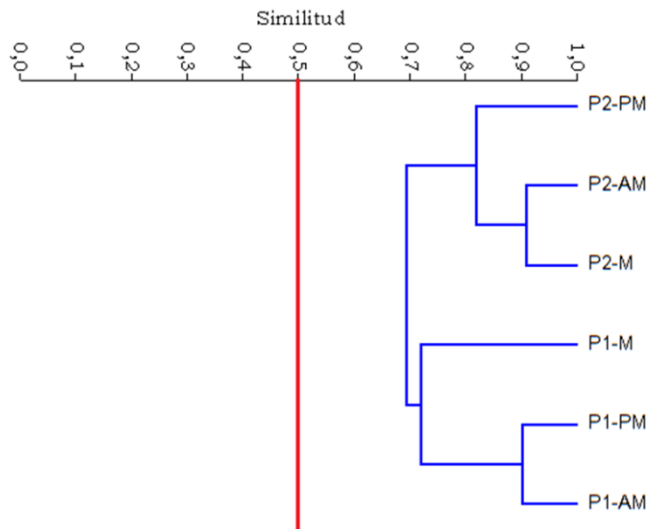


Figura 9-95. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga Los Manatíes a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoplanctónicas, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga Los Manatíes se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial y temporal durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se obtuvieron dos componentes resultantes del análisis, que explicaron el 100% de la variación total (Cuadro 9-57). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables físicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje el pH oxígeno disuelto, la temperatura, el porcentaje de saturación de oxígeno y la conductividad; los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector. Igualmente se ubicaron las microalgas pertenecientes al género *Prorocentrum* spp y *Limnothrix* spp Sobre el sector negativo del eje se ubicaron las especies restantes. Al demarcar la elipse del 95% de correlación, se evidenció que las variables porcentaje de saturación de oxígeno, *Prorocentrum* spp, *Chaetoceros muelleri* y *Limnothrix* spp, así como los puntos de muestreo se encuentran por fuera de dicho marco de correlación. De esta manera se observan que los puntos de muestreo no se correlacionan entre sí, siendo dominados por la especie *Prorocentrum* spp. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-96.

Cuadro 9-57. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 0,591 | 99,255 | 99,3 |
| 2 | 0,0044 | 0,7453 | 100,0 |

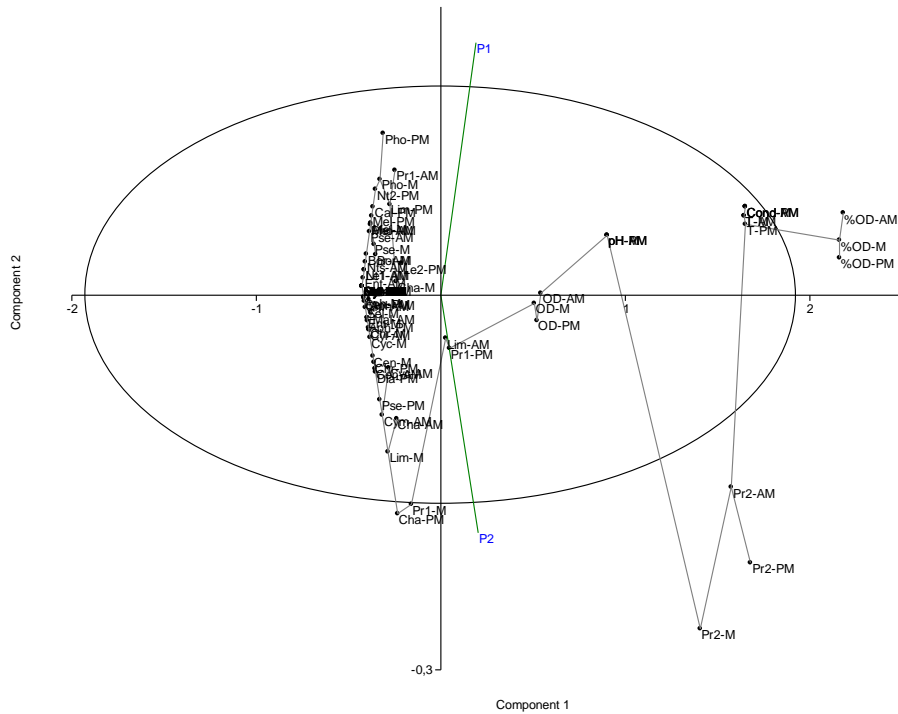


Figura 9-96. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macrófitas acuáticas

No se registraron macrófitas acuáticas en la Ciénaga Los Manatíes.

9.1.9.2 . Comunidades de consumidores

Zooplankton

Para la composición taxonómica del zooplankton se registraron 8 organismos distribuidos en 3 Phylum (Annelida, Arthropoda y Rotifera), 3 Clases (Polychaeta, Maxillopoda y Eurotatoria), 3 Familias (Asplanchnidae, Brachionidae y una familia no determinada ND) (Cuadro 9-58). En donde el 71,9% de la abundancia total estuvo representada por rotíferos pertenecientes a la Clase Eurotatoria, seguido de Maxillopoda con 26,7% y en menor cantidad Polychaeta 1,4% (Figura 9-97 C).

Cuadro 9-58. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga Los Manatíes

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|-----------------------|------------|-------------|------------|---------------|---------------------------|
| Animalia | Annelida | Polychaeta | ND | | Larva Polychaeta |
| | Arthropoda | Maxillopoda | Cyclopoida | ND | Cyclopoida Morfoespecie 1 |
| | | | ND | | Larva Nauplio |
| | | | | Asplanchnidae | Asplanchna spp |
| | Rotifera | Eurotatoria | Ploima | Brachionidae | Brachionus angularis |
| | | | | | Brachionus caudatus |
| | | | | | Brachionus plicatilis |
| Brachionus urceolaris | | | | | |

A nivel de Clase, Eurotatoria obtuvo la mayor riqueza 5 taxa (62,5%), seguido de Maxillopoda con 2 Morfoespecies (25%) y por último se encuentra la Clase Polychaeta con 1 organismo (12,5%) (Figura 9-97 A-B). Al analizar los datos de abundancia de las clases por punto y horario de muestreo, se pudo ver que los rotíferos también son los más abundantes (Mapa 9-26) Es evidente el predominio de los rotíferos en términos de abundancia y riqueza, quizás las condiciones ambientales favoreciendo a su establecimiento en los puntos de monitoreo.

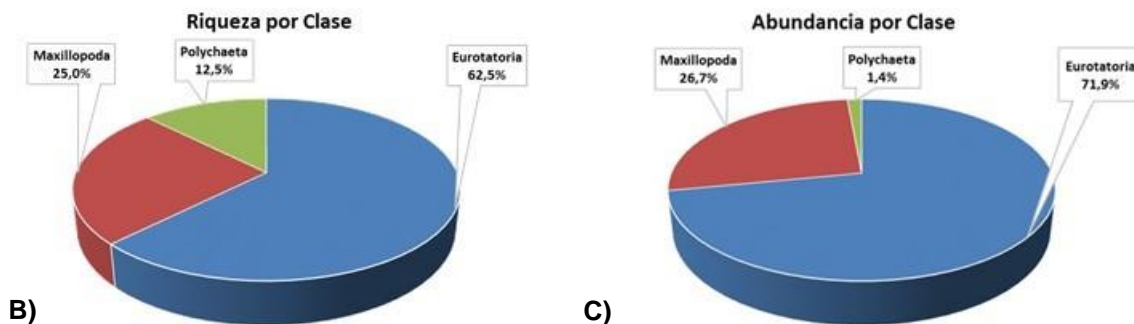
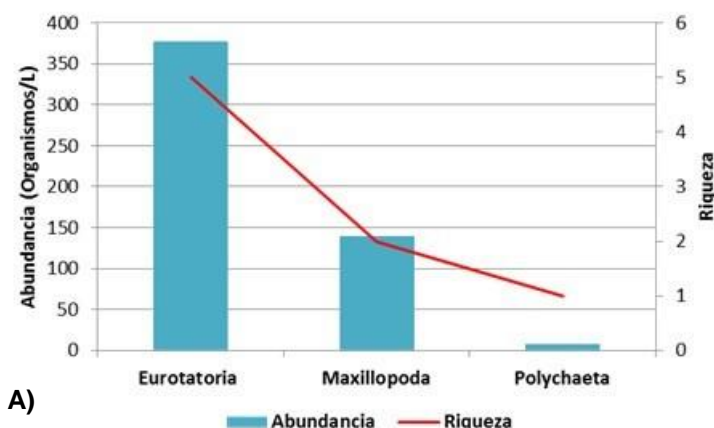
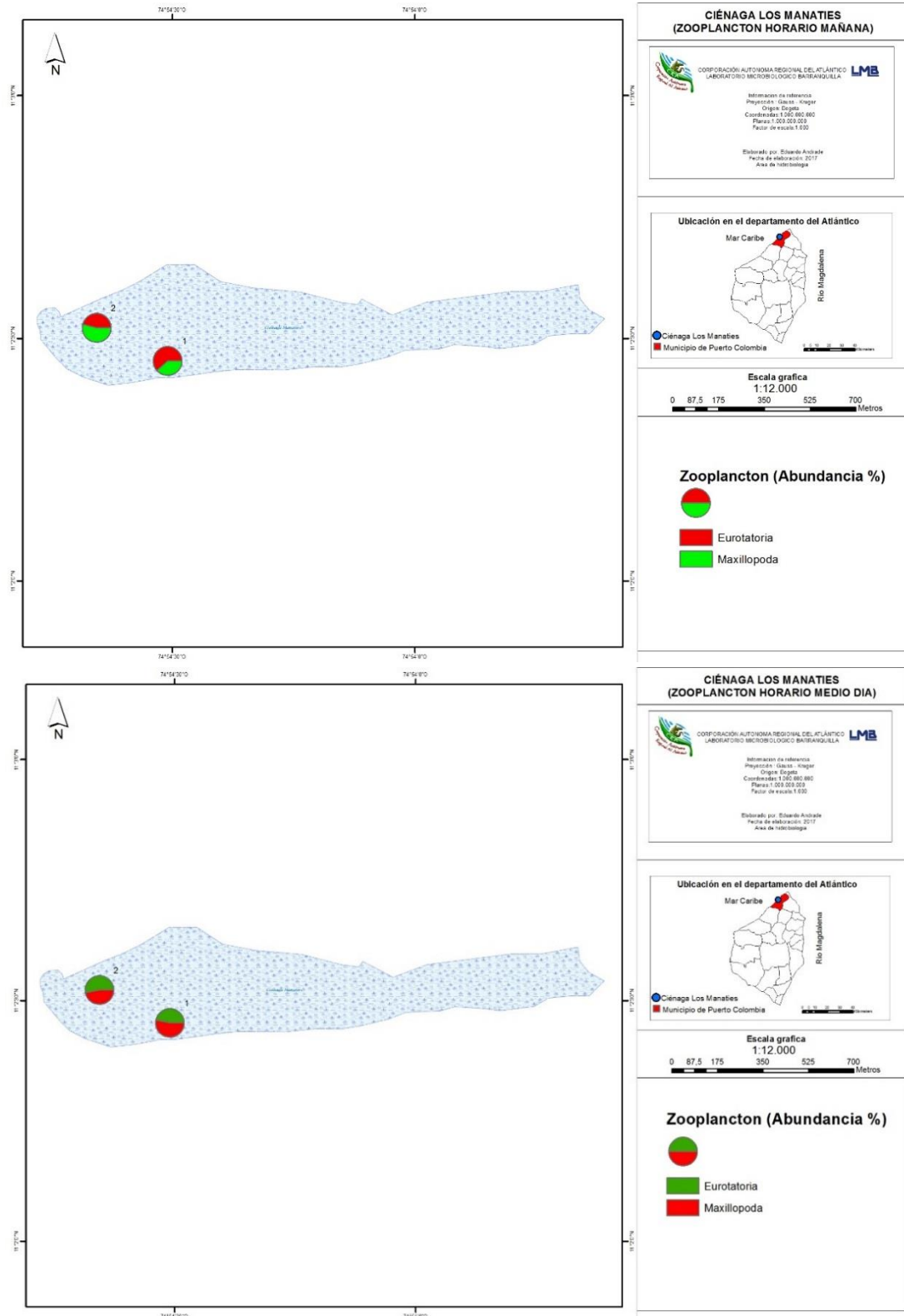
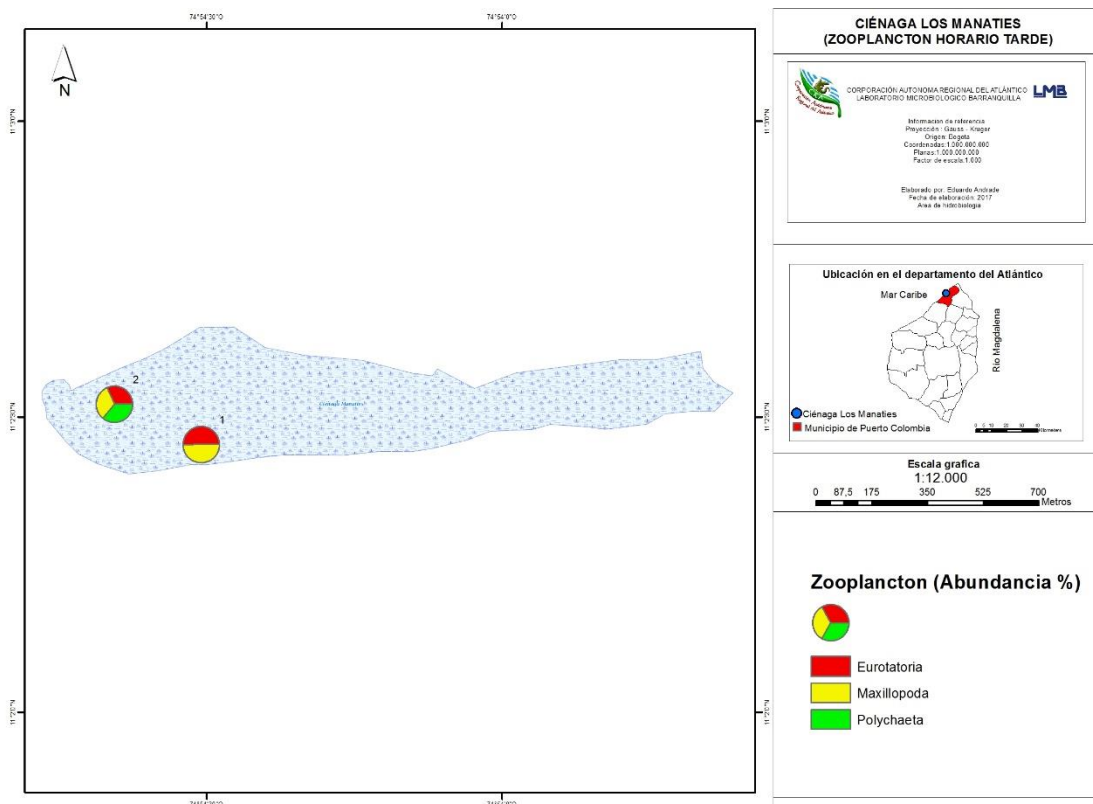


Figura 9-97. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga Los Manatíes. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase



Mapa 9-26. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga Los Manatíes



Continuación Mapa 9-26. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga Los Manatíes

En el Cuadro 9-59, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener fue bajo, con valores inferiores a 1,5 nits/Individuo, en todas las horas y puntos de muestreo, estos valores se corresponden con los datos de riqueza específica (S) donde no se excede de 6 taxa como la diversidad máxima, la dominancia (λ') fue $\leq 0,56$ en todos los puntos, por su parte el índice de Pielou (J') mostro una distribución fluctuante con valores pequeños de 0,50 punto (P1-PM) y valores altos bastantes cercanos a uno 0,96 (P2-AM), lo que deja inferir que la heterogeneidad del ecosistema en algunos puntos y la tendencia a la dominancia en otros puntos.

Cuadro 9-59. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga Los Manatíes

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|--------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 6 | 0,71 | 1,28 | 0,34 |
| P2-AM | 3 | 0,96 | 1,06 | 0,36 |
| P1-M | 4 | 0,85 | 1,18 | 0,36 |
| P2-M | 4 | 0,64 | 0,88 | 0,50 |
| P1-PM | 5 | 0,50 | 0,81 | 0,56 |
| P2-PM | 5 | 0,65 | 1,05 | 0,42 |

La bioindicación del zooplancton en la Ciénaga Los Manatíes sugiere que quizás se presenten condiciones de Eutrofia, pH alcalinos y altos contenidos de Ca, cloruros, sulfuros y carbonatos (Figura 9-98), también se puede observar que los estados indicados presentan un comportamiento igual a lo largo del día, con porcentajes que no superan el 34%.

A nivel de taxa integrantes del Phylum Rotífera como *Brachionus angularis*, *Brachionus caudatus*, *Brachionus urceolaris* y *Brachionus plicatilis* puede que estén relacionados con indicaciones de estados de eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos (Cuadro 9-60).

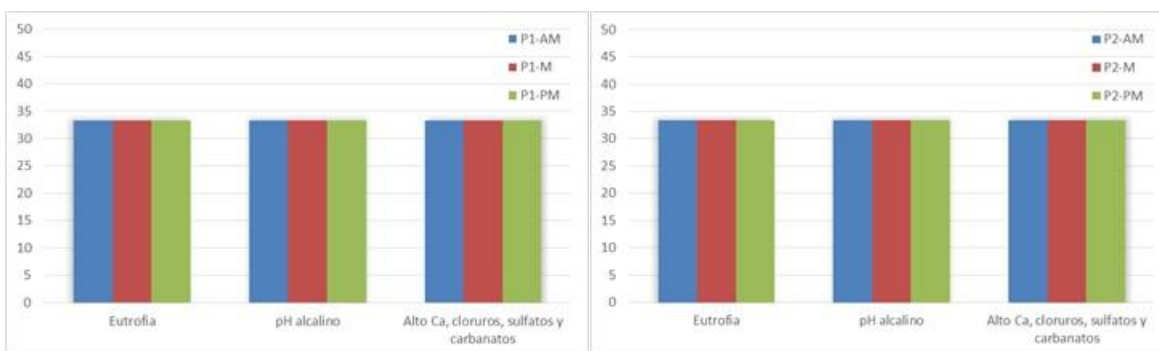


Figura 9-98 Procesos bioindicados por los Phylum de zooplancton en los puntos evaluados en la Ciénaga Los Manatíes, durante los horarios de muestreo.

Cuadro 9-60 Procesos bioindicados por las taxa zooplanctónicas, Ciénaga Los Manatíes
Arthropoda

Tendencia a eutrofia, pH con tendencia alcalina, Tolerancia a hipoxia, Estratificación

Rotifera

Eutrofia, Estratificación

| | |
|------------------------------|--|
| <i>Brachionus angularis</i> | Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos |
| <i>Brachionus caudatus</i> | Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos |
| <i>Brachionus urceolaris</i> | Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos |
| <i>Brachionus plicatilis</i> | Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos |

Annelida

No Indicado

El dendograma de similitud mostró que, en general no se presentan variaciones en las abundancias del zooplancton durante las horas de luz solar, aceptando una similitud mínima del 50%. Sin embargo, la muestra correspondiente al punto 2 “tarde”, presenta una similitud con el resto de las muestras cercana al 30%, esto debido a la presencia de larvas de poliquetos, animales casi siempre marinos, lo que coincide con la ubicación de este punto en la ciénaga, más cercana al mar. La muestra correspondiente al punto 1 “mañana”, se

separa un poco del resto, debido a que se reportaron tres especies de rotíferos, cuando en las otras solo se encontraban máximo 2. Este punto se encuentra más cercano al área de manglar (Figura 9-99).

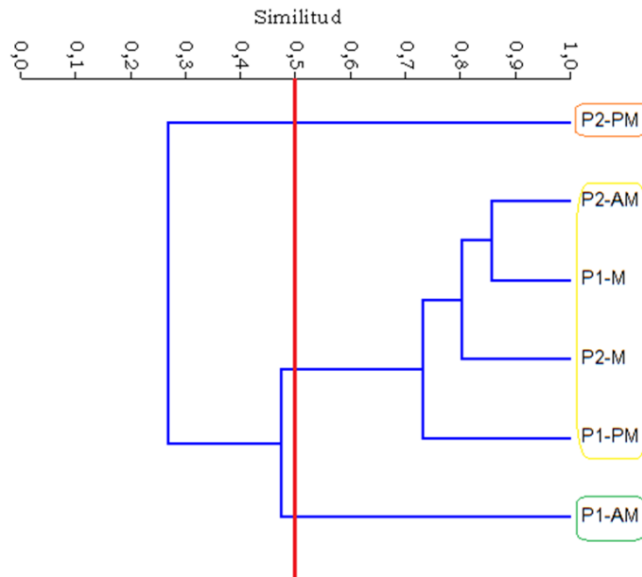


Figura 9-99. Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga Los Manatíes a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad zooplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga Los Manatíes se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial y temporal durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se obtuvieron dos componentes resultantes del análisis, que explicaron el 100% de la variación total (Tabla 9-18). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables físicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje el oxígeno disuelto, pH, temperatura, conductividad y el porcentaje de saturación de oxígeno; los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector. Igualmente se ubicaron las microalgas pertenecientes al género *Prorocentrum* spp. Sobre el sector negativo del eje se ubicaron las especies restantes. Al demarcar la elipse del 95% de correlación, se evidenció que la especie *Prorocentrum* spp, se encuentran por fuera de dicho marco de correlación. De esta manera se observan que los puntos de muestreo no se correlacionan entre sí, siendo dominados por las variables físicoquímicas y la especie *Prorocentrum* spp. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-100.

Tabla 9-18. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 0,7281 | 99,153 | 99,2 |
| 2 | 0,0062 | 0,8471 | 100,0 |

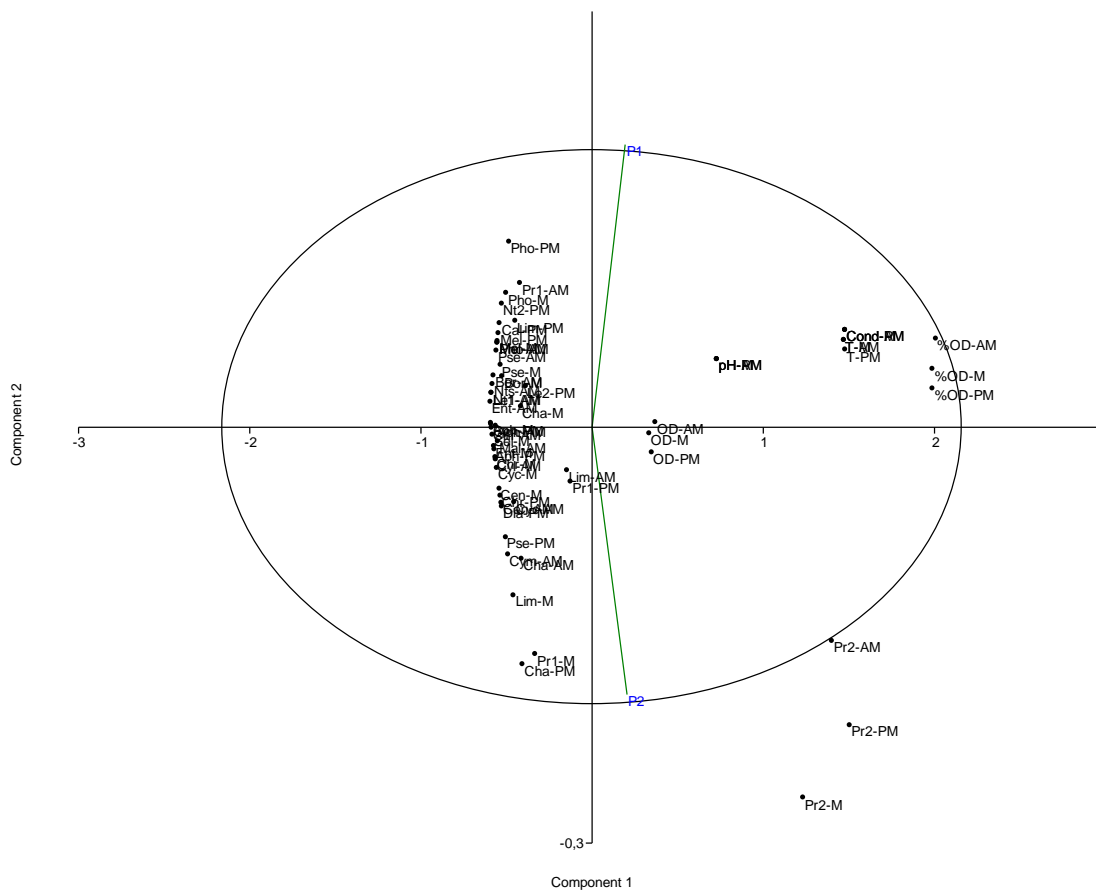


Figura 9-100. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macroinvertebrados bentónicos

Se identificaron 5 morfoespecies, repartidas en 3 Familias, 3 Órdenes, 3 Clases y 2 Phylum (Cuadro 9-61).

Cuadro 9-61. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga Los Manatíes

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|------------|------------|-------------|-------------|--|
| Animalia | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Tubificidae | Morfoespecie 1 |
| | | Polychaeta | Spionida | Spionidae | Morfoespecie 1 Morfoespecie 2 Morfoespecie 3 |
| | Arthropoda | Ostracoda | Podocopida | Cyprididae | <i>Cypris sp</i> |

La riqueza a analizada desde la categoría de Clase, deja ver que Polychaeta con 3 taxa contribuye con el 60% de la riqueza total, el 40% restante se lo distribuyen las Clases Clitellata y Ostracoda, aportando 20% cada una, representados en 1 taxa para ambas Clases Figura 9-101 A-B).

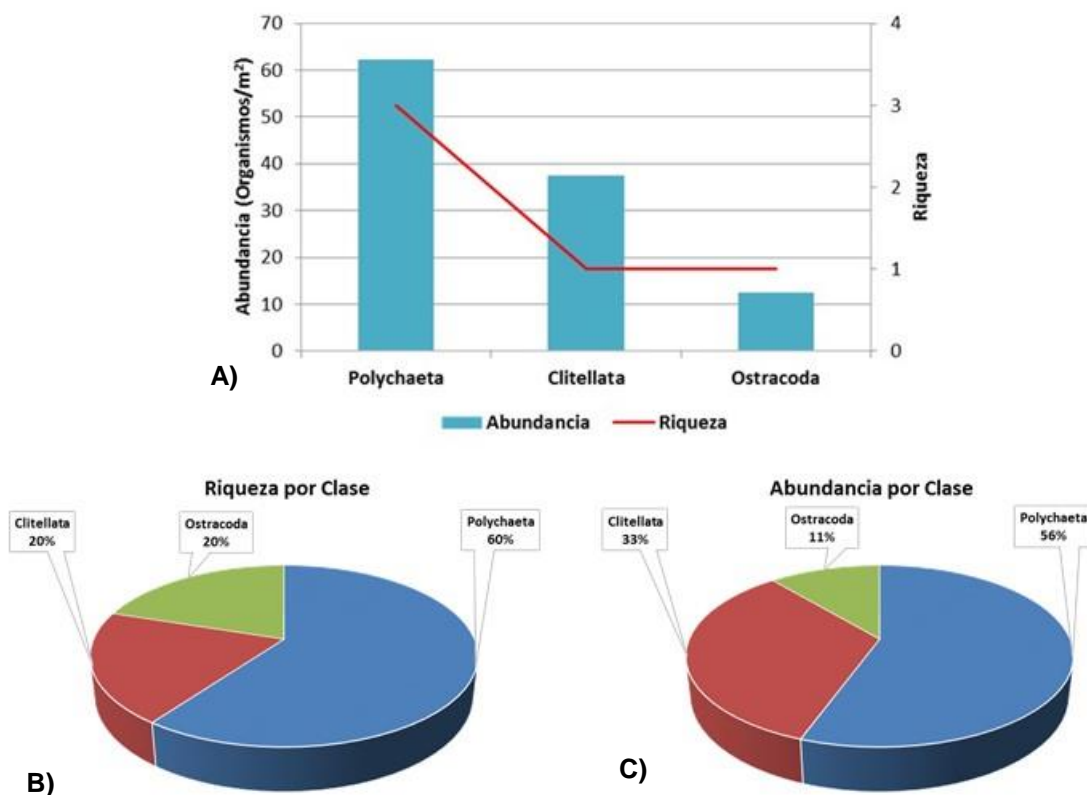
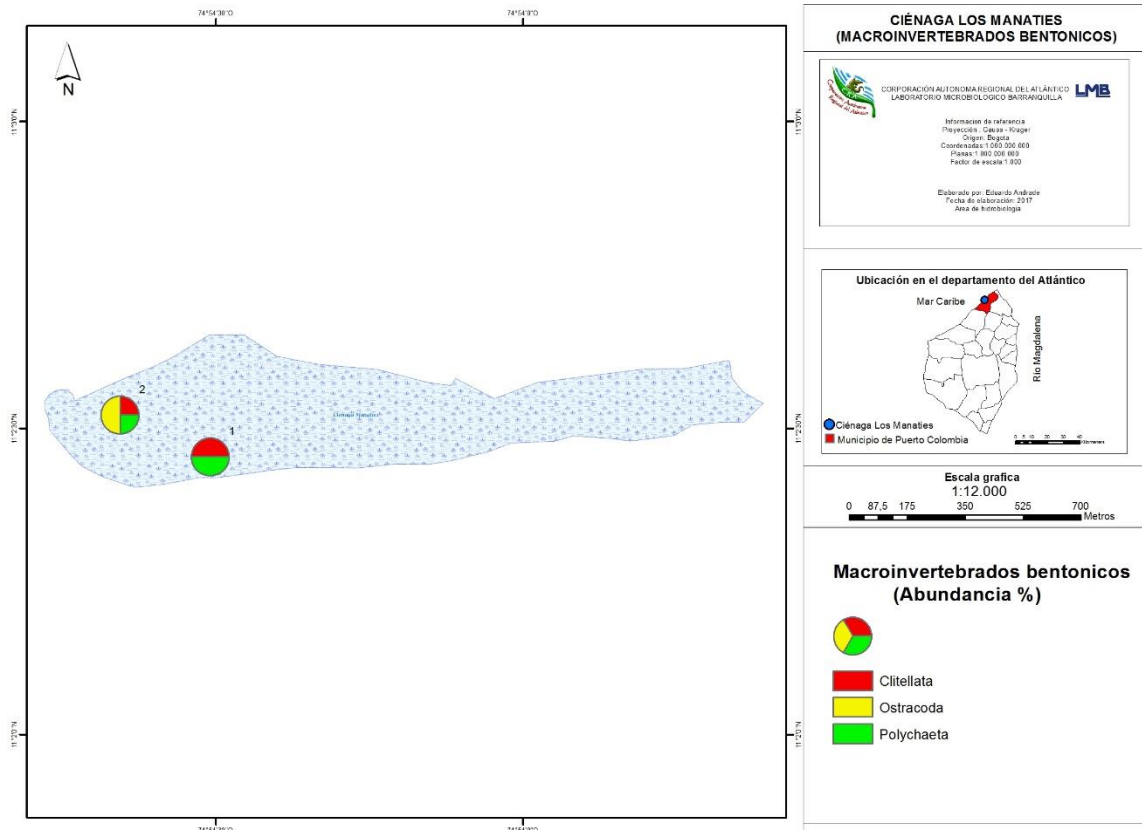


Figura 9-101. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga Los Manatíes. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

La abundancia al igual que la riqueza estuvo dominada por organismos de la Clase Polychaeta con un 56% (62,35 Organismos/m²), seguida por Clitellata con el 33% (37,41 Organismos/m²) y en menor proporción se encontró la Clase Ostracoda 11% (12,47 Organismos/m²) (Figura 9-101 A-C). Sin embargo, al comparar la abundancia por punto de muestreo, Ostracoda presentó la mayor abundancia en el punto 2, aunque no apareció en

el punto 1 (Mapa 9-27). En este último, Clitellata y Polychaeta aportaron la mitad de la abundancia.



Mapa 9-27. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo, Ciénaga Los Manatíes

Los resultados de los índices ecológicos se pueden observar en la (Cuadro 9-62), la riqueza (S) en forma general deja ver que la diversidad es baja en ambos puntos (punto 1= 3 y punto 2= 5), la equidad (J') es alta con valores de 0,91 en el punto 1 y 0,93 para el punto 2, esto demuestra abundancias cercanas a la homogeneidad, la dominancia (λ') muestra un comportamiento decreciente que va de 0.38 a 0.24 lo que indica que en el punto 2 hay una mayor diversidad respecto al punto 1, lo que se puede ver reflejado en el índice de riqueza (S), por su parte la diversidad evaluada desde Shannon-Wiener presentó valores inferiores a 1,5, lo que estaría dando cuenta de la baja riqueza de la ciénaga Los Manatíes.

Por medio del análisis de similitud, se evidenció que las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en los puntos analizados son similares en un 66%. Esto puede deberse a que el sedimento presenta menos variaciones en sus parámetros

físicoquímicos que la columna de agua, razón por la cual las comunidades planctónicas sí mostraron cierta variabilidad en su distribución espacial (Figura 9-102).

Cuadro 9-62. Índices ecológicos de Macroinvertebrados Bentónicos en la Ciénaga Los Manatíes

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|----------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| Punto 1 | 3 | 0,91 | 1,00 | 0,38 |
| Punto 2 | 5 | 0,93 | 1,49 | 0,24 |

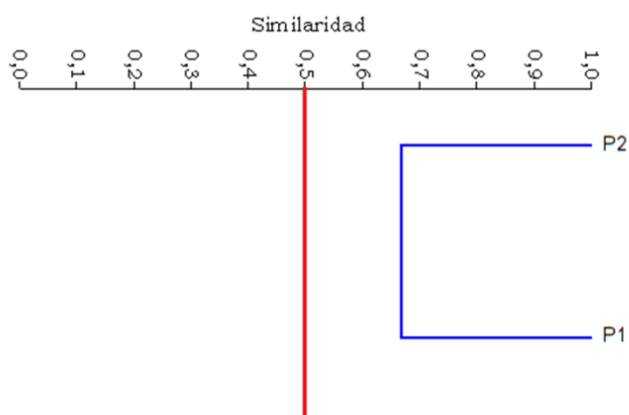


Figura 9-102. Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga Los Manatíes a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga Los Manatíes se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial y temporal durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se obtuvieron dos componentes resultantes del análisis, que explicaron el 100% de la variación total (Tabla 9-19). En el sector positivo del primer eje se observaron las variables físicoquímicas temperatura, conductividad y el porcentaje de saturación de oxígeno; así como dos especies de la familia Spionidae; el Punto 1 también se ajustó sobre este sector. Por su parte en el sector negativo del primer eje se ubicaron las variables pH y oxígeno disuelto, correlacionadas con las especie *Cypris* sp de la familia Cypridae y la morfoespecie 3 de la familia Spionidae. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-103.

Tabla 9-19. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 0,46387 | 84,956 | 85,0 |
| 2 | 0,0821435 | 15,044 | 100,0 |

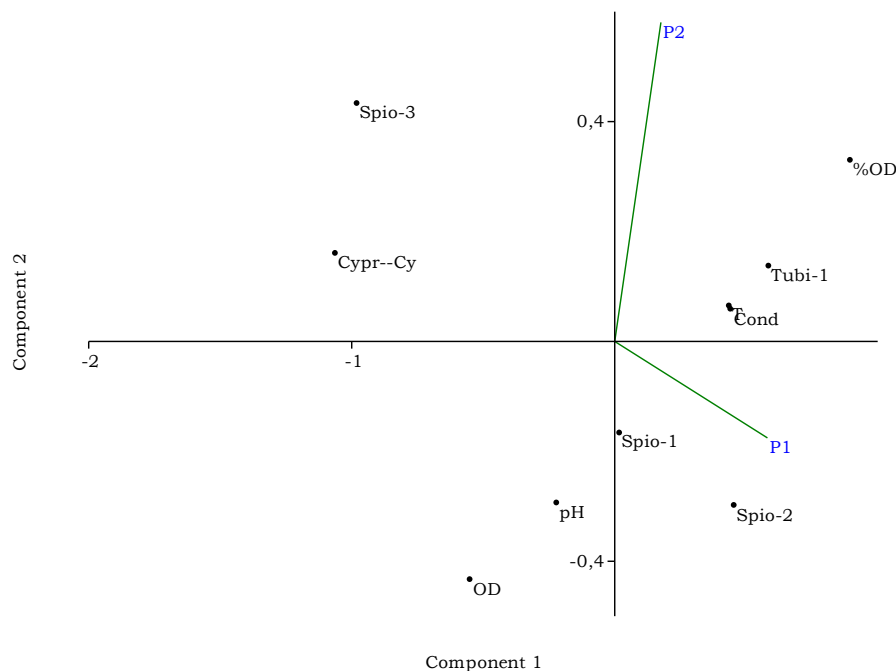


Figura 9-103. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Especies ícticas

No se registraron captura de peces en la Ciénaga Los Manatíes.

9.1.10 Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne)

En la ciénaga Los Manatíes se evaluaron las comunidades de productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas), así como las comunidades de consumidores (zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna), durante tres horarios de muestreo, con el fin de realizar un análisis diurno del estado trófico del sistema.

9.1.10.1 Comunidades de productores primarios

Fitoperifiton

Para el caso puntual de la comunidad perifítica no se registró su presencia en ninguno de los puntos evaluados, debido a la ausencia de sustratos. Esto quizás estuvo relacionado a las intervenciones de recuperación de este cuerpo de agua desde año 2015, cuando se realizó la limpieza y profundización de la ciénaga, para mejorar su capacidad de amortiguación hídrica, lo que incluyó además la remoción de todo tipo de sustrato flotante, lo que impacta directamente en el establecimiento de la comunidad.

Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica registró 29 taxa, pertenecientes a 19 familias, 13 Ordenes, 8 Clases y 5 Divisiones (Cuadro 9-63). El análisis de riqueza se realizó a nivel taxonómico de División, mostrando que las Chlorophyta fueron las de mayor proporción con un 41,4% (12 taxa) de la diversidad total del ecosistema, seguida por el grupo de Cyanobacteria, con un 24,1% (7 taxa), Bacillariophyta proporcionó el 17,2% (5 taxa), Euglenophyta (3 morfoespecies) 13,8% y en menor proporción Charophyta 3,4% (1 taxa) (Figura 9-104 A-B).

Cuadro 9-63 . Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga El Rincón

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> spp |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula</i> spp |
| | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Fragilaria</i> sp 1 |
| | | | | | <i>Fragilaria</i> spp |
| | | Mediophyceae | Stephanodisciales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella</i> spp |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Chroococcales | Microcystaceae | <i>Microcystis</i> sp 1 |
| | | | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium</i> spp |
| | | | Synechococcales | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya</i> sp |
| | | | | Merismopediaceae | <i>Merismopedia</i> sp |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|--------------|------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|
| | | | | | <i>Merismopedia</i> spp |
| | | | | Pseudanabaenaceae | <i>Leptolyngbya</i> spp |
| | Charophyta | Conjugatophyceae | Zygnematales | Zygnemataceae | <i>Mougeotia</i> spp |
| | | | Chlamydomonadales | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas</i> spp |
| | | | | Hydrodictyceae | <i>Tetraëdron</i> spp |
| | | | | | <i>Coelastrum astroideum</i> |
| | | | | | <i>Coelastrum</i> spp |
| | | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Desmodesmus</i> spp |
| | | | | | <i>Scenedesmus acutus</i> |
| | | | | | <i>Scenedesmus javanensis</i> |
| | | | | Selenastraceae | <i>Monoraphidium</i> spp |
| | | | | | <i>Actinastrum</i> sp |
| | | | | Chlorellaceae | <i>Actinastrum</i> spp |
| | | Trebouxiophyceae | Chlorellales | Oocystaceae | <i>Oocystis</i> spp |
| | | | Ordo incertae sedis | Familia incertae sedis | <i>Crucigenia</i> spp |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Euglena</i> spp |
| | | | | | <i>Trachelomonas</i> sp |
| | | | | Phacaceae | <i>Lepocinclis</i> spp |
| | | | | | <i>Phacus</i> spp |

La abundancia evaluada desde el rango taxonómico de División, posesiona a los organismos del grupo de las Cyanobacteria como las más abundantes, aportando el 46,7% de la abundancia total (5,44 Células/mL), procedidas por las Chlorophyta que contribuyeron con el 43,9% (5,12 Células/mL), Euglenophyta 4,6% (0,54 Células/mL), Bacillariophyta 3,5% (0,52 Células/mL) y en con el menor aporte se encuentran las Charophyta 0,3% (0,031 Células/mL) (Figura 9-104 A-C).

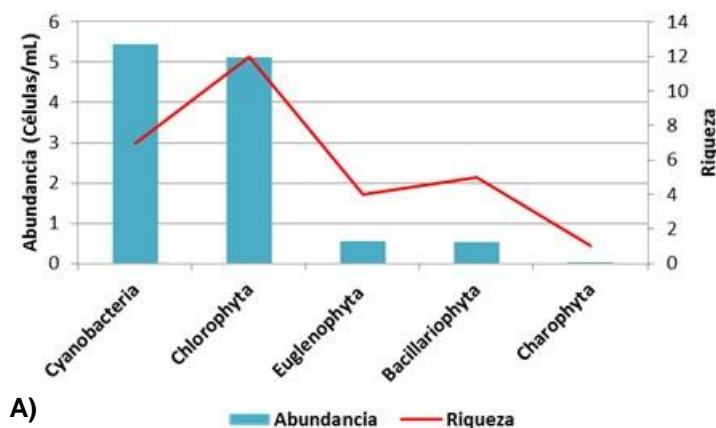
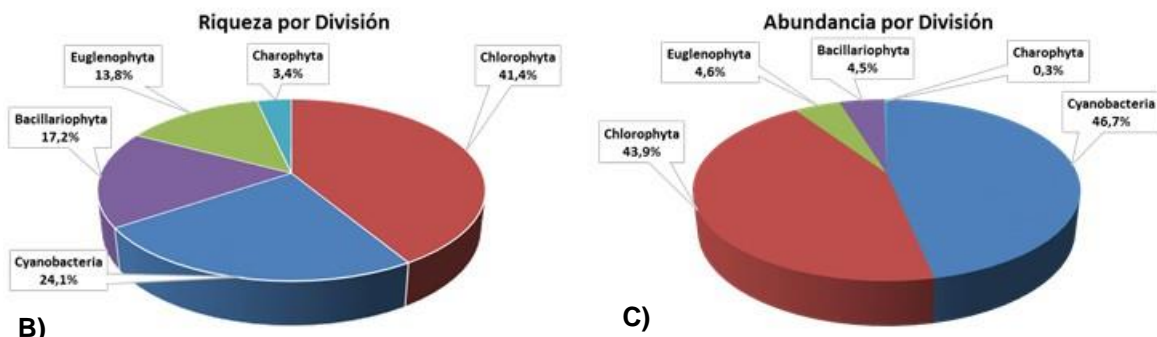
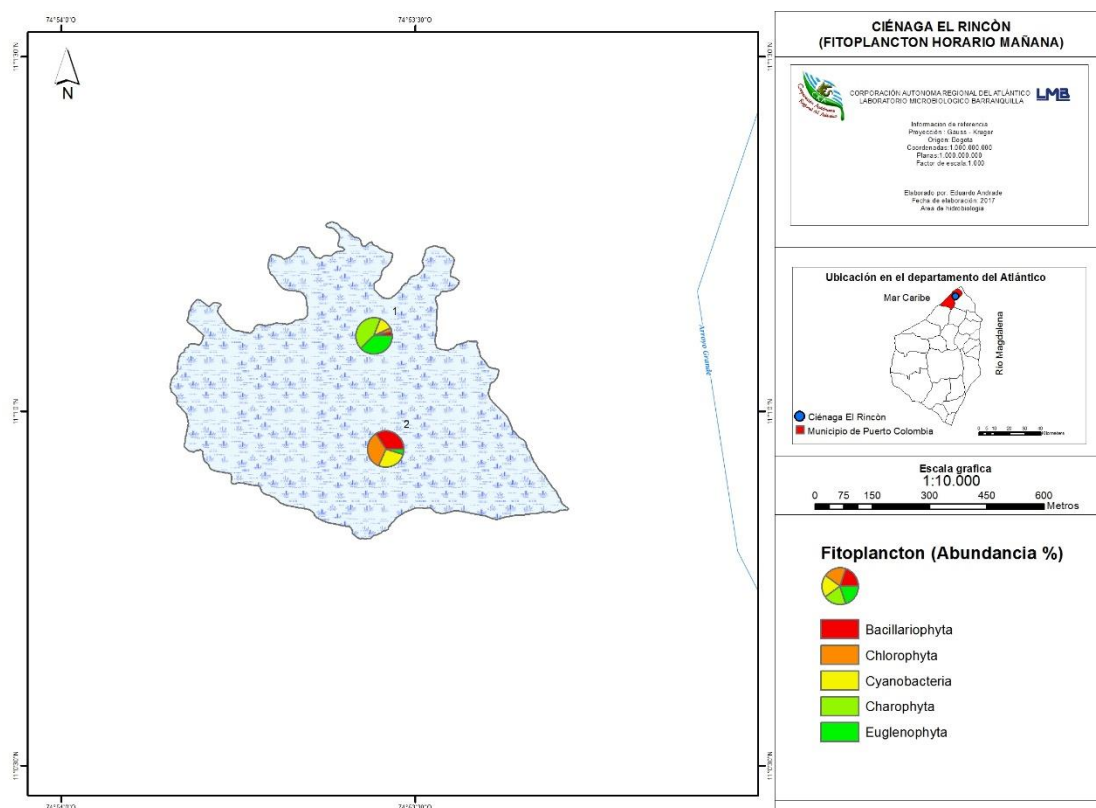


Figura 9-104. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga El Rincón. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

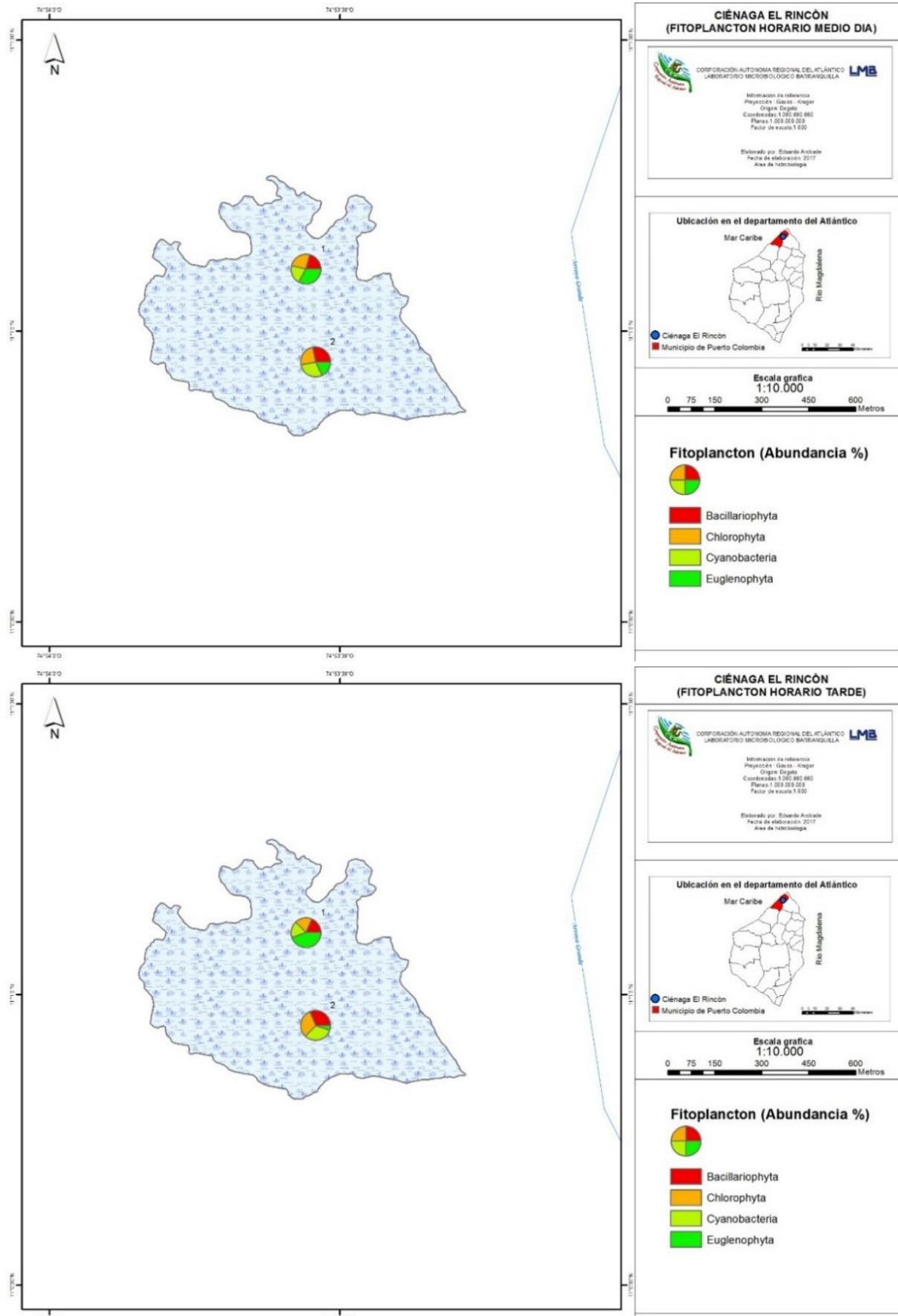


Continuación Figura 9-104. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga El Rincón. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

Se observa que en el punto 1, las charófitas son las más abundantes durante las horas de la mañana, mientras que las euglenofitas son las que predominan al medio día y en la tarde. En el punto 2, por el contrario, son las clorofitas las que predominan durante las horas de mañana y tarde, y las cianobacterias al medio día (Mapa 9-28).



Mapa 9-28. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga El Rincón



Continuación Mapa 9-28. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga El Rincón

En el Cuadro 9-64 se muestran los resultados de los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica de la Ciénaga El Rincón, se observó que la estructura de la comunidad desde el índice de equidad (J') muestra valores altos, que van de 0,82 (P2-M) hasta 0,92 (P1-PM), por lo cual se infiere equilibradas en cada punto evaluado. Para el índice de diversidad de Shannon-Wiener se evidenció que osciló entre 2,05 y 2,37 nits/Individuo en todos los puntos, la que indica una diversidad intermedia para todos los puntos, lo que indica diversidades medias en toda la ciénaga. La dominancia de Simpson (λ') permitió establecer que no existen especies dominantes en ninguno de los puntos evaluados, debido a que todos los resultados obtenidos son bajos y en su mayoría cercanos a cero y van de (0,18 a 0,10), por lo que se puede inferir que existe una diversidad variada dominada por varios grupos. La riqueza (S), muestra que el punto P2-M es el de mayor riqueza con 15 taxa, mientras que los puntos restantes se encuentran entre 14 taxa a 12 taxa.

Cuadro 9-64 Índices ecológicos Ciénaga El Rincón

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | $H'(\log_e)$ | λ' |
| P1-AM | 12 | 0,83 | 2,05 | 0,18 |
| P2-AM | 12 | 0,87 | 2,17 | 0,14 |
| P1-M | 13 | 0,86 | 2,21 | 0,13 |
| P2-M | 15 | 0,82 | 2,23 | 0,14 |
| P1-PM | 13 | 0,92 | 2,37 | 0,10 |
| P2-PM | 14 | 0,87 | 2,30 | 0,12 |

Utilizando las Divisiones del fitoplancton como bioindicadoras de la calidad del ecosistema, se obtuvo que tanto para el punto 1 como para el punto 2 se señala el posible desarrollo de eutrofia en mayor proporción en horarios de mañana (AM), medio día (M) y tarde (PM) (Figura 9-105), así mismo se tiene que para el punto 1 se determinó la probable incidencia de aguas tropicales, pH alcalinos, tolerancia a contaminación con petróleo, altos contenidos de N/P entre otras diferentes bioindicaciones. De igual forma para el punto 2 se sugiere la presencia de altos contenidos de N/P y Ca, aguas tropicales, pH alcalino.

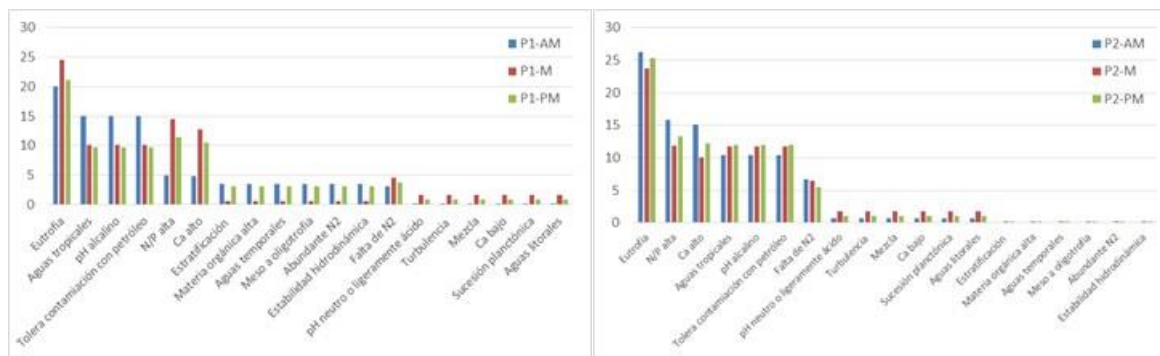


Figura 9-105 Procesos bioindicados por las Divisiones de Fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne), durante los horarios de muestreo.

De acuerdo con los iniciadores biológicos de Pinilla (2000) para el fitoplancton en la categoría taxonómica de taxa en el lago del Cisne se presentan algunos géneros de algas característicos de aguas con estados de eutrofia, donde se destacan *Merismopedia*, *Microcystis* o *Trachelomonas* (Cuadro 9-65).

Cuadro 9-65 Procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas, Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne)
Chromista

Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Navicula spp

Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos

Nitzschia spp

Turbulencia, Mezcla

Eubacteria

Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

Merismopedia sp

Eutrofia

Microcystis sp 1

Eutrofia

Microcystis spp

Eutrofia

Merismopedia spp

Eutrofia

Plantae

Charophyta

Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad)

Mougeotia spp

Aguas turbias, eutrofia

Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

Crucigenia spp

Meso a eutrofia

Oocystis spp

Resistencia a pesticidas

Scenedesmus javanensis

Mesotrofia, Resistencia a pesticidas

Scenedesmus acutus

Mesotrofia, Resistencia a pesticidas

Protozoa

Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N₂, Estabilidad hidrodinámica

Euglena spp

Resistencia a pesticidas, Eutrofia, Materia orgánica

Lepocinclis spp

Materia orgánica

Phacus spp

Materia orgánica

Trachelomonas sp

Eutrofia

El dendograma de similitud muestra que la comunidad del fitoplancton se comportó de manera uniforme a lo largo de día en el punto 2, siendo las muestras correspondientes, similares en un 63%. Para el punto 1, sin embargo, sí se presentaron variaciones notables durante las horas de luz, siendo la muestra de la mañana la más disímil (Figura 9-106). Al calcularse las abundancias totales de cada una de las muestras, se puede observar que

ésta es proporcional a la hora del día, siendo más alta en la tercera hora, y baja en la primera. Esto, puede deberse a que en este punto, se presentaron migraciones desde el fondo a la superficie en las horas donde se encontraba más luz solar, momento en el cual las microalgas pueden realizar la fotosíntesis en mayor cantidad. En el punto 2 no se vio este fenómeno, a pesar de que se presentó una alta profundidad, en comparación con los cuerpos de agua de la región. Posiblemente no se presentaron migraciones diarias en el fitoplancton debido a condiciones fisicoquímicas, como la turbidez, que limitan la entrada de luz solar, afectando así las migraciones.

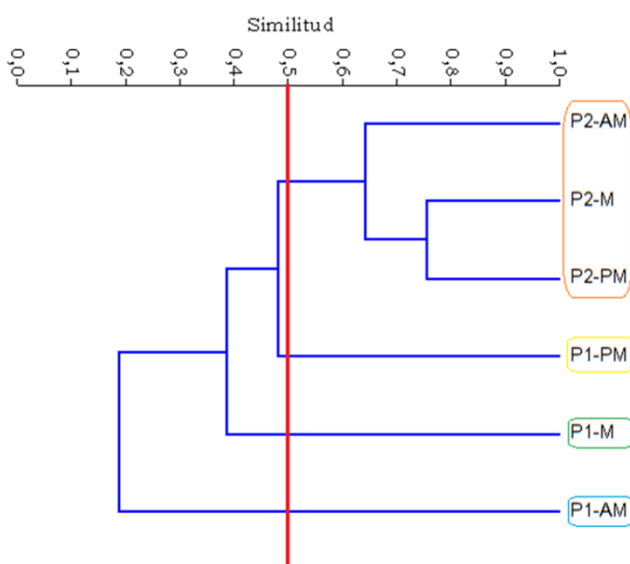


Figura 9-106. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Rincón a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros fisicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga El Rincón, se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Los 2 componentes resultantes del análisis explicaron el 100% de la variación total (Tabla 9-20). El primero de ellos sobre el sector positivo quedó asociado fuertemente con las variables fisicoquímicas evaluadas. Los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector. Las especies identificadas se correlacionaron entre sí, en el segundo componente, sobre el cual los Puntos también mostraron mayor correlación y diferenciación entre ellos. Graficada la elipse del 95% confianza, se evidencia que fuera de ella se encuentran la variable conductividad y las especies *Microcystis* spp., *Leptolyngbya* sp y *Crucigenia* spp. Evidenciándose diferencias

entre los puntos de muestreo, más no entre los horarios. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-175.

Tabla 9-20. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 0,99 | 99,19 | 99,2 |
| 2 | 0,008 | 0,809 | 100,0 |

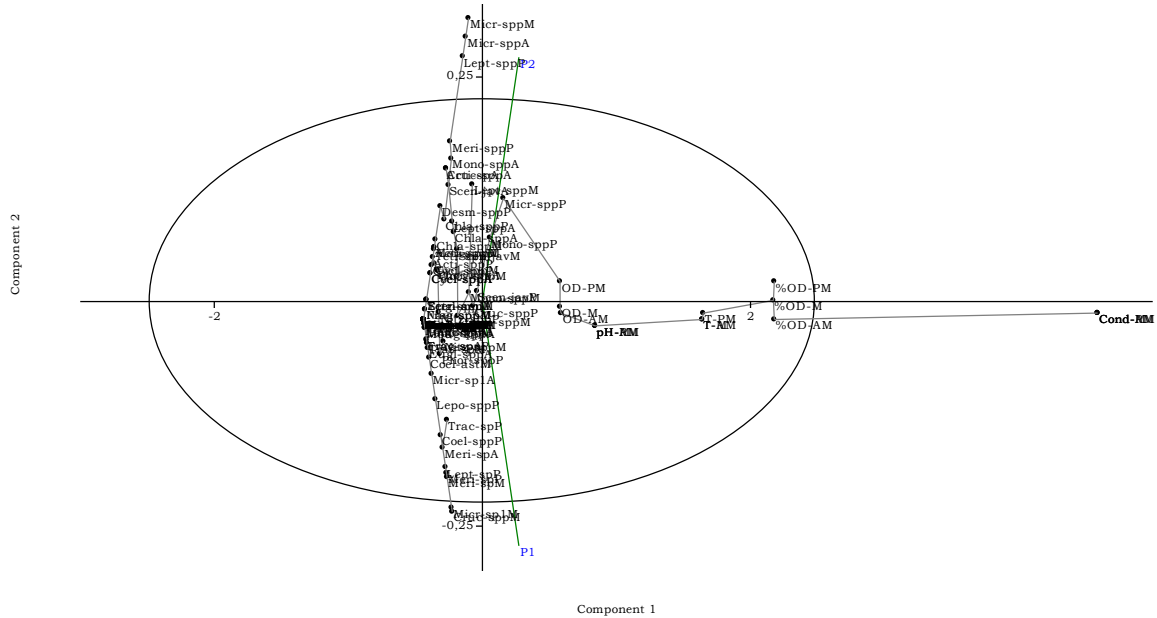


Figura 9-107. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macrófitas acuáticas

Las macrófitas acuáticas en su composición taxonómica estuvieron representadas por 2 taxa, 1 familia, 1 Orden, 1 Clase y 1 División (Cuadro 9-66).

Cuadro 9-66. Composición Taxonómica de las Macrófitas acuáticas en la Ciénaga El Rincón

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|---------|--------------|------------|-------------|---------|---|
| Plantae | Tracheophyta | Liliopsida | Alismatales | Araceae | <i>Lemna aequinoctialis</i> <i>Pistia stratiotes</i> |

El porcentaje de cobertura de las macrófitas acuática es bajo y se encuentra representado por dos especies, *Lemna aequinoctialis* que aporta un 9,6% y *Pistia stratiotes* con tan solo un 0,2% de cobertura, mientras que el resto de se encuentra sin vegetación acuática y representan el 90,2% (Figura 9-108).

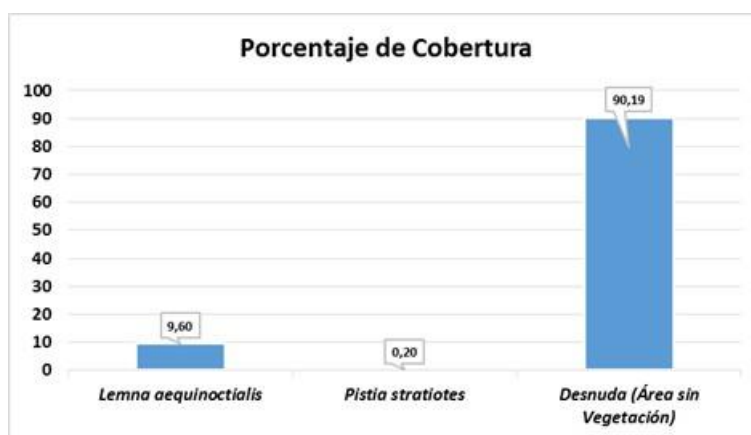


Figura 9-108. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la ciénaga El Rincón

El porcentaje de cobertura solo se determinó en el punto 1, debido a que en el punto 2 no se observaron macrófitas acuáticas (Mapa 9-29); se pudo establecer que *Lemna aequinoctialis* contribuyó 9,6% y *Pistia stratiotes* con tan solo un 0,2% de cobertura para el punto 1 (Figura 9-109 A), esto deja inferir la baja cobertura de las macrófitas acuáticas en la ciénaga el rincón, también se puede determinar la existencia de un biotopo Acropleustophyta donde se encuentran las dos especies de macrófitas identificadas para este cuerpo de agua (Figura 9-109 B), este biotopo se define como plantas errantes, cuyas raíces no están adheridas al sedimento y se encuentra flotando en la columna de agua, en la interface aire-agua, con la parte superior de la planta normalmente seca que fija CO₂ atmosférico para sus procesos metabólicos.

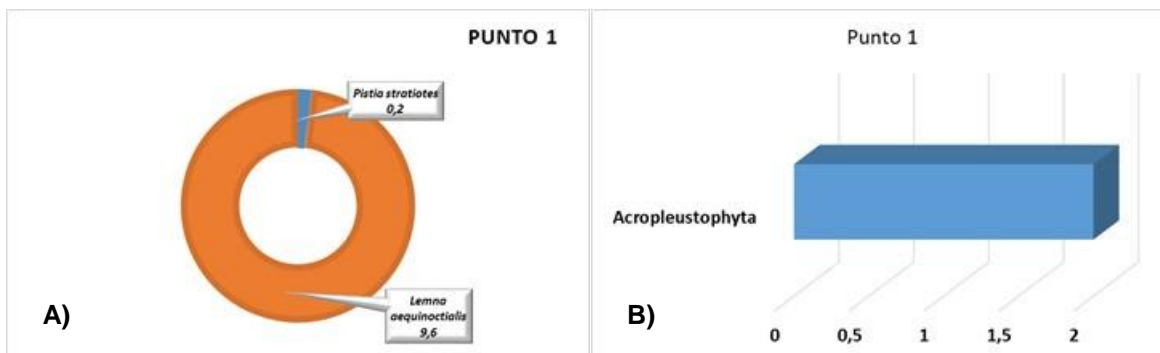
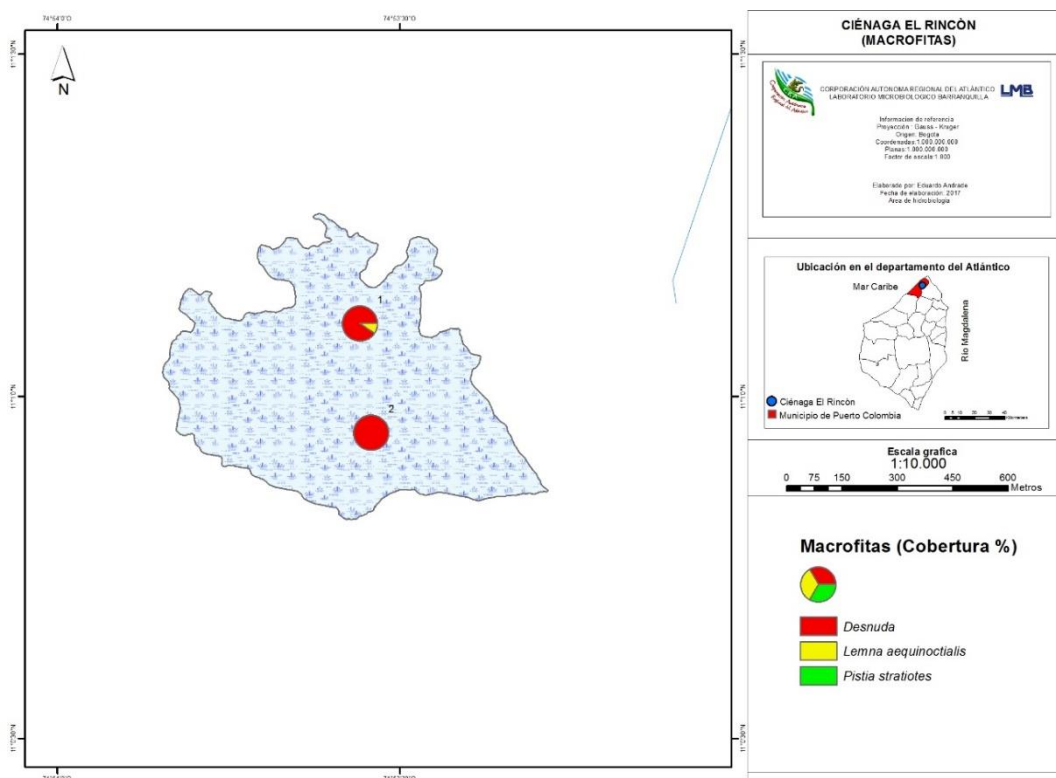


Figura 9-109. Punto 1 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Es importante mencionar que la Ciénaga El Rincón (Lago el Cisne), es un ecosistema bastante intervenido con trabajos de mejora en pro de restablecer su calidad hídrica y brindar un servicio ecosistémico a la comunidad, dicho proceso implica la remoción de cobertura vegetal foránea entre otras actividades, es posible que las medidas de recuperación del lago el Cisne beneficien al ecosistema con la baja presencia de macrófitas acuáticas.



Mapa 9-29. Porcentaje de cobertura de la comunidad de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo, ciénaga El Rincón

9.1.10.2 . Comunidades de consumidores

Zooplancton

La comunidad de zooplancton estuvo constituida por 10 taxa distribuidos en 6 familias, 5 Órdenes, 3 Clases, 2 Phylum (Cuadro 9-67) De éstos, a nivel taxonómico de Clase, Eurotatoria contribuyó en mayor proporción a la riqueza, con 70%, lo que representa 7 taxa de la riqueza total, seguido por las Clases Maxillopoda con 20% (2 taxa) y Branchiopoda 10% (1 taxa) (Figura 9-110 A-B).

Cuadro 9-67. Composición de la comunidad Zooplancónica de la Ciénaga El Rincón

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|----------|------------|--------------|-------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------|
| Animalia | Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca | NA | <i>Daphnia sp</i> | |
| | | | Cyclopoida | ND | <i>Cyclopoida Morfoespecie 1</i> | |
| | | Maxillopoda | ND | ND | <i>Larva Nauplio</i> | |
| | Rotifera | Eurotatoria | Ploima | Flosculariaceae | Trochosphaeridae | <i>Filinia terminalis</i> |
| | | | | Asplanchnidae | <i>Asplanchna priodonta</i> | |
| | | | | | <i>Asplanchna spp</i> | |
| | | | | Brachionidae | <i>Brachionus angularis</i> | |
| | | | | | <i>Brachionus caudatus</i> | |
| | | | | | <i>Brachionus plicatilis</i> | |
| | | | | | <i>Brachionus urceolaris</i> | |

La abundancia analizada desde el nivel taxonómico de Clase, muestra al grupo Eurotatoria como el más denso con el 77,9% (444,5 Organismos/L), seguido por Maxillopoda con el 22% (125,4 Organismos/L) y Branchiopoda con el 0,1% (0,4 Organismos/L) (Figura 9-110 A-C). En el punto 1 Maxillopoda fue la más abundante durante la mañana y medio día, mientras que en la tarde estuvo repartida entre cladóceros, maxilópodos y rotíferos. En el punto 2, los rotíferos aportaron la mayor densidad en todos los horarios (Mapa 9-30).

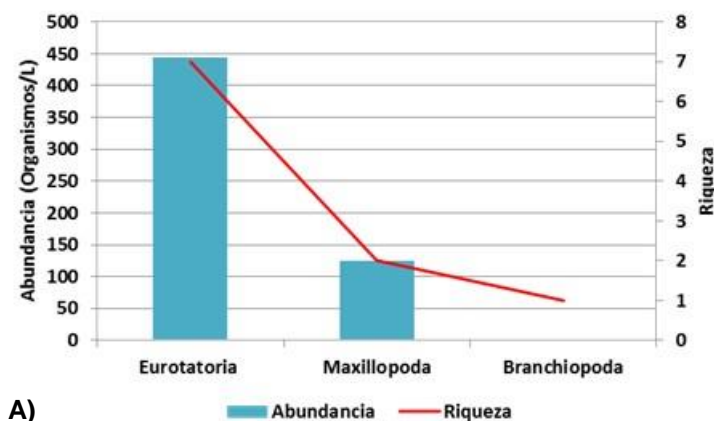
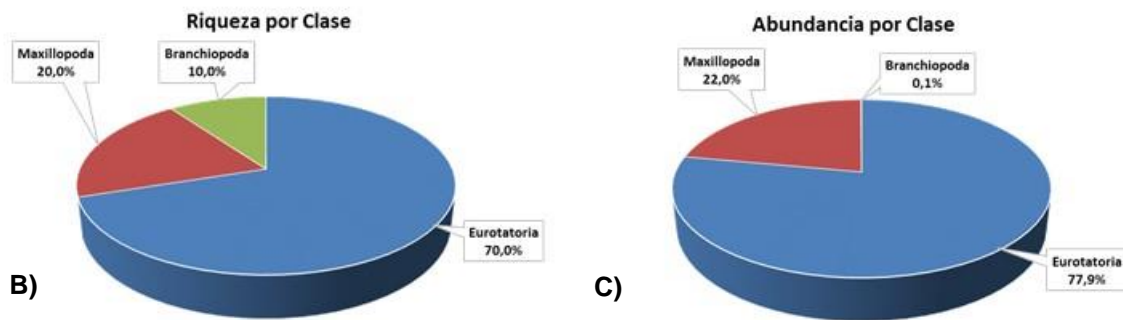
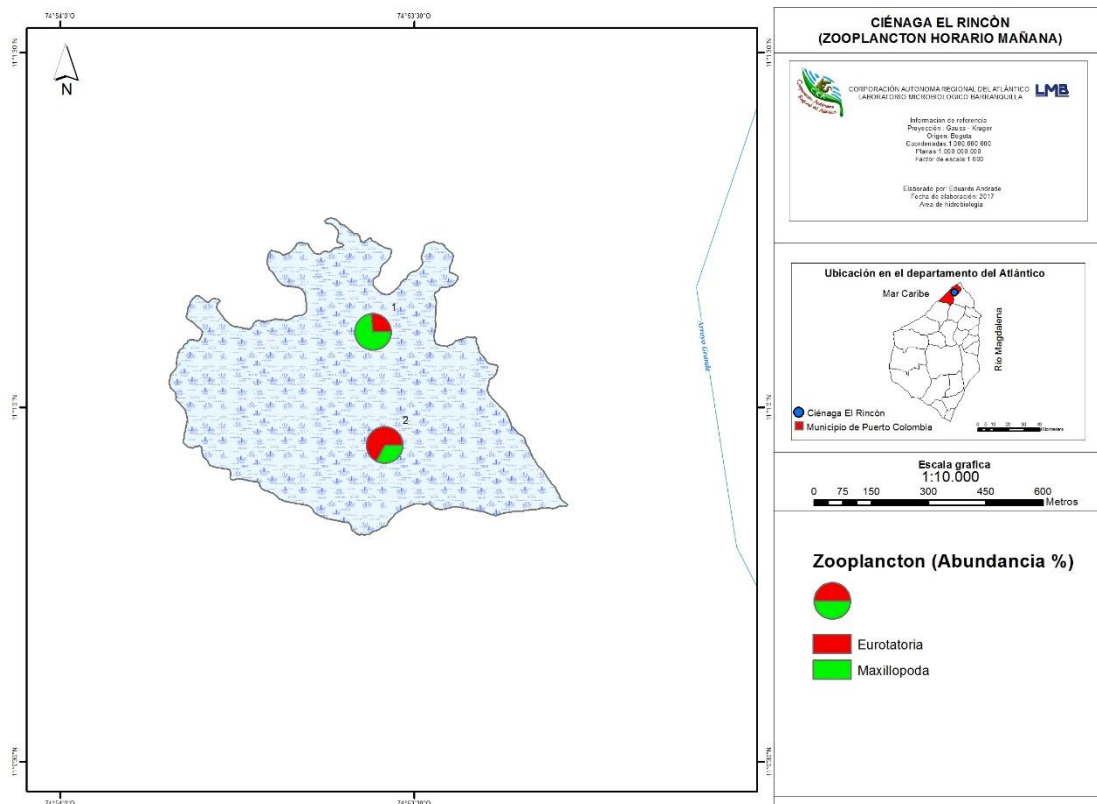


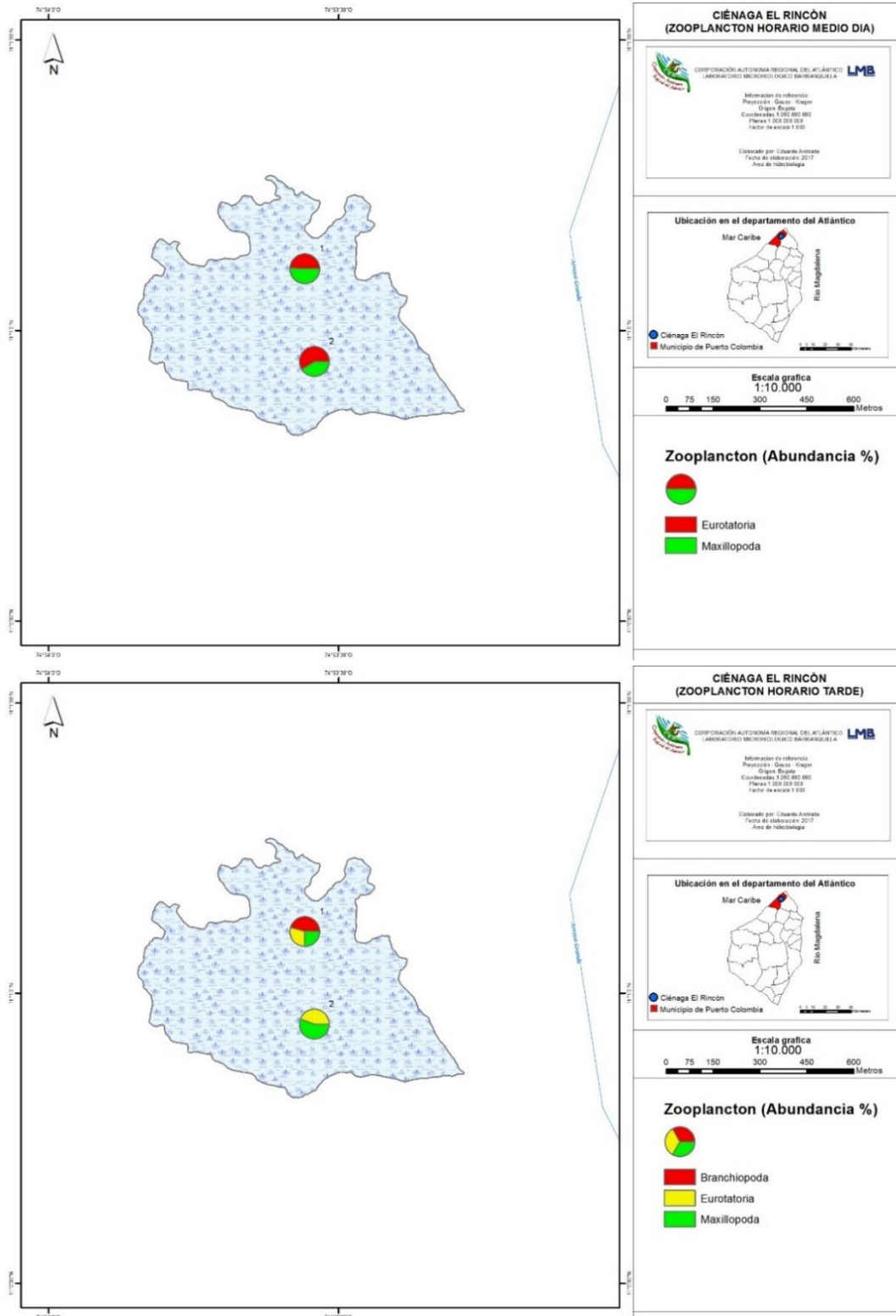
Figura 9-110. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga El Rincón. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase



Continuación Figura 9-110. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga El Rincón. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase



Mapa 9-30. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga El Rincón



Continuación Mapa 9-30. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga El Rincón

Los índices ecológicos calculados para la comunidad zooplanctónica por punto y tiempo muestreo en la Ciénaga el Rincón, muestran que la riqueza (S) es baja en los dos puntos monitoreados y sus respectivos momentos de toma de muestra durante el día, donde el punto P1-PM con tan solo 7 taxa es el de mayor diversidad, seguido de los puntos P1-AM, P2-AM y P2-M con 6 taxa cada uno. Para el caso de la equidad (J') se observaron valores moderados en ambos puntos, dando cuenta de abundancias similares en cada punto y momento del día evaluado, mientras que el índice de Shannon-Wiener ratifica las bajos datos de riqueza obtenidos para el índice de Margalef (S), debido a que en ninguno de los 2 puntos se alcanzó un valor superior 1,54 nits/Individuo (Cuadro 9-68), dando cuenta de niveles bajos de diversidad. La dominancia de Simpson (λ') registró valores bajos, que fluctuaron de un punto a otro entre 0,34 y 0,24, lo que indica presencia de grupos con varios organismos abundantes en determinadas horas del día.

Cuadro 9-68. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de El Rincón

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 6 | 0,71 | 1,28 | 0,34 |
| P2-AM | 6 | 0,81 | 1,45 | 0,27 |
| P1-M | 5 | 0,71 | 1,14 | 0,36 |
| P2-M | 6 | 0,86 | 1,54 | 0,24 |
| P1-PM | 7 | 0,77 | 1,50 | 0,25 |
| P2-PM | 5 | 0,82 | 1,32 | 0,30 |

Tomando como base los iniciadores biológicos de Pinilla (2000) se tiene que para el zooplancton analizado desde el rango taxonómico de Phylum, estos sugieren que en el punto 1 y 2 existes una marcada dominancia de grupos que son específicos de ecosistemas acuáticos con procesos de estratificación, eutrofia, hipoxia, pH con tendencia alcalina, aguas oxigenadas y tendencia a la oligotrofia (en este orden se pueden observar este comportamiento en la [Figura 9-111]).

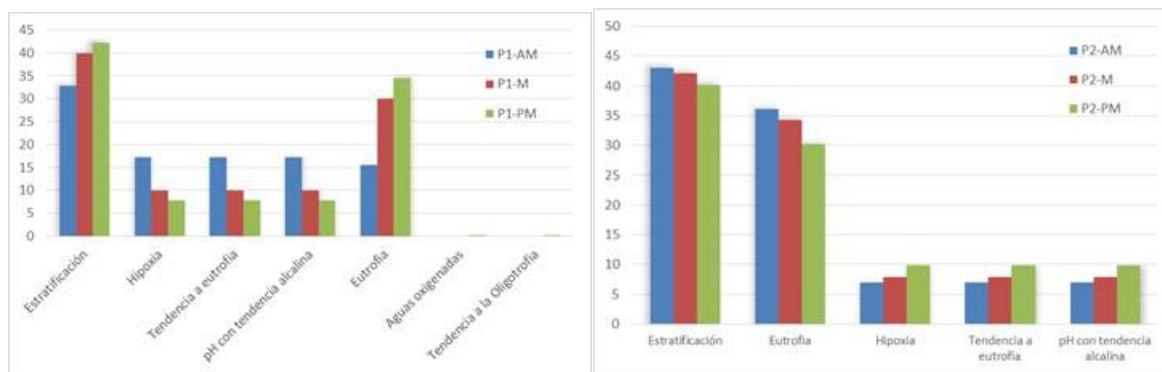


Figura 9-111 Procesos bioindicados por los Phylum de zooplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne), durante los horarios de muestreo

Cuadro 9-69 Procesos bioindicados por las taxa zooplanctónicas, Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne Arthropoda)

Tendencia a eutrofia, pH con tendencia alcalina, Tolerancia a hipoxia, Estratificación

Diplostraca

Tendencia a la oligotrofia, Aguas Oxigenadas

Daphnia sp

Meso a eutrofia, Mesotrofia

Rotifera

Eutrofia, Estratificación

Brachionus angularis

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Brachionus caudatus

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Brachionus urceolaris

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Brachionus plicatilis

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Según los índices biológicos elaborados por Pinilla (2000) los géneros del zooplancton en especial los que pertenecen al Phylum Rotífera como *Brachionus angularis*, *Brachionus caudatus*, *Brachionus urceolaris* y *Brachionus plicatilis* son característicos de sistemas con eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos, esto coincide con la tendencia bioindicada en la Ciénaga El Rincón (Cuadro 9-69).

El dendograma realizado mediante el método UPGMA, con los datos de abundancias de las morfoespecies agrupados por el índice de similitud de Bray-Curtis, muestran que para esta comunidad se presentan variaciones en entre las horas de muestreo, así como entre los puntos analizados en el lago del Cisne (Figura 9-112). Esto pudo deberse a los cambios en la disponibilidad de alimento.

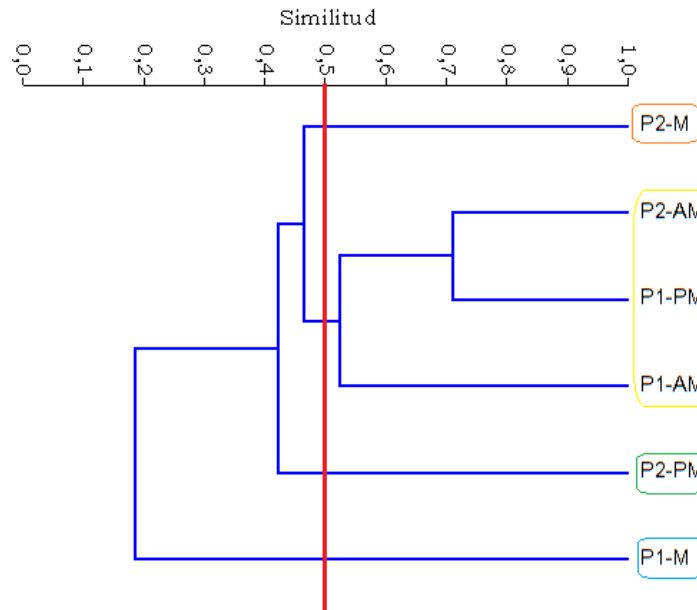


Figura 9-112. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga Rincón a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad zooplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga El Rincón, se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 2 componentes resultantes del análisis, se presentan los dos primeros, que explicaron el 100% de la variación total (Tabla 9-21). Sobre el primero de ellos se encontraron fuertemente asociadas las variables físicoquímicas evaluadas, en el sector positivo del eje, se ubicaron las variables temperatura, porcentaje de saturación de oxígeno y conductividad, así mismo, las especies *Brachionus plicatilis*, *Brachionus angularis* y las Larva Nauplio; sobre el sector positivo también se ubicaron los puntos de muestreo. En el sector negativo se ubicaron las variables de oxígeno disuelto y pH, correlacionadas con las especies zooplanctónicas restantes. Al graficar la elipse del 95%, se observó *Brachionus urceolaris* del horario de la mañana se encuentra fuera del marco de la elipse, lo que indica poco aporte de información por su parte. Las especies *Brachionus plicatilis* y las Larva Nauplio se correlacionaron mejor con el punto 1 y las variables de conductividad y porcentaje de saturación de oxígeno. Se observaron además diferencias en el comportamiento de los puntos de muestreo. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-113.

Tabla 9-21. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 1,481 | 80,463 | 80,5 |
| 2 | 0,36 | 19,537 | 100,0 |

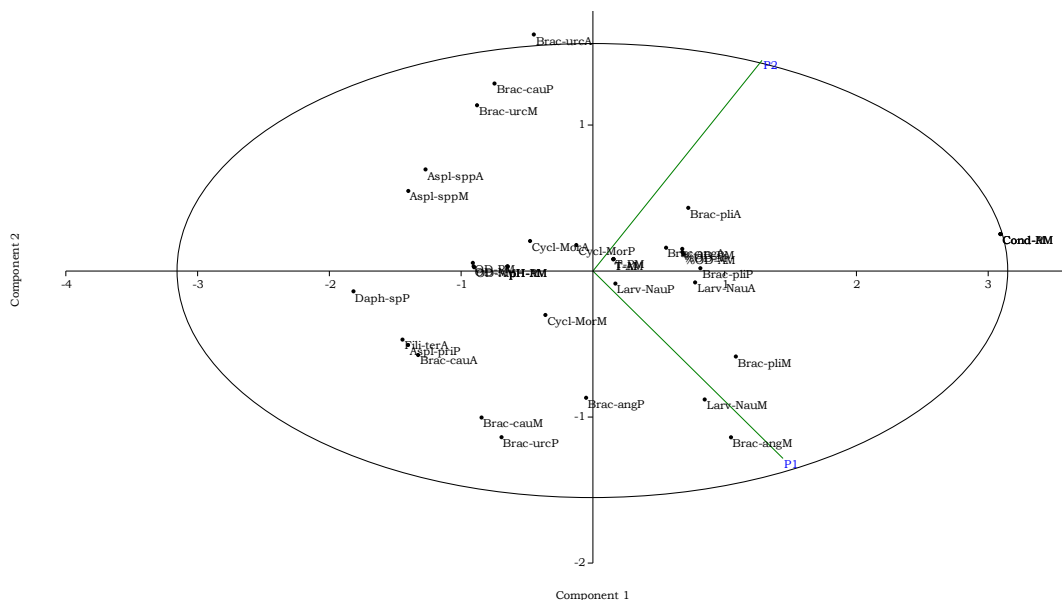


Figura 9-113. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macroinvertebrados bentónicos

La composición taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos registró 5 taxa, integradas en 5 Familias, 4 Ordenes, 3 Clases y 2 Phylum (Cuadro 9-70)

Cuadro 9-70. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga El Rincón

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|------------|------------|-------------|---------------|----------------------------------|
| Animalia | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Tubificidae | Tubificidae -Morfoespecie 1 |
| | | | | Elmidae | Elmidae- <i>Hexacylloepus</i> sp |
| | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | Hydrophilidae- <i>Berosus</i> sp |
| | | | | Diptera | Chironomidae -Morfoespecie 1 |
| | | | Ostracoda | Podocopida | Cyprididae |

La riqueza evaluada desde la categoría taxonomía de Clase, deja en evidencia el dominio de la Clase Insecta con el 60% de la riqueza total, representada en 3 taxa, seguida de los grupos de Ostracoda y Clitellata con un 20% cada una, que equivalen a una taxa por cada Clase (Figura 9-114 A-B).

El análisis de las abundancia, presenta a la Clase Insecta como la de mayor proporción con el 65% (162,1 Organismos/m²), seguido de Clitellata con un 30% (74,8 Organismos/m²) y en último lugar con los valores menos representativos se encuentra los organismos de la Clase Ostracoda con un 5% (12,5 Organismos/m²) (Figura 9-114 A-C).

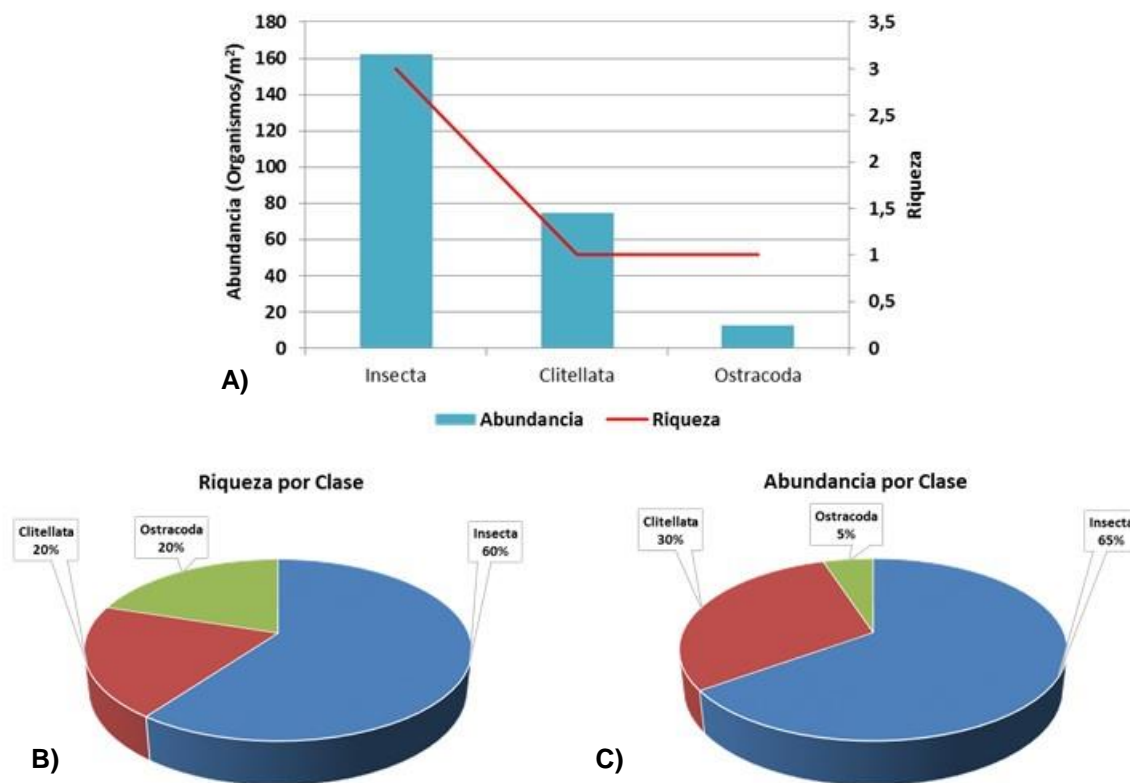
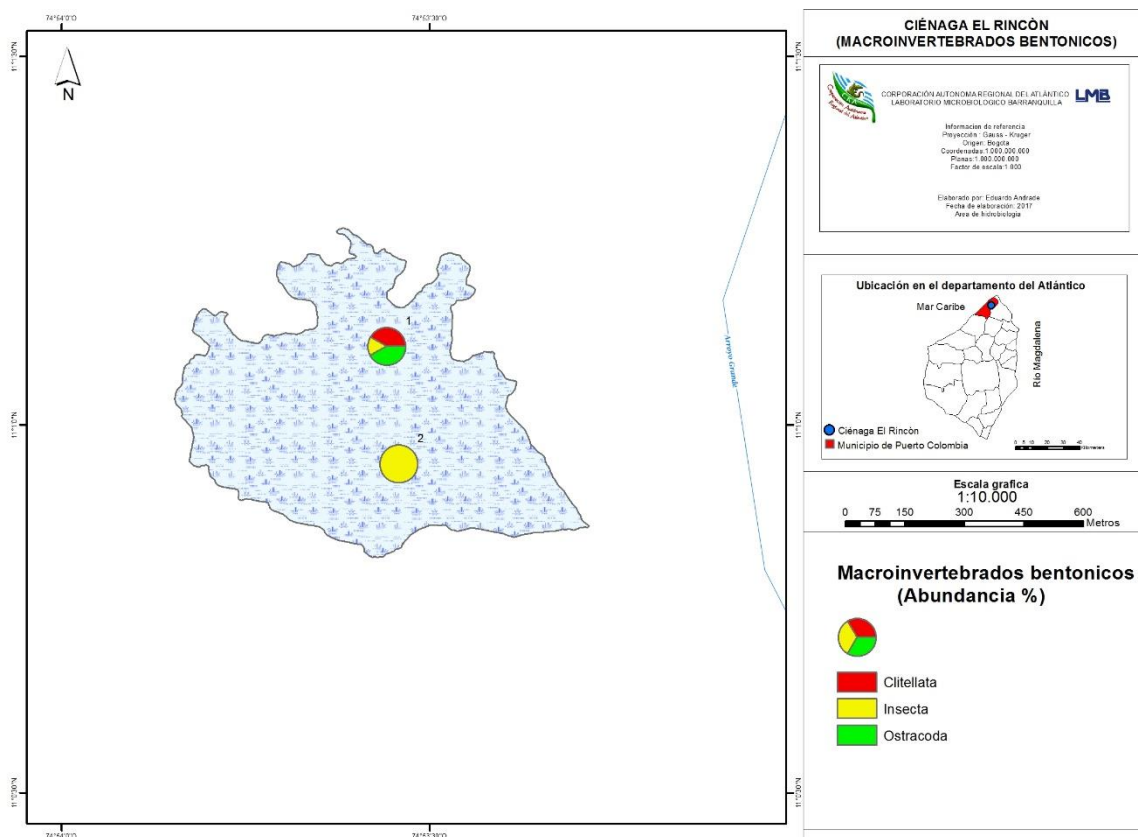


Figura 9-114. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga El Rincón. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

En el Mapa 9-31 se presentan las abundancias de las clases, por punto y horario de muestreo. Se puede ver que en el punto 1 las abundancias son equitativas entre Clitellata y Ostracoda, mientras que en el punto 2 los más abundantes fueron los insectos.



Mapa 9-31. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo, Ciénaga El Rincón

El índice de riqueza específica (S) muestra que para el punto 1 se presentaron los mayores valores de diversidad 5 taxa y en menor cantidad el punto 2 con un sola taxa (Cuadro 9-71), el índice de equidad (J') alcanzó un valor 0,81 en el punto 1, lo que se puede inferir como un valor cercano a 1 que representa como las abundancias relativas se están haciendo menos equitativas a medida que decrecen alejándose de 1, por su parte el índice de Simpson (λ') muestra que para el punto 1 no existe una dominancia de ninguna especie, sin embargo el punto 2 si se puede observar una dominancia por parte de una sola taxa, debido a que (λ') es igual 1 (Cuadro 9-71), Entre tanto el índice de Shannon-Wiener presenta un valor de 1,34, lo que demuestra la baja diversidad de macroinvertebrados bentónicos en el ecosistema.

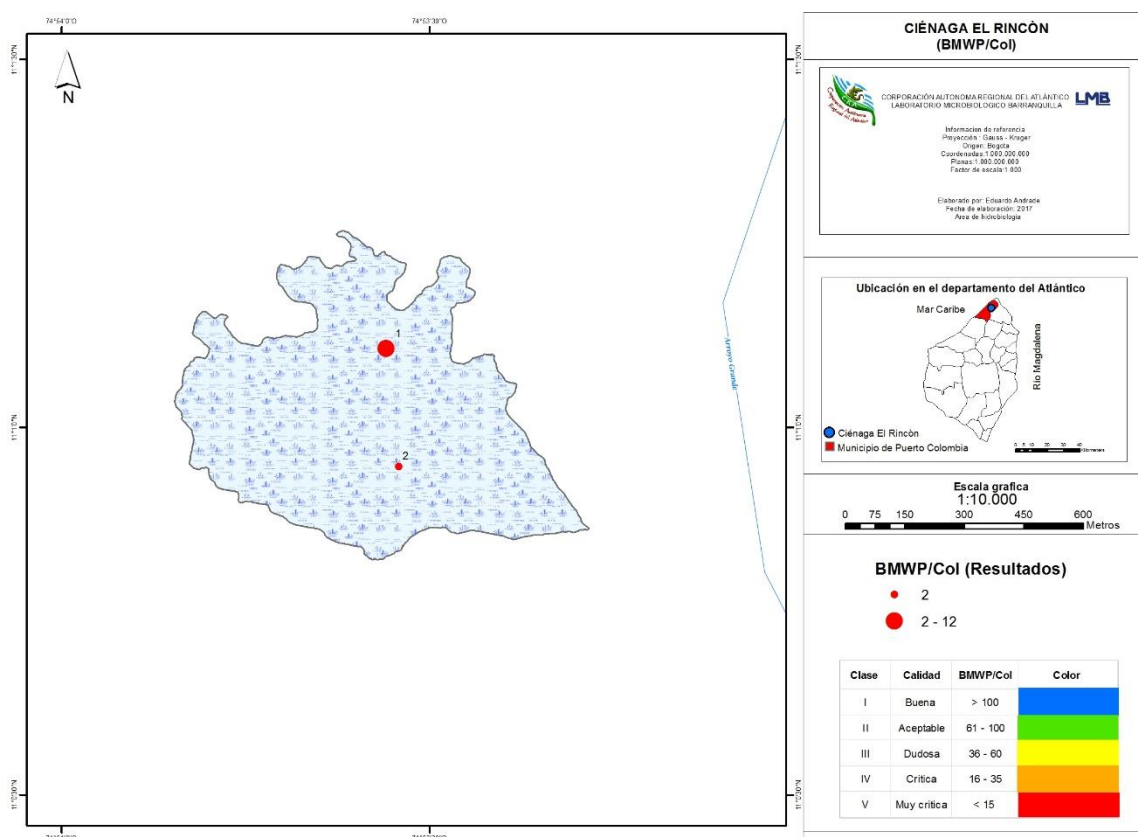
Cuadro 9-71. Índices ecológicos de Macroinvertebrados Bentónicos en la Ciénaga El Rincón

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|----------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | $H'(\log_e)$ | λ' |
| Punto 1 | 5 | 0,81 | 1,34 | 0,30 |
| Punto 2 | 1 | | 0,00 | 1,00 |

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que la Ciénaga El Rincón presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas” en todos los Puntos evaluados (Cuadro 9-72). En el Mapa 9-32 se muestra la distribución de los valores BMWP/Col en la ciénaga.

Cuadro 9-72. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga El Rincón

| | Punto 1 | Punto 2 |
|----------------------|---------|---------|
| Familias que puntúan | 4 | 4 |
| Índice BMWP/Col | 12 | 2 |
| Valor ASPT | 3,0 | 0,5 |



Mapa 9-32. Valores del índice BMWP/Col en los puntos de la ciénaga El Rincón

El dendograma de similitud realizado con los datos de abundancia, mostraron que hay diferencias en los puntos de muestreo, respecto a esta comunidad (Figura 9-115). Como se ha podido observar, se han encontrado diferencias entre los puntos de las comunidades analizadas; teniendo en cuenta que para el bentos, hay poco similitud en las muestras, es posible que existan variables que afecten a las comunidades hidrobiológicas presentes, lo que se ve reflejado en los dendogramas de similitud.

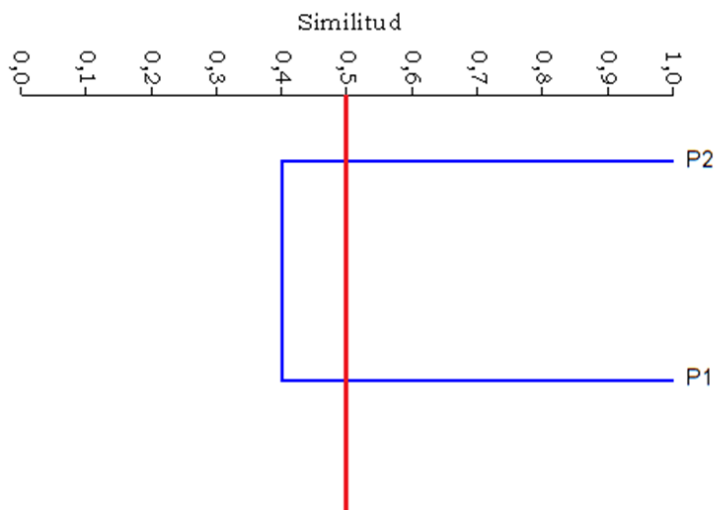


Figura 9-115. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga El Rincón a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad bentónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga El Rincón se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Del análisis resultaron 2 componentes, que explicaron el 100% de la variación total (Cuadro 9-73). El primero de ellos, sobre el sector positivo del eje quedó asociado con las variables físicoquímicas de temperatura, porcentaje de saturación de oxígeno y conductividad; así mismo con la morfoespecie 1 de la familia Chironomidae; todos los puntos evaluados presentaron tendencia hacia este sector. En el sector negativo del eje se ubicaron las variables oxígeno disuelto y pH, así morfoespecies restantes. Por otro lado, en el segundo eje se ubicaron en el sector positivo el punto 1, en correlación positiva con las morfoespecies de la familia Tubificidae Hydrophilidae (*Berosus* sp), Cyprididae (*Cypris* sp) y Elmidae (*Hexacylloepus* sp). Por su parte, en el sector negativo del segundo eje se ubicó el Punto 2, correlacionado de mejor manera con las variables físicoquímicas (excepto conductividad) y la familia Chironomidae. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-116.

Cuadro 9-73. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 1,88816 | 90,224 | 90,2 |
| 2 | 0,204585 | 9,7759 | 100,0 |

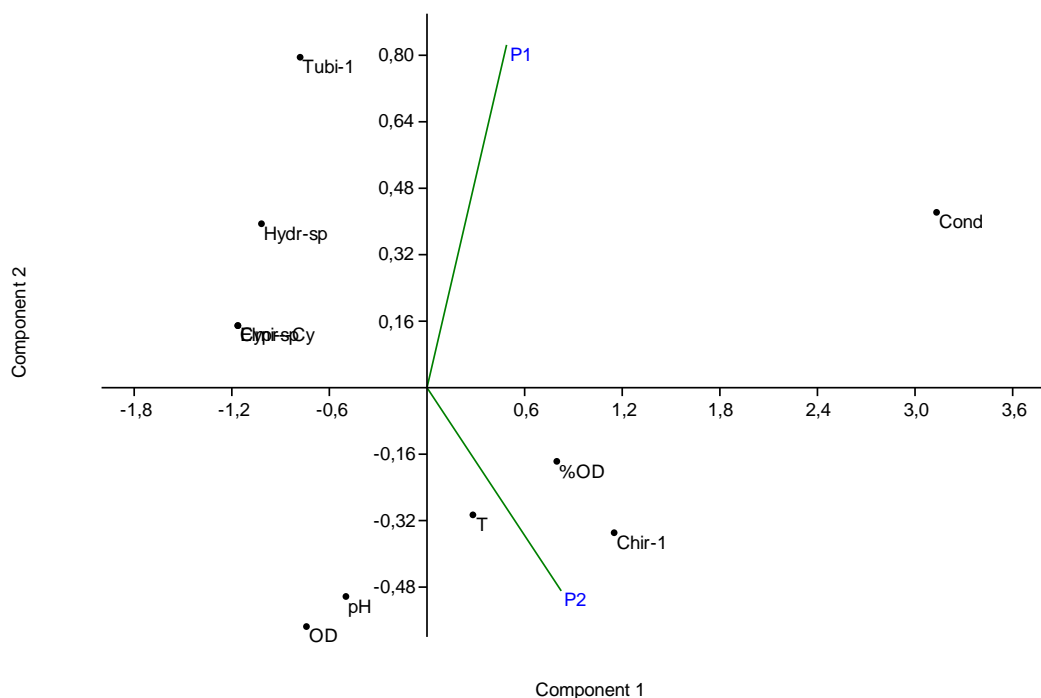


Figura 9-116. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Especies ícticas

Para la ictiofauna no se registraron captura de peces.

9.1.11 Ciénaga del Totumo

En la ciénaga del Totumo se evaluaron las comunidades de productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas), así como las comunidades de consumidores (zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna), durante tres horarios de muestreo, con el fin de realizar un análisis diurno del estado trófico del sistema.

9.1.11.1 Comunidades de productores primarios

Fitoperifiton

No se registró la presencia de sustratos para tomar la muestra en los puntos de muestreo.

Fitoplancton

La composición taxonómica del fitoplancton estuvo representada por 52 taxa, distribuidas en 28 familias, 17 Órdenes, 10 Clases y 6 Divisiones Cuadro 9-74).

Cuadro 9-74. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga del Totumo

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|------------|-----------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia sp</i> | |
| | | | | | <i>Nitzschia spp</i> | |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula sp</i> | |
| | | | | | <i>Navicula spp</i> | |
| | | Coscinodiscophyceae | Aulacoseirales | Aulacoseiraceae | <i>Aulacoseira spp</i> | |
| | | | Melosirales | Melosiraceae | <i>Melosira sp</i> | |
| | | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Synedra sp</i> |
| | | Mediophyceae | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella sp</i> | |
| | | | | | <i>Cyclotella spp</i> | |
| | | Ochrophyta | Xanthophyceae | Mischococcales | Centrtractaceae | <i>Centrtractus sp</i> |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Chroococcales | Chroococcaceae | <i>Chroococcus sp</i> | |
| | | | | | <i>Chroococcus spp</i> | |
| | | | | Microcystaceae | <i>Microcystis sp</i> | |
| | | | | | <i>Microcystis sp 1</i> | |
| | | | | Nostocales | Aphanizomenonaceae | <i>Cylindrospermopsis sp</i> |
| | | | | | | <i>Cylindrospermopsis spp</i> |
| | | | Oscillatoriales | Nostocaceae | <i>Anabaena sp</i> | |
| | | | | | <i>Anabaena sp 1</i> | |
| | | | | Gomontiellaceae | <i>Komvophoron sp</i> | |
| | | | | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium sp</i> | |
| | | <i>Phormidium spp</i> | | | | |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|--------------|------------------|---------------------|------------------------|------------------------------|
| | | | | | <i>Oscillatoria sp</i> |
| | | | | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya sp</i> |
| | | | | | <i>Leptolyngbya sp</i> |
| | | | Synechococcales | Merismopediaceae | <i>Merismopedia sp</i> |
| | | | | | <i>Limnothrix sp</i> |
| | | | | Pseudanabaenaceae | <i>Limnothrix spp</i> |
| | | | | | <i>Pseudanabaena sp</i> |
| | | | | | <i>Pseudanabaena spp</i> |
| | | | | Closteriaceae | <i>Closterium sp</i> |
| | Charophyta | Conjugatophyceae | Desmidiiales | Desmidiaceae | <i>Staurastrum alternans</i> |
| | | | | | <i>Staurodesmus sp 2</i> |
| | | | | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas sp</i> |
| | | | | | <i>Chlamydomonas spp</i> |
| | | | Chlamydomonadales | | <i>Eudorina sp</i> |
| | | | | Volvocaceae | <i>Eudorina spp</i> |
| | | | | | <i>Pandorina sp</i> |
| | | | | | <i>Pandorina spp</i> |
| | | Chlorophyceae | | Hydrodictyceae | <i>Tetraëdron spp</i> |
| | | | | Neochloridaceae | <i>Golenkinia spp</i> |
| Plantae | | | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Coelastrum sp</i> |
| | Chlorophyta | | | | <i>Coelastrum spp</i> |
| | | | | Selenastraceae | <i>Ankistrodesmus sp</i> |
| | | | | | <i>Monoraphidium spp</i> |
| | | | | | <i>Actinastrum sp</i> |
| | | | | Chlorellaceae | <i>Chlorella sp</i> |
| | | | Chlorellales | | <i>Dictyosphaerium sp</i> |
| | | Trebouxiophyceae | | | <i>Dictyosphaerium spp</i> |
| | | | | Oocystaceae | <i>Oocystis sp</i> |
| | | | | | <i>Oocystis spp</i> |
| | | | Ordo incertae sedis | Familia incertae sedis | <i>Crucigenia tetrapedia</i> |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Trachelomonas sp</i> |

La riqueza evaluada desde el rango taxonómico de División, muestra que para la Ciénaga del Totumo existen dos grupos predominantes Cyanobacteria y Chlorophyta las cuales sumadas contribuyen con 70,4% de la requisa total de los puntos evaluados, representadas en 19 taxa para cada División, seguidas de las Bacillariophyta con el 16,7% (9 taxa), mientras que Euglenophyta y Charophyta juntas aportan el 11,2%, lo que equivale a 3 Morfoespecies para cada grupo, en último lugar se ubican las Ochrophyta con 1,9% (1 taxa) (Figura 9-117 A-B).

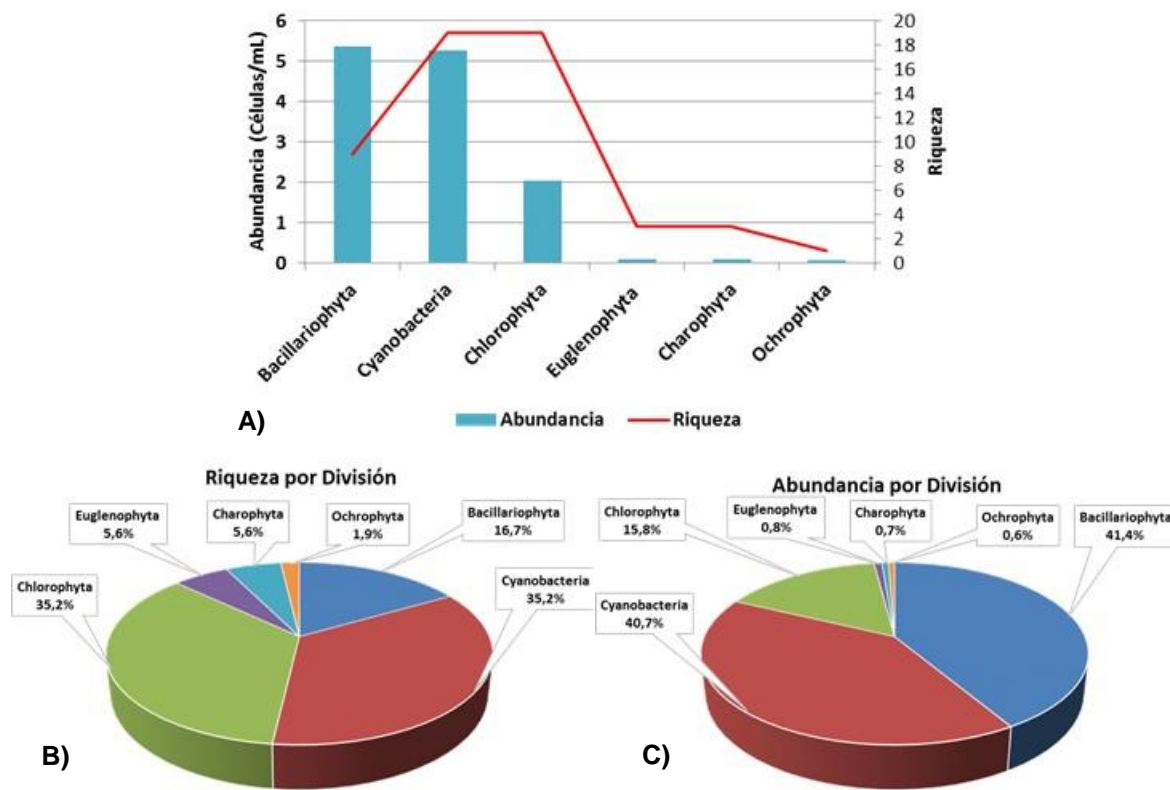
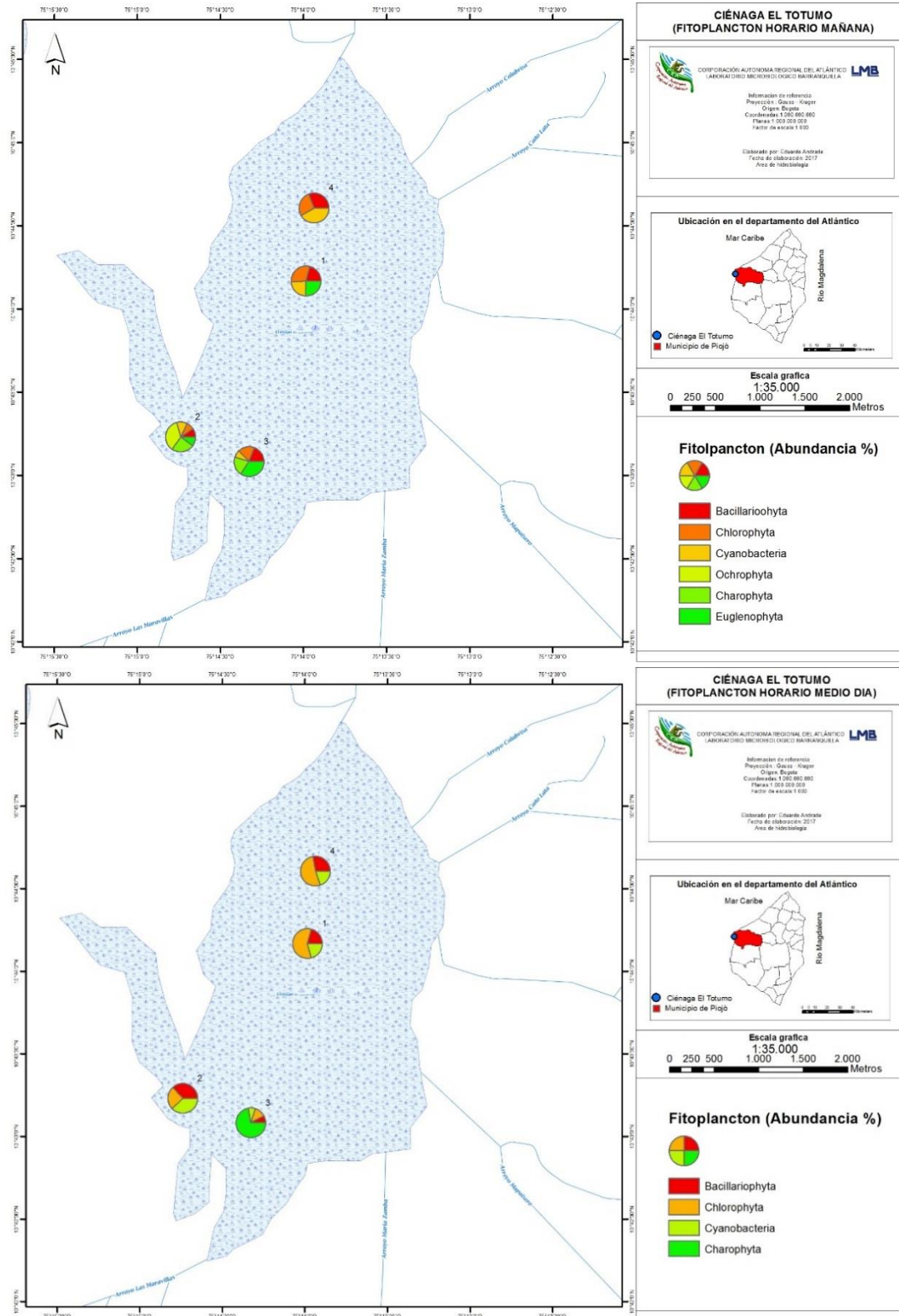
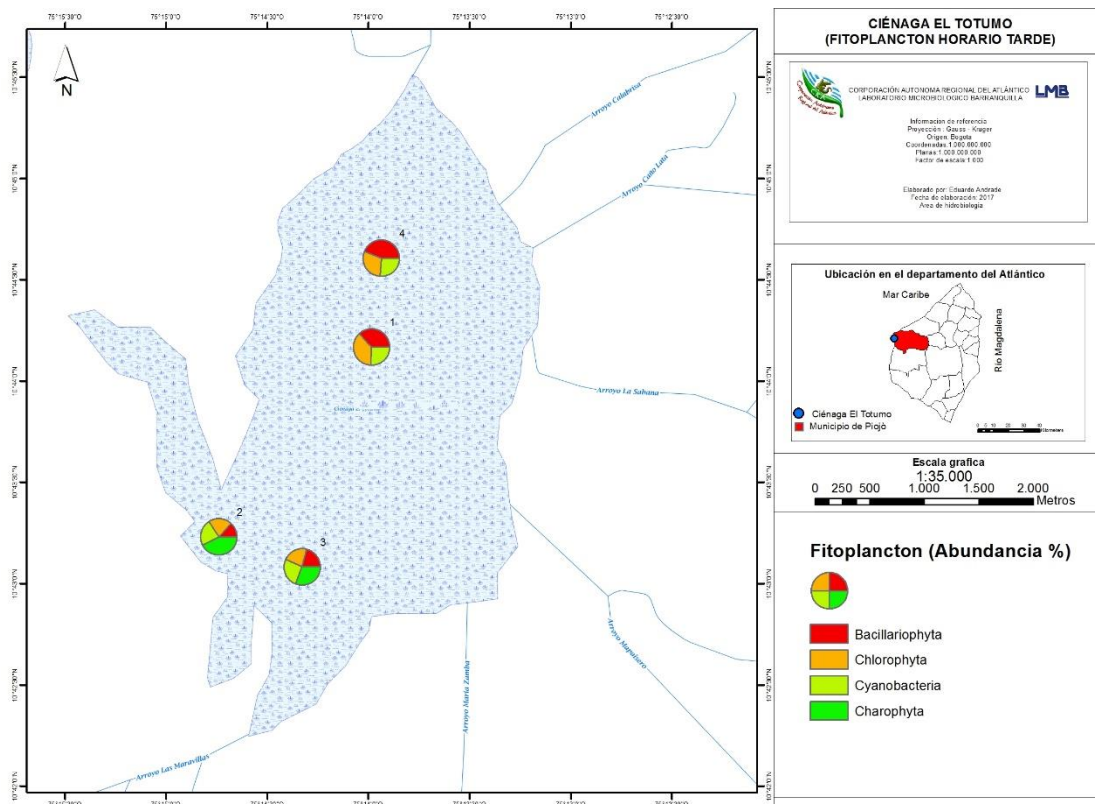


Figura 9-117. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga del Totumo. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

La abundancia alcanzo porcentajes de 41,4% (5,36 Células/mL) con la División Bacillariophyta, convirtiéndose en el grupo de mayor aporte en cuanto a densidad, con una abundancia cercana se encuentran las Cyanobacteria con 40,7(5,27 Células/mL), seguida de Chlorophyta con el 15,8% (2,05 Células/mL), en menor proporción se ubican las Divisiones Euglenophyta, Charophyta y Ochrophyta contribuyendo con el 0,8%, 0,7 % y 0,6% respectivamente (Figura 9-117 A-C). El Mapa 9-33 muestra las abundancias de las divisiones por punto y horario de muestreo. En el punto 1 y 4, las clorofitas dominaron durante las tres horas, mientras que en los puntos 2 y 3, las abundancias fueron más equitativas.



Mapa 9-33. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga del Totumo



Continuación Mapa 9-33. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga del Totumo

Los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica por punto y tiempo muestreo en la Ciénaga del Totumo, muestran que la riqueza (S) presentó valores aceptables en todos los puntos monitoreados y sus respectivos momentos de toma de muestra durante el día que oscilaron entre 13 y 20 taxones Cuadro 9-75)

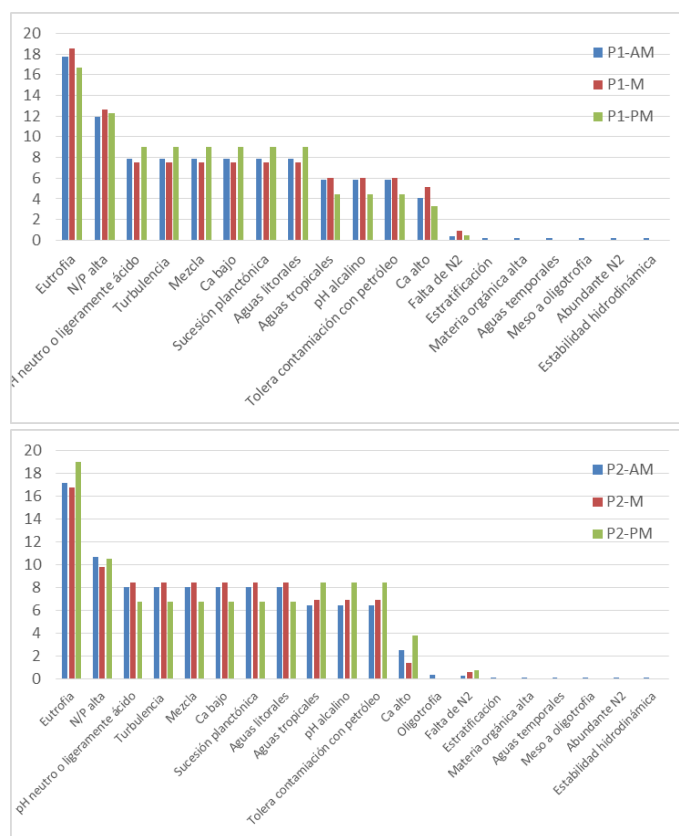
Cuadro 9-75. Índices ecológicos en la Ciénaga del Totumo

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | Λ' |
| P1-AM | 15 | 0,85 | 2,32 | 0,12 |
| P2-AM | 20 | 0,74 | 2,23 | 0,17 |
| P3-AM | 20 | 0,73 | 2,19 | 0,20 |
| P4-AM | 13 | 0,72 | 1,85 | 0,23 |
| P1-M | 13 | 0,84 | 2,17 | 0,15 |
| P2-M | 13 | 0,79 | 2,02 | 0,18 |
| P3-M | 15 | 0,74 | 2,00 | 0,20 |
| P4-M | 14 | 0,75 | 1,99 | 0,21 |
| P1-PM | 15 | 0,84 | 2,27 | 0,14 |
| P2-PM | 17 | 0,82 | 2,31 | 0,14 |
| P3-PM | 19 | 0,76 | 2,23 | 0,17 |
| P4-PM | 17 | 0,75 | 2,12 | 0,18 |

Para el caso de la equidad (J') se observaron valores moderados en todos puntos, dando cuenta de abundancias similares en cada punto y momento del día evaluado, mientras que el índice de Shannon-Wiener mantuvo valores por encima de 2nits/individuo en casi todos los puntos, indicando diversidades intermedias de fitoplancton, pero con dos excepciones en el punto 4 (P4-AM y P4-M) que registraron valores de 1,85 nits/Individuo y 1,99 nits/Individuo respectivamente (Cuadro 9-75), representado una diversidad baja en el punto 4 en horas de la mañana y medio día.

La dominancia de Simpson (λ') registró valores bajos, que fluctuaron de un punto a otro entre 0,12 y 0,23 (Cuadro 9-75), lo que indica que las abundancias en el ecosistemas están repartidas en varios grupos y no hay dominancia por parte de algún grupo.

Respecto a los procesos indicados por los organismos fitoplanctónicos de esta ciénaga, a nivel de división la eutrofia fue el proceso más mostrado en todas las estaciones y horarios de muestreo, seguido de posibles aumentos en la proporción N/P, también bioindicada en todos los puntos y horarios analizados. Estos datos muestran un posible fenómeno de eutrofia en la zona de estudios, producido tal vez por las actividades presentes de la región. Entre los procesos indicados, se encuentran pH neutro a ligeramente ácido, turbulencia, mezcla, calcio bajo, aguas litorales, tropicales y sucesión planctónica (Figura 9-118).



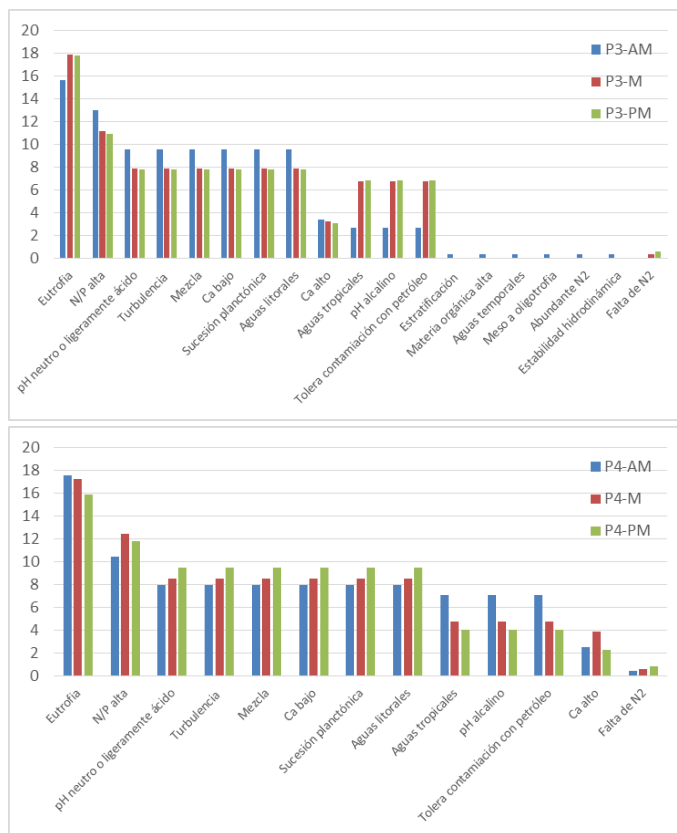


Figura 9-118. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados de la Ciénaga del Totumo, durante los horarios de muestreo.

La Cuadro 9-76 muestra los géneros reportados en esta ciénaga que indican algún proceso ecológico, de acuerdo con Pinilla (2000). Se puede ver que *Aulacoseira*, *Melosira* (Bacillariophyta), *Merismopedia*, *Microcystis*, *Oscillatoria* (Cyanobacteria), *Chlorella*, *Crucigenia*, *Eudorina*, *Pandorina*, *Golenkinia* (Chlorophyta), y *Trachelomonas* (Euglenophyta) indican posible procesos de eutrofia en este cuerpo de agua. Así mismo, se presentan indicaciones de posible contaminación por materia orgánica, mezcla intensa, turbulencia, estratificación, sucesión, entre otros.

Cuadro 9-76. Procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas, Ciénaga del Totumo.

Chromista

Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Aulacoseira spp

Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia

Melosira sp

Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia

Navicula sp

Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos

Nitzschia sp

Género: Turbulencia, Mezcla

Chromista

Ochrophyta

Oligotrofia

Centrtractus sp

Género: Oligotrofia

Eubacteria

Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

Anabaena sp

Género: Mezcla y turbulencia, Mesotrofia, Ultraoligotrofia. Estratificación térmica y química

Chroococcus sp

Género: Estratificación, Sucesión Avanzada

Merismopedia sp

Género: Eutrofia

Microcystis sp

Género: Eutrofia

Oscillatoria sp

Género: Sedimentos y conductividad altos, Eutrofia, Mesotrofia, Tolerancia a pesticidas, Ultraoligotrofia, Estratificación térmica y química

Plantae

Charophyta

Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad)

Staurastrum alternans

Género: Periodo lluvioso

Staurodesmus sp 2

Género: Periodo lluvioso

Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

Chlorella sp

Género: Eutrofia, Oxidación de aguas servidas, Hipereutrofia

Crucigenia tetrapedia

Género: Meso a eutrofia fría

Eudorina sp

Género: Baja mineralización, Meso a eutrofia, Periodo seco

Golenkinia spp

Género: Hipereutrofia

Oocystis sp

Género: Resistencia a pesticidas

Pandorina sp

Género: Baja mineralización, Meso a eutrofia

Protozoa

Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N₂, Estabilidad hidrodinámica

Phacus sp

Género: Materia orgánica

Phacus spp

Género: Materia orgánica

Trachelomonas sp

Género: Eutrofia

Para determinar las diferencias entre los puntos asociando el comportamiento de la comunidad fitoplanctónica de la Ciénaga del Totumo se empleó un análisis de similitud utilizando el coeficiente de asociación de Bray-Curtis con el método de vecino más cercano para evaluar los cuatro puntos monitoreados en los tres órdenes del día (AM, M y PM), el diagrama muestra como resultado la formación de cuatro grupos (Figura 9-119), se puede notar la formación de dos grupos unitarios, uno constituido por el punto P2-AM y el otro por el punto P2-M, estos 2 grupos son los que menos afinidad presentan con los demás conglomerados, también se puede ver la tendencia homogénea que tuvo el punto 1 a lo largo del día (AM, M y PM) con una similitud mayor al 60%, el último grupo reúne los puntos 3 y 4 (mañana, media odia y tarde) y el punto P2-PM, los cuales tienen una similitud de cercana a un 65%.

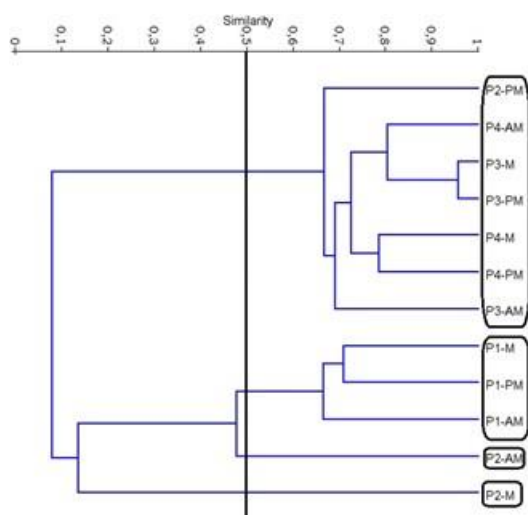


Figura 9-119 Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga del Totumo, a nivel de especie/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros fisicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga Totumo se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\log(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 4 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 99,6% de la variación total (Tabla 9-22). El primero de ellos sobre el sector positivo del eje quedó asociado fuertemente con las variables fisicoquímicas evaluadas, así mismo con las abundancias de las especies *Navicula* sp y *Limnithrix* sp; igualmente los puntos de muestreo presentaron tendencia hacia este sector. Con tendencias de variación sobre el segundo eje se ubicaron la mayoría de las especies fitoplanctónicas, así como los puntos

de muestreo presentaron mayor diferenciación, ubicándose en el sector positivo del segundo eje el Punto 2, correlacionado con las especies *Navicula* sp y *Limnithrix* sp; hacia el vértice del eje se ubicó el Punto 1 mientras que con mayor componente en el sector negativo del eje se ubicaron los puntos 3 y 4. Al graficarse la elipse del 95% de confianza se evidencia fuera de ella, sobre el sector positivo del segundo eje al Punto 2, con las especies *Melosira* sp, *Navicula* sp y *Limnithrix* sp; y en el sector positivo del primer eje las variables porcentaje de saturación de oxígeno y conductividad. Se evidencia homogeneidad en los horarios de muestreo, así como diferencias especiales distinguiéndose tres zonas, el Punto 1, los puntos 3 y 4 y el Punto 2. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-120.

Tabla 9-22. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 1,204 | 98,035 | 98,0 |
| 2 | 0,019 | 1,5437 | 99,6 |
| 3 | 0,004 | 0,35308 | 99,9 |
| 4 | 8E-04 | 0,068322 | 100,0 |

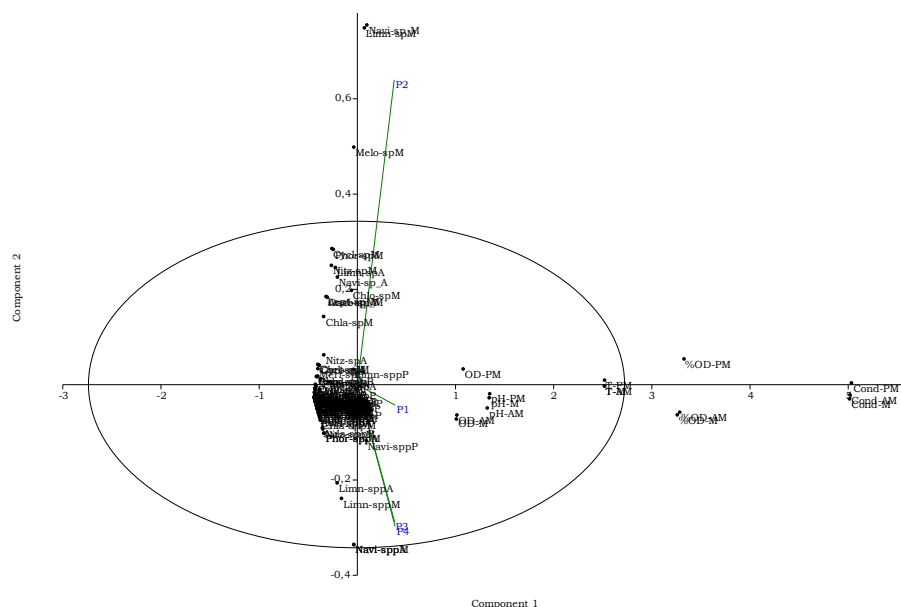


Figura 9-120. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macrófitas acuáticas

No se registraron macrófitas acuática en los puntos de monitoreo.

9.1.11.2 . Comunidades de consumidores

Zooplankton

Para la composición taxonómica del zooplankton se registraron 26 organismos distribuidos en 4 Phylum, 5 Clases, 8 Ordenes y 16 Familias (Cuadro 9-77). En donde el 79,3% de la abundancia total estuvo representada por rotíferos pertenecientes a la Clase Eurotatoria, seguido de Maxillopoda con 16,7%, Lobosa con 2,5%, Branchiopoda 1,3% y en menor cantidad Polychaeta 0,2% (Figura 9-121 C).

Cuadro 9-77. Composición de la comunidad Zooplanktónica de la Ciénaga del Totumo

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|--------------------------|-------------------------|--------------|-------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------|
| Animalia | Annelida | Polychaeta | ND | ND | <i>Larva Polychaeta</i> | |
| | | | | Bosminidae | <i>Bosmina sp</i> | |
| | Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca | NA | <i>Ceriodaphnia spp</i> | |
| | | | | NA | <i>Diaphanosoma sp</i> | |
| | | Maxillopoda | Calanoida | ND | <i>Calanoida Morfoespecie 1</i> | |
| | | | Cyclopoida | ND | <i>Cyclopoida Morfoespecie 1</i> | |
| | Rotifera | Eurotatoria | Ploima | ND | <i>Larva Nauplio</i> | |
| | | | | Flosculariaceae | Trochosphaeridae | <i>Filinia terminalis</i> |
| | | | | Asplanchnidae | <i>Asplanchna spp</i> | |
| | | | | Brachionidae | <i>Brachionus angularis</i> | |
| | | | | | <i>Brachionus caudatus</i> | |
| | | | | | <i>Brachionus falcatus</i> | |
| | | | | | <i>Brachionus havanaensis</i> | |
| | | | | | <i>Brachionus plicatilis</i> | |
| | | | | | <i>Keratella americana</i> | |
| | | | | Gastropodidae | <i>Keratella sp</i> | |
| <i>Keratella tropica</i> | | | | | | |
| <i>Plationus patulus</i> | | | | | | |
| <i>Gastropus spp</i> | | | | | | |
| Lecanidae | <i>Lecane sp</i> | | | | | |
| Synchaetidae | <i>Polyarthra spp</i> | | | | | |
| Trichocercidae | <i>Trichocerca sp</i> | | | | | |
| | <i>Trichocerca sp 1</i> | | | | | |
| Protozoa | Amoebozoa | Lobosa | Arcellinida | Arcellidae | <i>Arcella gibbosa</i> | |
| | | | | Centropyxidae | <i>Arcella discoides</i> | |
| | | | | | <i>Centropyxis aculeata</i> | |

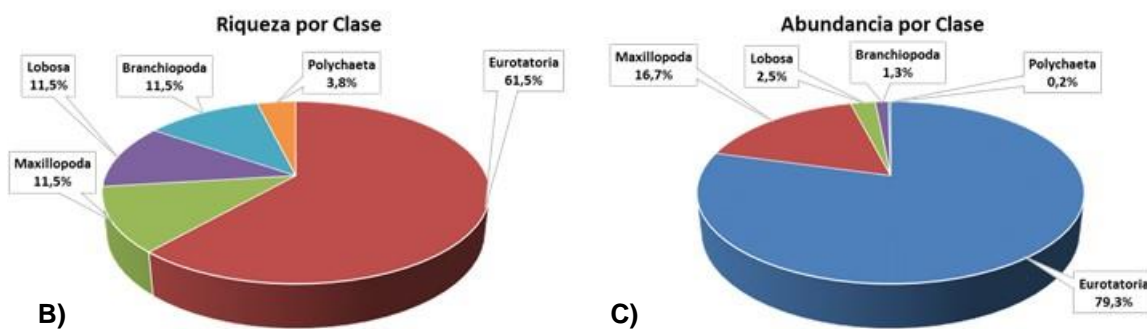
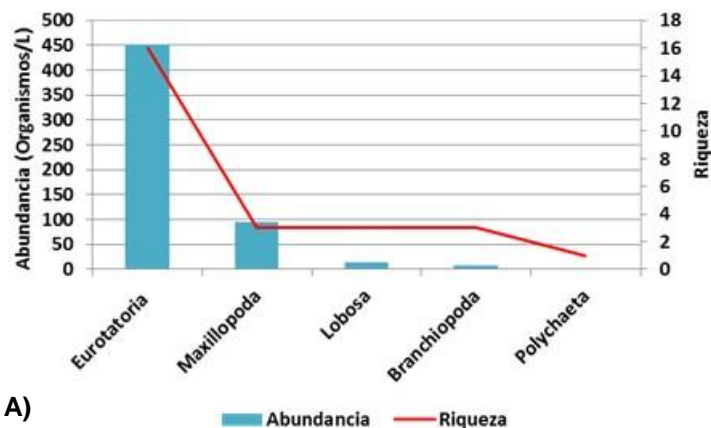
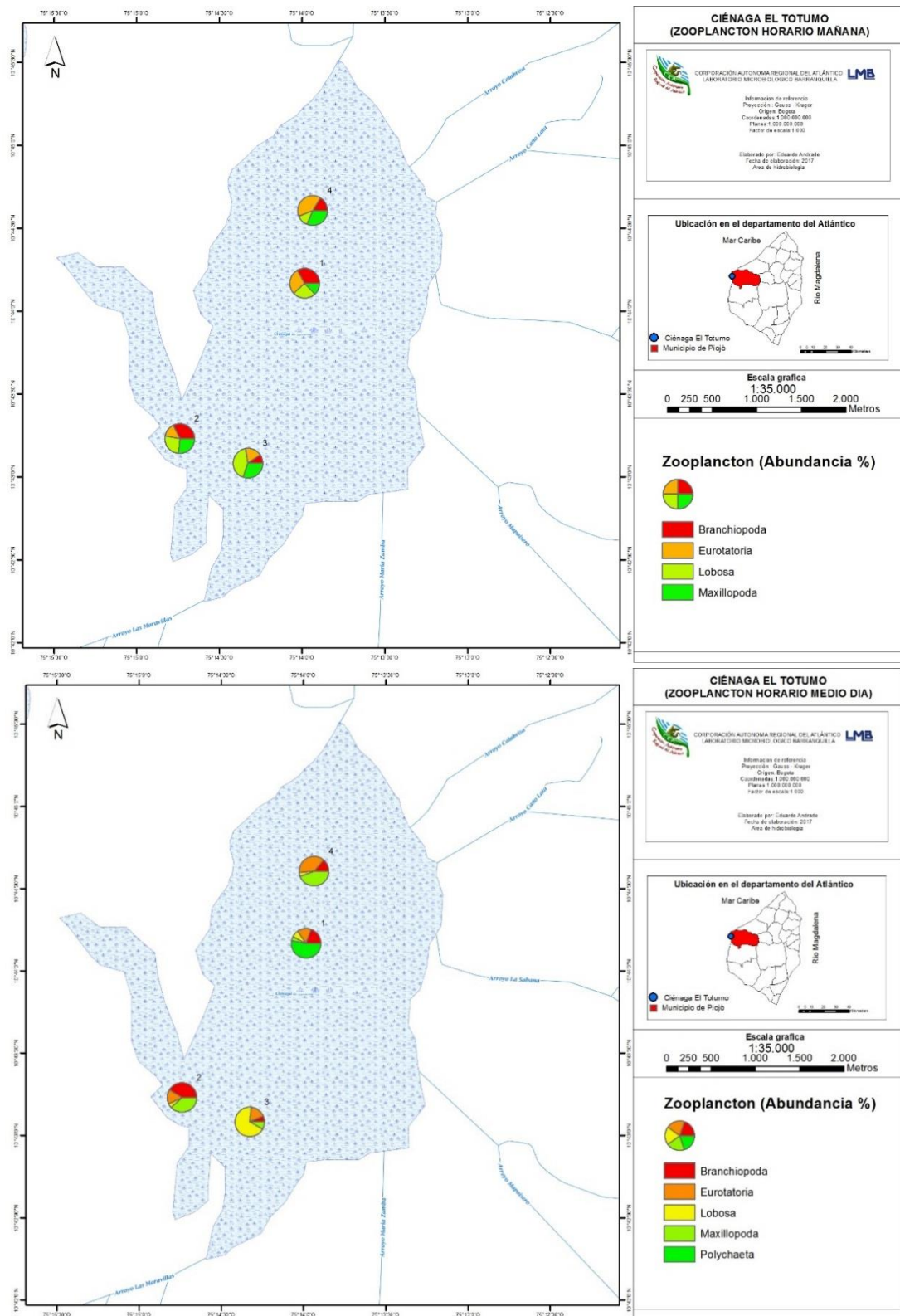
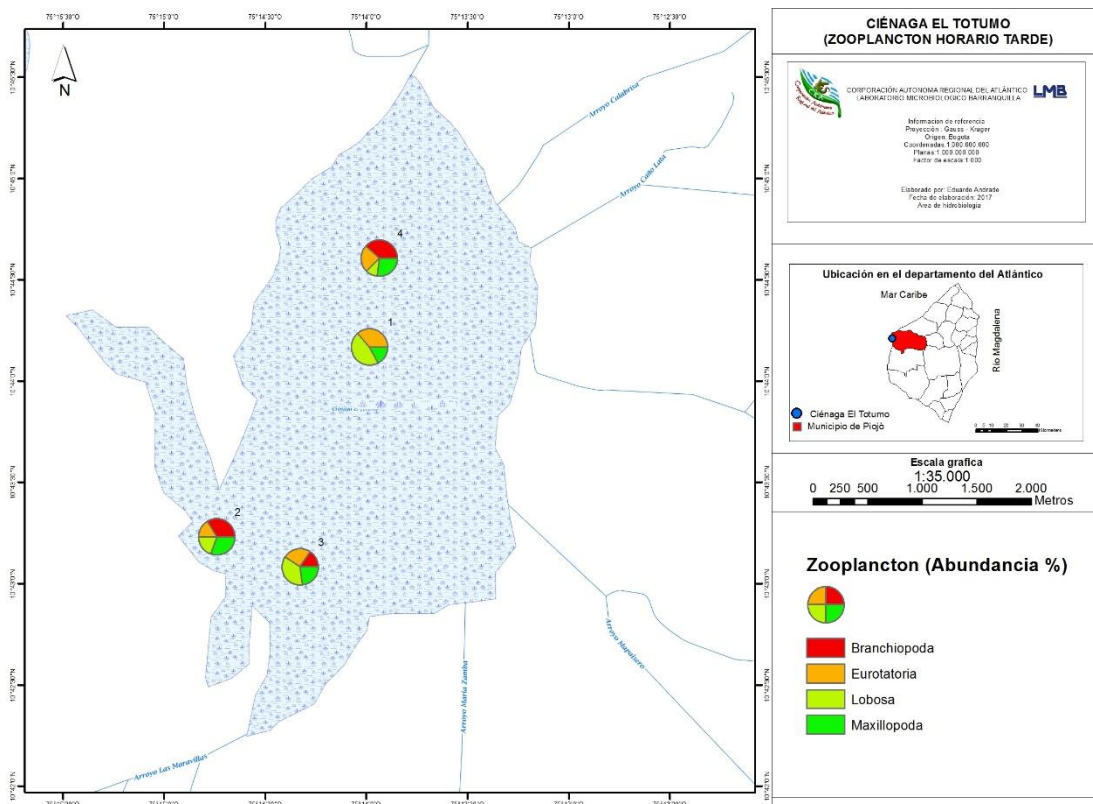


Figura 9-121. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga del Totumo. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

En cuanto a la riqueza evaluada desde el nivel de Clase, Eurotatoria lidera en términos de porcentajes con el 61,5% de la riqueza total, representados en (16 taxa), seguido de las Clases Maxillopoda, Lobosa y Branchiopoda con (3 taxa) cada una, contribuyen con 11,5% por cada Clase y en menor proporción Polychaeta 3,8% (1 taxa) (Figura 9-121 A-B). Se presenta la abundancia de las clases reportadas en el Mapa 9-34, donde se aprecia que las densidades variaron entre cada una de las horas analizadas.



Mapa 9-34. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga del Totumo



Continuación Mapa 9-34. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga del Totumo

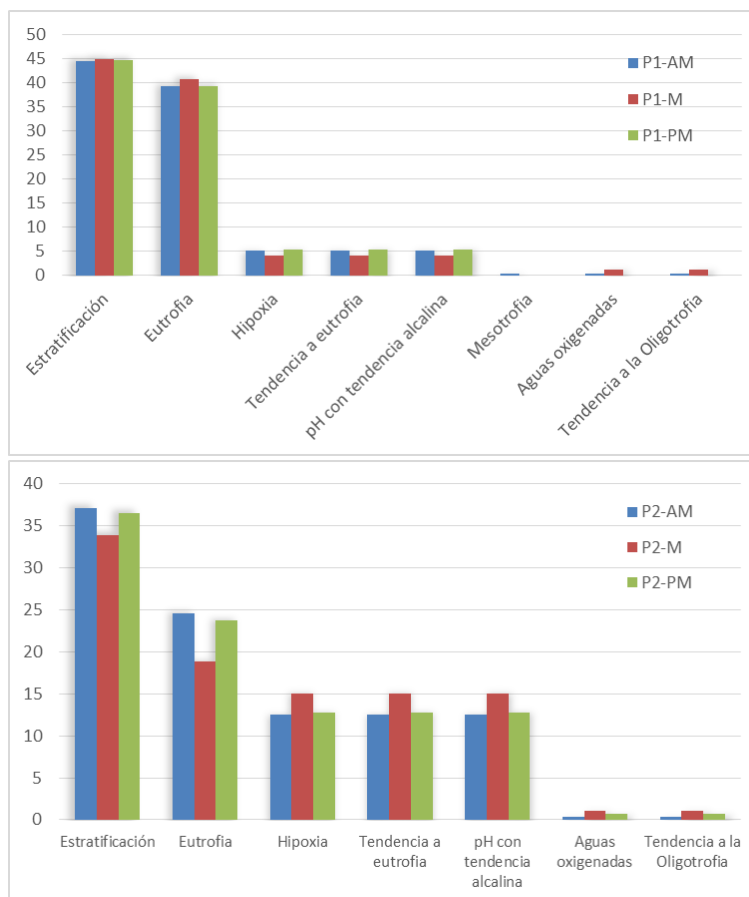
Los índices ecológicos para la comunidad zooplanctónica en la Ciénaga del Totumo muestran que la diversidad analizada desde Shannon-Wiener presenta valores bajos en casi todos los puntos, con la exclusión de punto 3 (P3-M y P3-PM) donde se obtuvieron valores por encima de 2 nits/Individuo (Cuadro 9-78) lo que represento diversidades intermedias para el punto 3 en los dos momentos de la toma de muestra, entre tanto la dominancia (λ') muestra que todos los valores son cercanos a cero y que no sobrepasan de 0,29 en ningún punto y momento del muestreo (Cuadro 9-78), por lo que se puede inferir que no hay una taxa dominante. Para el índice de Pielou (J') se registraron valores considerables que estuvieron en un rango de (0,64 P4-M y 0,76 P1-AM y P3-M) (Cuadro 9-78), es todo da cuenta de no hay uniformidad en las abundancias en los puntos de monitoreo evaluados,

Cuadro 9-78. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga del Totumo

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 13 | 0,76 | 1,95 | 0,20 |
| P2-AM | 12 | 0,66 | 1,65 | 0,26 |
| P3-AM | 11 | 0,75 | 1,81 | 0,21 |

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P4-AM | 13 | 0,70 | 1,79 | 0,21 |
| P1-M | 18 | 0,65 | 1,88 | 0,27 |
| P2-M | 12 | 0,68 | 1,68 | 0,27 |
| P3-M | 16 | 0,76 | 2,11 | 0,15 |
| P4-M | 15 | 0,64 | 1,73 | 0,23 |
| P1-PM | 13 | 0,66 | 1,71 | 0,29 |
| P2-PM | 11 | 0,71 | 1,71 | 0,25 |
| P3-PM | 16 | 0,74 | 2,06 | 0,17 |
| P4-PM | 13 | 0,74 | 1,89 | 0,22 |

El proceso de estratificación de la columna de agua fue el más bioindicado por las jerarquías taxonómicas mayores de esta comunidad, presentándose en todos los puntos y horarios analizados. Seguida a este, los organismos mostraron también posible eutrofia e hipoxia, indicados ambos en todos los puntos muestreados. Se puede inferir un posible enriquecimiento de este cuerpo de agua, de acuerdo con los resultados obtenidos (Figura 9-122).



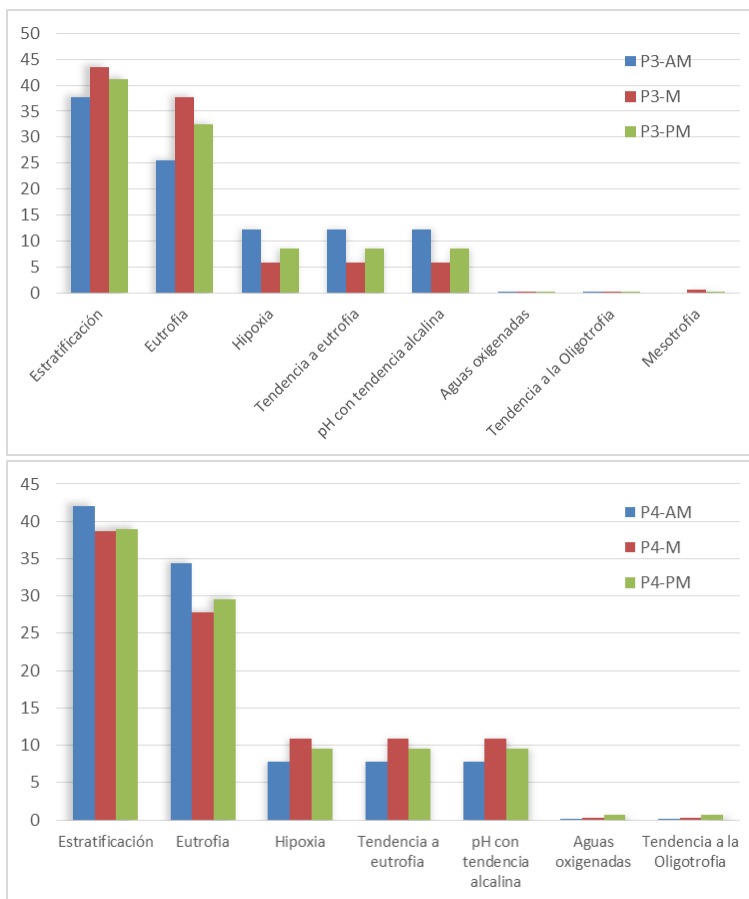


Figura 9-122. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga del Totumo, durante los horarios de muestreo

De acuerdo a Pinilla (2000), las morfoespecies pertenecientes al Phylum Arthropoda muestran bioindicaciones hacia la estratificación, eutrofia, pH con tendencia alcalina, y aguas duras. Así mismo, los géneros de Rotifera muestran indicaciones hacia la eutrofia, el pH alcalino, altos contenidos de calcio y otras sales (Cuadro 9-79).

Cuadro 9-79. Procesos bioindicados por las taxa zooplanctónicas

Arthropoda

No Indicado

Subclase Copepoda

Orden Calanoida

Calanoida Morfoespecie 1

Orden Cyclopoida

Cyclopoida Morfoespecie 1

Clase Branchiopoda

Suborden Cladocera

Bosmina sp

Tendencia a eutrofia, pH con tendencia alcalina,
 Tolerancia a hipoxia, Estratificación

Mesotrofia

No Indicado

Eutrofia y Aguas duras

No Indicado

No Indicado

Tendencia a la oligotrofia, Aguas Oxigenadas

Meso a eutrofia

Rotifera

Eutrofia, Estratificación

Brachionus angularis

Brachionus caudatus

Brachionus havanaensis

Brachionus falcatus

Brachionus plicatilis

Keratella americana

Keratella tropica

Plationus patulus

Polyarthra spp

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Meso a eutrofia, Sistemas inmaduros

Para establecer la similitud entre los puntos y horas de muestreo, se realizó un dendograma mediante el método de UPGMA, agrupando los datos de las abundancias de las morfoespecies por medio coeficiente de Bray-Curtis. De acuerdo a esto, se puede diferenciar tres agrupaciones bien definidas (Figura 9-123) se distancian dos grupos unitarios formados por los puntos P2-PM y P3-AM, mientras que un conglomerado que reúne el resto de puntos en las condiciones de (mañana, medio día y tarde) alcanza una similitud un poco por arriba del 50%, lo que deja inferir la poca variación o recambio del zooplancton en el transcurso del día manteniendo abundancia similares en la mañana, medio día y tarde.

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga del Totumo se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial y temporal durante el día de muestreo.

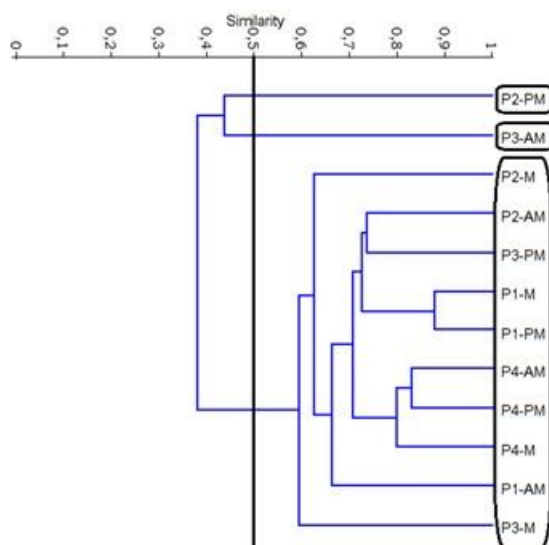


Figura 9-123 Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga del Totumo. A nivel de especie/morfoespecie

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 4 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 89,5% de la variación total (Tabla 9-23). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables fisicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje la temperatura, el porcentaje de saturación de oxígeno y la conductividad; así como las especies *Keratella tropica*, Larva Nauplio, *Brachionus falcatus*, *Platyonus patulus*, *Brachionus angularis*, Cyclopoida Morfoespecie 1 y *Arcella gibbosa*; la mayoría bioindicadora de eutrofia, estratificación y presencia de materia orgánica. Todos los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector. Para el segundo eje se evidenciaron tres distribuciones de las estaciones de muestreo; el Punto 3 con tendencia hacia el sector positivo del segundo eje, separado de los Puntos 4 y 1 que se encuentran más correlacionados con los organismos zooplanctónicos y las variables fisicoquímicas evaluadas, y por último el punto 2, que se encuentra alejado, en el sector negativo del segundo eje. El graficar la elipse del 95% de confiabilidad, se evidencia que los puntos 2 y 3, la conductividad y las especies *Keratella tropica* no reflejan el comportamiento de la ciénaga. Se evidencia de esta manera que el área sur de la ciénaga (Puntos 2 y 3) no es homogénea, mientras que la zona de los Puntos 1 y 4, es más homogénea entre sí y con mayor correlación con las variables zooplanctónicas y fisicoquímicas. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-124.

Tabla 9-23. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 1,992 | 82,028 | 82,0 |
| 2 | 0,181 | 7,4593 | 89,5 |
| 3 | 0,135 | 5,5602 | 95,0 |
| 4 | 0,12 | 4,9521 | 100,0 |

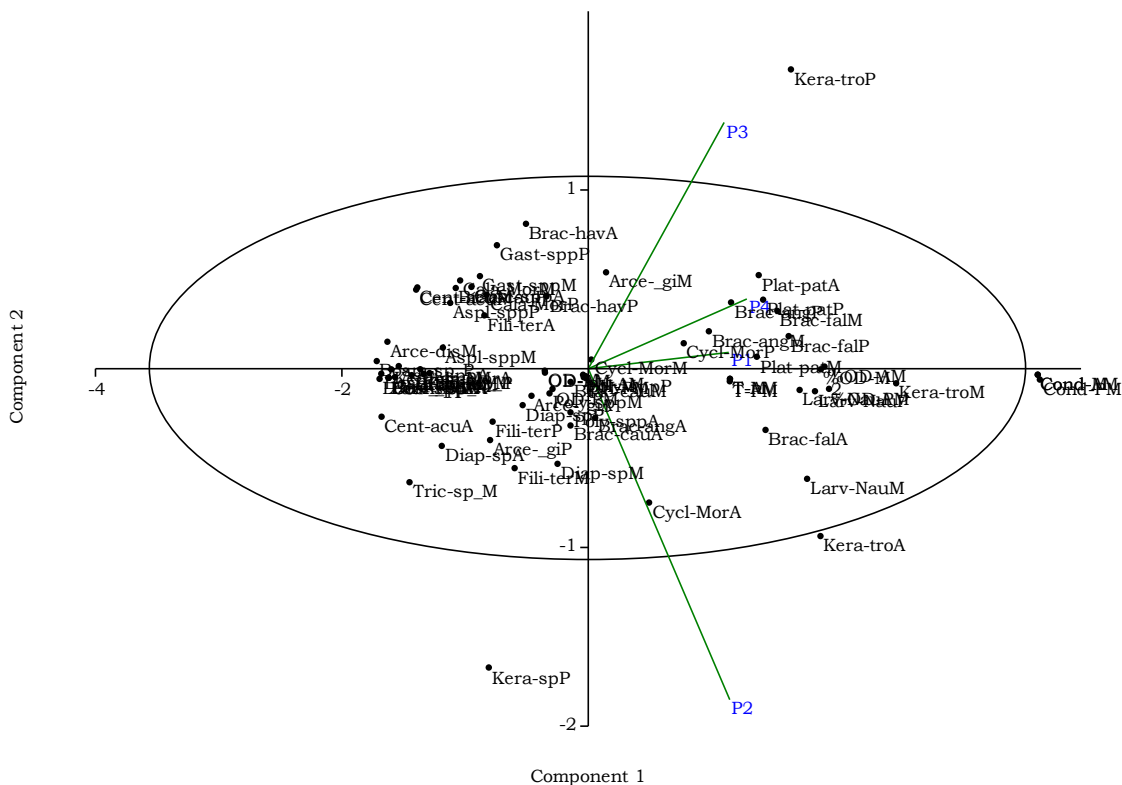


Figura 9-124. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macroinvertebrados bentónicos

En la Cuadro 9-80 se puede observar que la composición de los macroinvertebrados bentónicos fue de tan solo una taxa.

Cuadro 9-80. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga del Totumo

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|------------|---------|---------|--------------|--------------------------------------|
| Animalia | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironomidae - Morfoespecie 1</i> |

La Clase Insecta es la única que se determinó los dos puntos de muestreo por lo que porcentualmente representa el 100% de riqueza y de abundancia (62,4 Organismos/m²) de los puntos de muestreo evaluados en el ecosistemas (Figura 9-125 A-B y C y Mapa 9-35).

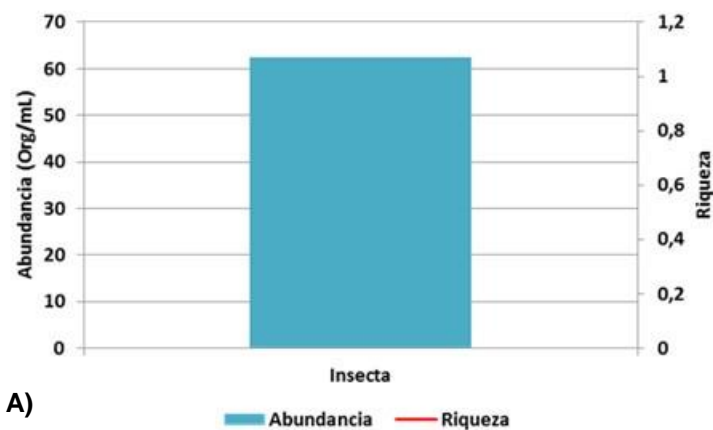
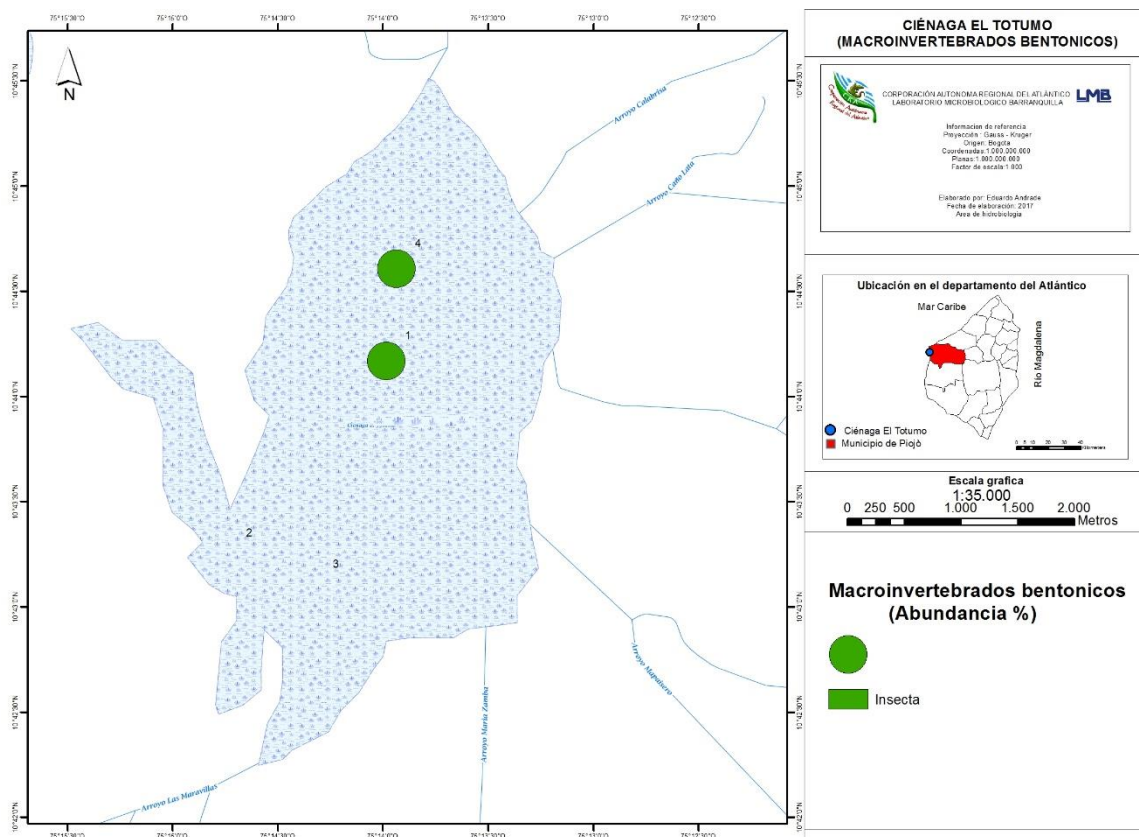


Figura 9-125. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga del Totumo A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase



Mapa 9-35. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo, Ciénaga del Totumo

Como en el punto 2 y 3 no se encontraron organismos, los índices ecológicos solo se determinaron para el punto 1 y 4 (Cuadro 9-81), es evidente que Riqueza es baja con tan solo 1 taxa en ambos puntos, esto hace que el índice de Simpson sea 1 y por ende las abundancia están dominadas por la única taxa que se identificó para este ecosistema, si se mira la diversidad desde Shannon-Wiener, que ratifica escasa diversidad de macroinvertebrados en el la Ciénaga del Totumo.

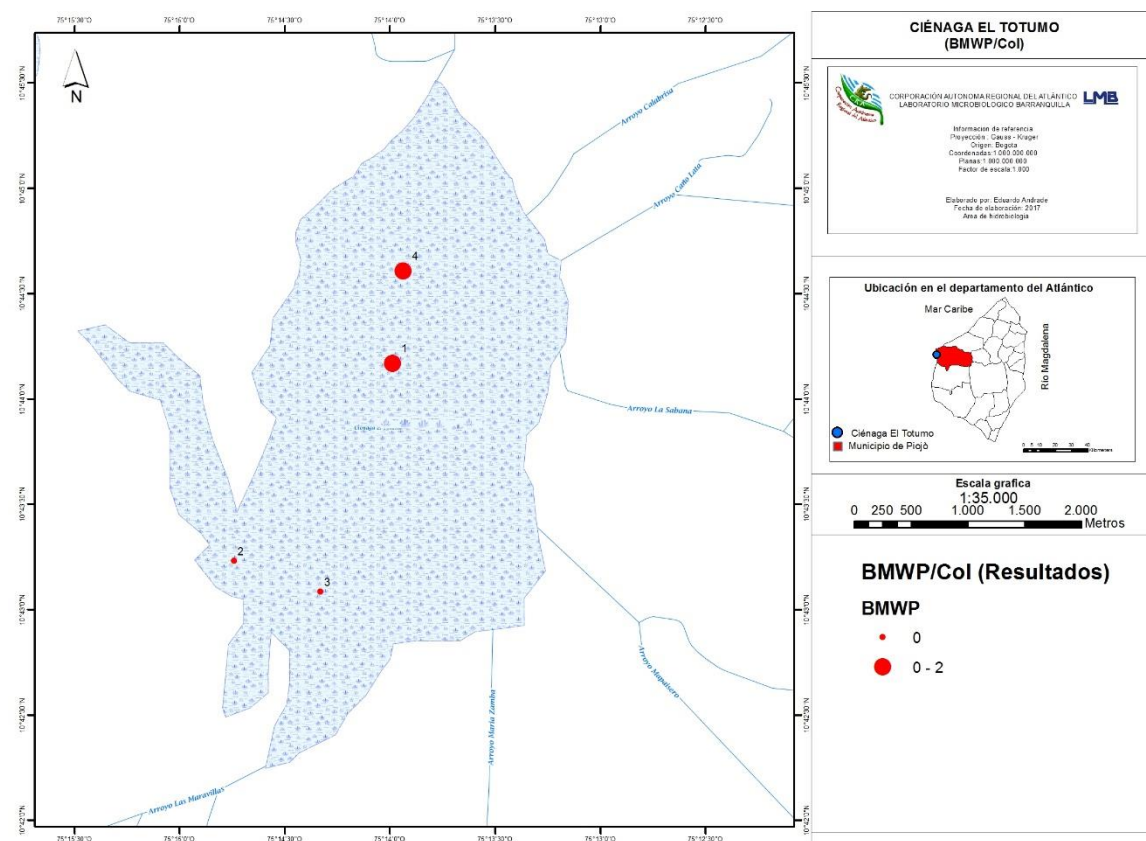
Cuadro 9-81. Índices ecológicos de Macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga del Totumo

| | Riqueza S | Índice de Pielou J' | Shannon-Wiener H'(loge) | Índice de Simpson Λ' |
|---------|--------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Punto 1 | 1 | | 0 | 1 |
| Punto 4 | 1 | | 0 | 1 |

El índice BMWP/Col tanto para el punto 1 y 4 registró un valor de 2 (Cuadro 9-82), lo que podría deberse según el índice a aguas fuertemente contaminadas.

Cuadro 9-82 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga del Totumo

| | Punto 1 | Punto 4 |
|----------------------|---------|---------|
| Familias que puntúan | 1 | 1 |
| Índice BMWP/Col | 2 | 2 |
| Valor ASPT | 2 | 2 |



Mapa 9-36. Valores del índice BMWP/Col en los puntos de la Ciénaga del Totumo

El análisis de clúster para los macroinvertebrados bentónicos no se puede realizar, debido a la falta de datos relacionados con la ausencia de organismos bentónicos.

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos a pesar de reportarse una sola especie, con el fin de resaltar las variables que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga del Totumo, se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Del análisis resultaron 2 componentes, que explicaron el 100% de la variación total (Tabla 9-24). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables porcentaje de saturación de oxígeno y la conductividad, mientras que sobre el sector negativo, la temperatura, pH y oxígeno disuelto; todos los puntos con presencia de macroinvertebrados bentónicos presentaron tendencia hacia este sector. Por otro lado, en el segundo eje se ubicaron en el sector positivo el punto 1, mientras que en el sector negativo del segundo eje se ubicó el Punto 2, correlacionado mejor con la familia Chironomidae. La representación gráfica de la elipse del 95% de confianza demostró que el comportamiento de la familia Chironomidae no representa las variaciones ocurridas en los puntos de muestreo de la ciénaga. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-126.

Tabla 9-24. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 1,07748 | 99,338 | 99,3 |
| 2 | 0,00718 | 0,66199 | 100,0 |

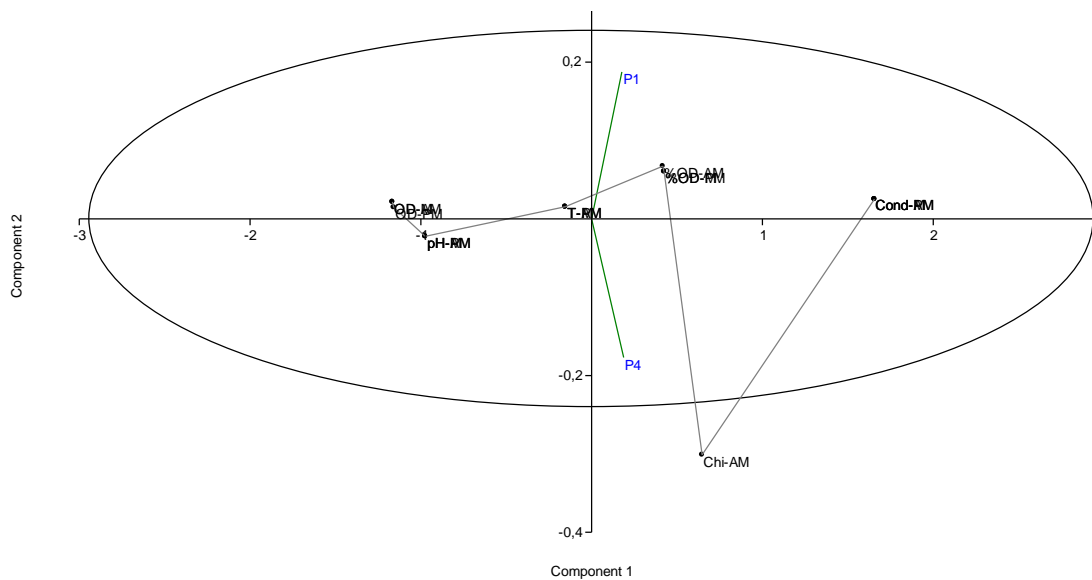


Figura 9-126. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Especies ícticas

No se registraron capturas de peces en la Ciénega el Totumo, esto no quiere decir que no exista la comunidad íctica, es posible que la no obtención de especímenes estén relacionados con las fuertes brisas que se presentaron el día de muestreo lo que influyó de forma negativa en la captura u observación de peces.

9.1.12 Ciénaga de Tocagua

En la Ciénaga de Tocagua se evaluaron las comunidades de productores primarios, perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas, así como las comunidades de consumidores, zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna, con el fin de realizar un análisis de la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas del ecosistema.

9.1.12.1 Comunidades de productores primarios

Fitoperifiton

La composición taxonómica del perifiton reportó 19 taxa, repartidos en 15 Familias, 11 Órdenes, 5 Clases y 3 Divisiones (Cuadro 9-83).

Cuadro 9-83 Composición de la comunidad Fitoperifítica en la Ciénaga de Tocagua

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|-----------------|-------------------|--------------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Cocconeidales | Cocconeidae | <i>Cocconeis spp</i> | |
| | | | Cymbellales | Cymbellaceae | <i>Cymbella spp</i> | |
| | | | | Gomphonemataceae | <i>Gomphoneis spp</i> | |
| | | | | | <i>Gomphonema acuminatum</i> | |
| | | | | | <i>Gomphonema parvulum</i> | |
| | | | Eunotiales | Eunotiaceae | <i>Eunotia spp</i> | |
| | | | Naviculales | Sellaphoraceae | <i>Sellaphora sp</i> | |
| | | | | Stauroneidaceae | <i>Craticula cuspidata</i> | |
| | | | Thalassiophysales | Catenulaceae | <i>Amphora spp</i> | |
| | | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Fragilaria spp</i> |
| | | | Mediophyceae | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella spp</i> |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Chroococcales | Chroococcaceae | <i>Chroococcus spp</i> | |
| | | | | Gomontiellaceae | <i>Komvophoron spp</i> | |
| | | | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium spp</i> | |
| | | | | | <i>Lyngbya spp</i> | |
| | | | | | <i>Limnothrix spp</i> | |
| Synechococcales | Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena spp</i> | | | | |
| Plantae | Chlorophyta | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Neochloridaceae | <i>Golenkinia spp</i> | |
| | | | | Scenedesmaceae | <i>Scenedesmus acuminatus</i> | |

La riqueza evaluada por categoría taxonómica de División muestra que Bacillariophyta con un 58% (11 taxa) es el grupo con mayor riqueza, seguido de las Cyanobacteria con el 32% (6 taxa) y la menor contribución la realiza la División Chlorophyta con el 10% (2 taxa) (Figura 9-127 A-B)

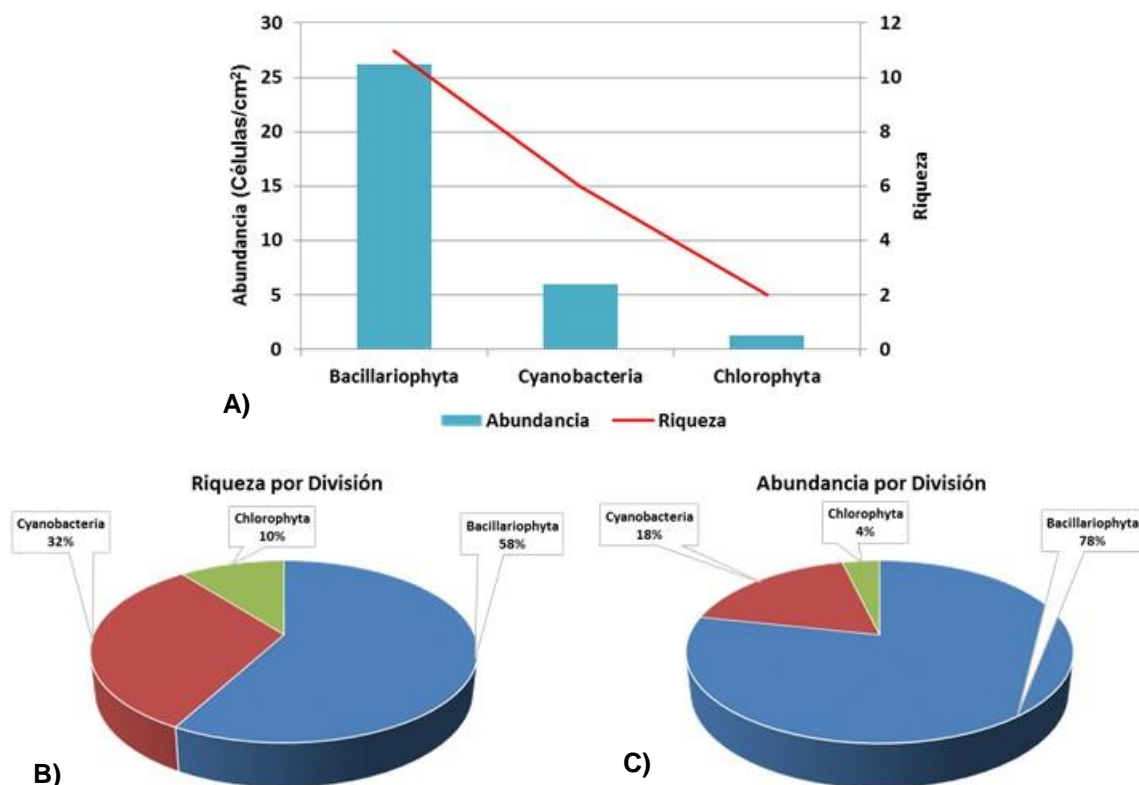


Figura 9-127 Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga de Tocagua. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

La abundancia presenta a la División Bacillariophyta como el grupo de mayor proporción aportando el 78% (26,2 Células/cm²), seguido de Cyanobacteria con el 18% (6 Células/cm²) y Chlorophyta 4% (1,3 Células/cm²) (Figura 9-127 A-C).

Al observar la abundancia por punto de muestreo se evidenció que fue mayor en el Punto 1 (28 Células/cm²), seguido por los Puntos 3 (25,1 Células/cm²) y 4 (17,4 Células/cm²) (Figura 9-128). Se aclara que el Punto 2 no se registró perifiton, por este motivo no se ve reflejado en la Figura 9-128 ni en el Mapa 9-37, además es evidente que en los puntos monitoreados la División Bacillariophyta domina en cuanto a densidad.

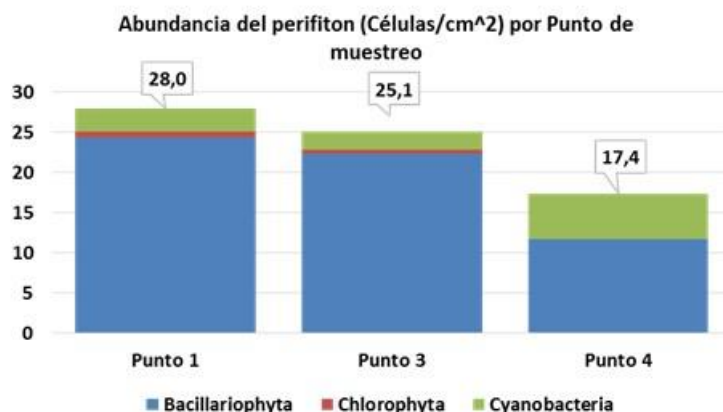
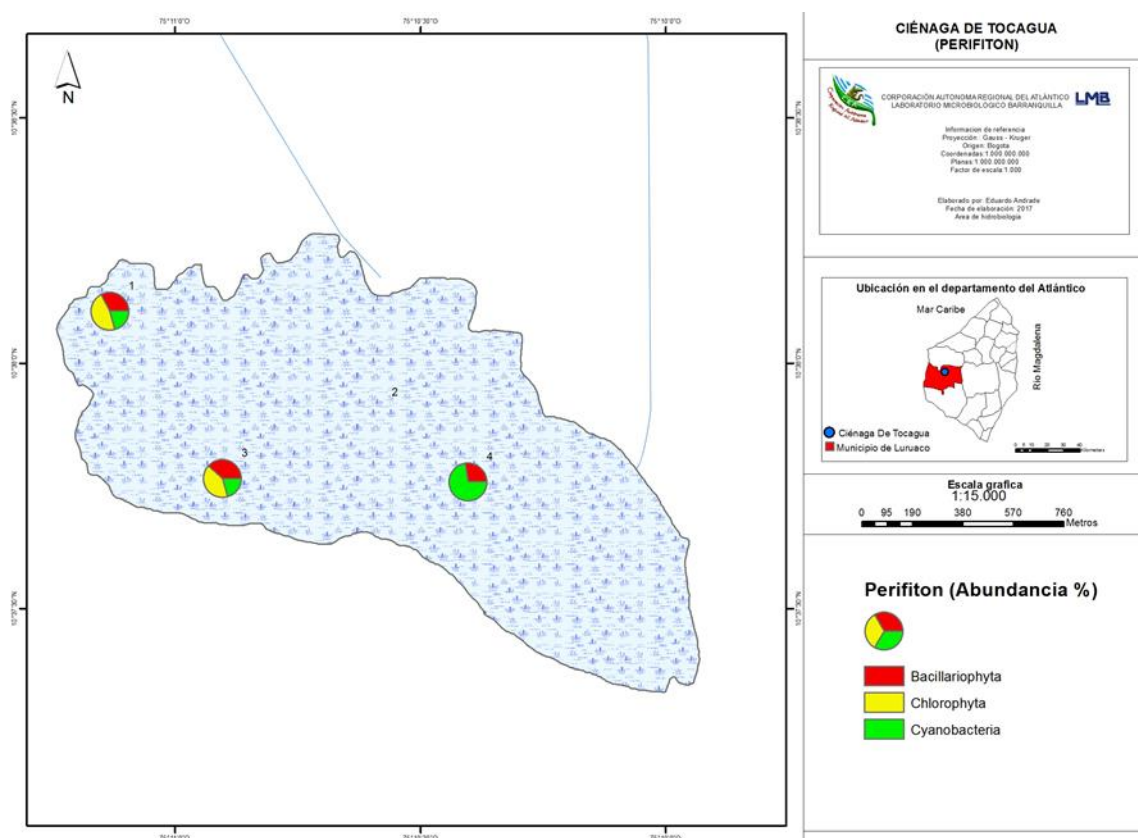


Figura 9-128 Abundancia del Perifiton (Divisiones) por punto de muestreo



Mapa 9-37. Abundancia del fitoperifiton en los puntos de muestreo, Ciénaga de Tocagua

Los índices ecológicos muestran que la riqueza (S) fue mayor en el punto 1, mientras que los puntos 3 y 4 presentan valores decrecientes que van de 7 a 8 individuos (Cuadro 9-84). La dominancia de Simpson (λ') presenta valores que oscilan entre 0,25 para el punto 4, 0,52 para el punto 1 y 0,59 para el punto 3 (Cuadro 9-84) lo que deja inferir que en ninguno de los puntos estudiados de la Ciénaga de Tocagua hay una dominancia por parte de

alguna especie. Por su parte el índice de Pielou (J') fluctuó de 0,47 punto 3 a 0,76 punto 4 (Cuadro 9-84), lo que da cuenta que las abundancias sean más equitativas en el punto 4, mientras que para el puntos 3 las abundancias relativas presenten una tendencia desigual. La diversidad analizada desde el índice de Shannon-Wiener para el perifiton deja ver que en ninguno de los puntos monitoreados se supera el valor de 2nits/individuo (Cuadro 9-84), lo que significa la baja diversidad de perifiton en la Ciénaga de Tocagua.

Cuadro 9-84. Índices ecológicos para el fitoperifiton en la Ciénaga de Tocagua

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-----------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | $H'(\log_e)$ | λ' |
| P1 | 10 | 0,51 | 1,18 | 0,52 |
| P3 | 7 | 0,47 | 0,92 | 0,59 |
| P4 | 8 | 0,76 | 1,58 | 0,25 |

El proceso de eutrofia fue el más indicado en los puntos donde se analizó el perifiton, mostrando que es posible que este fenómeno esté ocurriendo en la ciénaga, al menos en las estaciones muestreadas. También se encontraron indicaciones de posibles de aumentos en la proporción N/P, el cual obtuvo las segundas mayores proporciones en los puntos 1 y 3, mientras que en el 4 se indicó en segundo lugar el pH neutro a ligeramente ácido, se presentaron otros procesos, como por ejemplo turbulencia, mezcla, bajo calcio, sucesión planctónica, entre otros (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

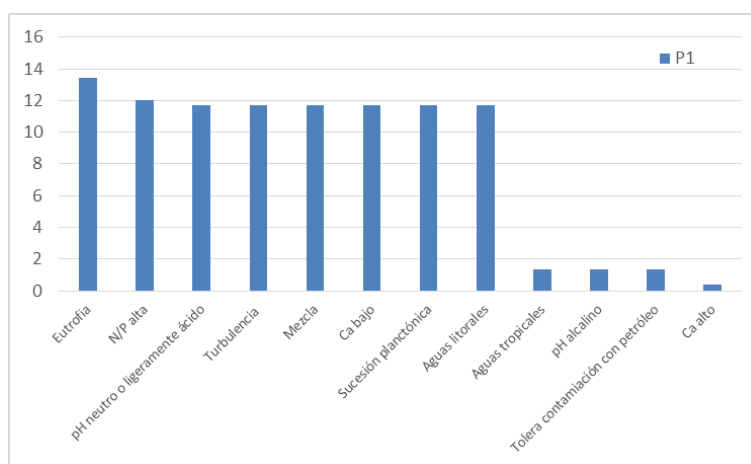
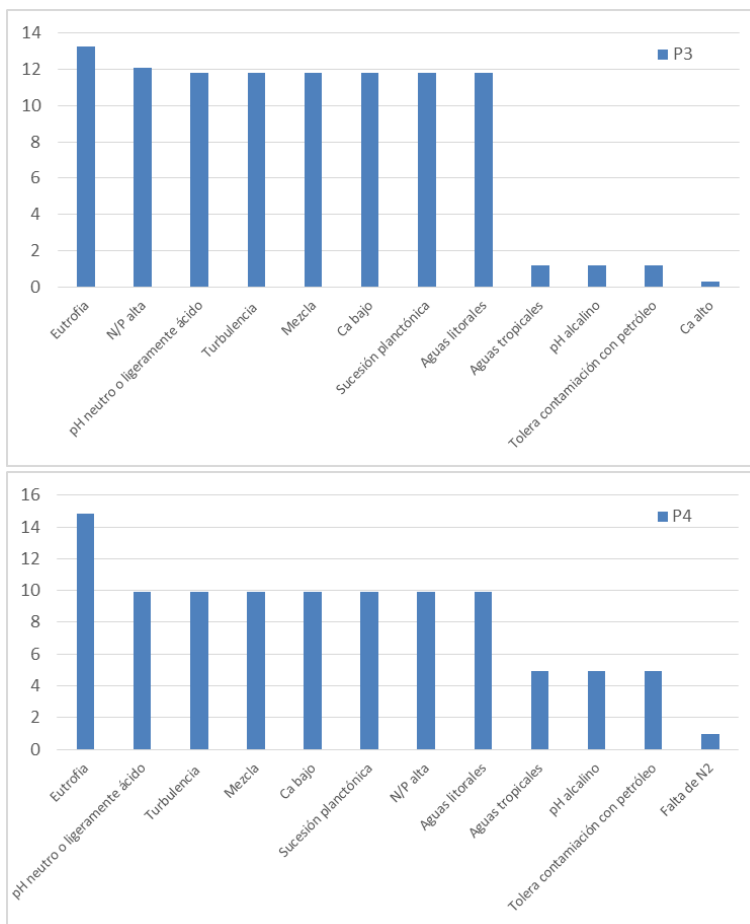


Figura 9-129. Procesos bioindicados (en porcentaje) por los grupos taxonómicos mayores del fitoperifiton en los puntos monitoreados de la Ciénaga de Tocagua



Continuación Figura 9-129. Procesos bioindicados (en porcentaje) por los grupos taxonómicos mayores del fitoperifiton en los puntos monitoreados de la Ciénaga de Tocagua

De acuerdo a Pinilla (2000), las morfoespecies de la división Bacillariophyta indicaron en mayor medida sedimentos y conductividad altos, y eutrofia, mientras que los géneros de cianobacterias mostraron indicación de estratificación y sucesión avanzada. Así mismo, las clorofitas mostraron posible procesos de eutrofia o mesotrofia (Cuadro 9-85).

Cuadro 9-85. Procesos bioindicados por las taxa fitoperifíticas de la Ciénaga de Tocagua
Chromista

Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Amphora spp

Género: Turbulencia

Gomphonema acuminatum

Género: Sedimentos y conductividad altos; Especie: Aguas litorales

Gomphonema parvulum

Género: Sedimentos y conductividad altos; Especie: Eutrofia fría, Sucesión, Aguas poluídas

Eubacteria

Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

Chroococcus spp

Género: Estratificación, Sucesión Avanzada

Lyngbya spp

Género: Estratificación, Sucesión Avanzada, Sedimentos y conductividad altos, Hipereutrofia

Plantae

Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

Golenkinia spp

Género: Hipereutrofia

Scenedesmus acuminatus

Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas

Al observar las variaciones de la comunidad en todos los puntos de la ciénaga, se buscó establecer las diferencias entre los puntos de monitoreo, para lo cual se realizó un dendograma de similaridad utilizando como método de enlace el grupo pareado y como distancia métrica el índice de similaridad de Bray-Curtis; para obtener una mejor interpretación del sistema se realizaron dos análisis, uno a nivel de División y otro a nivel de especie/morfoespecie (Figura 9-130). Para el primero se evidenció que la ciénaga presenta un comportamiento homogéneo en toda su masa de agua, mientras que con el segundo se observó que el Punto 4 es diferente a los Puntos 3 y 1.

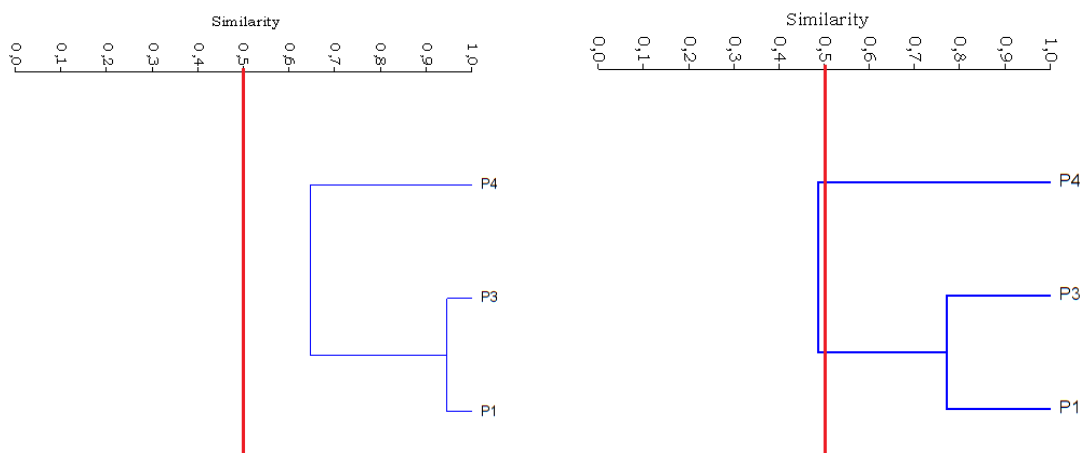


Figura 9-130. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Tocagua. A) Nivel de División B) Nivel especie/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Tocagua, se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 3 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 99,9% de la variación total (Tabla 9-25). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables físicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje la temperatura, el porcentaje de saturación de oxígeno y la conductividad; los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector, así como los organismos de la División Bacillariophyta. Por su parte el pH y el oxígeno disuelto se ubicaron sobre el sector negativo del primer eje, presentando mayor correlación con las concentraciones de Cyanobacteria y Chlorophyta. Sobre el segundo eje se observó que los Puntos 1 y 3 se correlacionan con las Bacilariofitas y las clorofitas, mientras que en el sector negativo lo hacen el Punto 4, las cianobacterias y las variables físicoquímicas. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-6.

Tabla 9-25. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 2,53794 | 86,14 | 86,1 |
| 2 | 0,19663 | 6,6736 | 92,8 |
| 3 | 0,09774 | 3,3175 | 96,1 |
| 4 | 0,06738 | 2,2868 | 98,4 |
| 5 | 0,03437 | 1,1664 | 99,6 |
| 6 | 0,00772 | 0,26199 | 99,8 |
| 7 | 0,00427 | 0,14479 | 100,0 |
| 8 | 0,00026 | 0,00892 | 100,0 |

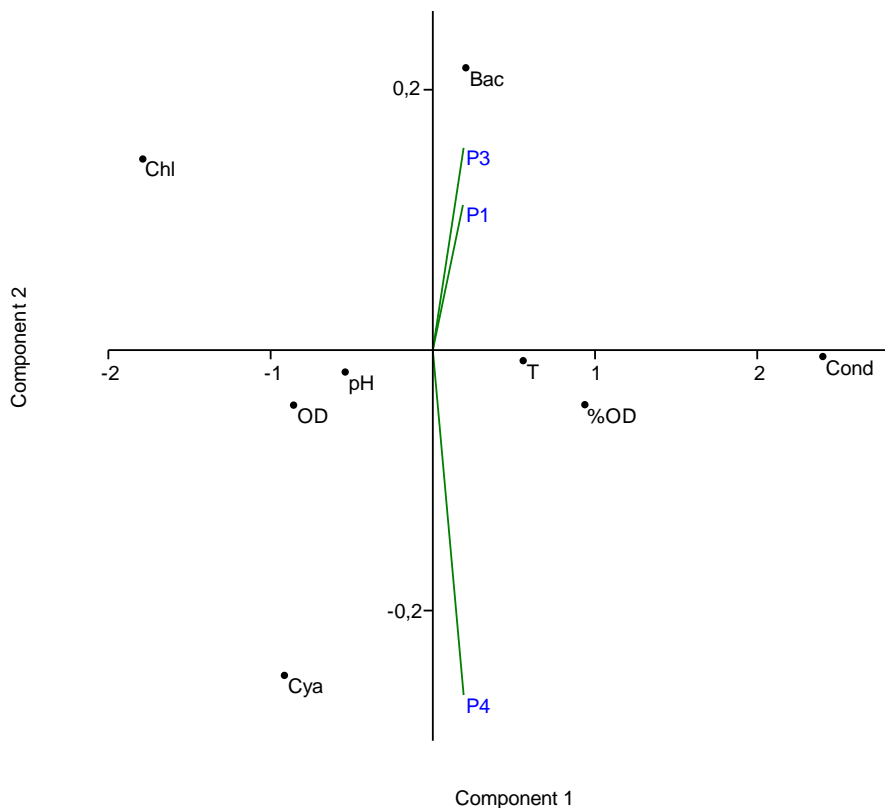


Figura 9-131. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

De los 3 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 92% de la variación total (Tabla 9-26). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables fisicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje las variables fisicoquímicas analizadas; todos los Puntos de muestreo se correlacionaron hacia este sector, incluyendo la especie *Eunotia* spp y *Limnothrix* spp, las cuales pertenecen a divisiones que comparten por bioindicación la eutrofia. Así mismo en el sector positivo del segundo eje se ubicó el punto 3, correlacionado con las especies *Fragilaria* spp, *Chroococcus* spp y *Pseudanabaena* spp, *Phormidium* spp, *Lyngbya* spp y *Cyclotella* spp. Las especies restantes se correlacionaron negativamente con las variables fisicoquímicas evaluadas. La mayoría de las especies mencionadas pertenecen a la División Bacillariophyta y Cyanobacteria, lo que unido al predominio en riqueza y abundancia de los organismos de dicha división indican que la ciénaga presenta procesos de turbulencia y mezcla. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-6.

Tabla 9-26. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 0,193575 | 81,381 | 81,4 |
| 2 | 0,0251795 | 10,586 | 92,0 |
| 3 | 0,0191088 | 8,0335 | 100,0 |

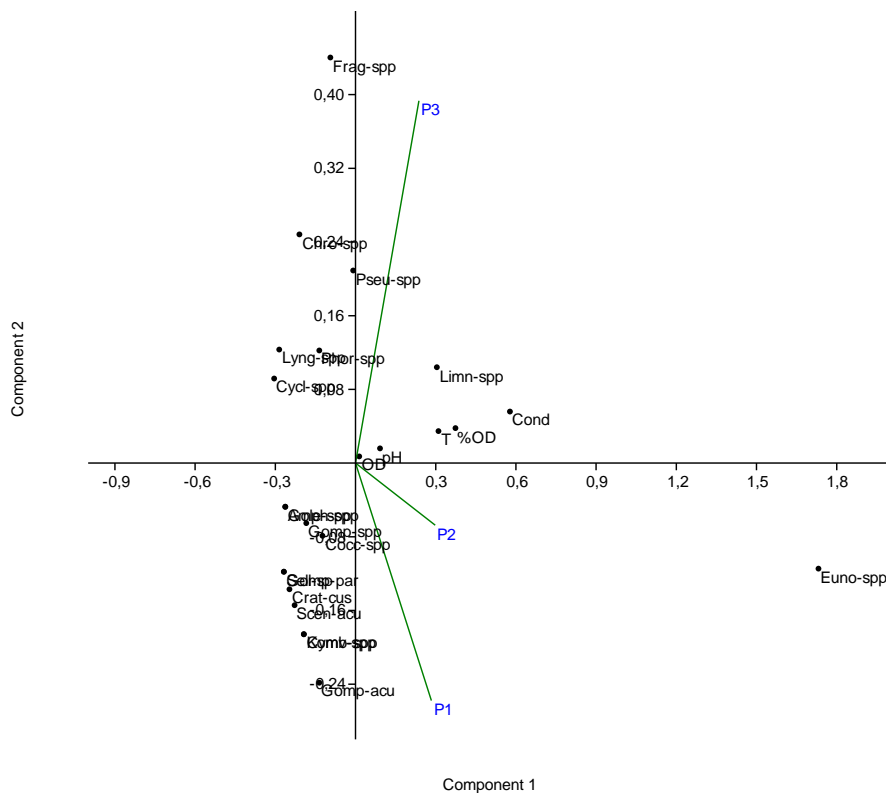


Figura 9-132. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Fitoplancton

La composición taxonómica de la comunidad fitoplanctónica de la Ciénaga de Tocagua registró 43 taxa, distribuidas en 24 Familias, 17 Ordenes, 10 Clases y 6 Divisiones (Cuadro 9-86).

Cuadro 9-86 . Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Tocagua

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|--------------|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia spp</i> |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula spp</i> |
| | | Coccinodiscophyceae | Melosirales | Melosiraceae | <i>Melosira sp</i> |
| | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Fragilaria sp</i> |
| | | | | <i>Fragilaria spp</i> | |
| Mediophyceae | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella spp</i> | | |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Chroococcales | Microcystaceae | <i>Microcystis spp</i> |
| | | | Nostocales | Nostocaceae | <i>Anabaena sp</i> |
| | | | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium spp</i> |
| | | | Synechococcales | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya spp</i> |
| | | | | | |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | | | | |
|---------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| Plantae | Chlorophyta | Conjugatophyceae | Zygnematales | Zygnemataceae | <i>Planktolyngbya spp</i> | | | | |
| | | | | | Merismopediaceae | <i>Aphanocapsa spp</i> | | | |
| | | | | | | <i>Merismopedia spp</i> | | | |
| | | | | | Pseudanabaenaceae | <i>Limnothrix spp</i> | | | |
| | | | | | | <i>Pseudanabaena spp</i> | | | |
| | | | | | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Chlamydomonadales | Chlamydomonadaceae | <i>Mougeotia spp</i> |
| | | | | | | | | | <i>Chlamydomonas spp</i> |
| | | | | | | | Volvocaceae | <i>Eudorina spp</i> | |
| | | | | | | | | <i>Pandorina spp</i> | |
| | | | | | | | Hydrodictyceae | <i>Tetraëdron spp</i> | |
| | | | | | | | | Neochloridaceae | <i>Golenkinia spp</i> |
| | | Scenedesmaceae | <i>Coelastrum spp</i> | | | | | | |
| | | | <i>Desmodesmus spp</i> | | | | | | |
| | | Selenastraceae | <i>Scenedesmus javanensis</i> | | | | | | |
| | | | <i>Monoraphidium arcuatum</i> | | | | | | |
| | | Trebouxiophyceae | Chlorellales | Chlorellaceae | <i>Monoraphidium sp</i> | | | | |
| | | | | | <i>Monoraphidium spp</i> | | | | |
| | | | | | <i>Selenastrum spp</i> | | | | |
| | | | | | <i>Actinastrum sp</i> | | | | |
| | | | | | <i>Actinastrum spp</i> | | | | |
| | | | | | <i>Chlorella spp</i> | | | | |
| | | | | | Oocystaceae | <i>Lagerheimia sp</i> | | | |
| | | <i>Oocystis spp</i> | | | | | | | |
| Ordo incertae sedis | Familia incertae sedis | <i>Crucigenia spp</i> | | | | | | | |
| | | <i>Crucigenia tetrapedia</i> | | | | | | | |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Euglena spp</i> | | | | |
| | | | | | <i>Strombomonas sp</i> | | | | |
| | | | | | <i>Strombomonas spp</i> | | | | |
| | | | | | <i>Trachelomonas sp</i> | | | | |
| | | | | Phacaceae | <i>Trachelomonas spp</i> | | | | |
| | | | | | <i>Lepocinclis spp</i> | | | | |
| | | | | | <i>Phacus spp</i> | | | | |
| | | | | | | | | | |

La abundancia del fitoplancton en la Ciénaga de Tocagua analizada desde la categoría taxonómica de División, posesiona a los organismos del grupo Chlorophyta como el de mayor abundancia con 44,8%, lo que equivale (4, 37 Células/mL) seguido de las Cyanobacteria con un 30,9% (3,01 Células/mL), Bacillariophyta 13,8% (1,34 Células/mL), Euglenozoa 10,2% (1,00 Células/mL) y en menor contribución se encuentran las Divisiones Charophyta y Ochrophyta con el 0,2% (0,025 Células/mL) (Figura 9-133 A-C).

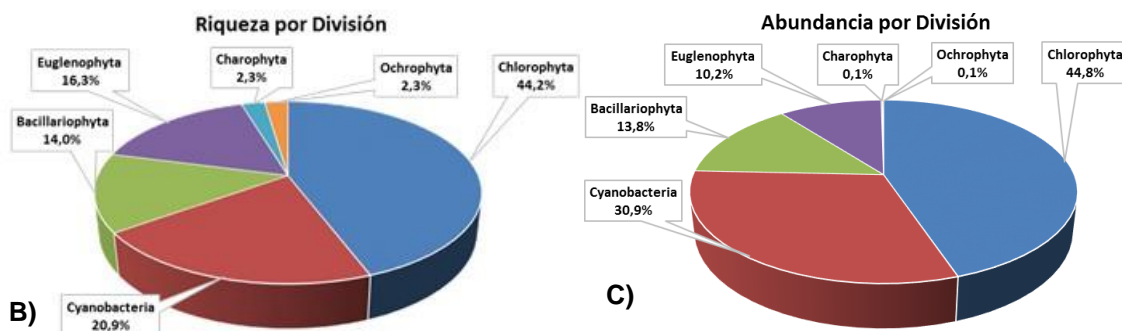
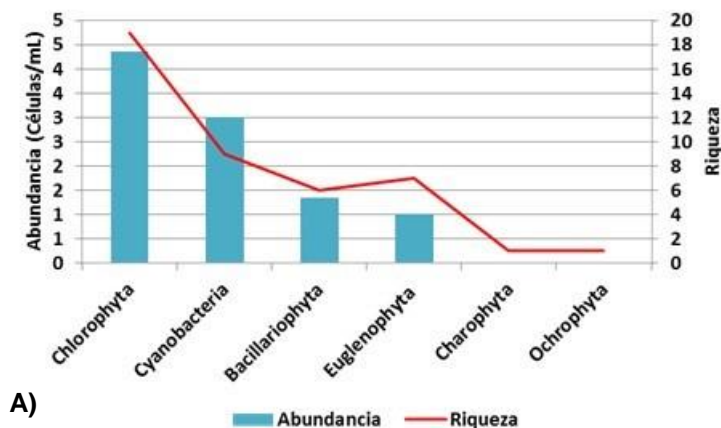
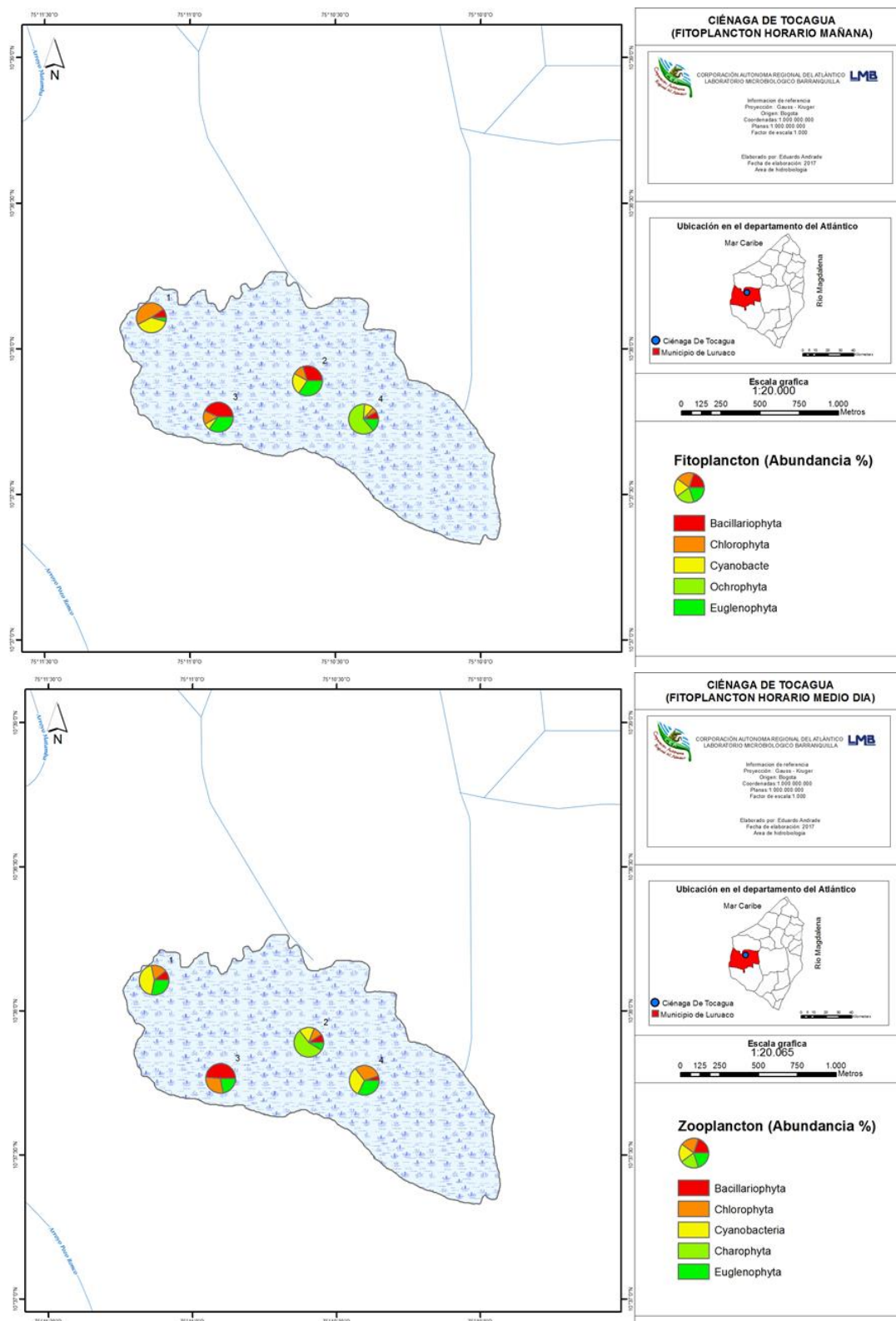
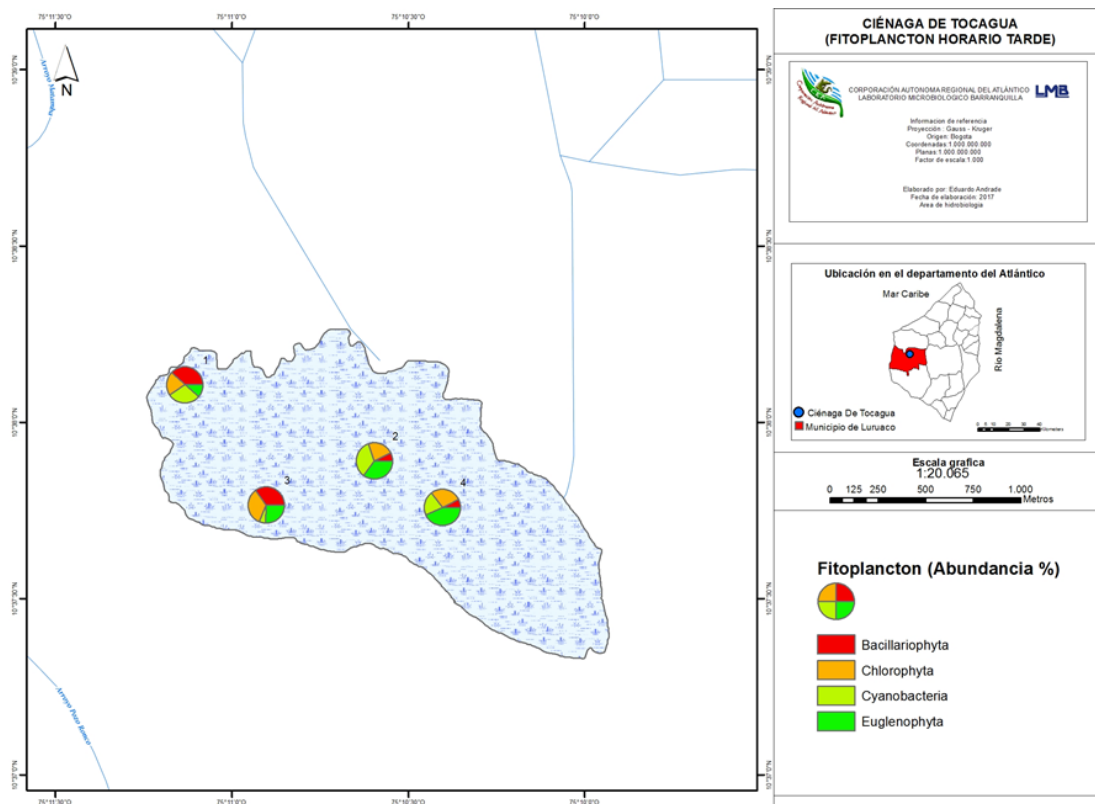


Figura 9-133. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga de Tocagua. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

En cuanto a la riqueza el fitoplancton en la Ciénaga de Tocagua, se puede observar que estuvo liderada por las taxa pertenecientes a la División Chlorophyta con el 44,2% de la riqueza total, representado en (19 taxa), en segundo lugar se ubicaron el grupo de las Cyanobacteria aportando el 20,9% (9 morfoespecie), seguido de Euglenophyta con el 16,3% (7 taxa), Bacillariophyta con un 14% (6 taxa) y en el último lugar se ubican las Divisiones Charophyta y Ochrophyta que contribuyeron con un 2,3% cada una, equivalentes a 1 taxa para cada División (Figura 9-133 A-B). La distribución de las abundancias de las divisiones por punto y horario de muestreo se observa en el Mapa 9-38.



Mapa 9-38. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Tocagua



Continuación Mapa 9-38. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Tocagua

Los resultados obtenidos para los índices ecológicos por punto de monitoreo, muestran que la riqueza específica (S) varío de una hora otra, para el punto 1 P1-AM alcanzó un valor de 14 taxa en la mañana, 11 al medio día y 16 en horas de la tarde. Por su parte el punto 2 fluctuó entre 14 (P2-AM, P2-M) y 15 taxa (P2-PM); el punto 3 lo hizo entre 12 (P2-AM) y 10 taxa (P3-M, P3-PM), y por último el punto 4 registro 19 taxa en la mañana, 16 al medio día y 17 en la tarde (Cuadro 9-87), es posible que estas transiciones de diversidad estén asociadas a cambios de las condiciones ambientales que se presentan a lo largo del día, como intensidad de la luz, velocidad del viento y variaciones de parámetros fisicoquímicos.

El índice de equidad de Pielou (J') fue alto en los cuatro puntos evaluados con valores que van de 0,75 a 0,94 (Cuadro 9-87), lo que da cuenta de un ecosistema con abundancias relativamente uniformes; así mismo el índice de Simpson (λ'), presentó valores bajos que oscilan entre 0,10 y 0,19 (Cuadro 9-87), lo que indica que no hay dominancia por parte de un grupo específico.

Cuadro 9-87 Índices ecológicos Ciénaga de Tocagua

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | Λ' |
| P1-AM | 14 | 0,87 | 2,30 | 0,12 |
| P2-AM | 14 | 0,93 | 2,45 | 0,10 |
| P3-AM | 12 | 0,94 | 2,33 | 0,11 |
| P4-AM | 19 | 0,81 | 2,40 | 0,11 |
| P1-M | 11 | 0,93 | 2,23 | 0,13 |
| P2-M | 14 | 0,91 | 2,39 | 0,10 |
| P3-M | 10 | 0,88 | 2,02 | 0,16 |
| P4-M | 16 | 0,80 | 2,21 | 0,15 |
| P1-PM | 16 | 0,88 | 2,43 | 0,11 |
| P2-PM | 15 | 0,75 | 2,04 | 0,19 |
| P3-PM | 10 | 0,84 | 1,94 | 0,17 |
| P4-PM | 17 | 0,88 | 2,49 | 0,10 |

La diversidad analizada desde índice de Shannon-Wiener para cada uno de los puntos de monitoreo presento valores intermedios, con valores superiores a 2 nits/Individuo en casi todos los puntos; con excepción del punto 3 en el horario de la tarde, cuyo valor fue de 1,94 nits/Individuo (Cuadro 9-87), en términos generales se puede decir que en la Ciénaga de Tocagua la diversidad del fitoplancton es mediana y que presenta pequeñas variaciones a lo largo del día que no representan un cambio significativo en los valores de diversidad.

Como se puede ver en la Figura 9-134, el proceso más indicado por las divisiones de la comunidad fitoplanctónica fue eutrofia, predominante en todos los puntos y horarios de muestreo; altas proporciones de N/P se presentaron como las segundas más indicadas en los puntos 1 y 4, mientras que en los puntos 2 y 3, el segundo proceso después de eutrofia fue aguas tropicales. Otros procesos con importancia fueron alto calcio, pH alcalino, turbulencia, mezcla, entre otros. Se aprecia un posible proceso de enriquecimiento en este cuerpo de agua, similar a lo encontrado en otros cuerpos de la región.

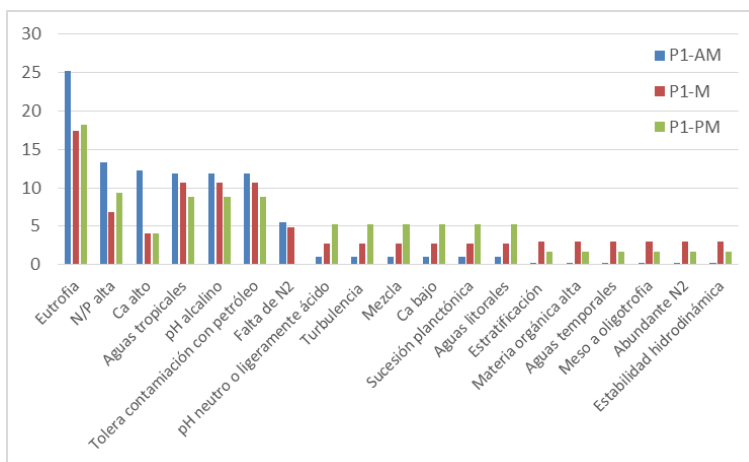
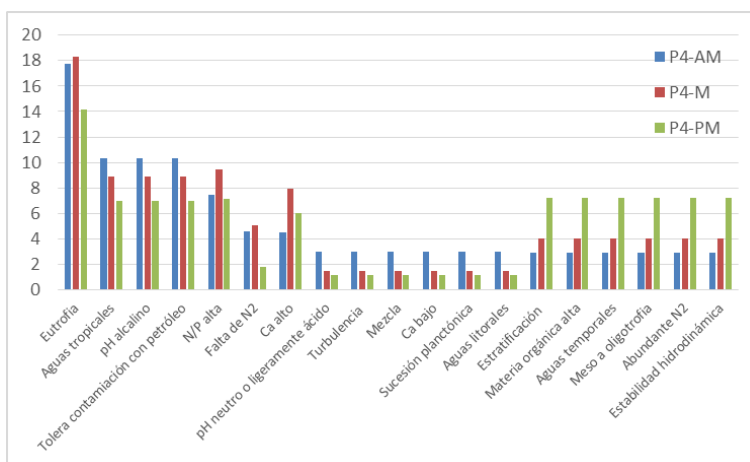
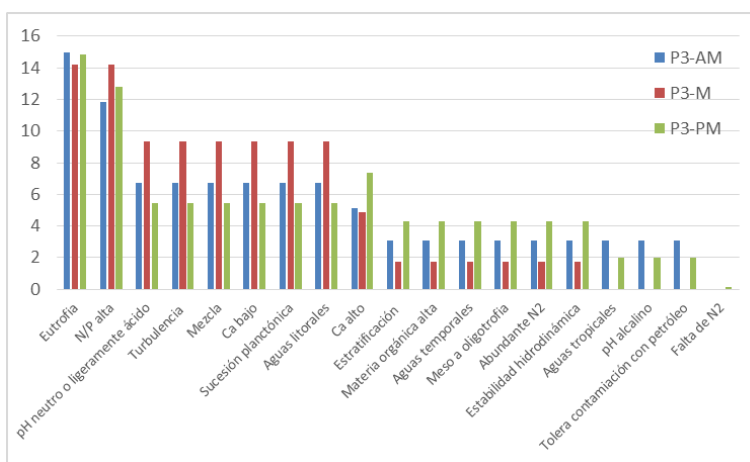
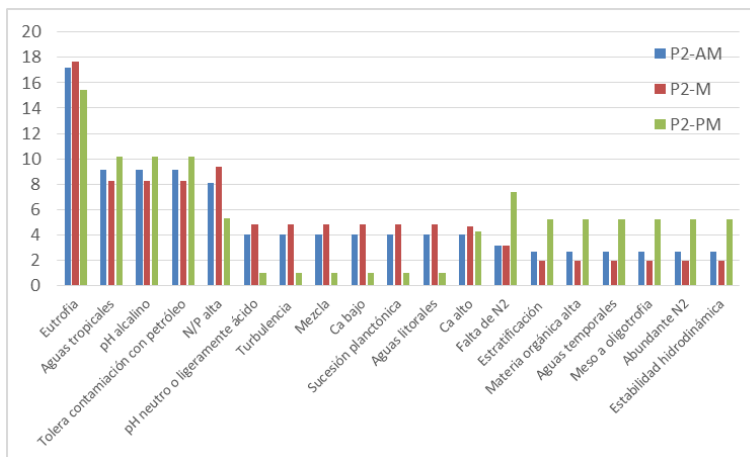


Figura 9-134. Procesos bioindicados por las Divisiones de fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Tocagua, durante los horarios de muestreo.



Continuación Figura 9-134. Procesos bioindicados por las Divisiones de fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Tocagua, durante los horarios de muestreo.

Los géneros de la división Bacillariophyta indicaron posibles procesos de sucesión, eutrofia, mezcla intensa y turbulencia, mientras que las Ochrophyta, mostraron indicaciones de oligotrofia. Los principales procesos mostrados por las cianobacterias fueron eutrofia, mezcla, turbulencia, y estratificación. Un único género de Charophyta mostró aguas turbias y eutrofia, y así mismo, las clorofitas indicaron en mayor medida eutrofia y mesotrofia. Finalmente, las euglenofitas mostraron indicaciones de materia orgánica y eutrofia (Cuadro 9-88).

Cuadro 9-88. Procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas, Ciénaga de Tocagua

Chromista

División Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

| | |
|----------------------|---|
| <i>Melosira</i> sp | Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia |
| <i>Navicula</i> spp | Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos |
| <i>Nitzschia</i> spp | Género: Turbulencia, Mezcla |

División Ochrophyta

Oligotrofia

| | |
|-------------------------|---------------------|
| <i>Centrtractus</i> spp | Género: Oligotrofia |
|-------------------------|---------------------|

Eubacteria

División Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

| | |
|-------------------------|---|
| <i>Anabaena</i> sp | Género: Mezcla y turbulencia, Mesotrofia, Ultraoligotrofia. |
| <i>Merismopedia</i> spp | Estratificación térmica y química |
| <i>Microcystis</i> spp | Género: Eutrofia |

Plantae

División Charophyta

Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad)

| | |
|----------------------|---------------------------------|
| <i>Mougeotia</i> spp | Género: Aguas turbias, eutrofia |
|----------------------|---------------------------------|

División Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

| | |
|-------------------------------|--|
| <i>Chlorella</i> spp | Género: Eutrofia, Oxidación de aguas servidas, Hipereutrofia |
| <i>Crucigenia</i> spp | Género: Meso a eutrofia |
| <i>Crucigenia tetrapedia</i> | Género: Meso a eutrofia fría |
| <i>Desmodesmus</i> spp | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas |
| <i>Eudorina</i> spp | Género: Baja mineralización, Meso a eutrofia, Periodo seco |
| <i>Golenkinia</i> spp | Género: Hipereutrofia |
| <i>Oocystis</i> spp | Género: Resistencia a pesticidas |
| <i>Pandorina</i> spp | Género: Baja mineralización, Meso a eutrofia |
| <i>Scenedesmus javanensis</i> | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas |

Protozoa

División Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N₂, Estabilidad hidrodinámica

Euglena spp

Género: Resistencia a pesticidas, Eutrofia, Materia orgánica

Lepocinclis spp

Género: Materia orgánica

Phacus spp

Género: Materia orgánica

Trachelomonas sp

Género: Eutrofia

Trachelomonas spp

Género: Eutrofia

Para establecer diferencia entre los 4 puntos y sus horarios de colecta (AM, M y PM) de la comunidad del fitoplancton en la Ciénaga Mallorquín se realizó un análisis clúster a partir de la matriz de similitud de Bray-Curtis, se puede observar la formación de cinco conglomerados (Figura 9-135), de los cuales dos grupos son unitarios, uno conformado por el punto P1-M con una similitud del 15% respecto al resto de grupos, el otro grupo unitario es constituido por el punto P1-M con una similitud 45% con el resto de grupos, mientras que el conglomerado formado por los puntos 4 (AM, M y PM) y 2 (M y PM) presentan un grado de similitud del 53%, por su parte el grupo que reúne al punto 3 (AM, M y PM) tienen una similitud un poco por arriba del 50% y por último se puede destacar el conglomerado que asocia el punto P2-AM y P1-PM los cuales presentan una similitud del 65%. De manera que para el zooplancton se establece un comportamiento heterogéneo en la mayor parte de la ciénaga.

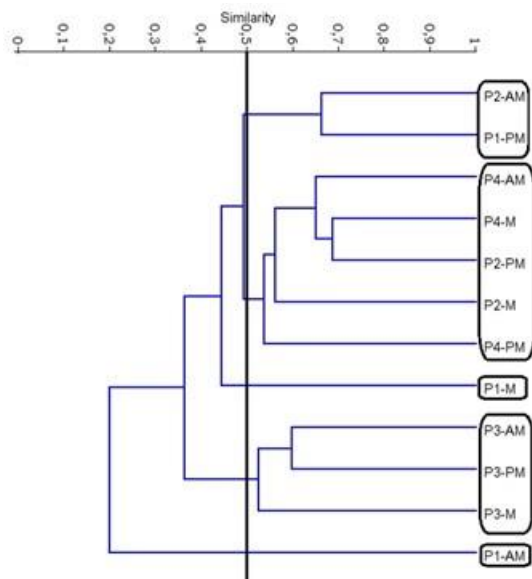


Figura 9-135 Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Tocagua. A nivel de especie/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Tocagua

se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se presentan los 11 componentes resultantes del análisis, que explicaron el 99,7% de la variación total (Tabla 9-27). El sector positivo del primer eje asociado con las variables fisicoquímicas pH, temperatura, y conductividad, así como al porcentaje de saturación de oxígeno y oxígeno disuelto, aunque estos últimos no se correlacionaron fuertemente entre sí, durante los tres horarios. Al graficarse la elipse del 95% de correlación se observaron que los puntos de muestreo 3 y 1, así como las variables porcentaje de saturación de oxígeno, temperatura y conductividad se encuentran poco correlacionados. Los puntos de muestreo presentaron tendencia hacia este sector. Por otro lado, al observar el segundo eje, se ubicaron sobre el sector positivo los puntos 2, 3 y 4; los cuales presentaron correlación positiva con las concentraciones de microalgas de las especies *Navicula* spp, *Chlorella* spp, *Phacus* spp, *Cyclotella* spp y *Limnotherix* spp; especies cuya bioindicación de materia orgánica, eutrofia, oxidación de aguas servidas, resistencia a pesticidas y turbulencia, e indican que la ciénaga está sometida a un proceso eutrófico avanzado. Por otra parte, en el sector negativo del segundo eje se ubicó el Punto 1, correlacionada con las especies *Microcystis* spp y *Leptolyngbya* spp, especies cuya bioindicación general de eutrofia, falta de nitrógeno y pH alcalino ratifican lo indicado anteriormente, así mismo la bioindicación de tolerancia a la contaminación con petróleo puede indicar la cercanía del punto de muestreo a la zona del puerto de pescadores que hay en la ciénaga. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-136.

Tabla 9-27. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|---------------|-----------------------|
| 1 | 0,913093 | 99 | 98,8 |
| 2 | 0,00707545 | 0,8 | 99,6 |
| 3 | 0,0028227 | 0,3 | 99,9 |
| 4 | 0,00126982 | 0,1 | 100,0 |

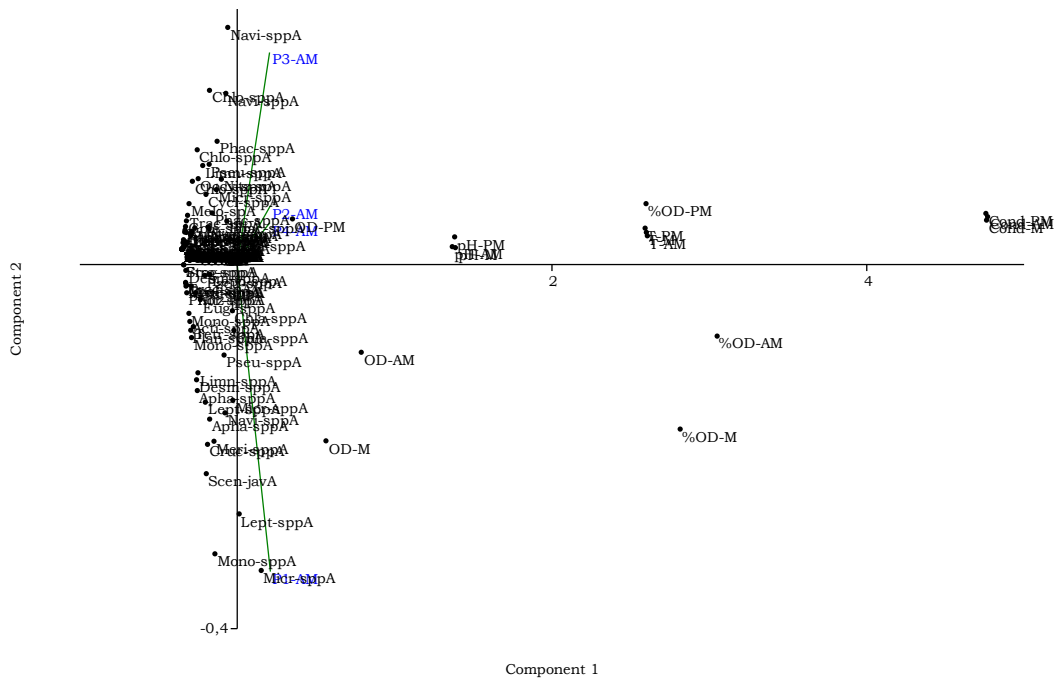
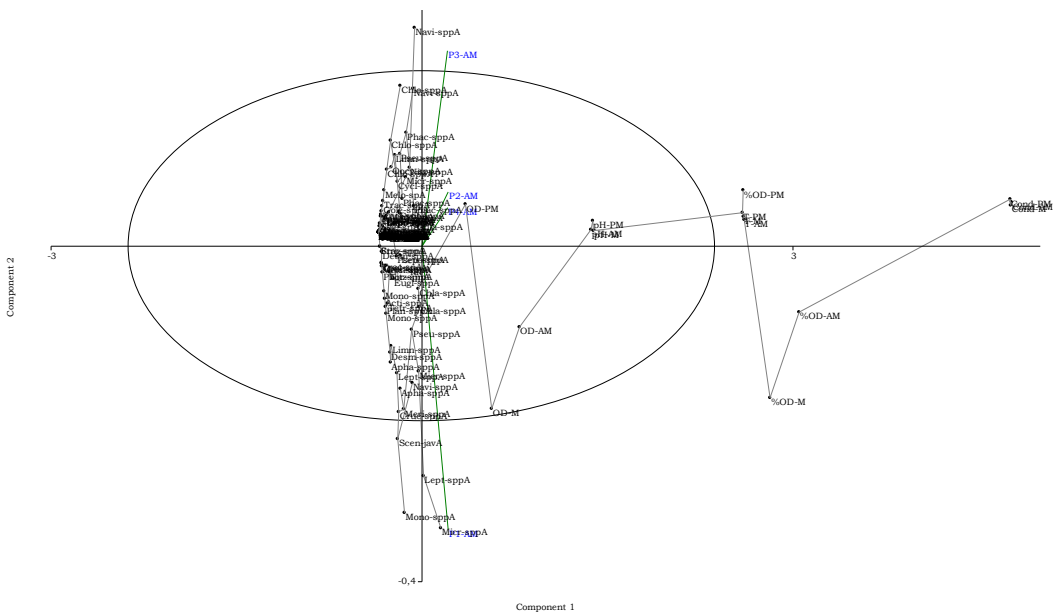


Figura 9-136. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Representación gráfica y B) con la elipse del 95%



Continuación Figura 9-136. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Representación gráfica y B) con la elipse del 95%

Macrófitas acuáticas

La composición taxonómica de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Tocagua registró 5 taxa, distribuidas en 4 Familias, 4 Órdenes, 3 Clases y 1 División (Cuadro 9-89)

Cuadro 9-89 Composición taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga de Tocagua

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|---------|--------------|----------------|-------------|--------------|-----------------------------|
| Plantae | Tracheophyta | Liliopsida | Alismatales | Araceae | <i>Lemna aequinoctialis</i> |
| | | | | | <i>Pistia stratiotes</i> |
| | | | Poales | Poaceae | <i>Paspalum sp</i> |
| | | Magnoliopsida | Fabales | Fabaceae | <i>Neptunia sp</i> |
| | | Polypodiopsida | Salviniales | Salviniaceae | <i>Salvinia sp</i> |

Solo se realizó el muestreo de macrófitas en los puntos 1 y 2, debido a que en los puntos 3 y 4 no se observaron macrófitas acuáticas, en los puntos evaluados se determinó que *Pistia Stratiotes* es la planta con mayor porcentaje de cobertura vegetal 53,5, seguido de *Lemna aequinoctialis* con el 9,1%, *Neptunia sp* 7,8%, *Paspalum sp* 1,6% y en menor porcentaje *Salvinia sp* 1,3%, el resto de la cobertura total lo complementa un área sin vegetación (Desnuda) que representa un 31,9% del área estudiada (Figura 9-137).

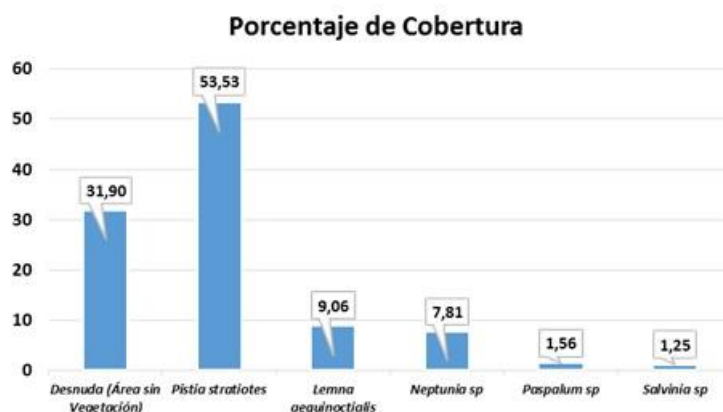


Figura 9-137 Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Tocagua

La evaluación de las coberturas por taxa en cada uno de los puntos monitoreados permitió establecer que en el punto 1 predominó *Pistia Stratiotes*, con un 57,4% del área evaluada, seguido de *Lemna aequinoctialis* 9,1%, *Neptunia sp* 7,2% y *Paspalum sp* 1,9% (Figura 9-138 A y Mapa 9-39). Igualmente se observaron los biotopos por especie, evidenciándose la presencia de 4 taxa de macrófitas pertenecientes a los biotopos Ephydata (*Neptunia sp*), Acropleustophyta (*P. Stratiotes*, *L. aequinoctialis*) y Helophyta (*Paspalum sp*) (Figura 9-138 B), el primer biotopo se caracteriza por que la planta está enraizada al sedimento y con hojas flotantes parcialmente en contacto con la atmósfera, usualmente no emergidas,

pueden utilizar CO₂ del aire, el segundo biotopo se identifica porque son plantas errantes, cuyas raíces no están adheridas al sedimento y se encuentra flotando en la columna de agua, en la interface aire-agua, parte superior de la planta normalmente seca que fija CO₂ atmosférico para sus procesos metabólicos. El tercer biotopo corresponde a plantas enraizadas en el sedimento y parte de la estructura vegetativa se encuentra la mayor parte del tiempo sobre la superficie del agua.

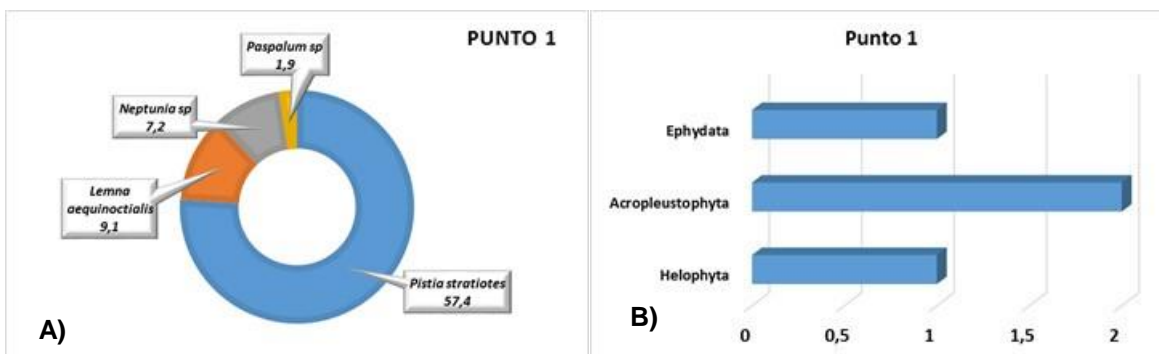


Figura 9-138 Punto 1 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

En el punto 2 *P. stratiotes* presenta el mayor porcentaje de cobertura 49,7%, seguido de *Neptunia sp* con 8,4%, *Paspalum sp* y *Salvinia sp* aportaron el 1,3% cada una (Figura 9-139 A y Mapa 9-39), de igual forma que el punto se determinaron tres biotopos Ephydata (*Neptunia sp*), Acropleustophyta (*P. Stratiotes*, *Salvinia sp*) y Helophyta (*Paspalum sp*) (Figura 9-139 B).

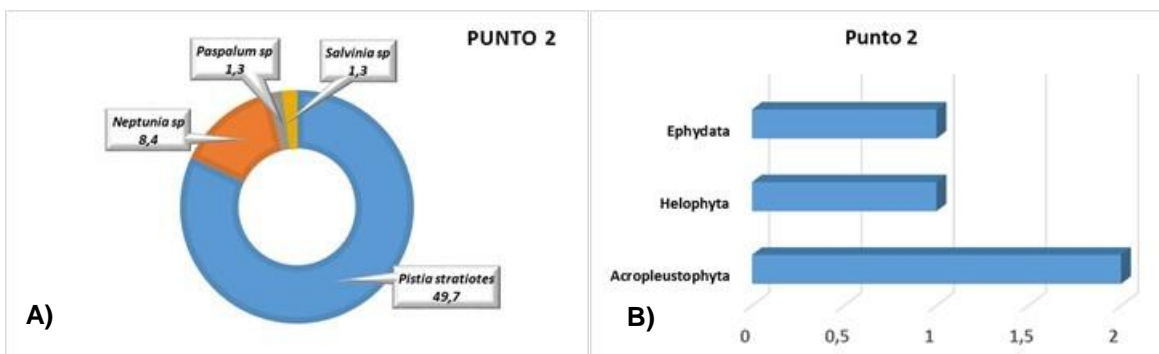
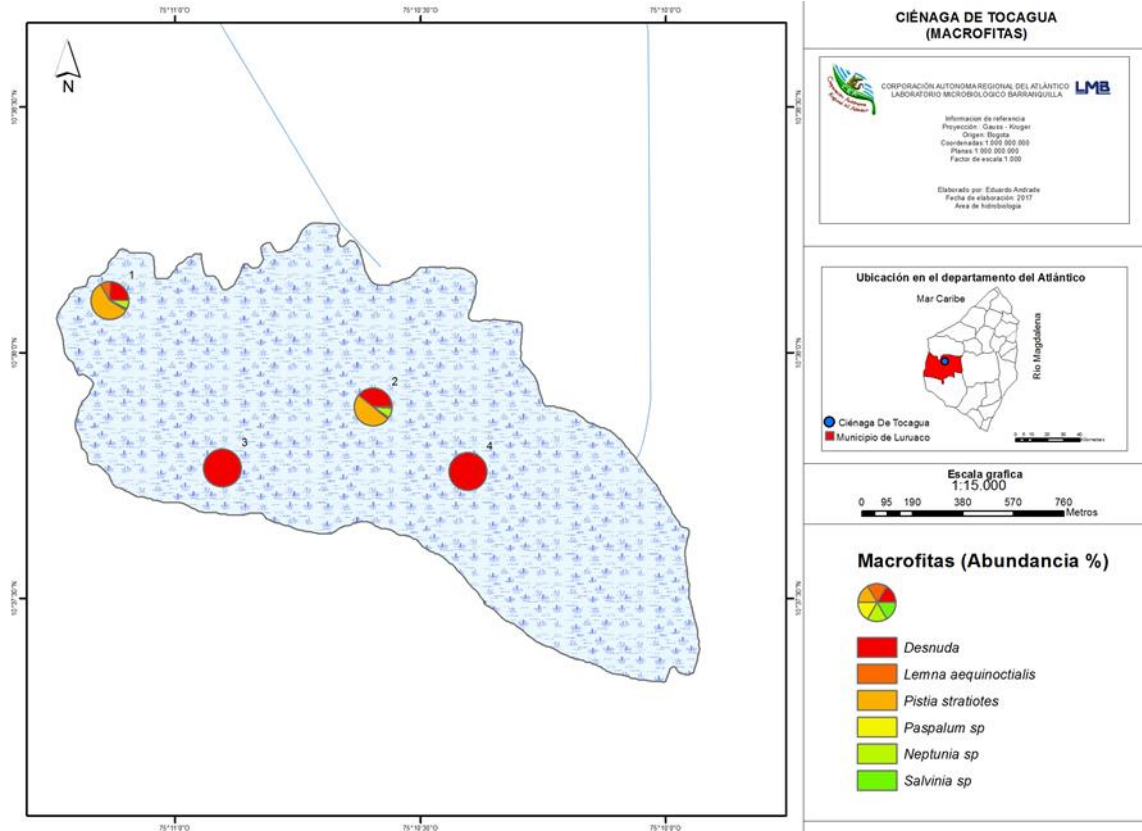


Figura 9-139. Punto 2 A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo



Mapa 9-39. Porcentaje de cobertura de la comunidad de macrófitas acuáticas en los puntos de muestreo, Ciénaga de Tocagua

9.1.12.2 . Comunidades de consumidores

Zooplankton

Para la composición taxonómica del zooplankton se registraron 24 organismos distribuidos en 3 Phylum, 5 Clases, 8 Ordenes y 16 Familias (Cuadro 9-90). En donde el 70,8% (148,9 Organismos/L) de la abundancia total estuvo representada por rotíferos pertenecientes a la Clase Eurotatoria, seguido de Maxillopoda con 18,1% (38,0 Organismos/L), Lobosa 8,9% (18,6 Organismos/L), Branchiopoda 1,2% (2,5 Organismos/L) y en menor cantidad Ostracoda 1,0% (2,1 Organismos/L) (Figura 9-140 A-C).

Cuadro 9-90. Composición de la comunidad Zooplanktónica de la Ciénaga de Tocagua

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|--------------------------|-------------------------------|--------------|-------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Animalia | Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca | Bosminidae | <i>Bosmina</i> sp | |
| | | | | NA | <i>Daphnia</i> sp | |
| | | | | NA | <i>Diaphanosoma</i> sp | |
| | | Maxillopoda | Calanoida | ND | <i>Calanoida</i> Morfoespecie 1 | |
| | | | | ND | <i>Cyclopoida</i> Morfoespecie 1 | |
| | | Ostracoda | ND | ND | Larva Nauplio | |
| | | | | ND | Ostracoda Morfoespecie 1 | |
| | | | | Flosculariaceae | Trochosphaeridae | <i>Filinia terminalis</i> |
| | | Rotifera | Eurotatoria | Ploima | Asplanchnidae | <i>Asplanchna</i> spp |
| | | | | | Brachionidae | <i>Brachionus angularis</i> |
| | <i>Brachionus caudatus</i> | | | | | |
| | <i>Brachionus falcatus</i> | | | | | |
| | <i>Brachionus havanaensis</i> | | | | | |
| | <i>Keratella americana</i> | | | | | |
| | <i>Keratella tropica</i> | | | | | |
| | <i>Plationus patulus</i> | | | | | |
| Gastropodidae | <i>Gastropus</i> spp | | | | | |
| Lecanidae | <i>Lecane</i> sp | | | | | |
| Protozoa | Amoebozoa | Lobosa | Arcellinida | Synchaetidae | <i>Polyarthra major</i> | |
| | | | | <i>Polyarthra</i> spp | | |
| | | | | Trichocercidae | <i>Trichocerca</i> sp | |
| | | | | Arcellidae | <i>Arcella gibbosa</i> | |
| <i>Arcella discoides</i> | | | | | | |
| Centropxyidae | <i>Centropxyis aculeata</i> | | | | | |

A nivel de Clase, Eurotatoria obtuvo la mayor riqueza 14 taxa (58,3%), seguido de Maxillopoda, Lobosa y Branchiopoda con 3 Morfoespecies cada una, representado un 12,5% por cada clase y por ultimo Ostracoda con 1 taxa que equivale a 4,2% (Figura 9-140 A-B). La distribución de las abundancias de las clases, por punto y horario de muestreo se muestra en el Mapa 9-40.

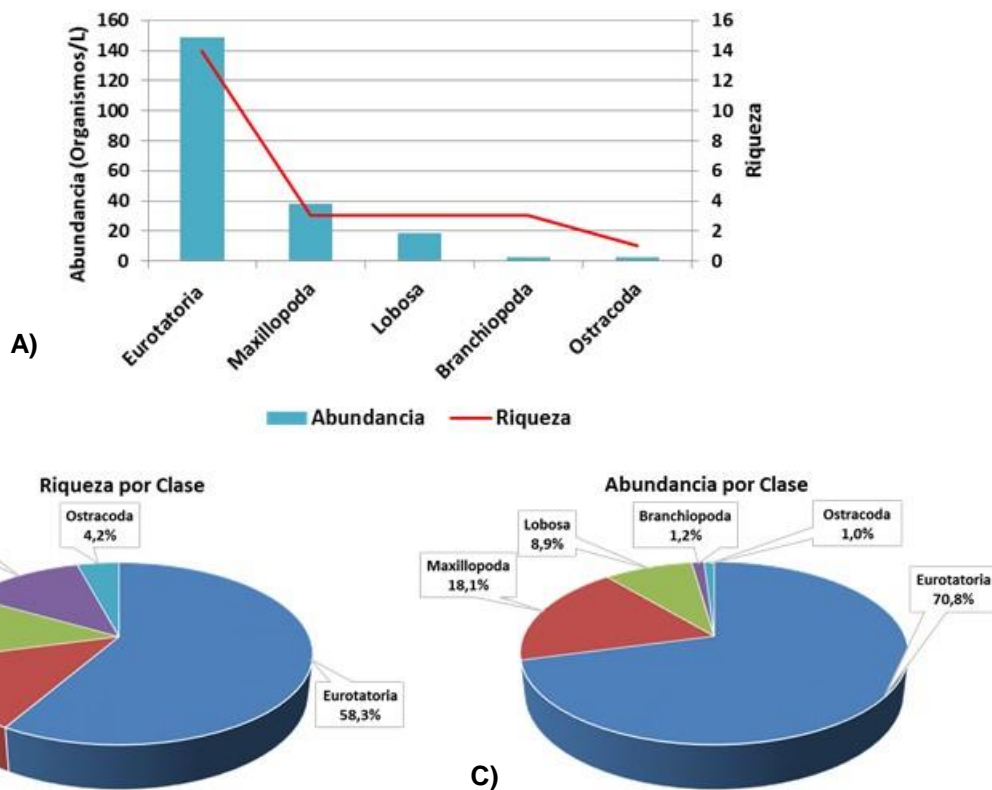
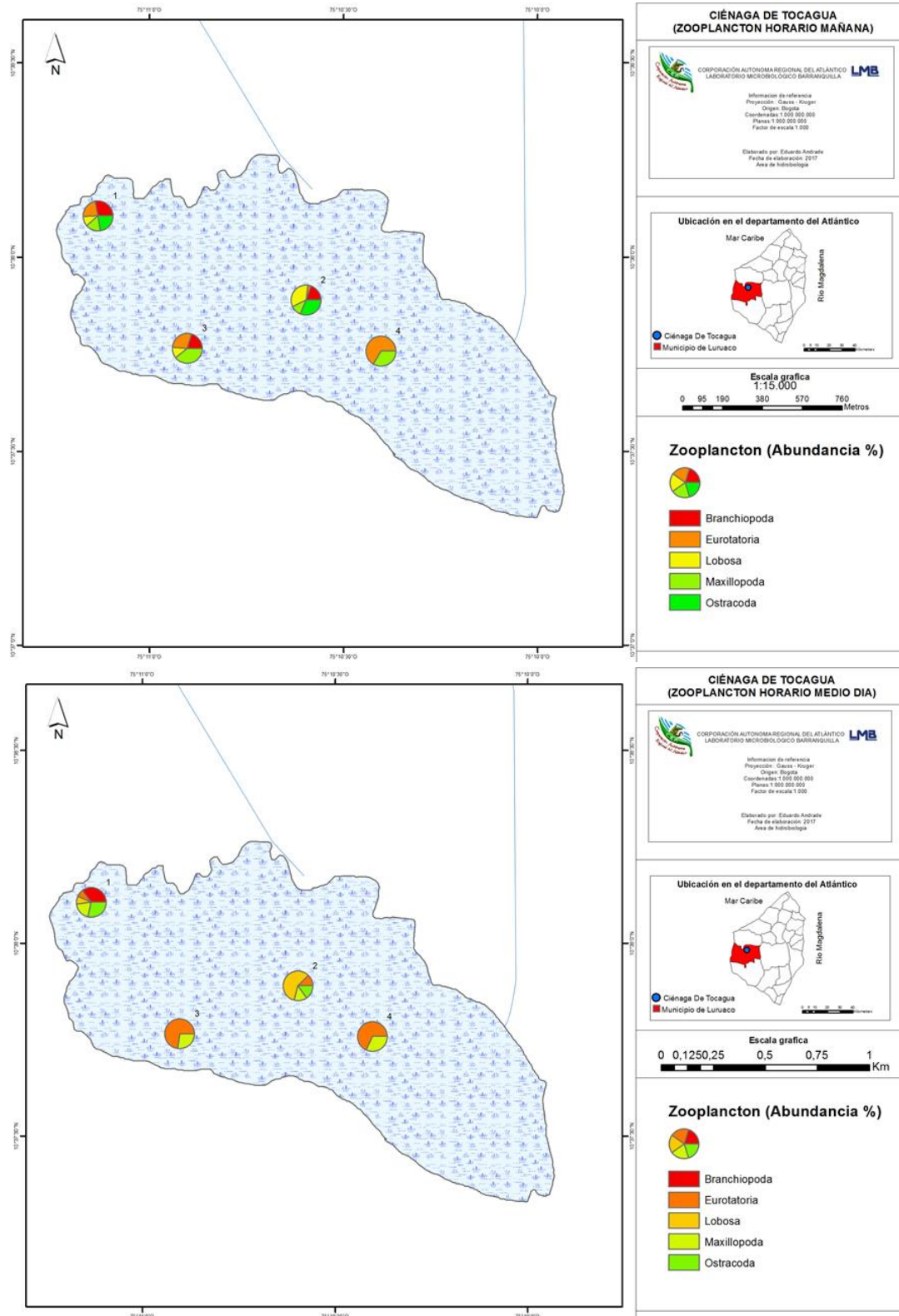
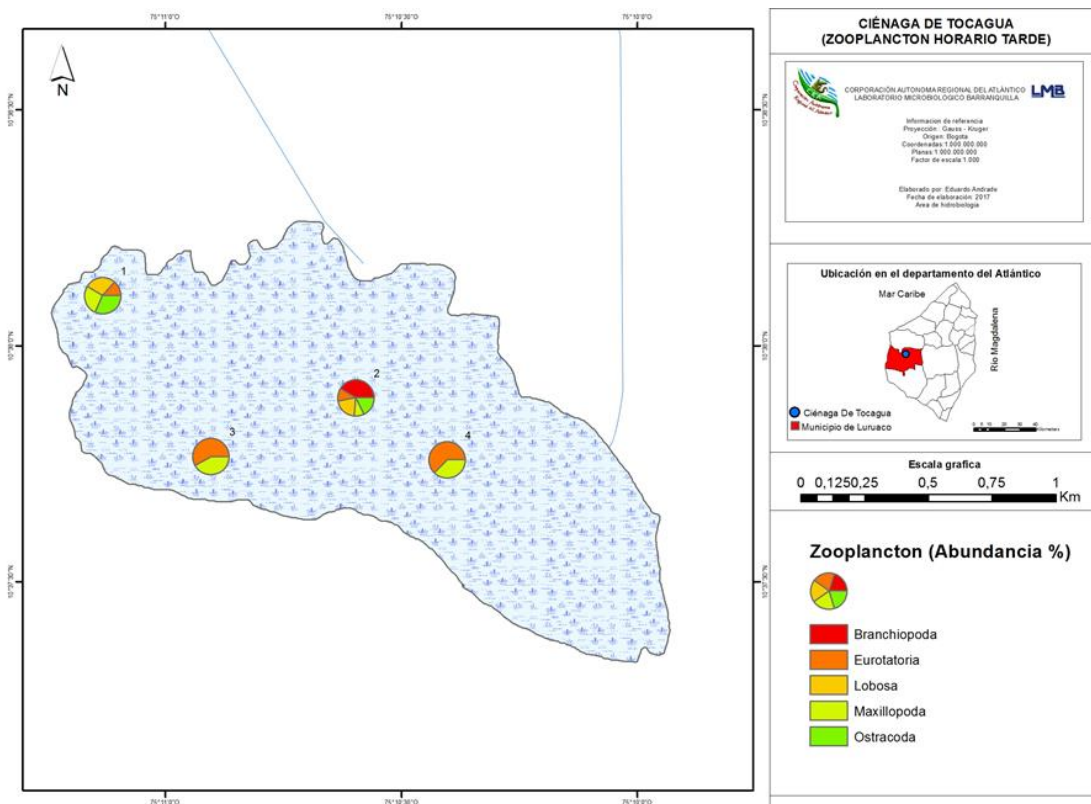


Figura 9-140. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga de Tocagua. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase



Mapa 9-40. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Tocagua



Continuación Mapa 9-40. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Tocagua

El cálculo de los índices ecológicos demuestran que la riqueza (s) presentó transiciones en los puntos durante los horarios evaluados, donde el punto 1 (P1-AM) fue el de mayor valor con 15 taxa y el punto 4 (P4-PM) el de menor valor con 8 taxa, el resto de puntos se mantuvieron en un rango de 9 y 13 taxa (Cuadro 9-91). Por su parte diversidad de Shannon-Wiener fue baja en casi todos los puntos y horas de muestreo, con excepción de los puntos P2-AM = 2,30 nits/Individuo, P1M = 2,10 nits/Individuo y P2-PM = 2,04 nits/Individuo, lo que indica una diversidad mediana en estos puntos en las respectivas horas en que se tomaron la muestra. Es evidente que la composición de la comunidad de zooplancton puede aumentar o disminuir a lo largo del día, provocando que la comunidad sufra transiciones de diversidad. El índice de Simpson (λ') fue menor de 0,25 en todos los puntos lo que da cuenta de valores bajos que indica ausencia de dominancia por alguna taxa. Por su parte el índice de Pielou (J') mostró un comportamiento moderado con valores cercanos a 1, siendo mayor en el Punto 2 de la mañana con 0,90, lo que indica abundancias zooplanctónicas equitativas.

Cuadro 9-91. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de Tocagua

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|--------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 15 | 0,72 | 1,95 | 0,24 |
| P2-AM | 13 | 0,90 | 2,30 | 0,12 |
| P3-AM | 11 | 0,73 | 1,74 | 0,22 |
| P4-AM | 9 | 0,83 | 1,82 | 0,20 |
| P1-M | 13 | 0,82 | 2,10 | 0,14 |
| P2-M | 12 | 0,80 | 1,99 | 0,17 |
| P3-M | 9 | 0,73 | 1,59 | 0,28 |
| P4-M | 9 | 0,83 | 1,82 | 0,20 |
| P1-PM | 10 | 0,86 | 1,98 | 0,17 |
| P2-PM | 13 | 0,79 | 2,04 | 0,16 |
| P3-PM | 11 | 0,75 | 1,79 | 0,23 |
| P4-PM | 8 | 0,86 | 1,79 | 0,19 |

Los procesos más bioindicados por las jerarquías mayores de esta comunidad, fueron estratificación (que prevaleció en los cuatro puntos evaluados y en los tres horarios) y eutrofia, que fue el segundo proceso más indicado en los puntos 1, 3 y 4. Mientras que el Punto 2 presentó hipoxia. Otros procesos que llaman la atención fueron pH con tendencia alcalina, y mesotrofia (Figura 9-141). El Phylum Arthropoda bioindica procesos de eutrofia, mesotrofia, aguas limpias a medianamente contaminadas, mientras que los rotíferos indicaron eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos, siendo estos resultados consistentes con los anteriormente expuestos.

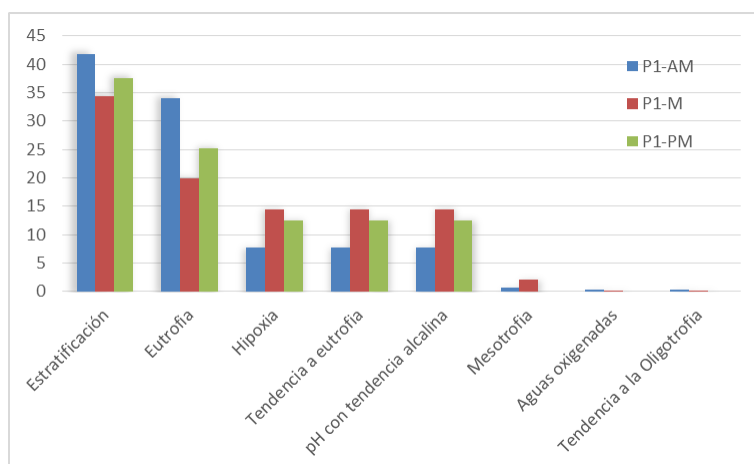
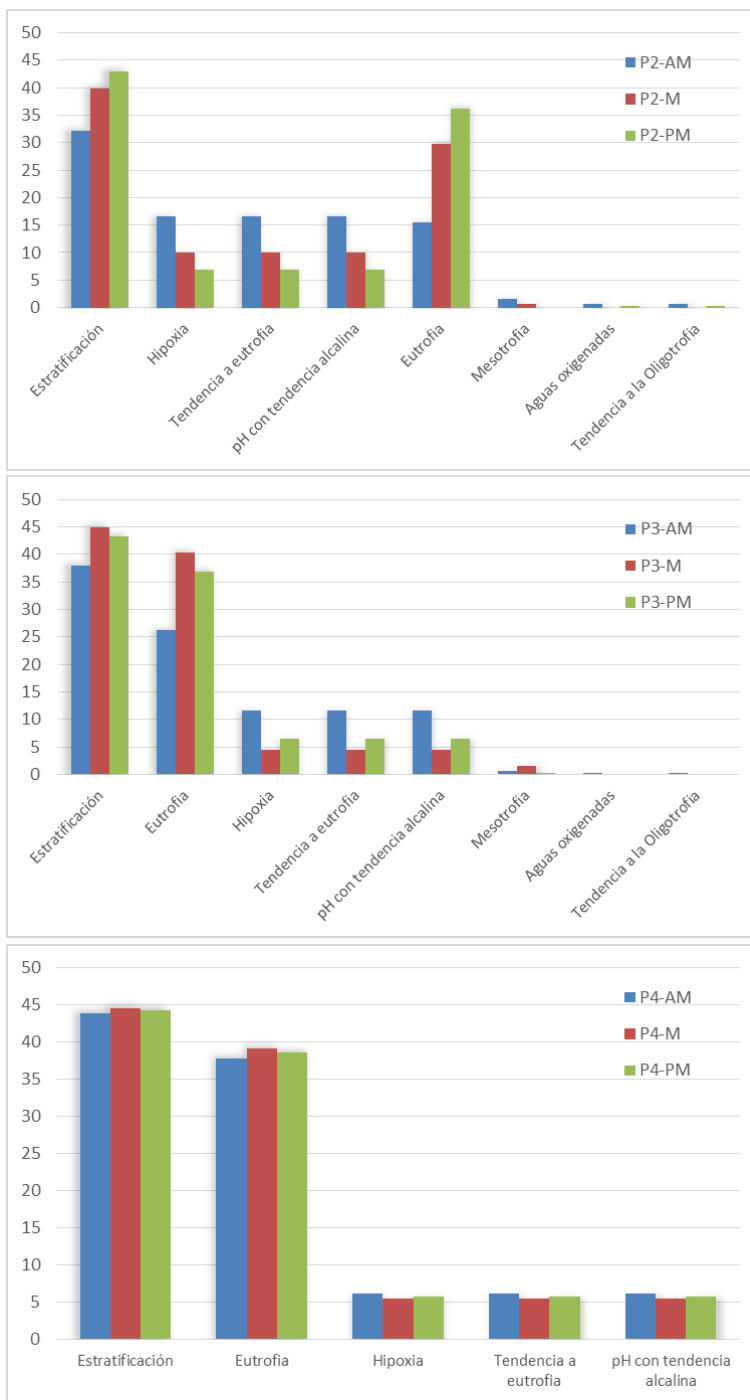


Figura 9-141. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga de Tocagua, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-141. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga de Tocagua, durante los horarios de muestreo

Cuadro 9-92. Procesos bioindicados por las taxa zooplanctónicas

Arthropoda

No Indicado

Subclase Copepoda

Orden Calanoida

Calanoida Morfoespecie 1

Orden Cyclopoida

Cyclopoida Morfoespecie 1

Clase Branchiopoda

Suborden Cladocera

Bosmina sp

Daphnia sp

Clase Ostracoda

Ostracoda Morfoespecie 1

Rotifera

Eutrofia, Estratificación

Brachionus angularis

Brachionus caudatus

Brachionus falcatus

Brachionus havanaensis

Keratella americana

Keratella tropica

Plationus patulus

Polyarthra major

Polyarthra spp

Tendencia a eutrofia, pH con tendencia alcalina,
Tolerancia a hipoxia, Estratificación

Mesotrofia

No Indicado

Eutrofia, Aguas Duras

No Indicado

Tendencia a la oligotrofia, Aguas Oxigenadas

Meso a eutrofia

Meso a eutrofia, Mesotrofia

Aguas Limpias a medianamente contaminadas

No Indicado

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Meso a eutrofia, Sistemas inmaduros

Meso a eutrofia, Sistemas inmaduros

Para determinar las diferencias espaciales entre los puntos asociando el comportamiento de la comunidad zooplanctónica se recurrió a un análisis de similitud utilizando como métrica las asociaciones de Bray-Curtis y el método de vecino más cercano, el diagrama de agrupamientos muestra la formación de un grupo con una similitud mayor del 60% entre todos los puntos, por tanto las abundancias y distribución del zooplancton en la Ciénaga Mallorquín fueron similar en los 4 puntos estudiados sin presentar diferencia espaciales ni temporales (mañana [AM], medio día [M] y tarde [PM]) (Figura 9-142).

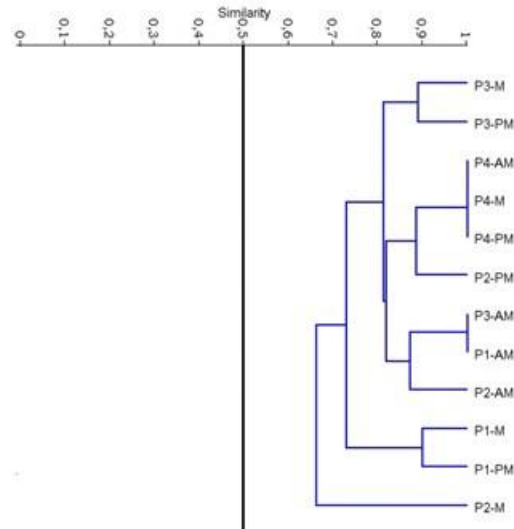


Figura 9-142 Dendograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Tocagua. A nivel de especie/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Tocagua se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se presentan los 2 componentes resultantes del análisis, que explicaron el 91,3% de la variación total (Tabla 9-28). Las variables físicoquímicas se asociaron fuertemente con el primer eje, sobre el sector positivo se ubicaron el pH, la temperatura, la conductividad y el porcentaje de saturación de oxígeno, aunque éste último no presentó la correlación entre los horarios, como lo realizaron las variables anteriormente mencionadas. Los puntos de muestreo presentaron tendencia hacia éste sector. Igualmente, en el sector negativo del eje se ubicó el oxígeno disuelto. Al graficarse la elipse del 95% de correlación se observaron que la conductividad, el Punto 2 y las especies *Centropyxis aculeata*, *Brachionus falcatus* y *Polyarthra* spp, se ubicaron fuera de la elipse. Por otro lado, al observar el segundo eje, se ubicaron sobre el sector positivo los puntos 1 y 2; los cuales presentaron correlación positiva con las concentraciones de *Centropyxis aculeata*, *Brachionus caudatus*, Cyclopoida Morfoespecie 1, Lecane spp, *Arcella discoides*, las cuales en su mayoría pertenecen al Phylum Rotifera. Igualmente en el sector negativo del segundo eje se ubicaron los puntos 3 y 4 los que presentaron mayor correlación con las especies *Polyarthra* spp, *Brachionus angularis*, *Brachionus falcatus*, *Keratella tropica*, *Brachionus havanaensis* y *Trichocerca* sp, especies que en su mayoría bioindican presencia de materia orgánica, eutrofia, altos contenidos de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos, así como sistemas inmaduros. Lo que permite inferir que hacia el costado sur oriental y sur de la ciénaga, se presenta gran contaminación por materia orgánica. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-143.

Tabla 9-28. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 3,38081 | 84,5 | 84,5 |
| 2 | 0,269242 | 6,7 | 91,3 |
| 3 | 0,208002 | 5,2 | 96,5 |
| 4 | 0,141949 | 3,5 | 100,0 |

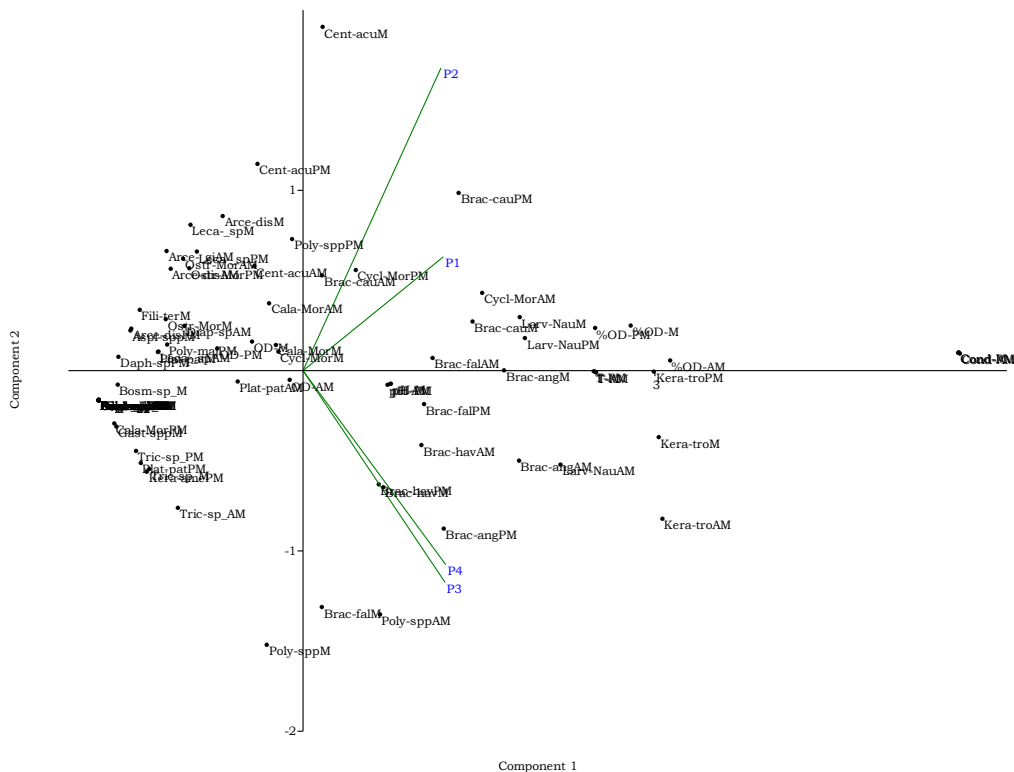
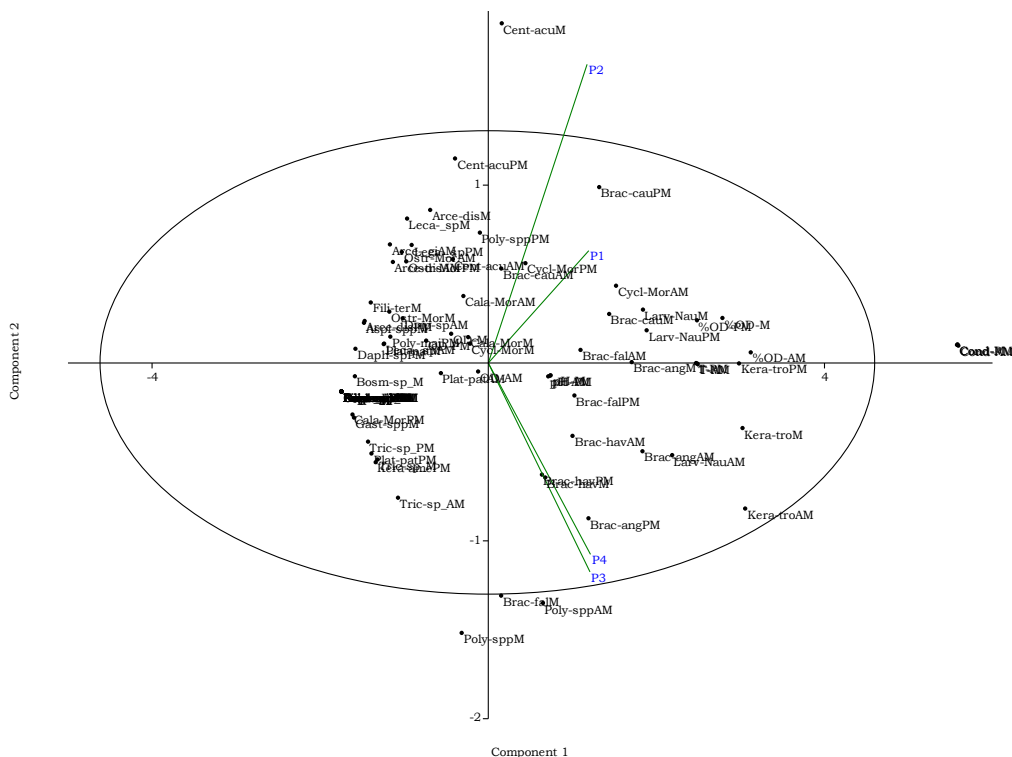


Figura 9-143. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Representación gráfica y B) con la elipse del 95%



Continuación Figura 9-143. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Representación gráfica y B) con la elipse del 95%

Macroinvertebrados bentónicos

La composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Tocagua registró 4 morfoespecies, repartidas en 4 Familias, 3 Ordenes, 2 Clases y 2 Phylum (Cuadro 9-93).

Cuadro 9-93. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Tocagua

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|------------|------------|-------------|---------------|--------------------|
| Animalia | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Tubificidae | Morfoespecie 1 |
| | | | Coleoptera | Hydrophilidae | <i>Berosus spp</i> |
| | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chaoboridae | Morfoespecie 1 |
| | | | | Chironomidae | Morfoespecie 1 |

La riqueza a analizada desde la categoría de Clase, deja ver que el grupo Insecta aporta el 75% de la riqueza total, lo que equivale a 3 taxa, en segundo y último lugar se ubica las Clase Clitellata con el 25% (1 taxa) (Figura 9-144 A-B).

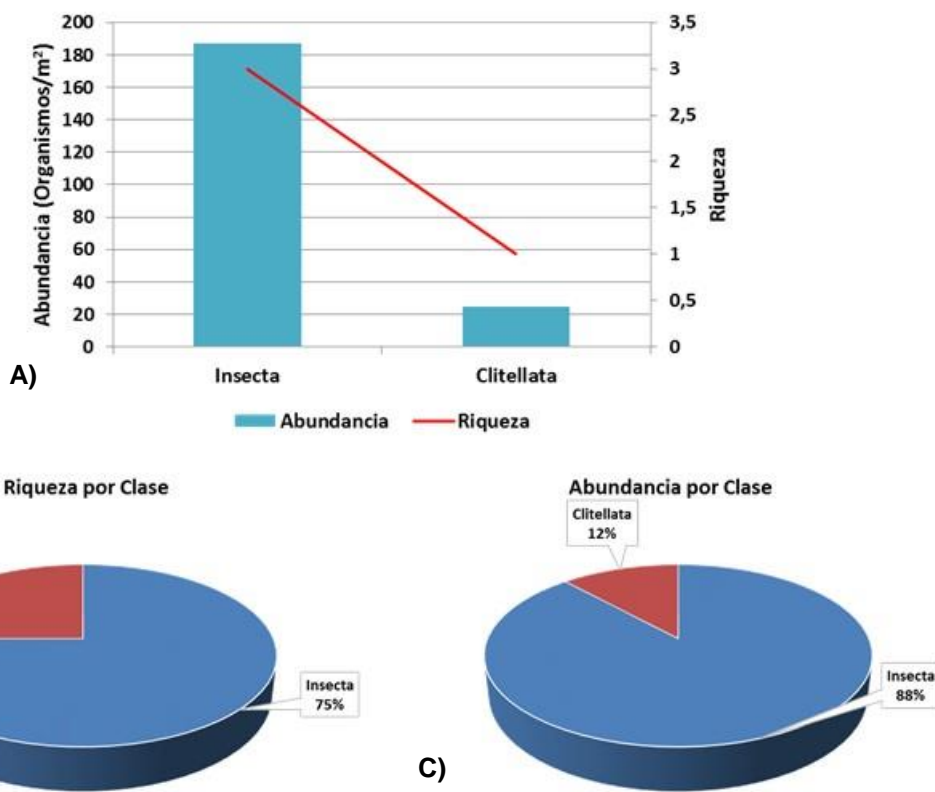
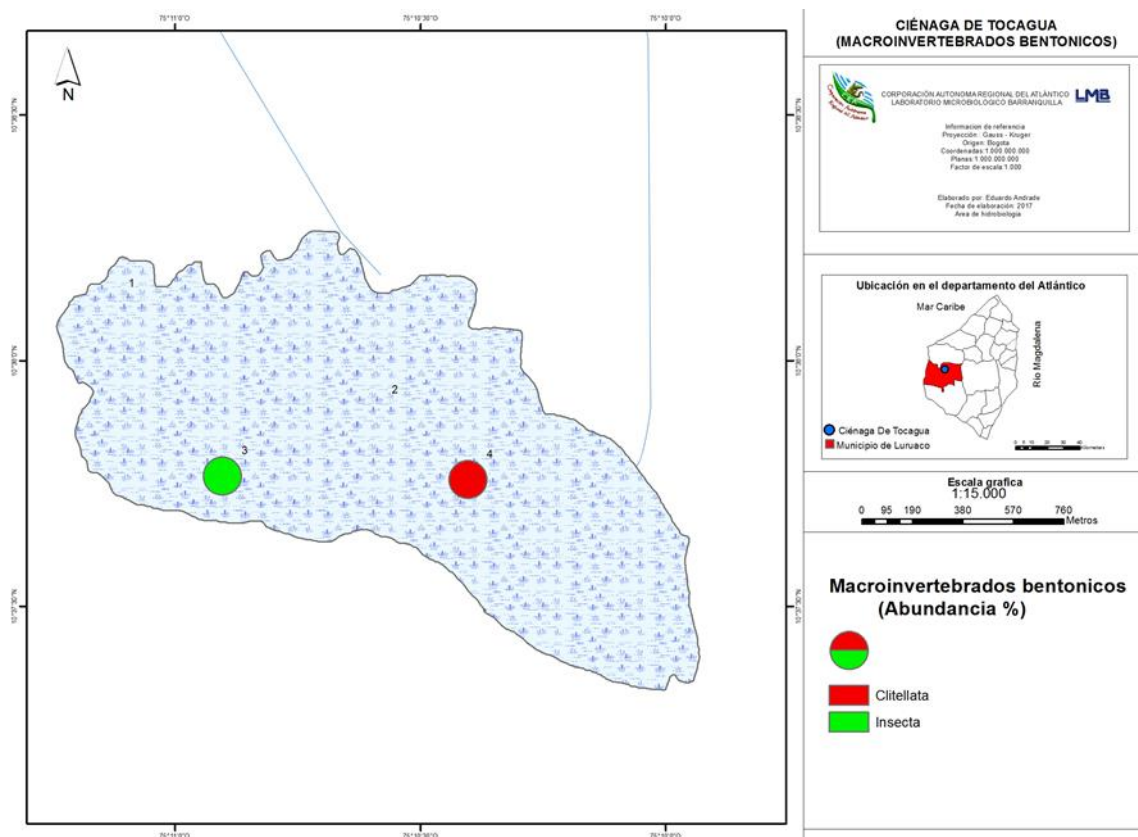


Figura 9-144. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Tocagua. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

La abundancia al igual que la riqueza estuvo dominada por organismos de la Clase Insecta con un 88% (187,6 Organismos/m²), dominando en el punto 4, y en menor proporción Clitellata con el 12% (24,9 Organismos/m²), teniendo la mayor abundancia en el punto 3 (Figura 9-144 A-C y Mapa 9-41).



Mapa 9-41. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo, Ciénaga de Tocagua

Los resultados de los índices ecológicos de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Tocagua solo muestran los valores obtenidos para los puntos 3 y 4 (Cuadro 9-94), debido a que en las muestras de los puntos 1 y 2 no se registraron organismos.

Cuadro 9-94. Índices ecológicos de Macroinvertebrados Bentónicos en la Ciénaga de Tocagua

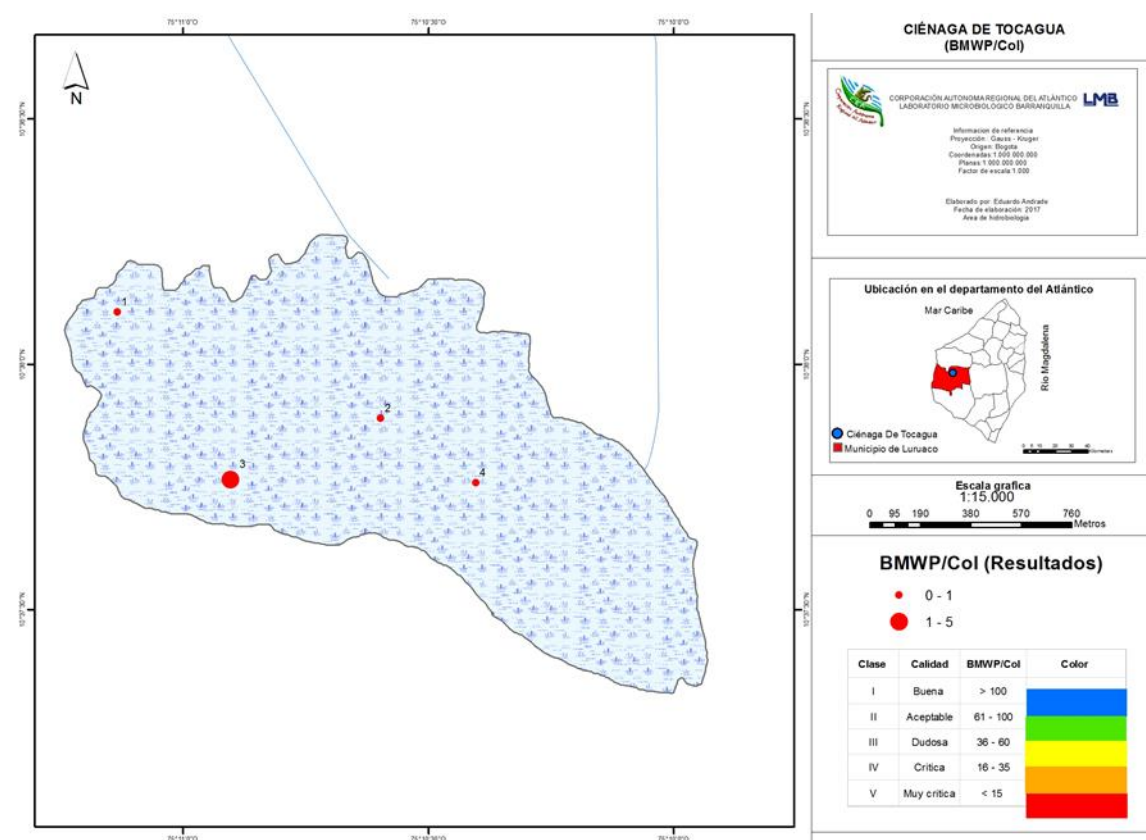
| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|----|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P3 | 3 | 0,57 | 0,63 | 0,66 |
| P4 | 1 | | 0,00 | 1,00 |

La riqueza (S) es baja en ambos puntos con tan solo 3 taxa para el punto 3 y 1 taxa para el punto 4, por lo que para éste punto el índice de Shannon-Wiener presenta un valor de cero y el índice de Simpson (λ') un valor de 1, lo que representa la dominancia de esta especie. Para el punto 1 el valor del índice de equidad de Pielou (J') fue 0,57, indicando abundancias inequitativas, y el valor del índice de Shannon-Wiener fue 0,63 nits/Individuo, lo que da cuenta de baja diversidad de macroinvertebrados en el punto evaluado, por su parte la dominancia fue de 0.66 (Cuadro 9-94).

El índice BMWP/Col muestra que para los dos puntos en la Ciénaga de Tocagua los valores son inferiores o menores que 15, lo que demuestra la presencia de aguas fuertemente contaminadas en la ciénaga de Tocagua (Cuadro 9-95 y Mapa 9-42).

Cuadro 9-95. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Tocagua

| Familias que puntúan | 3 | 4 |
|----------------------|-----|-----|
| Índice BMWP/Col | 5 | 1 |
| Valor ASPT | 1,7 | 0,3 |
| EPT | | |



Mapa 9-42. Valores del índice BMWP/Col en los puntos de la Ciénaga de Tocagua

Para determinar las diferencias espaciales entre los puntos asociando el comportamiento de la comunidad de macroinvertebrados se recurrió a un análisis de agrupamiento (clúster) utilizando como matriz la similitud de Bray-Curtis y el método de vecino más cercano, los resultados muestra que el grado de similitud entre el punto 3 y 4 fue cercana al 10% (Figura

9-145); esto indica la marca diferencia que existe entre lo composición de los macroinvertebrados bentónicos de cada punto.

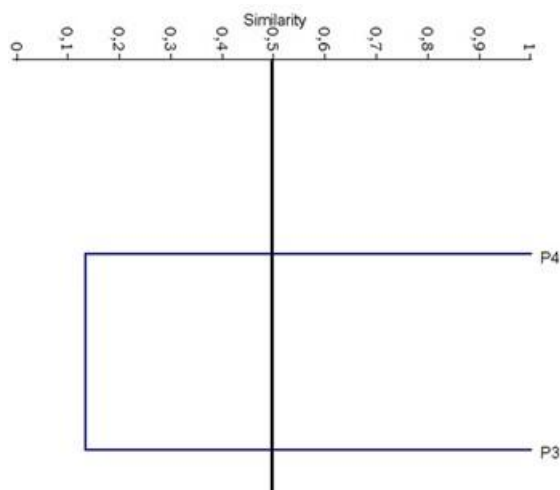


Figura 9-145 Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Tocagua. A nivel de especie/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Tocagua se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 4 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 96,3% de la variación total (Tabla 9-29). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables físicoquímicas, ubicándose sobre el sector positivo del eje las variables pH, temperatura, el porcentaje de saturación de oxígeno y la conductividad; los puntos de muestreo mostraron tendencia sobre este sector del primer eje. En el sector negativo se ubicaron los organismos bentónicos identificados, así como las variables oxígeno disuelto y profundidad (m).

Para el segundo eje se evidenciaron tres distribuciones de las estaciones de muestreo; sobre el sector positivo del eje, se ubicó el Punto 3, correlacionado con los organismos de las familias Chaoboridae, Chironomidae y *Berosus* spp; muy cercano al origen del eje los puntos 1 y 2, correlacionados más con las variables físicoquímicos y en el sector negativo del eje se ubicó el Punto 4, correlacionado con la familia Tubificidae. Las distribuciones de los sitios de muestreo, en asociación con la comunidad bentónica permiten inferir que la zona sur y sur oriental de la ciénaga presenta mayor incidencia de materia orgánica, la cual puede proceder de los mismos procesos de eutrofización en que se encuentra la ciénaga. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-146.

Tabla 9-29. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 2,11401 | 78,304 | 78,3 |
| 2 | 0,48599 | 18,001 | 96,3 |
| 3 | 0,08167 | 3,025 | 99,3 |
| 4 | 0,01807 | 0,66923 | 100,0 |

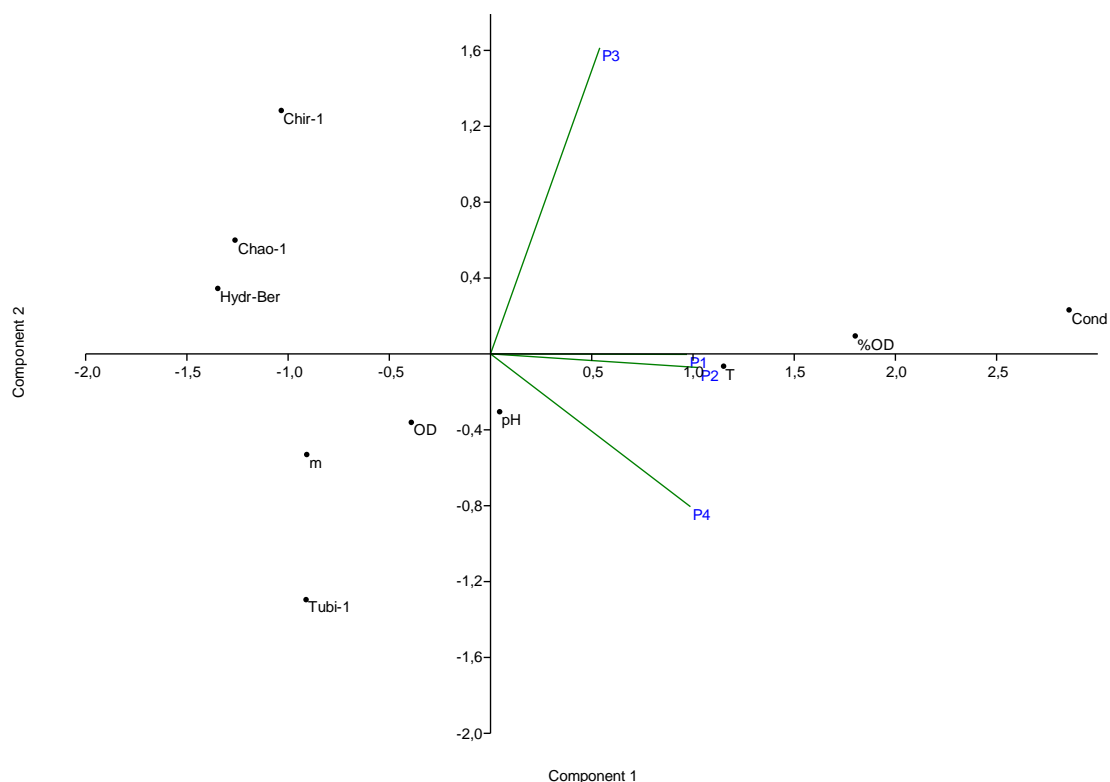


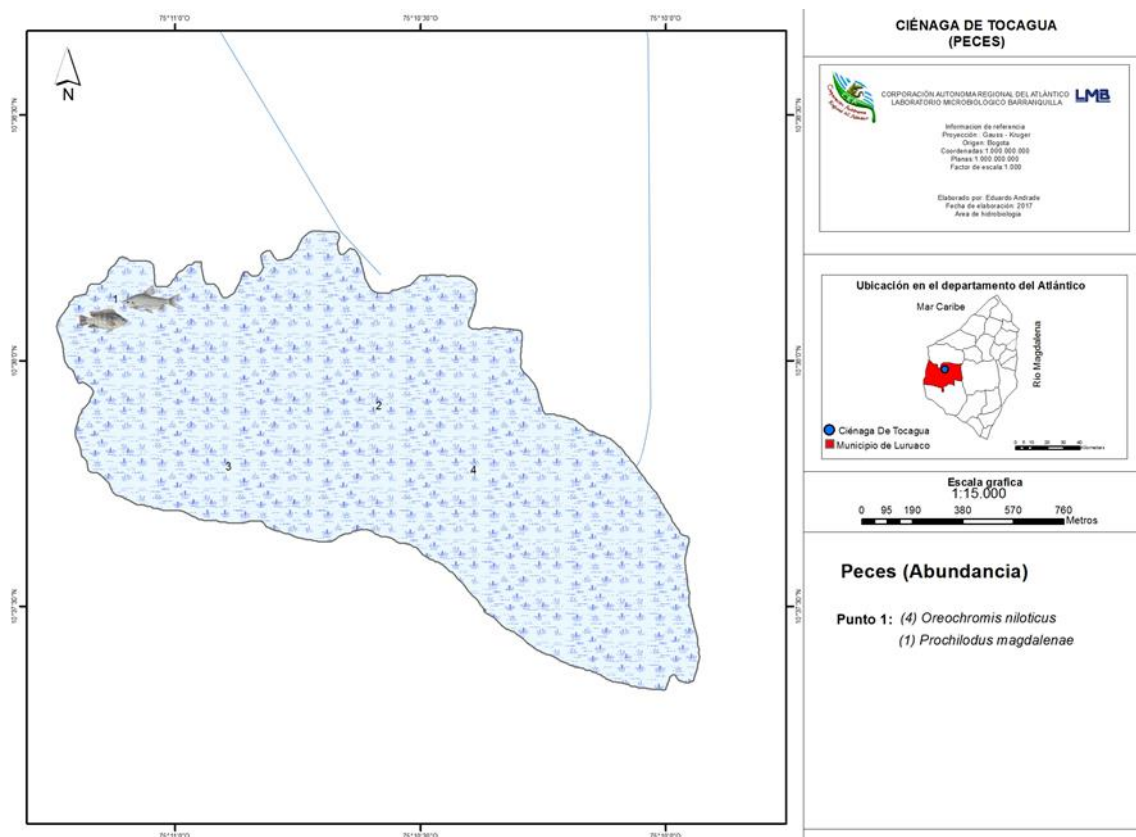
Figura 9-146. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Especies ícticas

La composición taxonómica de la comunidad demuestra la presencia de 2 taxa, distribuidas en 2 Familias, 2 Órdenes, 1 Clase y 1 Phylum (Cuadro 9-96). Tan solo se capturaron 5 individuos, 4 *Oreochromis niloticus* y 1 *Prochilodus magdalenae* en el punto 1 (Mapa 9-43).

Cuadro 9-96. Composición de los peces colectados en la Ciénaga de Tocagua

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|----------|----------------|---------------|------------------|-------------------------------|
| Animalia | Chordata | Actinopterygii | Perciformes | Cichlidae | <i>Oreochromis niloticus</i> |
| | | | Characiformes | Prochilodontidae | <i>Prochilodus magdalenae</i> |



Mapa 9-43. Ictiofauna colectada en la Ciénaga de Tocagua

Oreochromis niloticus presentó datos de Longitud Total (LT) en el rango de 16 a 21 cm. El coeficiente de variación calculado fue de 0,36 lo que indica una distribución de las tallas poco homogénea. Mientras que para *Prochilodus magdalenae* como solo se reportó un individuo este alcanzó longitud de 22 cm (Cuadro 9-97) (Figura 9-148).

Cuadro 9-97 Análisis de la longitud total por especie íctica capturada en la Ciénaga de Tocagua

| Especie | Captura total | Mínimo (cm) | Máximo (cm) | Promedio (cm) | Desviación estándar | Coefficiente de Variación |
|-------------------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|---------------------|---------------------------|
| <i>Oreochromis niloticus</i> | 4 | 16 | 21 | 18,4 | 6,79 | 0,369 |
| <i>Prochilodus magdalenae</i> | 1 | 22 | 22 | 22,3 | 0,00 | 0,000 |

Los individuos capturados de *Oreochromis niloticus* estuvieron entre tallas de longitud total de 15 a 20 cm (2 especímenes) y 20-25 cm (2 individuos) (Figura 9-147).

La talla de madurez sexual *O. niloticus* determinada por Cadavid *et al.*, 2011 fue de 21,3 cm, es decir que 100% de individuos de *O. niloticus* registrado en la Ciénaga de Tocagua están un poco por debajo de la TMM (Talla media de madurez gonadal) (Figura 9-148).

Respecto a la talla mínima de captura (TML), no se encontró información para esta especie en la región.

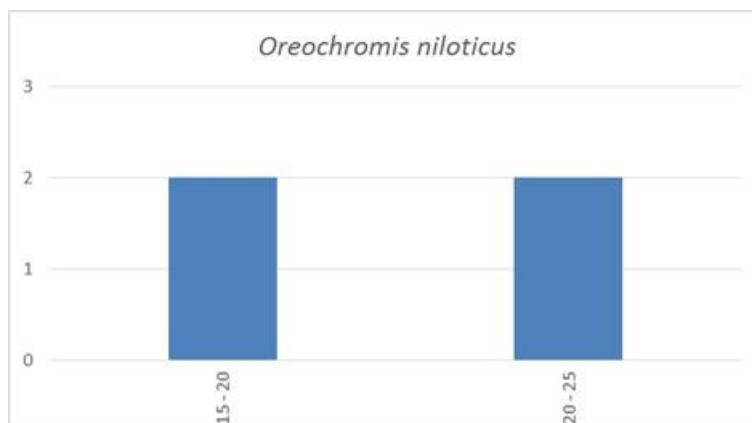


Figura 9-147 Histograma de frecuencias para las LT de *Oreochromis niloticus*

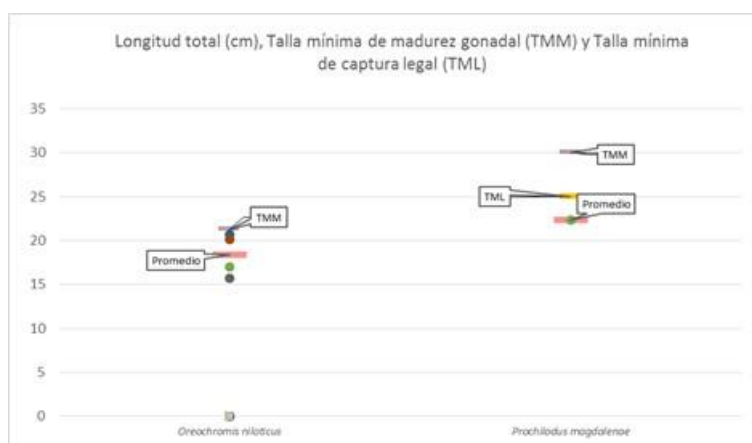


Figura 9-148 Longitud total (LT) de los individuos capturados y talla mínima de madurez gonadal (TMM), para las especies reportadas en la Ciénaga de Tocagua

En la Figura 9-148 se puede observar la talla media de madurez sexual y talla mínima de captura de *P. magdalenae* se sabe que su TMM es de 30 cm según Cadavid *et al.*, 2011, lo que deja inferir que el espécimen colectado está en un posiblemente estadio juvenil, que aún no ha alcanzado su talla de maduración sexual, la talla de mínima de captura es de 25 cm (INPA, 2001), lo que indica que el individuo reportado no está en los límites permisibles de colecta para consumo humano.

Por otra parte revisión del listado de taxa silvestres amenazadas en el territorio nacional, según lo indicado en la resolución 0192 del 2014, se constató que existen coincidencias con dicho listado, donde aparece *Prochilodus magdalenae* como una especie en la categoría de peligro crítico (CR).

9.1.13 Ciénaga de Balboa

En la Ciénaga de Balboa se evaluaron las comunidades de productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas), así como las comunidades de consumidores (zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna) con el fin de realizar un análisis de la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas del ecosistema.

9.1.13.1 Comunidades de productores primarios

Fitoperifiton

La composición del fitoperifiton se basó en 15 taxa, distribuidos en 13 Familias, 8 Ordenes, Clases y 3 Divisiones (Cuadro 9-98).

Cuadro 9-98. Composición de la comunidad Fitoperifítica en la Ciénaga de Balboa

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|------------|-----------------|-------------------|-----------------|----------------------|-------------------------|------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia spp</i> | |
| | | | Cocconeidales | Cocconeidaceae | <i>Cocconeis spp</i> | |
| | | | Eunotiales | Eunotiaceae | <i>Eunotia spp</i> | |
| | | | | | Berkeleyaceae | <i>Berkeleya spp</i> |
| | | | | | Parlibellaceae | <i>Parlibellus spp</i> |
| | | | Naviculales | Diadesmidaceae | <i>Diadesmis sp</i> | |
| | | | | Naviculaceae | <i>Caloneis spp</i> | |
| | | | | | <i>Navicula spp</i> | |
| | | | | Sellaphoraceae | <i>Sellaphora sp</i> | |
| | | | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae |
| Ochrophyta | Synurophyceae | Synurales | Mallomonadaceae | <i>Mallomonas sp</i> | | |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Oscillatoriales | Borziaceae | <i>Borzia spp</i> | |
| | | | | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium spp</i> | |
| | | | Synechococcales | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya spp</i> | |
| | | | | Pseudanabaenaceae | <i>Limnothrix spp</i> | |

La riqueza analizada desde la categoría taxonómica de División, deja en evidencia que las Bacillariophyta son el grupo con mayor riqueza 66,7% (10 taxa), seguido de Cyanobacteria con el 26,7% (4 taxa) y en menor proporción Ochrophyta (1 morfoespecie) (Figura 9-149 A-B).

La abundancia vista desde el rango taxonómico de División, al igual que la riqueza posee a las Bacillariophyta como el grupo más abundante con 97,9 (195,5 Células/cm²), seguido de las Cyanobacteria con el 1,7% (3,4 Células/cm²) y con un aporte muy reducido se encuentran las Ochrophyta 0,4% (0,83 Células/cm²) (Figura 9-149 A-C).

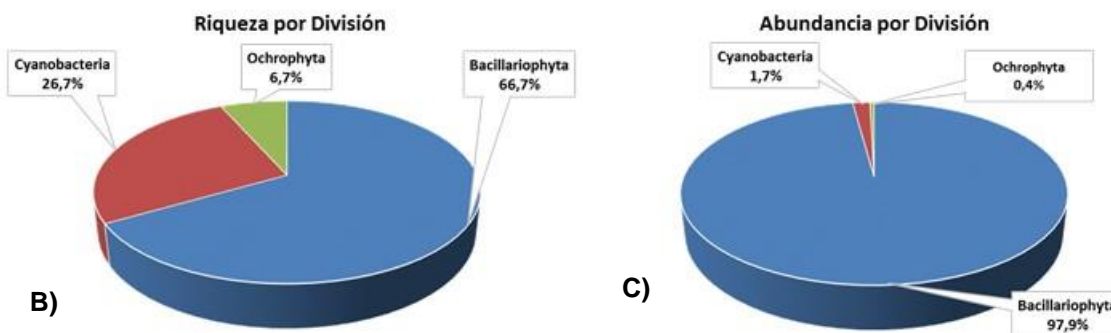
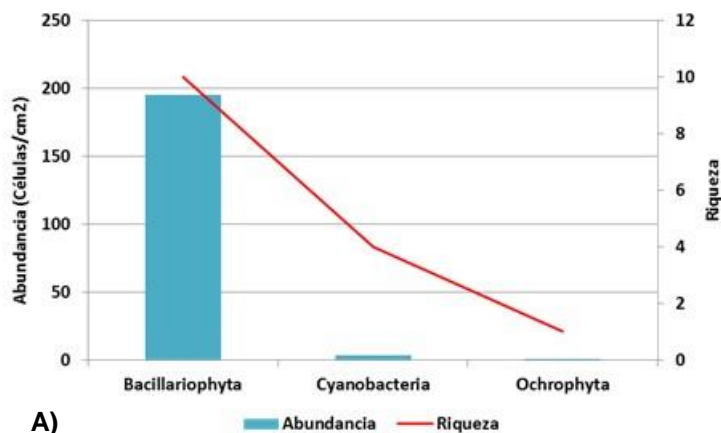


Figura 9-149 Contribución a la riqueza y abundancia del Fitoperifiton en la Ciénaga de Balboa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

En la Figura 9-150 se puede observar abundancia por punto de muestreo, es evidente que el punto 2 es el de mayor abundancia con 266 Células/cm² en total, de estas el 265,5 Células/cm² hacen referencia a la División Bacillariophyta, por su parte el punto 1 presenta densidades de perifiton un poco menor que equivalen a 47,8 Células/cm², de igual forma que en el punto 2 las Bacillariophyta son las de mayor a parte con 44 Células/cm². Esta abundancia no solo se debe a la alta densidad de las morfoespecies *Parlibellus* spp y *Berkeleya* spp, si no a que se presentó una alta riqueza de varias divisiones (Mapa 9-44).

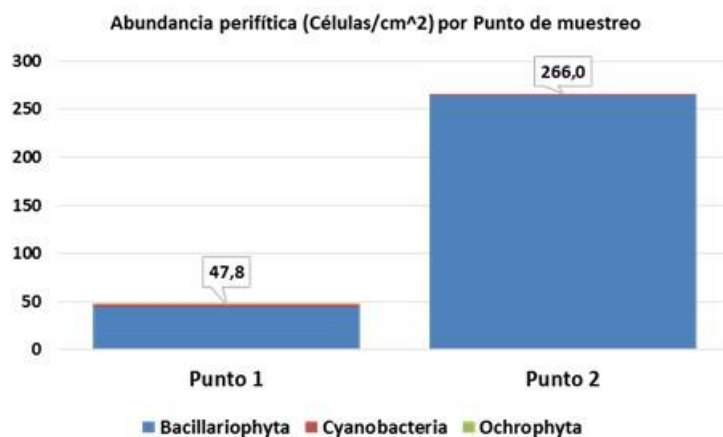
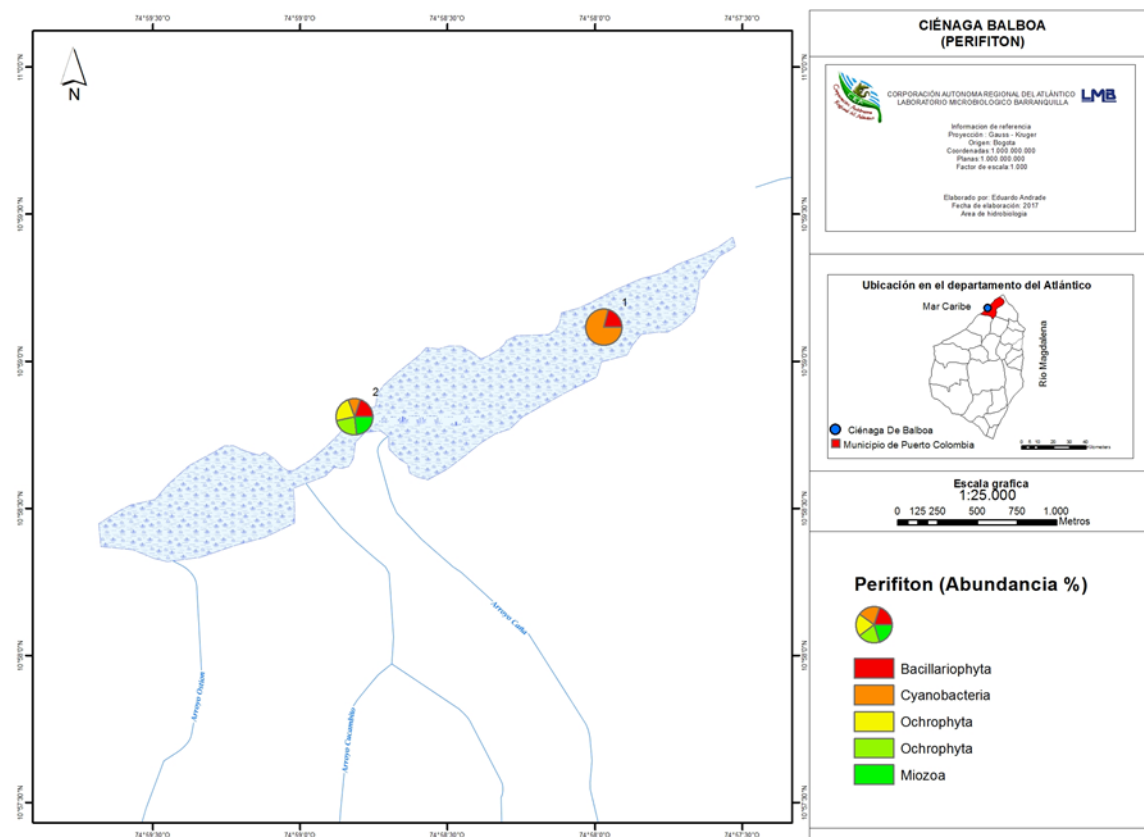


Figura 9-150. Abundancia del Perifiton (Divisiones) por punto de muestreo en la Ciénaga de Balboa



Mapa 9-44. Abundancia del fitoperifiton en los puntos de muestreo, Ciénaga de Balboa

Los índices ecológicos muestran que la riqueza (S) por punto fue mayor en el punto 1 con 11 taxa, mientras que el punto 2 obtuvo 10 taxa, por su parte el índice de Shannon-Wiener alcanzó valores de 1,17 nits/Individuo en el punto 1 y 0,65 nits/Individuo en el punto 2,

ninguno de los dos puntos evaluados supera los 2 nits/Individuo lo que indica que la diversidad del fitoperifiton es baja en ambos puntos. El índice de Simpson (λ') presenta valores medianos 0,51 y 0,66 para el punto 1 y punto 2 respectivamente, esto sugiere la presencia de más de una taxa en las muestras evaluadas, entre tanto la equidad (J') presenta un comportamiento decreciente que va de 0,49 en el punto 1 a 0,28 en el punto 2 (Cuadro 9-99), esto quiere decir que las abundancias relativas son menos equitativas a medida que el valor del índice disminuye de un punto a otro.

Cuadro 9-99. Índices ecológicos para el fitoperifiton en la Ciénaga de Balboa

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|----|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1 | 11 | 0,49 | 1,17 | 0,51 |
| P2 | 10 | 0,28 | 0,65 | 0,66 |

Con base en las bioindicaciones para las algas del perifiton planteadas por Pinilla (2000) a nivel general de División para la Ciénaga de Balboa se sugiere una pronunciada tendencia a la eutrofia, mezcla, pH neutro a ligeramente ácido, turbulencia, sucesión planctónica y aguas tropicales, tanto para el punto 1 como para el punto 2 (Figura 9-151).

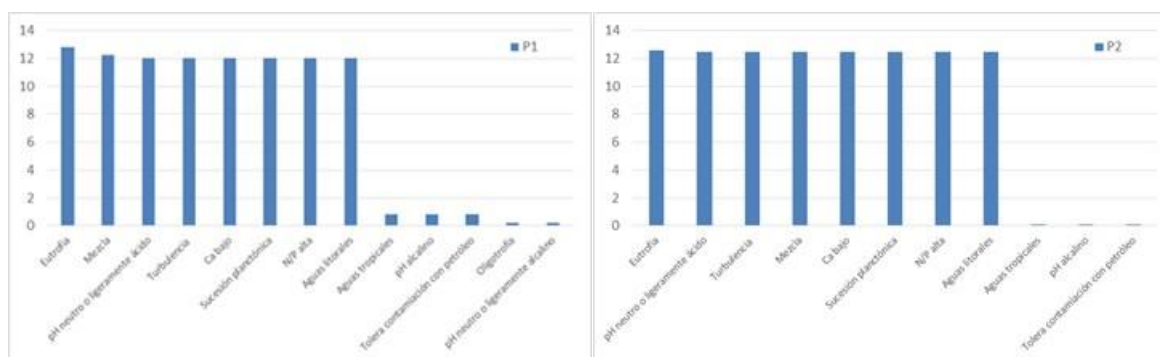


Figura 9-151 Procesos bioindicados por las Divisiones del Perifiton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Balboa, durante los horarios de muestreo

De acuerdo con los iniciadores biológicos de Pinilla (2000) para el perifiton en la categoría taxonómica de taxa en la Ciénaga de Balboa, se estaría presentando la presencia de géneros de algas perifíticas comunes de aguas con estados como resistencia a pesticidas, turbulencia, Sedimentos y conductividad altos, mezcla (*Navicula* y *Nitzschia*), también se pueden encontrar indicaciones como Oligotrofia, Hipereutrofia y eutrofia por parte de la taxa (*Mallomonas*) (Cuadro 9-100).

Cuadro 9-100 Procesos bioindicados por las taxa del perifiton, Ciénaga de Balboa
Chromista

Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Navicula spp

Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos

Nitzschia spp

Turbulencia, Mezcla

Chromista

Ochrophyta

Oligotrofia, pH neutro o ligeramente alcalino, Mezcla

Mallomonas sp

Oligotrofia, Hipereutrofia, Eutrofia (amplia distribución trófica)

Eubacteria

Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

Para establecer las variaciones de la comunidad del perifiton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Balboa, se realizó un dendograma de similaridad utilizando como método de enlace el grupo pareado y la disimilitud de Bray–Curtis. Tal y como se puede notar en el dendograma mostrado en la Figura 9-152, las comunidades del perifiton de los dos puntos analizados son similares en menos del 5%. Esta disimilitud, es debido a que las abundancias de unas pocas morfoespecies, como *Parlibellus sp* y *Berkeleya sp*, son notoriamente diferentes entre un punto y otro. El punto 2 se encuentra más al interior de la ciénaga donde el efecto del oleaje es menos notorio, permitiendo el crecimiento de las colonias de estas morfoespecies, tal y como se observa en las muestras. En el punto 1, por el contrario, estas colonias no pueden proliferar, presentándose con abundancias reducidas (como en *Parlibellus*) o desapareciendo (como *Berkeleya*). Esto también puede verse, en el hecho de que de las 15 morfoespecies reportadas, solo 6 se encuentran en ambas muestras.

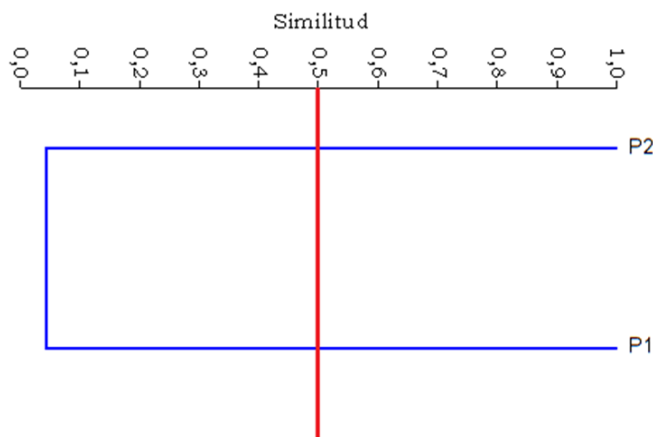


Figura 9-152. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Balboa a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Balboa se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se presentan los 2 componentes resultantes del análisis, que explicaron el 100% de la variación total (Tabla 9-30). El sector positivo del primer eje asociado con las variables físicoquímicas temperatura, conductividad y porcentaje de saturación de oxígeno se correlacionaron con los puntos de muestreo, así como los organismos de la División Bacillariophyta. Por su parte la el pH y el Oxígeno disuelto, se ubicaron sobre el sector negativo del primer eje, presentando correlación con las concentraciones de Cyanobacteria y Ochrophyta. Sobre el segundo eje se observaron la temperatura, conductividad y porcentaje de saturación del oxígeno en correlación positiva con el punto 1; y en el sector negativo del eje los organismos de la División Bacillariophyta en correlación con el Punto 2. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-153.

Tabla 9-30. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|----|------------|------------|-------------|
| 1 | 1,01643 | 97,015 | 97,0 |
| 2 | 0,0312748 | 2,9851 | 100,0 |

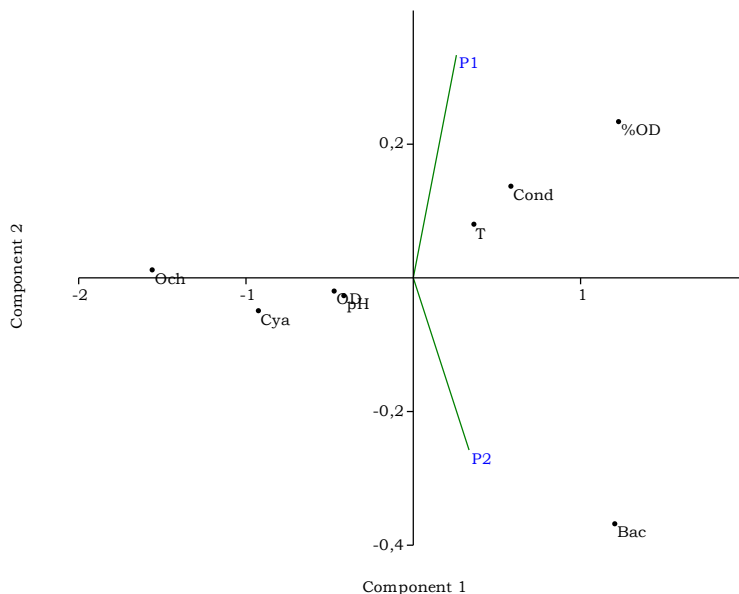


Figura 9-153. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

De los 2 componentes resultantes del análisis con las especies, se presentan los dos primeros, que explicaron el 100% de la variación total (Tabla 9-31). El primero de ellos en el sector positivo está asociado con las variables fisicoquímicas incluidas en el análisis, en correlación con los puntos de muestreo y las especies; igualmente los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector; allí mismo se ubicaron las especies *Berkeleya* spp y *Parlibellus* spp, especies que se encuentran asociadas a la bioindicación de la división, las cuales sobre el Punto 2 fueron de turbulencia y mezcla.

Así mismo en el sector positivo del segundo eje se ubicó la especie *Diadesmis* spp, correlacionada con el punto 1. En el sector negativo del primer eje se ubicaron las especies restantes, las cuales se correlacionaron negativamente con las variables fisicoquímicas analizadas. Al observar el segundo eje, se evidencia que la correlación entre los Puntos 1 y 2 es negativa. La mayoría de las especies con representatividad en el análisis pertenecen a la División Bacillariophyta, lo que unido al predominio en riqueza y abundancia de los organismos de dicha división indican que la ciénaga presenta fenómenos de turbulencia y mezcla. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-154.

Tabla 9-31. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 0,758497 | 76,625 | 76,6 |
| 2 | 0,231381 | 23,375 | 100,0 |

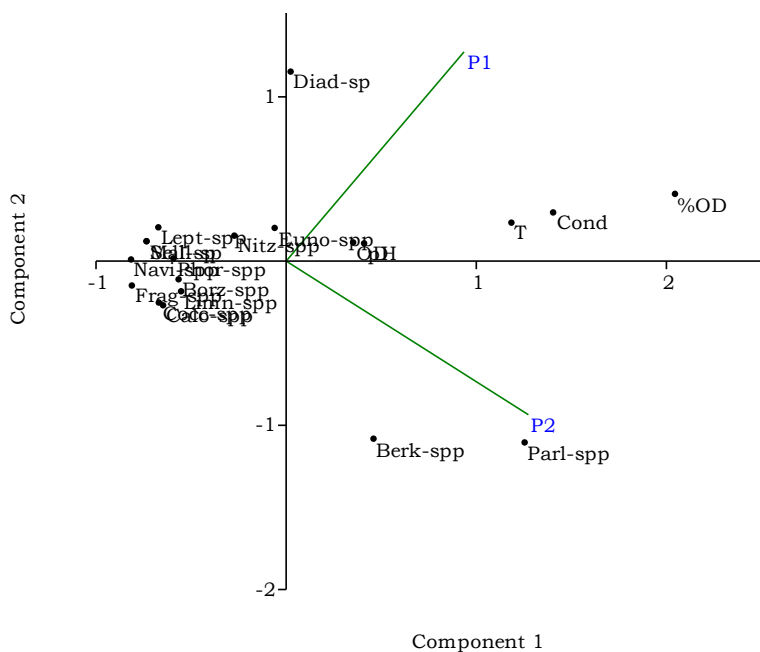


Figura 9-154. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Fitoplancton

La composición taxonómica de la comunidad fitoplanctónica registró 33 taxa, repartidas en 25 Familias, 18 Ordenes, 8 Clases y 5 Divisiones (Cuadro 9-101).

Cuadro 9-101 . Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Balboa

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|-----------------|--------------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia spp</i> | |
| | | | Cocconeidales | Cocconeidaceae | <i>Cocconeis spp</i> | |
| | | | Cymbellales | Cymbellaceae | <i>Cymbella spp</i> | |
| | | | | Berkeleyaceae | <i>Berkeleya spp</i> | |
| | | | | Diadesmidaceae | <i>Diadesmis sp</i> | |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Caloneis sp 1</i> | |
| | | | | | <i>Caloneis spp</i> | |
| | | | | <i>Gyrosigma spp</i> | | |
| | | | | Sellaphoraceae | <i>Sellaphora sp</i> | |
| | | | Surirellales | Entomoneidaceae | <i>Entomoneis sp</i> | |
| | | | Coscinodiscophyceae | Coscinodisciales | Coscinodiscaceae | <i>Coscinodiscus spp</i> |
| | | | | Rhizosoleniales | Rhizosoleniaceae | <i>Rhizosolenia spp</i> |
| | | | Fragilariophyceae | Rhaphoneidales | Rhaphoneidaceae | <i>Asterionellopsis sp</i> |
| | | <i>Asterionellopsis sp 1</i> | | | | |
| | | <i>Asterionellopsis spp</i> | | | | |
| | | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros didymus</i> | |
| | | | | <i>Chaetoceros lorentianus</i> | | |
| | | | | Eupodiscales | Eupodiscaceae | <i>Odontella mobilienis</i> |
| | | | | Leptocylindrales | Leptocylindraceae | <i>Leptocylindrus sp</i> |
| | | | | Dinophysiales | Dinophysaceae | <i>Dinophysis sp</i> |
| | | Miozoa | Dinophyceae | Gonyaulacales | Ceratiaceae | <i>Triplosira hircus</i> |
| | | | | Peridinales | Protoperidinaceae | <i>Protoperidinium sp</i> |
| | | Ochrophyta | Xanthophyceae | Mischoococcales | Centrtractaceae | <i>Centrtractus spp</i> |
| Borziaceae | <i>Borzia spp</i> | | | | | |
| Oscillatoriales | Microcoleaceae | | | | <i>Microcoleus spp</i> | |
| | Oscillatoriaceae | | | <i>Phormidium spp</i> | | |
| | Leptolyngbyaceae | | | <i>Leibleinia spp</i> | | |
| | <i>Leptolyngbya spp</i> | | | | | |
| Synechococcales | Merismopediaceae | | | <i>Merismopedia sp</i> | | |
| | <i>Merismopedia spp</i> | | | | | |
| | Pseudanabaenaceae | | | <i>Limnothrix spp</i> | | |
| | <i>Pseudanabaena spp</i> | | | | | |
| Plantae | Chlorophyta | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Hydrodictyaceae | <i>Tetraëdron muticum</i> | |

La abundancia evaluada desde la categoría taxonómica de División, posee a los organismos del grupo Bacillariophyta como el de mayor abundancia con 81,3%, lo que equivale (8, 54 Células/mL), seguido de Cyanobacteria con un 15,6% (1,64 Células/mL), Miozoa 1,4% (0,14 Células/mL), Ochrophyta 1% (0,10 Células/mL) y Chlorophyta 0,6% (0,06 Células/mL) (Figura 9-155 A-C)

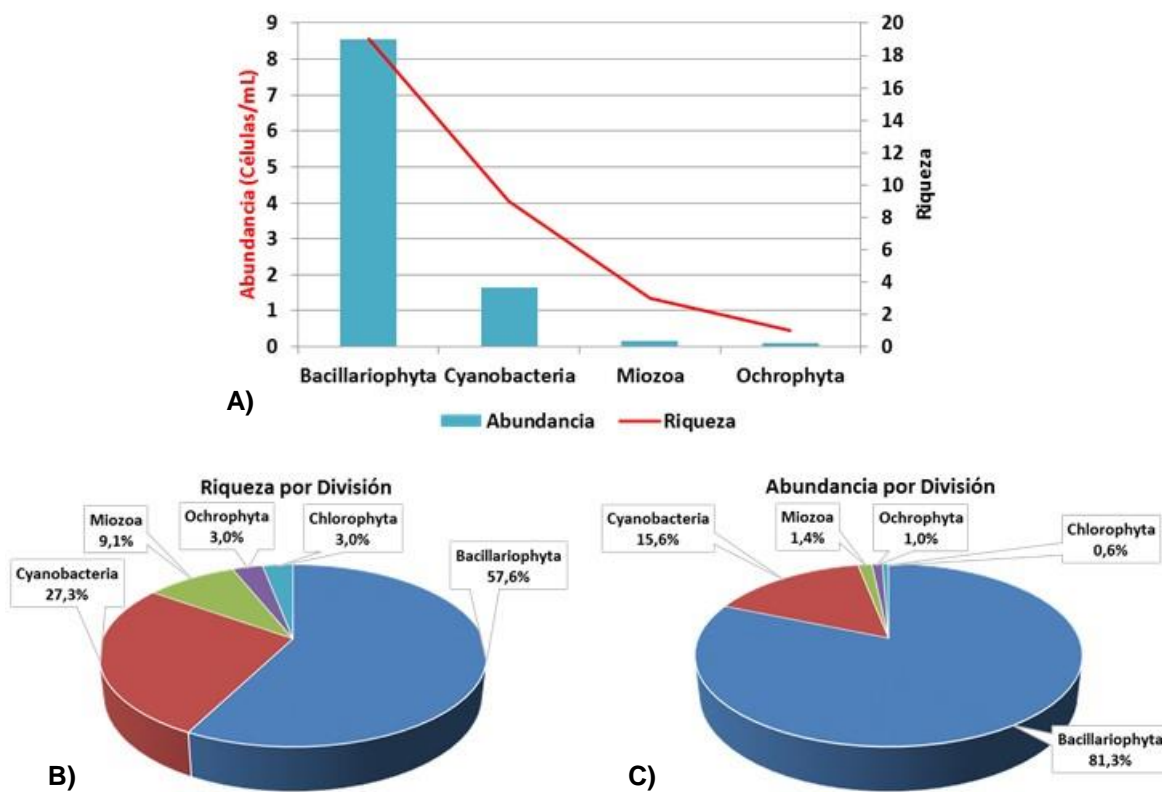
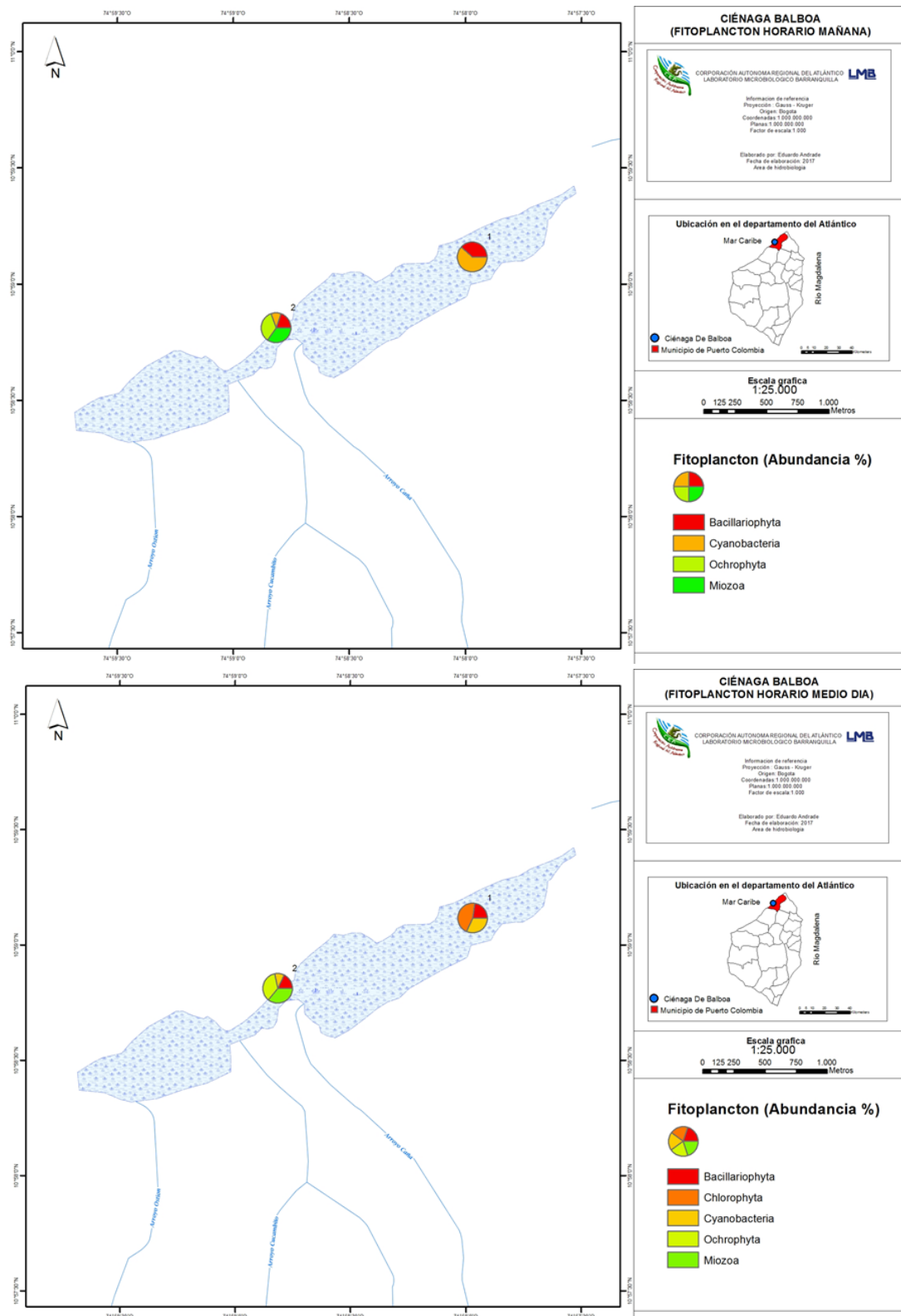


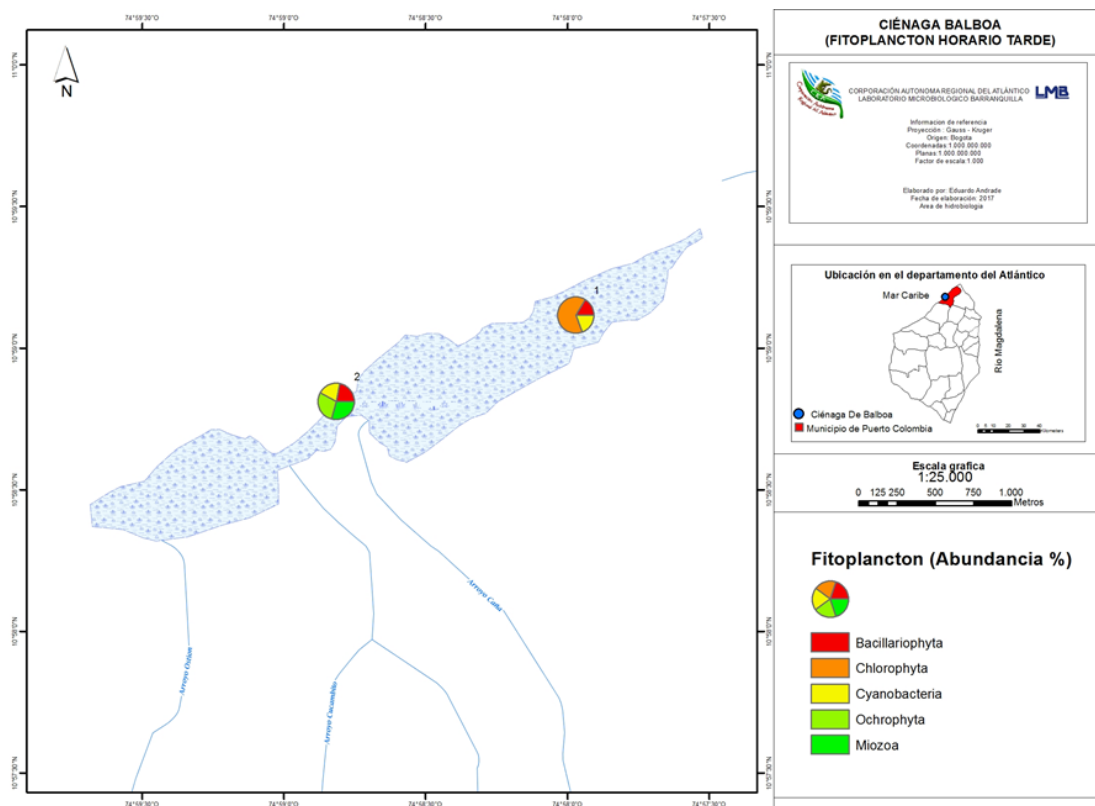
Figura 9-155. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga de Balboa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

En cuanto a la riqueza del fitoplancton en la Ciénaga de Balboa, se pudo ver que estuvo liderada por las taxa pertenecientes a la División Bacillariophyta con el 57,6% de la riqueza total, representados en (13 taxa), en segundo lugar se ubicaron el grupo de las Cyanobacteria aportando el 27,3% (9 morfoespecie), Miozoa 9,1% (3 taxa), entre tanto que las Divisiones Ochrophyta y Chlorophyta contribuyeron con 3% cada una, integradas por 1 taxa para cada División (Figura 9-155 A-B).

El Mapa 9-45 muestra que la riqueza en el punto 1 fue proporcional a la hora del día, siendo mayor en horas de la tarde, mientras que en el punto 2 la riqueza fue constante a lo largo del día, siempre predominando la división Miozoa y Ochrophyta.



Mapa 9-45. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Balboa



Continuación Mapa 9-45. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Balboa

Los resultados obtenidos para los índices ecológicos por punto de monitoreo, muestran que la riqueza específica (S) varío de una hora otra, se observa que el punto 1 se alcanzó un valor de 12 taxa en la mañana, pero en horarios de medio día disminuyó a 9 taxa y en horas de la tarde llegó nuevamente a 12 taxa; mientras el punto 2 en horas de la mañana alcanzó un valor de 20 taxa, al medio día 11 taxa en la tarde 15 taxa (Cuadro 9-102). Es posible que estas transiciones de riqueza estén asociadas a cambios de las condiciones ambientales que se presentan a lo largo del día, como intensidad de la luz, velocidad del viento y variaciones de parámetros fisicoquímicos. El índice de equidad de Pielou (J') fue bajo, este fluctuó en los dos puntos evaluados con valores que van de 0,35 a 0,52.

Para el índice de Simpson (λ'), se presentaron valores medianos que oscilaron entre 0,43 y 0,59 (Cuadro 9-102), lo que se puede interpretar como diversidades intermedias en los puntos y horas en que se evaluó el fitoplancton

La diversidad específica analizada desde índice de diversidad de Shannon-Wiener para cada uno de los puntos de monitoreo fue baja, con valores inferiores a 1,5 nits/Individuo en todos los puntos.

Cuadro 9-102 Índices ecológicos del fitoplancton en la Ciénaga de Balboa

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|--------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 12 | 0,52 | 1,28 | 0,59 |
| P2-AM | 20 | 0,35 | 1,06 | 0,43 |
| P1-M | 9 | 0,41 | 0,89 | 0,46 |
| P2-M | 11 | 0,44 | 1,05 | 0,52 |
| P1-PM | 12 | 0,46 | 1,13 | 0,57 |
| P2-PM | 15 | 0,42 | 1,15 | 0,46 |

Las bioindicaciones a nivel de División se pueden observar en la Figura 9-156 considerando las afirmaciones de Pinilla (2000) se puede observar para el punto 1 un marcado dominio de indicaciones como pH neutro o ligeramente ácido (17,2% [AM], 17,6% [M] y 79.9% [PM]), seguido de procesos de mezcla, turbulencia y eutrofia con porcentajes de 11,4% (AM), 12,6 (M), y 12,9% (PM), estas indicaciones presentaron un comportamiento similar durante el día (Figura 9-156).

Para el punto 2 Pinilla (2000) sugiere la supremacía del proceso de eutrofia la cual alcanza un porcentaje de 13% en la mañana, luego presenta un leve descenso al medio día y pasa hacer de 12,7% y en la tarde vuelve a tomar valores superiores al 13% (Figura 9-156), es importen mencionar que para el punto 2 también se encuentran indicados como sucesión planctónica 11,9% (AM), 12,1%(M) y 11,8% (PM), pH neutro o ligeramente ácido, turbulencia, mezcla, Ca bajo, N/P alta y aguas litorales, estas bioindicaciones presentan un comportamiento homogéneo a lo largo del día (Figura 9-156).

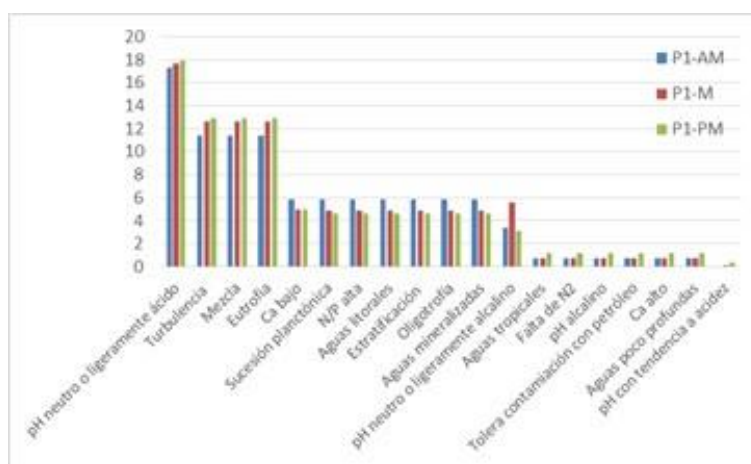
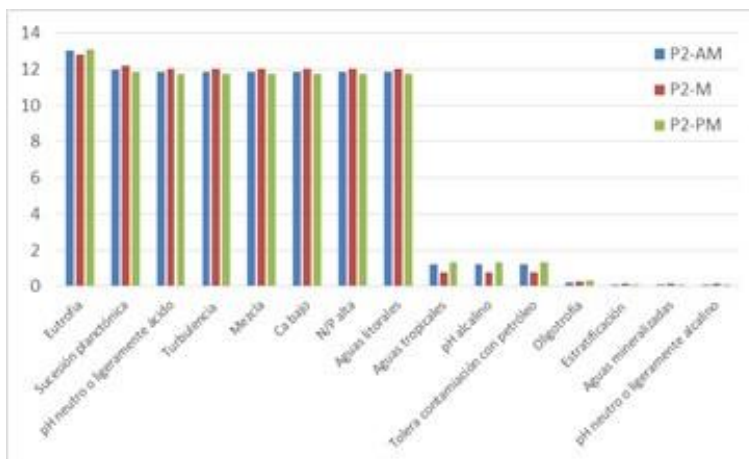


Figura 9-156 Procesos bioindicados por las Divisiones de Fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Balboa, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-156 Procesos bioindicados por las Divisiones de Fitoplancton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Balboa, durante los horarios de muestreo

Conforme con los iniciadores biológicos reportados por Pinilla (2000) el fitoplancton de la Ciénaga de Balboa presentó géneros de algas distintivos de ecosistemas acuáticos con estados turbulencia, mezcla (*Nitzschia* y *Gyrosigma*), aguas someras (*Rhizosolenia*), oligotrofia (*Centritractus*) y eutrofia (*Merismopedia*) (Cuadro 9-103).

Cuadro 9-103 Procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas, Ciénaga de Balboa

| Chromista | |
|--|-----------------------------|
| Bacillariophyta | |
| pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales | |
| <i>Nitzschia</i> spp | Género: Turbulencia, Mezcla |
| <i>Gyrosigma</i> spp | Género: Turbulencia |
| <i>Rhizosolenia</i> spp | Género: Aguas someras |
| Miozoa | |
| Estratificación, Sucesión fitoplanctónica, Oligotrofia, Aguas mineralizadas, pH neutro o ligeramente alcalino | |
| Chromista | |
| Ochrophyta | |
| Oligotrofia | |
| <i>Centritractus</i> spp | Género: Oligotrofia |
| Eubacteria | |
| Cyanobacteria | |
| Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N ₂ , pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo | |
| <i>Merismopedia</i> spp | Género: Eutrofia |
| Plantae | |
| Chlorophyta | |
| Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta | |

El dendograma de similitud muestra que la comunidad fitoplanctónica no presentó variaciones entre los puntos y horas de muestreo. A diferencia del perifiton, esta comunidad no parece estar afectada por las mínimas diferencias de oleaje entre los puntos analizados, reportándose abundancias similares en las morfoespecies (Figura 9-157).

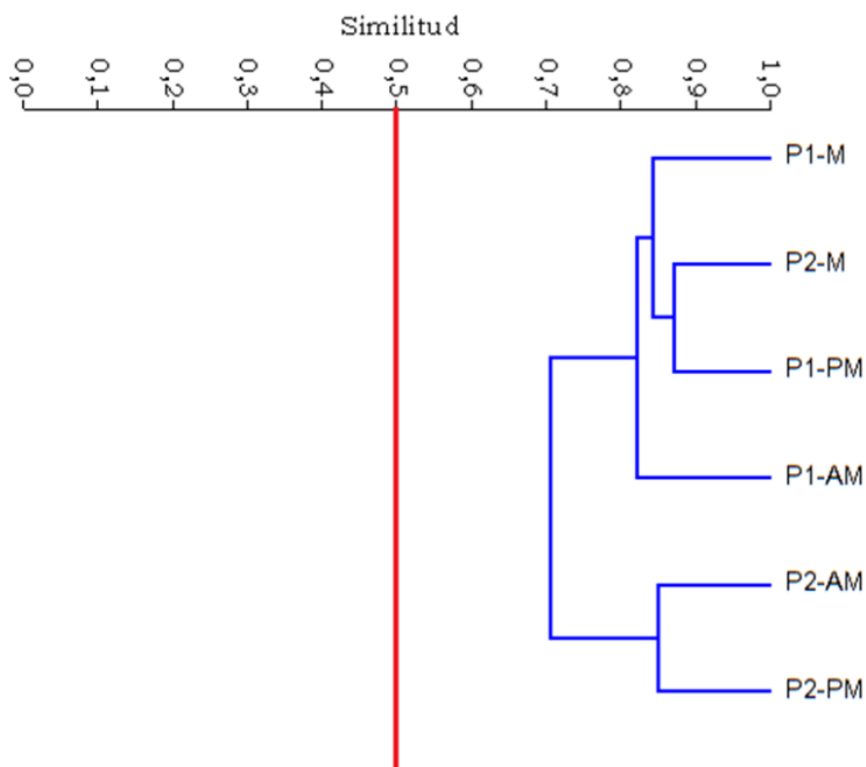


Figura 9-157. Dendograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Balboa a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Balboa se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial y temporal durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se obtuvieron 2 componentes resultantes del análisis, que explicaron el 100% de la variación total (Tabla 9-32). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables físicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje el oxígeno disuelto, el pH, la temperatura, la conductividad y el porcentaje de saturación de oxígeno; los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector. Las variables biológicas se ubicaron hacia el sector negativo del eje, con distribución sobre el segundo eje. La representación de la elipse del 95% de certeza demuestra que los puntos evaluados, no se correlacionan fuertemente con las variables físicoquímicas, comportándose de manera disímil entre ellos. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-158.

Tabla 9-32. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 0,672178 | 99,488 | 99,5 |
| 2 | 0,00345842 | 0,51188 | 100,0 |

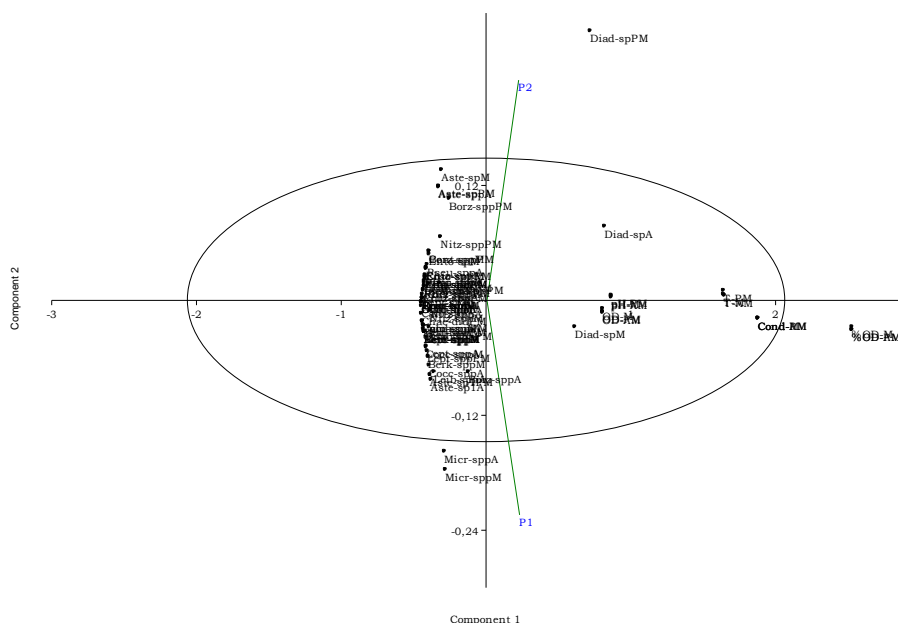


Figura 9-158. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macrófitas acuáticas

No se registraron macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Balboa.

9.1.13.2 . Comunidades de consumidores

Zooplankton

La composición taxonómica del zooplankton en la Ciénaga de Balboa registró 7 taxa distribuidos en 3 Phylum, 4 Clases, 7 Ordenes y 7 Familias (Cuadro 9-104). En donde el 93,3% (233,8 Organismos/L) de la abundancia total estuvo representado por la Clase Maxillopoda, seguida de Polychaeta con un 4,3% (10,8 Organismos/L), Ostracoda 1,5% (3,7 Organismos/L) y Lobosa aportó el menor porcentaje 0,9% (2,1 Organismos/L) (Figura 9-159 A-C).

Cuadro 9-104. Composición de la comunidad Zooplankton de la Ciénaga de Balboa

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|------------|-------------|---------------|------------|-----------------------------|
| Animalia | Annelida | Polychaeta | ND | ND | Larva Polychaeta |
| | | | Calanoida | ND | Calanoida Morfoespecie 1 |
| | Arthropoda | Maxillopoda | Cyclopoida | ND | Cyclopoida Morfoespecie 1 |
| | | | Harpacticoida | Euterpinae | <i>Euterpina acutifrons</i> |
| | | | ND | ND | Larva Nauplio |
| | | | Ostracoda | ND | Ostracoda Morfoespecie 1 |
| Protozoa | Amoebozoa | Lobosa | Arcellinida | Arcellidae | <i>Arcella discoides</i> |

La riqueza analiza desde la categoría taxonómica de Clase, deja en evidencia el predominio del grupo Maxillopoda con el 57,1 que representa a 4 taxa, seguido de las Clases Polychaeta, Ostracoda y Lobosa con el 14,3% para cada grupos, lo que equivale a 1 taxa para cada clase (Figura 9-159 A-B). La distribución de las abundancias por clase, en cada uno de los puntos y horarios de muestreo se puede ver en el Mapa 9-46.

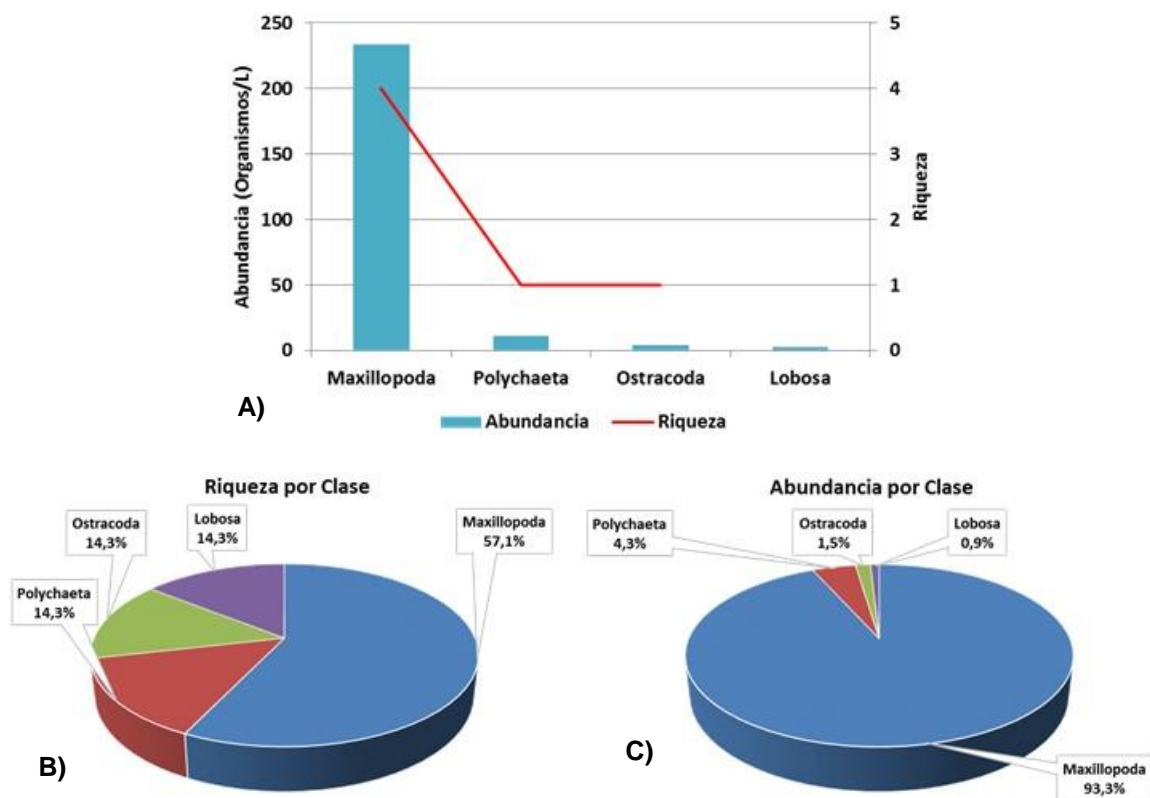
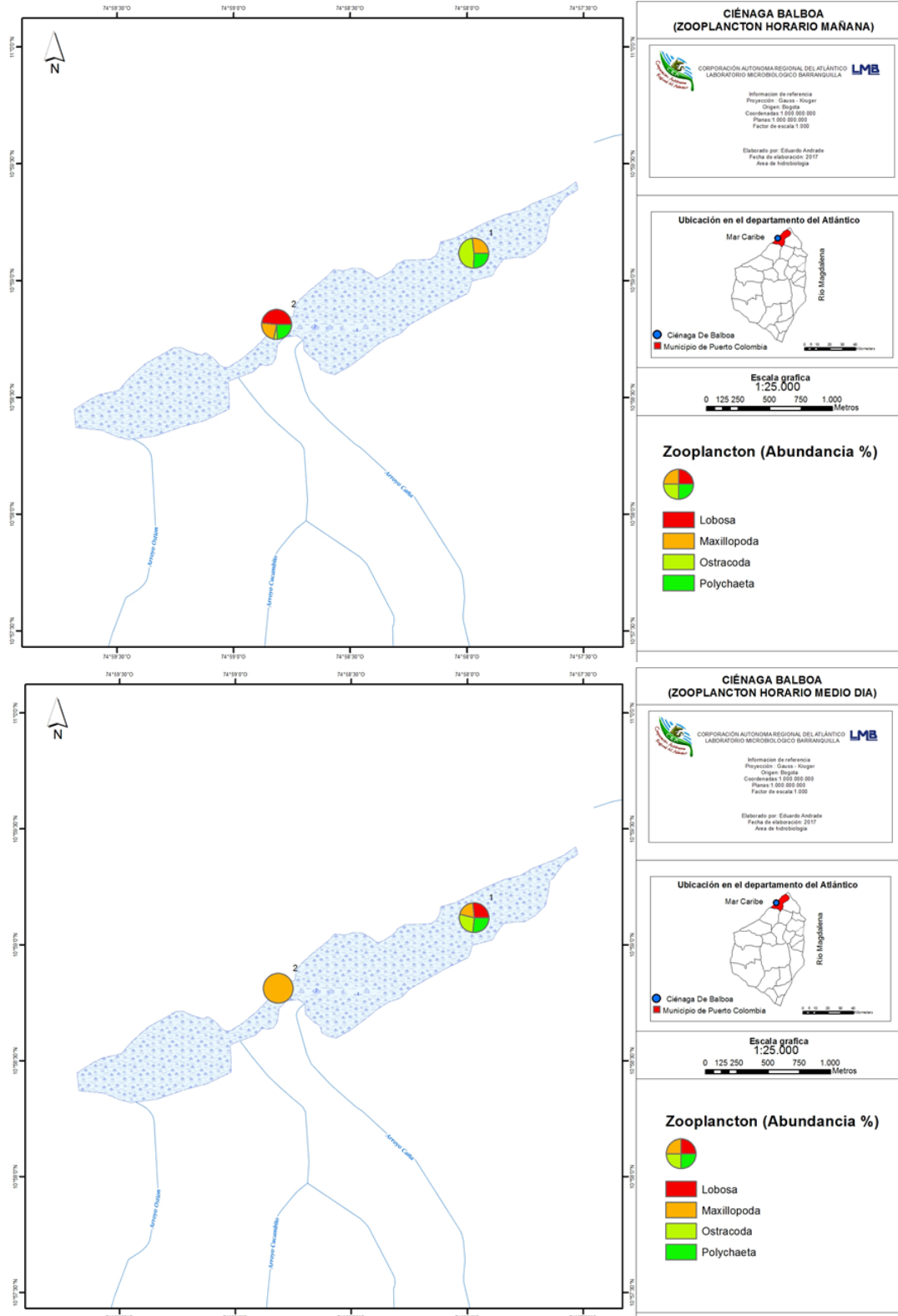
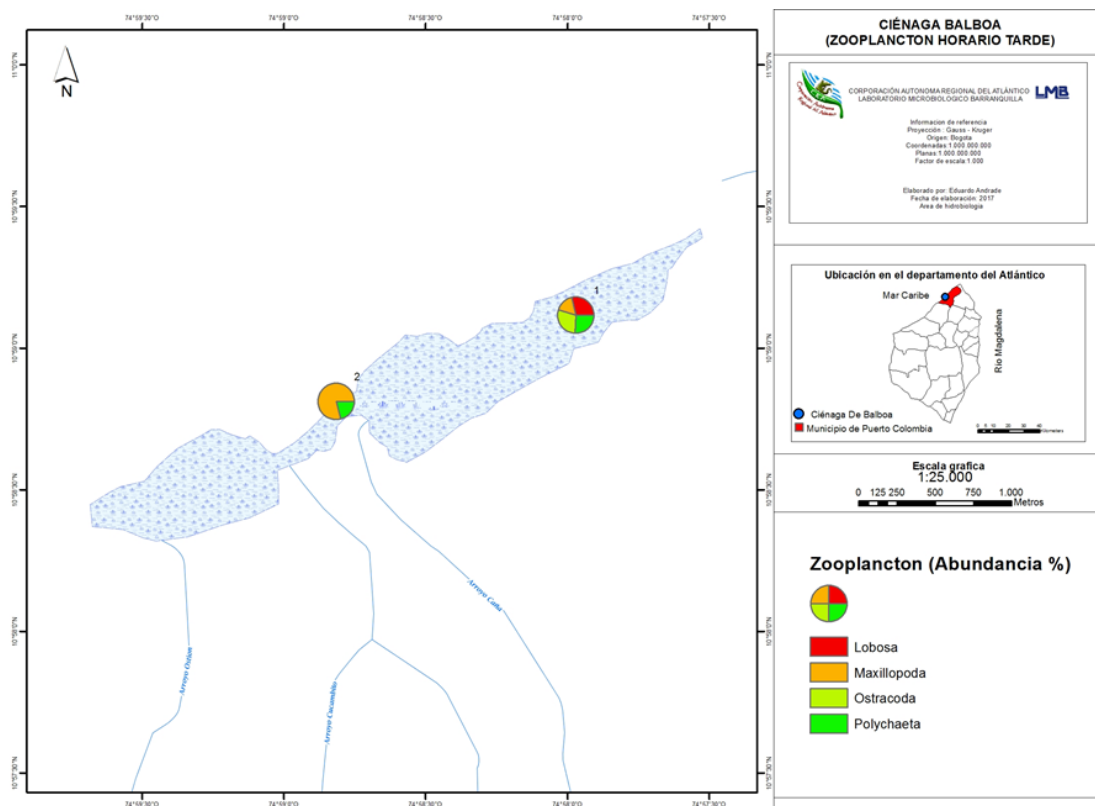


Figura 9-159. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga de Balboa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

En el Cuadro 9-105, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener fue bajo, con valores inferiores a 1,5 nits/Individuo, en todas las horas y puntos de muestreo, estos valores se corresponden con los datos de riqueza específica (S) donde no se excede de 6 taxa como la diversidad máxima, la dominancia (λ') fue $\leq 0,43$ en todos los puntos, por su parte el índice de Pielou (J') mostro una distribución fluctuante con valores que van de 0,67 a 0,80.



Mapa 9-46. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Balboa



Continuación Mapa 9-46. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Balboa

Cuadro 9-105. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de Balboa

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 5 | 0,80 | 1,29 | 0,30 |
| P2-AM | 6 | 0,65 | 1,17 | 0,35 |
| P1-M | 6 | 0,77 | 1,37 | 0,29 |
| P2-M | 4 | 0,76 | 1,06 | 0,40 |
| P1-PM | 6 | 0,67 | 1,21 | 0,35 |
| P2-PM | 4 | 0,68 | 0,95 | 0,43 |

Las bioindicaciones del zooplancton en la Ciénaga de Balboa a nivel de Phylum, calculadas a través de los índices biológicos de Pinilla (2000) muestra que los procesos preponderante en el punto 1 y 2 fueron estratificación, hipoxia, tendencia a la eutrofia, pH con tendencia alcalina (Figura 9-160), estas indicaciones fueron similares en ambos puntos, variando un poco en sus porcentajes dependiendo del momento de la toma de la muestra (mañana [AM], medio día [M] y tarde [PM]), pero estos cambios no son significativos.

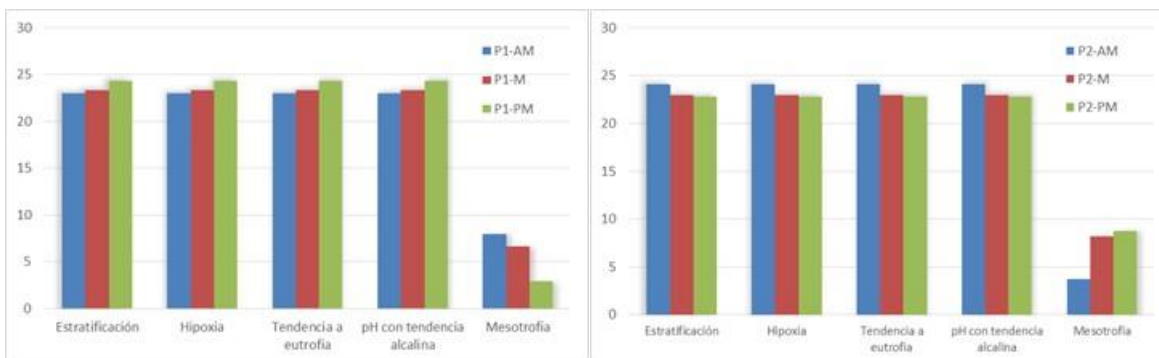


Figura 9-160 Procesos bioindicados por los Phylum de zooplancton en los puntos evaluados en la Ciénaga de Balboa, durante los horarios de muestreo.

El análisis de bioindicación por género no se pudo realizar para el zooplancton de la Ciénaga de Balboa, debido a que la mayoría de organismos identificados solo se pudieron determinar hasta el nivel taxonómico de orden o familia, por lo cual para este grupo no se presentan dichos resultados.

El índice de Similitud de Bray-Curtis, muestra que la comunidad de zooplancton en este cuerpo de agua fue homogénea, tanto entre puntos como entre horarios de muestreo (Figura 9-161). Al igual que con el fitoplancton encontrado en esta ciénaga, el zooplancton no parece ser afectado por las variaciones en el oleaje, suceso que sí ocurre con la comunidad fitoperifítica.

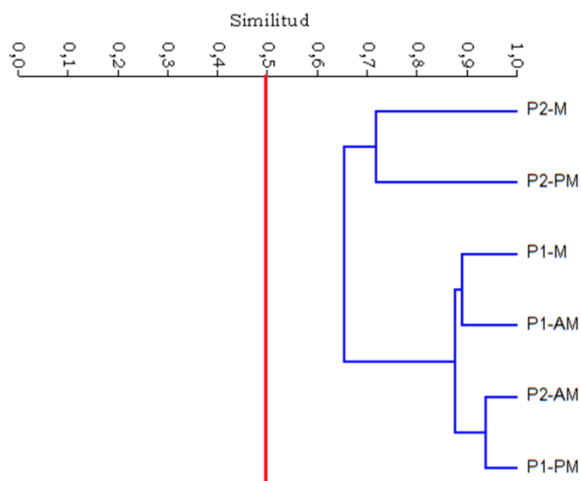


Figura 9-161. Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Balboa a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad zooplanctónica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Balboa

se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se obtuvieron dos componentes del análisis (Tabla 9-33). Sobre el primero de ellos se encontraron fuertemente asociadas las variables fisicoquímicas evaluadas, así mismo, sobre el sector positivo se ubicaron los puntos de muestreo. Al graficar la elipse del 95%, se observó que existe poca correlación entre los puntos de muestreo y las especies, con las cuales las morfoespecies de Calanoida y Cyclopoida y las larvas Nauplio fueron las que mejor se correlacionaron. En general se observó que hay diferencias en la composición del zooplancton. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-162.

Tabla 9-33. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 0,794 | 84,451 | ### |
| 2 | 0,1462 | 15,549 | ### |

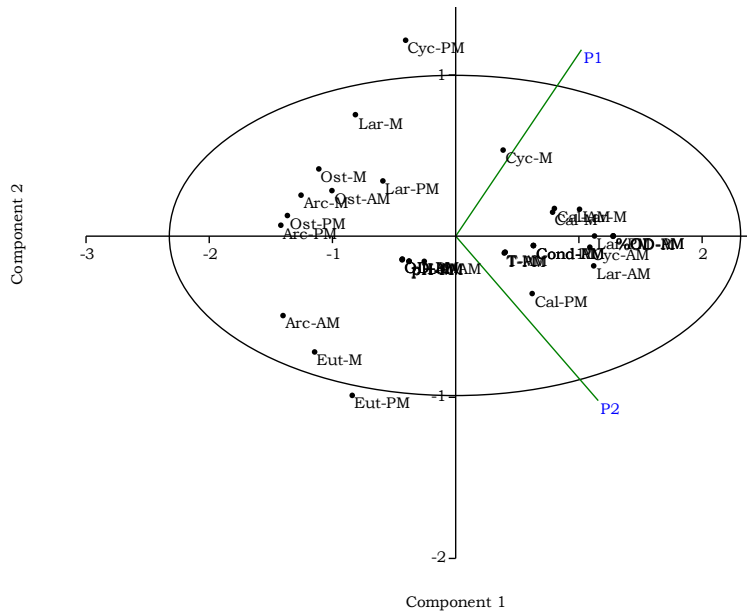


Figura 9-162. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Distribución típica B) Incluyendo la elipse del 95%

Macroinvertebrados bentónicos

Se identificaron 10 morfoespecies, repartidas en 4 Familias, 4 Órdenes, 2 Clases y 2 Phylum (Cuadro 9-106).

Cuadro 9-106. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Balboa

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | | | |
|----------|----------|------------|---------------|--------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|
| Animalia | Annelida | Polychaeta | Phyllodocida | Nereididae | <i>Rullierinereis spp</i> | | | |
| | | | Polychaeta-NA | Capitellidae | <i>Capitella spp</i> | | | |
| | | | | | <i>Leiocapitellides spp</i> | | | |
| | | | | | <i>Mediomastus spp</i> | | | |
| | | | Spionida | Spionidae | <i>Aonides spp</i> | | | |
| | | | | | Spionidae Morfoespecie 3 | | | |
| | | | | | <i>Paraprionospio spp</i> | | | |
| | | | | | | | | <i>Polydora spp</i> |
| | | | | | | | | <i>Streblospio spp</i> |
| | | | Chordata | Leptocardii | Leptocardii-NA | Branchiostomatidae | <i>Branchiostoma spp</i> | |

La riqueza a analizada desde la categoría de Clase, deja ver que Polychaeta con 9 taxa contribuye con el 90% de la riqueza total, el 10% restante se lo adjudica la Clase Leptocardii, representado en 1 taxa (Figura 9-163 A-B).

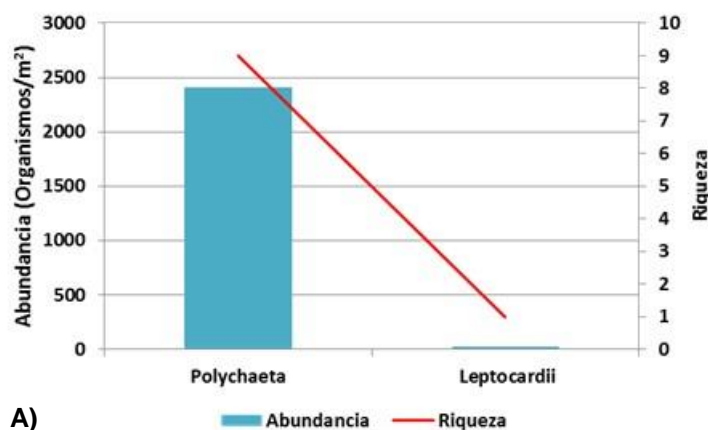
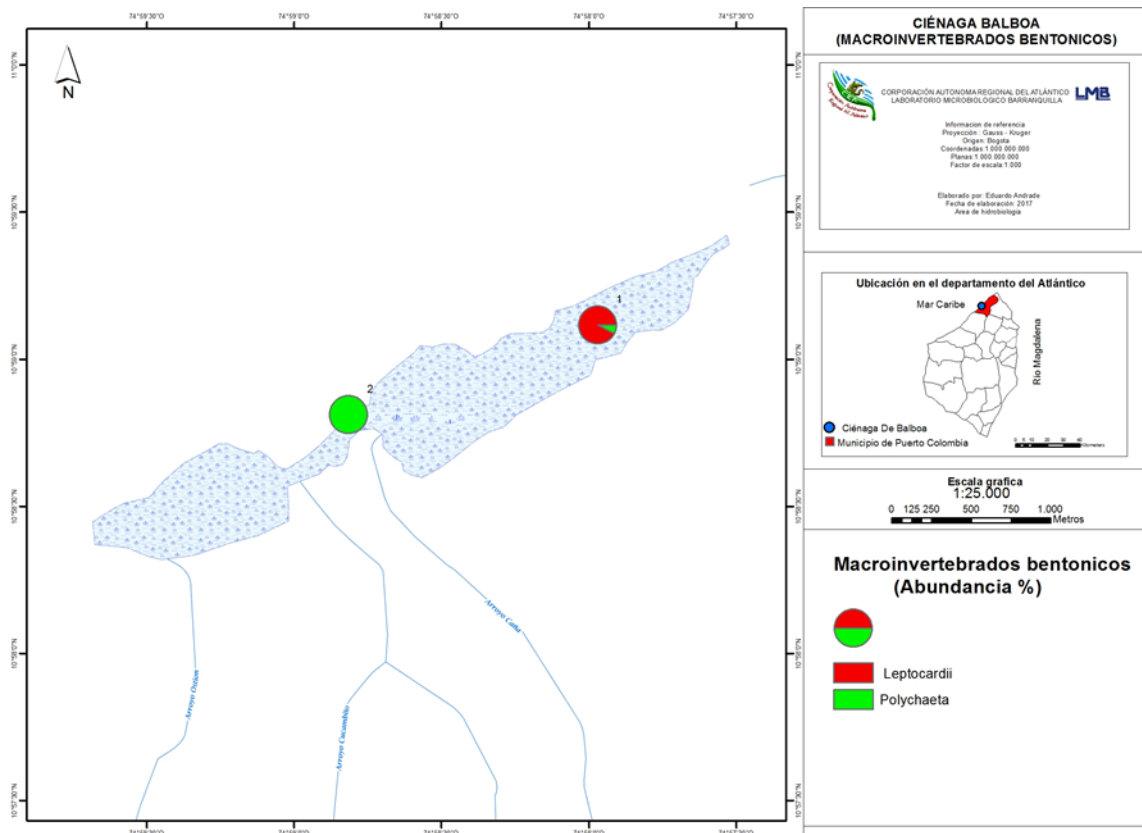


Figura 9-163. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Balboa. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

La abundancia al igual que la riqueza estuvo dominada por organismos de la Clase Polychaeta con un 99% (2412,2 Organismos/m²) de la abundancia total y con un porcentaje baste inferior aparece la Clase Leptocardi con el 1% (24,9 Organismos/m²) (Figura 9-163 A-C). La distribución de las clases en los dos puntos analizados puede verse en el Mapa 9-47.



Mapa 9-47. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo, Ciénaga de Balboa

Los resultados de los índices ecológicos se pueden observar en el Cuadro 9-107, la riqueza (S) en forma general deja ver que la diversidad es baja en ambos puntos (punto 1= 4 taxa y punto 2= 6 taxa), la equidad (J') es alta en el punto 1 con valores de 0,95 y baja en el punto 2 con un valor de 0,40, esto demuestra abundancias homogéneas para el punto 1, la dominancia (λ') muestra un comportamiento variable que va de 0.28 a 0,68 lo que indica que en el punto 2 hay una mayor diversidad respecto al punto 1, lo que se puede ver reflejado en el índice de riqueza (S), por su parte la diversidad evaluada desde Shannon-Wiener presento valores inferiores a 1 nits/Individuo, lo que estaría dando cuenta de la baja riqueza de la ciénaga de Balboa.

Cuadro 9-107. Índices ecológicos de Macroinvertebrados Bentónicos en la Ciénaga de Balboa

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|----------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| Punto 1 | 4 | 0,95 | 1,31 | 0,28 |
| Punto 2 | 6 | 0,40 | 0,71 | 0,68 |

Para establecer la similitud entre los puntos, se realizó un dendograma mediante el método de UPGMA, agrupando los datos de las abundancias de las morfoespecies por medio del índice de similitud de Bray-Curtis. Se encontró que las comunidades de ambos puntos no presentan en absoluto similitud, siendo que todas las morfoespecies reportadas aparecieron en solo uno de los puntos (Figura 9-164). Esto puede ser debido a la misma causa que permitió que las comunidades de perifiton variaran tanto entre uno y otro muestra. Parece ser que el hecho de que el punto 2 se encuentre más resguardado del oleaje que el punto 1, es suficiente para formar dos comunidades sésiles (perifiton y bentos) casi diferentes.

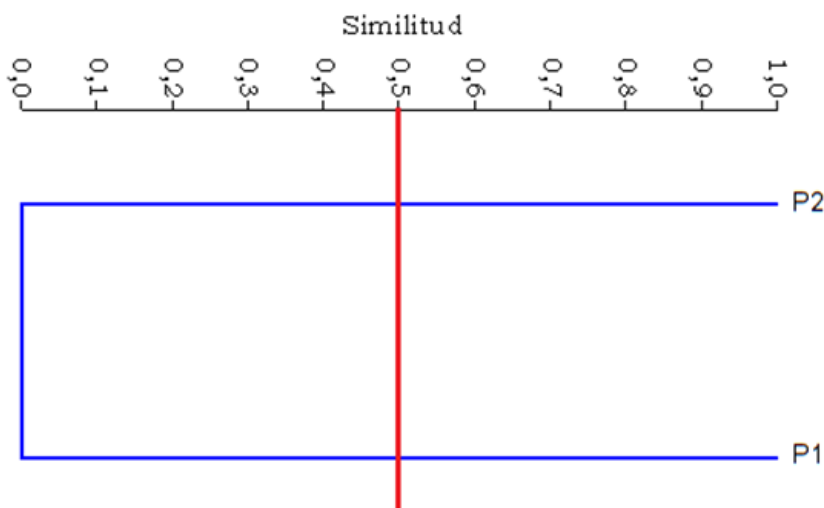


Figura 9-164. Dendograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Balboa a nivel taxonómico de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga de Balboa, se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se obtuvieron dos componentes resultantes del análisis (Tabla 9-34). El primero de ellos, sobre el sector positivo del eje quedó asociado con las morfoespecies, ubicándose sobre el sector positivo las especies *Aonides* spp, *Mediomastus* spp, Spionidae Morfoespecie 3, *Paraprionospio* spp, *Rullierinereis* spp y *Polydora* spp; de los puntos evaluados, el Punto 2 se ubicó en este sector. En el sector negativo del eje se ubicaron las variables fisicoquímicas, así como las morfoespecies restantes. Por otro lado, los puntos presentaron tendencia hacia el sector positivo del segundo eje, en sectores opuestos del primer eje, este sector y tan solo *Aonides* spp presentó tendencia en el sector positivo del eje. Se evidencian diferencias en los puntos de muestreo, así como tendencia de los mismos a diferenciarse por la composición de la comunidad y con ello las bioindicaciones principales de las familias presentes (presencia de materia orgánica e hidrocarburos) las cuales fueron más abundantes en el Punto 2. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-175.

Tabla 9-34. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 1,34304 | 79,97 | 80,0 |
| 2 | 0,33639 | 20,03 | 100,0 |

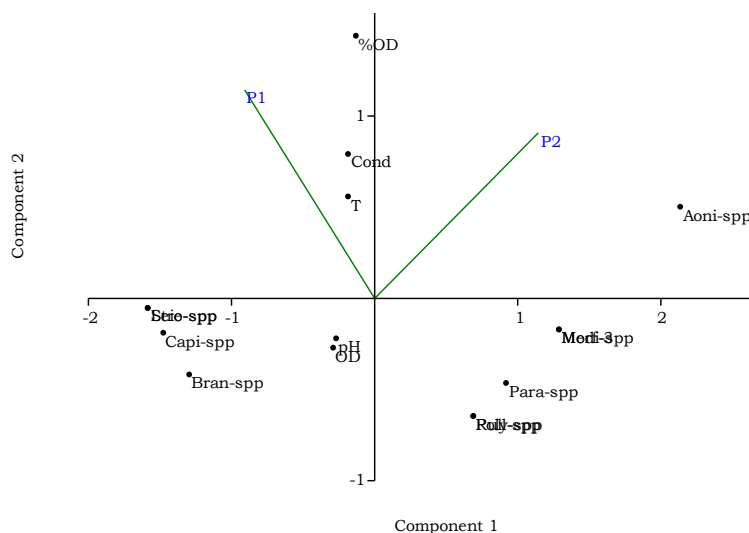


Figura 9-165. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Especies ícticas

No se registraron captura de peces en la Ciénaga de Balboa.

9.1.14 Ciénaga de Luruaco

En la Ciénaga de Luruaco se evaluaron las comunidades de productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas) así como las comunidades de consumidores (zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna) con el fin de realizar un análisis de la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas del ecosistema.

9.1.14.1 Comunidades de productores primarios

Fitoperifiton

La composición taxonómica del perifiton reportó 21 taxa, repartidos en 16 Familias, 12 Órdenes, 5 Clases y 4 Divisiones (Cuadro 9-108).

Cuadro 9-108 Composición de la comunidad Fitoperifítica en la Ciénaga de Luruaco

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | |
|-----------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> spp | |
| | | | Cocconeidales | Cocconeidaceae | <i>Cocconeis</i> spp | |
| | | | | Cymbellaceae | <i>Cymbella</i> spp | |
| | | | Cymbellales | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema</i> spp | |
| | | | | | <i>Gomphonema parvulum</i> | |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Caloneis</i> spp | |
| | | | | | <i>Navicula</i> spp | |
| | | | | | Sellaphoraceae | <i>Sellaphora</i> sp |
| | | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Fragilaria</i> spp |
| | | | | Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae |
| Nostocales | Aphanizomenonaceae | <i>Cylindrospermopsis</i> sp 1 | | | | |
| | | <i>Cylindrospermopsis</i> spp | | | | |
| Oscillatoriales | Gomontiellaceae | <i>Komvopharon</i> spp | | | | |
| | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium</i> spp | | | | |
| | | <i>Lyngbya</i> spp | | | | |
| Synechococcales | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya</i> spp | | | | |
| | | Pseudanabaenaceae | <i>Limnothrix</i> spp | | | |
| | | | <i>Pseudanabaena</i> spp | | | |
| Plantae | Charophyta | Conjugatophyceae | Zygnematales | Zygnemataceae | <i>Mougeotia</i> spp | |
| | Chlorophyta | Chlorophyceae | Oedogoniales | Oedogoniaceae | <i>Oedogonium</i> spp | |
| | | | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Coelastrum</i> spp | |

La riqueza evaluada por categoría taxonómica de División muestra que Bacillariophyta y Cyanobacteria compartiendo el primer lugar como los grupos más diversos con un 42,9% cada uno, lo que equivale a 9 taxa para cada División, luego se encuentra Chlorophyta con

un 9,5% (2 taxa) y con el mejor porcentaje se ubica Charophyta 4,8% (1 morfoespecie) (Figura 9-166).

La abundancia presenta a la División Bacillariophyta como el grupo de mayor proporción aportando el 69,7% (41,5 Células/cm²), seguido de Cyanobacteria con el 26,3% (15,6 Células/cm²), Chlorophyta 3,4% (2 Células/cm²) y Charophyta 0,7% (0,4 Células/cm²) (Figura 9-166 A-C)

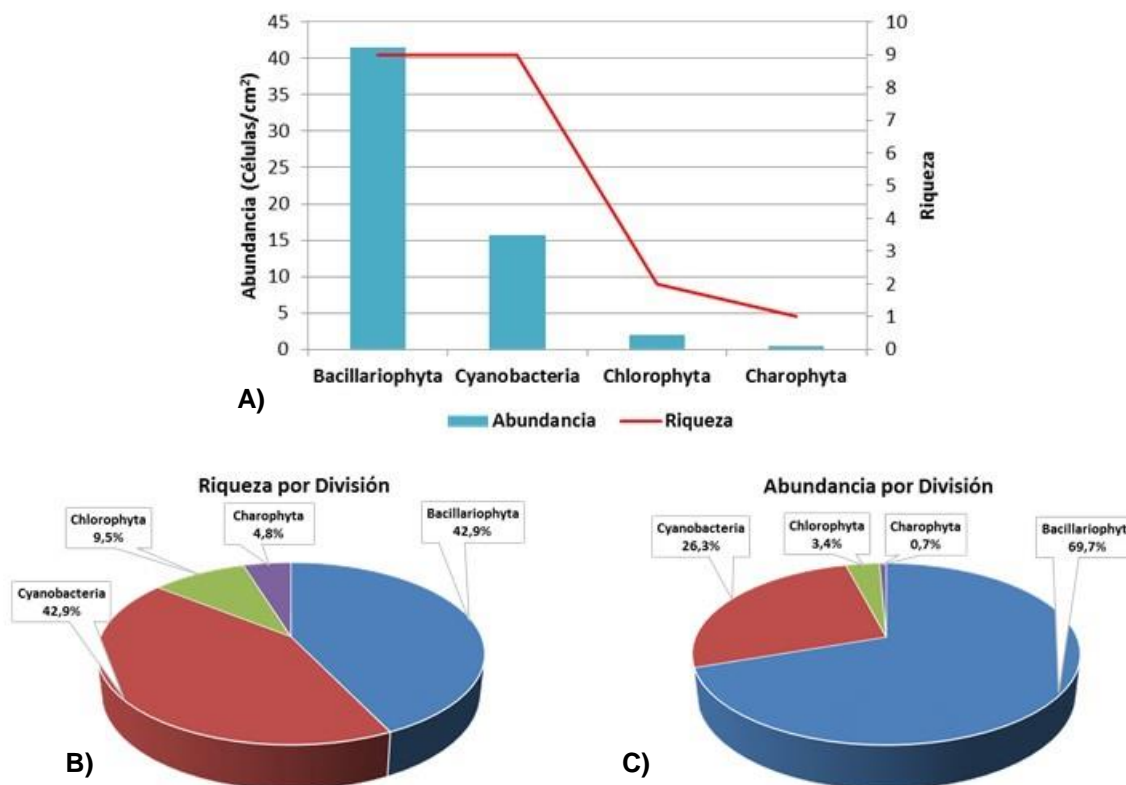


Figura 9-166. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga de Luruaco. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

Al observar la abundancia por punto de muestreo (Figura 9-167) se evidenció que solo se pudo tomar la muestra en los puntos 1,4 y 9 en el resto de puntos no se encontró sustratos para realizar la evaluación del perifiton. De los puntos estudiados el punto 4 fue el de mayor abundancia (60,1 Células/cm²), seguido del punto 9 (18,7 Células/cm²) y en el último lugar se encuentra el punto 1 (12,0 Células/cm²). Por otra parte se puede ver que la División Bacillariophyta es la de mayor densidad en los puntos 4 y 9, mientras que las Cyanobacteria son las de mayor abundancia en el punto 1 (Mapa 9-48).

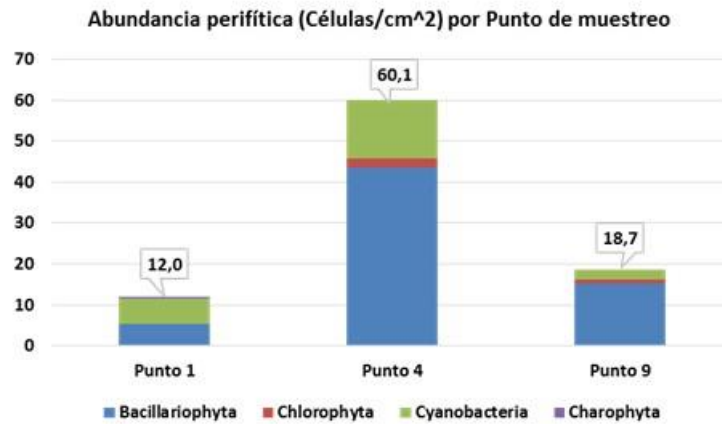
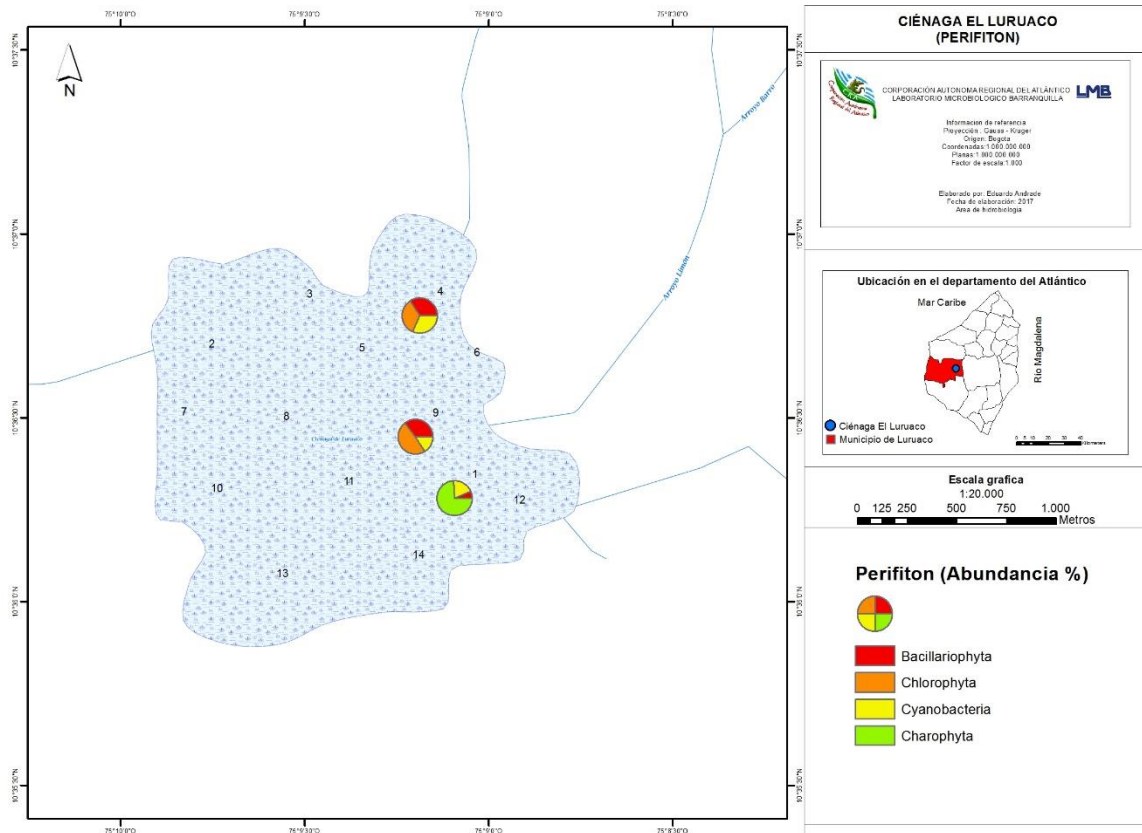


Figura 9-167 Abundancia del Perifiton (Divisiones) por punto de muestreo en la Ciénaga de Luruaco



Mapa 9-48. Abundancia del fitoperifiton en los puntos de muestreo, Ciénaga de Luruaco

Los índices ecológicos muestran que la riqueza (S) fue mayor en el punto 4 (13 taxa), seguido del punto 1 (10 taxa) y 9 (6 taxa) (Cuadro 9-109).

Cuadro 9-109. Índices ecológicos para el fitoperifiton en la Ciénaga de Luruaco

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|----|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1 | 10 | 0,90 | 2,06 | 0,07 |
| P4 | 13 | 0,54 | 1,39 | 0,45 |
| P9 | 6 | 0,69 | 1,24 | 0,37 |

Para el índice de Shannon-Wiener se obtienen valores de 2,06 nits/Individuo en el punto 1, para el punto 4 se el índice baja a 1,39 nits/Individuo y 1,24 nits/Individuo en el punto 9 (Cuadro 9-109), esto muestra un comportamiento decreciente de la diversidad pasando de una diversidad mediana en el punto 1 a diversidades bajas en los puntos 4 y 9.

Por su parte la equidad de Pielou (J') presenta valores considerables que van de 0,90 en el punto 1 a 0,54 en el punto 4 y 0,69 en el punto 9 (Cuadro 9-109), lo que deja inferir que en el punto 1 la equidad es cercana a uno, dando cuenta de una equidad alta. Para el caso del punto 4 se puede decir que la equidad fue mediana, quizás porque las abundancia para este punto no son muy equitativas y existe varios o un grupo que sobresale por sus mayor abundancia respecto al resto de grupos.

El índice de Simpson (λ') muestra datos pequeños de 0,07 en el punto 1, esto quiere decir que no hay grupos o especies dominantes por su valor cercano a cero, mientras que en el punto 4 se incrementa el valor de Simpson y pasa a ser de 0,45, mostrando un claro aumento de un determinado grupo de organismos (Bacillariophyta), para el punto 9 el valor de λ' decrece a 0,37 (Cuadro 9-109), lo que se ve reflejado en la pérdida de dominancia y abundancia por parte de las Bacillariophyta (Figura 9-167).

En los tres puntos donde se realizó colectaron muestras de perifiton, el proceso más indicado fue eutrofia, encontrándose en una proporción máxima de 16,6% en el punto 1. Alta proporción de N/P fue el segundo más predominante en dos puntos de muestreo, 4y 9, mientras que “aguas tropicales” fue el segundo más mostrado en el punto 1. Otros procesos mostrados fueron pH neutro a ligeramente ácido, turbulencia, mezcla, Calcio bajo, sucesión planctónica (Figura 9-168).

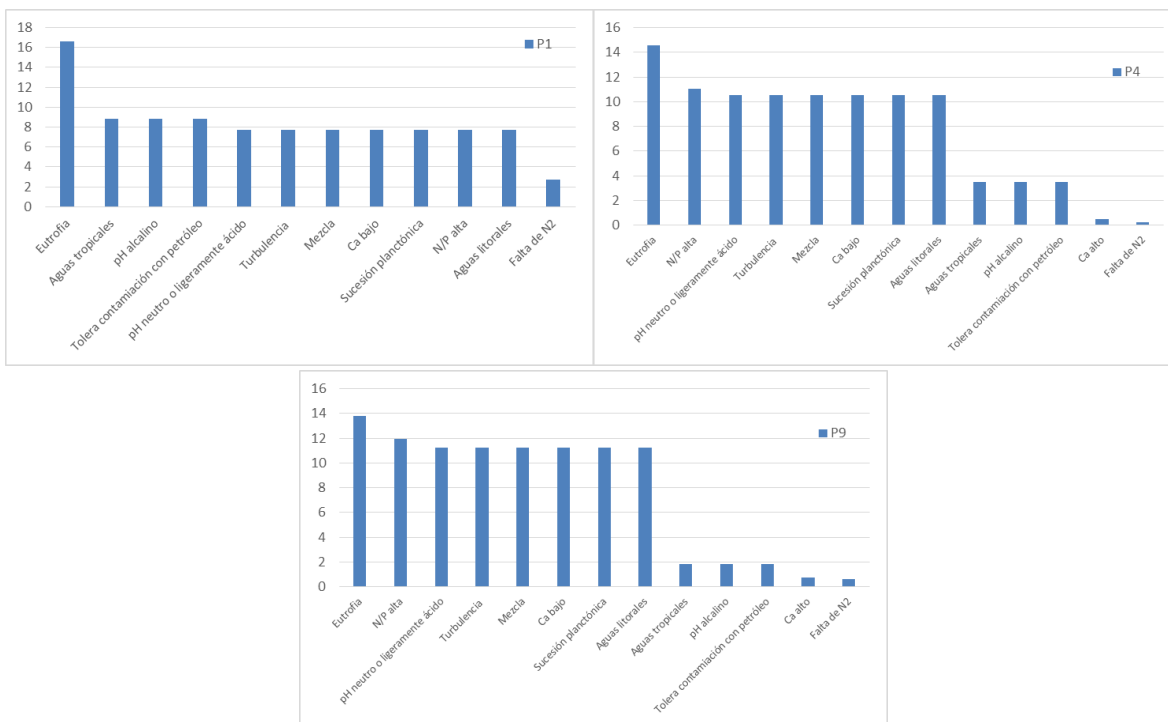


Figura 9-168. Procesos bioindicados (en %) por las divisiones del fitoperifiton en los puntos monitoreados de la Ciénaga de Luruaco, por punto de muestreo.

Como se puede apreciar en la Cuadro 9-110, los géneros de diatomeas bioindicaron sedimentos y conductividad altos, turbulencia, mezcla, eutrofia, sucesión y aguas poluídas. Las cianobacterias, por su parte, mostraron indicaciones de eutrofia, estratificación de la columna de agua, sucesión avanzada, sedimentos y conductividad altos. Las charófitas bioindicaron eutrofia y aguas turbias, mientras que las clorofitas mostraron aguas someras, cálidas y ricas en hierro.

Cuadro 9-110. Procesos bioindicados por las taxa fitoperifíticas de la Ciénaga de Luruaco

Chromista

División Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Gomphonema parvulum

Género: Sedimentos y conductividad altos Especie: Eutrofia fría, Sucesión, Aguas poluídas

Navicula spp

Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos

Nitzschia spp

Género: Turbulencia, Mezcla

Eubacteria

División Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N2, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

Lyngbya spp

Género: Estratificación, Sucesión Avanzada, Sedimentos y conductividad altos, Hipereutrofia

Microcystis spp

Género: Eutrofia

Plantae

División Charophyta

Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad)

Mougeotia spp

Género: Aguas turbias, eutrofia

División Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

Oedogonium spp

Género: Aguas someras, Aguas cálidas y ricas en hierro

Al observar las variaciones de la comunidad del perifiton en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luruaco, se buscó establecer las diferencias entre los puntos de monitoreo, para lo cual se realizó un dendograma de similaridad utilizando como método de enlace el grupo pareado y la disimilitud de Bray–Curtis (Figura 9-169). Se observa la formación de dos grupos, el primero entre el punto 1 y el punto 9 con una similitud cercana al 51%, mientras que el punto 4 integro el segundo grupo; la separación del punto 4 se puede asociar a los valores de abundancia y riqueza que fueron más altos para este punto.

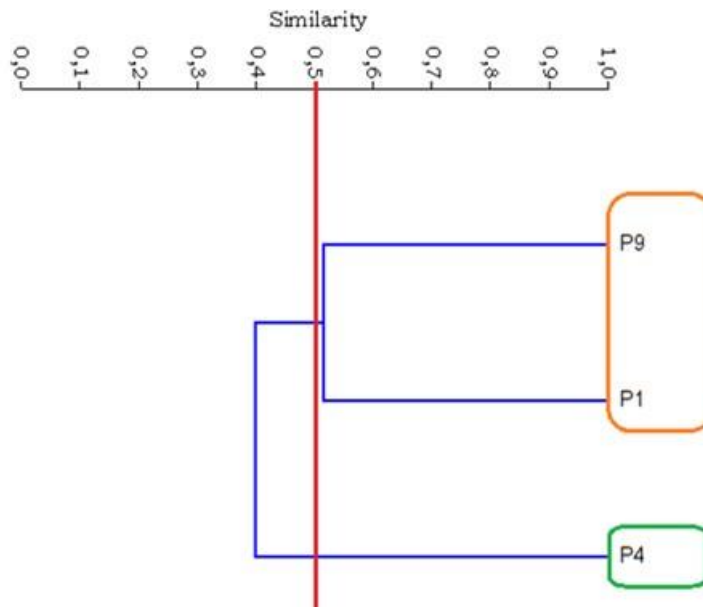


Figura 9-169 Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luruaco, a nivel de División

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga Luruaco se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 3 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 99,9% de la variación total (Tabla 9-35). El primero de ellos sobre el sector positivo del eje quedó asociado con las variables fisicoquímicas de temperatura, porcentaje de saturación de oxígeno y conductividad; igualmente los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector, así como los organismos de la División Bacillariophyta. Por su parte el pH y el Oxígeno disuelto, se ubicaron sobre el sector negativo del primer eje, presentando mayor correlación con las Divisiones Cyanobacteria, Chlorophyta y Charophyta. Sobre el segundo eje se ubicó el Punto 4 en correlación con las Divisiones Chlorophyta, Cyanobacteria y Bacillariophyta; mientras que en el sector negativo se ubicaron las variables fisicoquímicas evaluadas, en correlación con los organismos de la División Charophyta. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-170.

Tabla 9-35. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|----|------------|------------|-------------|
| 1 | 2,36741 | 96,591 | 96,6 |
| 2 | 0,0589257 | 2,4042 | 99,0 |
| 3 | 0,0246194 | 1,0045 | 100,0 |

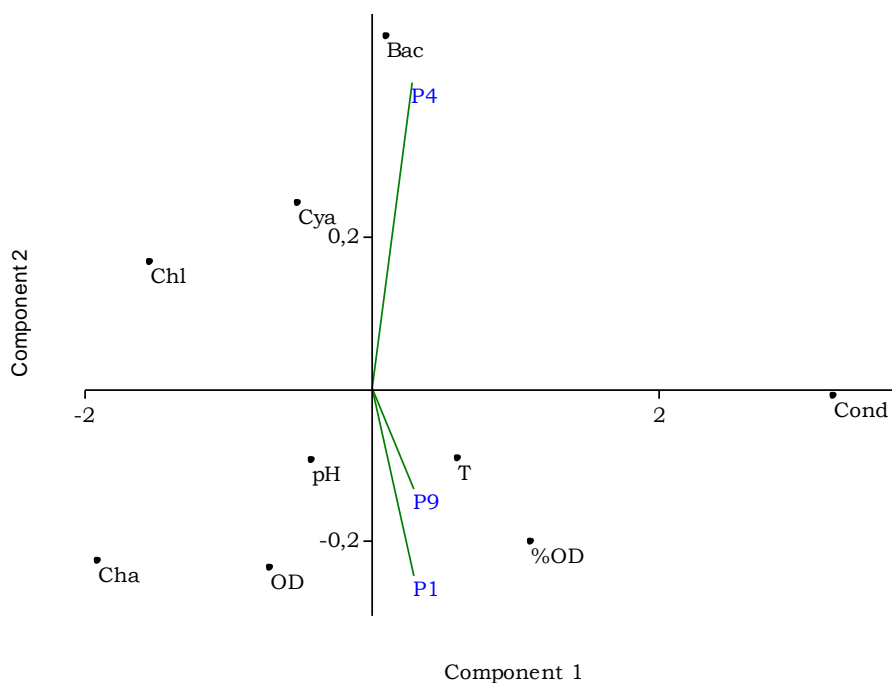


Figura 9-170. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

De los 3 componentes resultantes del análisis con las especies, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 96% de la variación total (Tabla 9-36). El primero de ellos está asociado con las variables fisicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje todas las variables fisicoquímicas evaluadas, Oxígeno disuelto, pH, temperatura, porcentaje de saturación de oxígeno y la conductividad; igualmente los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector, junto con la especie *Nitzschia* spp. Y muy cerca del origen las especies *Gomphonema parvulum*, *Caloneis* spp, *Cylindrospermopsis* sp 1, *Coelastrum* spp, *Sellaphora* sp, *Phormidium* spp, *Pseudanabaena* spp, *Leptolyngbya* spp, *Komvophoron* spp y *Limnothrix* spp. En el sector negativo del primer eje se correlacionaron todas las especies restantes. Por su parte, en el segundo eje, se evidencia que la correlación entre el Punto 4 y *Nitzschia* spp; mientras que hacia el sector negativo del eje se correlacionan las variables fisicoquímicas. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-171.

Tabla 9-36. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 1,37228 | 89,254 | 89,3 |
| 2 | 0,113454 | 7,3791 | 96,6 |
| 3 | 0,0517607 | 3,3666 | 100,0 |

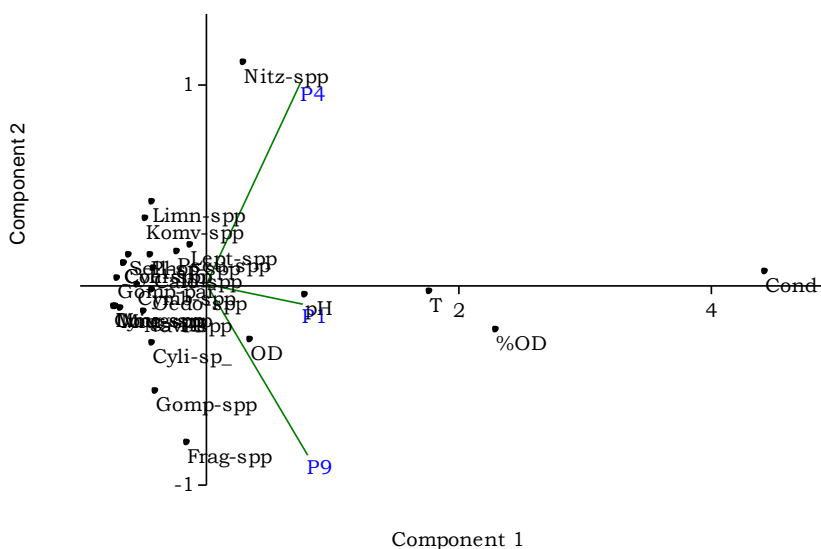


Figura 9-171. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Fitoplancton

La composición taxonómica de la comunidad fitoplanctónica de la Ciénaga de Luruaco registró 61 taxa, distribuidas en 35 Familias, 20 Ordenes, 11 Clases y 6 Divisiones (Cuadro 9-111).

Cuadro 9-111 . Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Luruaco

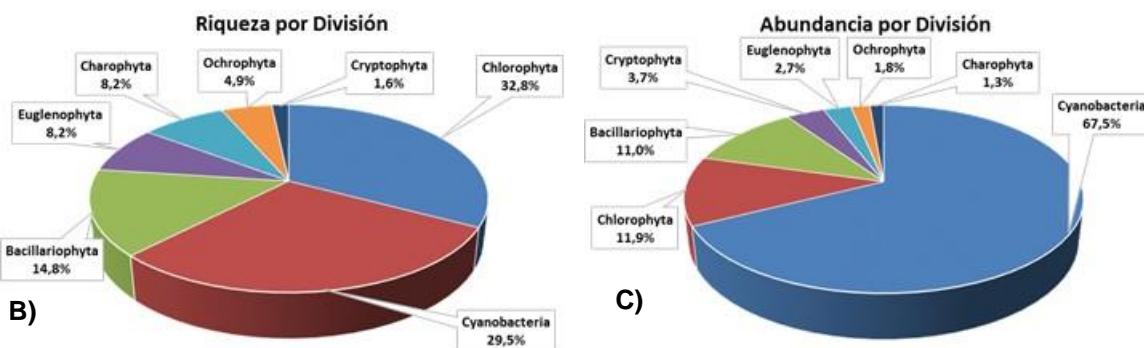
| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | | |
|-------------------------|------------------|--|--------------------|---|--|---|---|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Cylindrotheca spp</i> <i>Nitzschia spp</i> | | |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Gyrosigma spp</i> <i>Navicula spp</i> | | |
| | | | | Pinnulariaceae | <i>Pinnularia sp</i> | | |
| | | | Thalassiosiphales | Catenulaceae | <i>Amphora spp</i> | | |
| | | Coscinodiscophyceae | Melosirales | Melosiraceae | <i>Melosira sp</i> | | |
| | | | | | <i>Melosira spp</i> | | |
| | | Cryptophyta | Cryptophyceae | Mediophyceae | Stephanodisciales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella spp</i> |
| | | | | Cryptomonadales | Cryptomonadaceae | <i>Cryptomonas spp</i> | |
| | | Ochrophyta | Xanthophyceae | Synurophyceae | Synurales | Mallomonadaceae | <i>Mallomonas sp</i> <i>Mallomonas spp</i> |
| | | | | Mischococcales | Centritractaceae | <i>Centritractus spp</i> | |
| | | Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Chroococcales | Chroococcaceae | <i>Chroococcus spp</i> |
| | | | | | | Microcystaceae | <i>Microcystis spp</i> |
| | | | | | Nostocales | Aphanizomenonaceae | <i>Cylindrospermopsis sp 1</i> |
| | | | | | | | <i>Cylindrospermopsis spp</i> |
| <i>Raphidiopsis spp</i> | | | | | | | |
| <i>Anabaena sp</i> | | | | | | | |
| Oscillatoriales | Gomontiellaceae | | | | <i>Komvophoron spp</i> | | |
| | Microcoleaceae | | | | <i>Arthrospira sp</i> <i>Arthrospira spp</i> | | |
| | Oscillatoriaceae | | | | <i>Phormidium spp</i> <i>Oscillatoria spp</i> | | |
| | Spirulinales | | | | Spirulinaceae | <i>Glaucospira spp</i> | |
| | | | | | | <i>Leptolyngbya sp</i> <i>Leptolyngbya spp</i> | |
| | Synechococcales | | | | Merismopediaceae | <i>Aphanocapsa spp</i> <i>Merismopedia spp</i> | |
| | | | | | | <i>Limnothrix spp</i> <i>Pseudanabaena spp</i> | |
| | | | | | Conjugatophyceae | Desmidiiales | Closteriaceae |
| Desmidiaceae | | <i>Cosmarium spp</i> <i>Staurastrum spp</i> | | | | | |
| Zygnematales | Zygnemataceae | <i>Mougeotia spp</i> | | | | | |
| Plantae | Charophyta | Chlamydomonadales | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas spp</i> | | | |
| | | | Volvocaceae | <i>Pandorina spp</i> | | | |
| | | | Hydrodictyceae | <i>Tetraëdron spp</i> | | | |
| | | Sphaeropleales | Neochloridaceae | <i>Golenkinia spp</i> | | | |
| | | | Scenedesmaceae | <i>Coelastrum spp</i> <i>Desmodesmus spp</i> | | | |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|--------------|------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------|
| | | | | | <i>Scenedesmus quadricauda</i> |
| | | | | | <i>Scenedesmus spp</i> |
| | | | | | <i>Tetrastrum spp</i> |
| | | | | Schroederiaceae | <i>Schroederia spp</i> |
| | | | | | <i>Monoraphidium arcuatum</i> |
| | | | | Selenastraceae | <i>Monoraphidium sp</i> |
| | | | | | <i>Monoraphidium spp</i> |
| | | | | | <i>Selenastrum spp</i> |
| | | | | | <i>Actinastrum sp</i> |
| | | Trebouxiophyceae | Chlorellales | Chlorellaceae | <i>Chlorella sp</i> |
| | | | | | <i>Chlorella spp</i> |
| | | | | | <i>Dictyosphaerium spp</i> |
| | | | | Oocystaceae | <i>Oocystis spp</i> |
| | | | Ordo incertae sedis | Familia incertae sedis | <i>Crucigenia spp</i> |
| | | | | | <i>Euglena spp</i> |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Strombomonas sp</i> |
| | | | | | <i>Trachelomonas spp</i> |
| | | | | Phacaceae | <i>Lepocinclis spp</i> |
| | | | | | <i>Phacus spp</i> |

Los resultados obtenidos de riqueza del fitoplancton por División taxonómica se muestran en la (Figura 9-172 A-B). El grupo dominante fue el de las Chlorophyta con un 32,8% de la riqueza total, representado en (20 taxa), seguido de las Cyanobacteria con el 29,5% (18 taxa), Bacillariophyta 14,8% (9 taxa), el resto de Divisiones juntas aportan el 18,9% faltante.



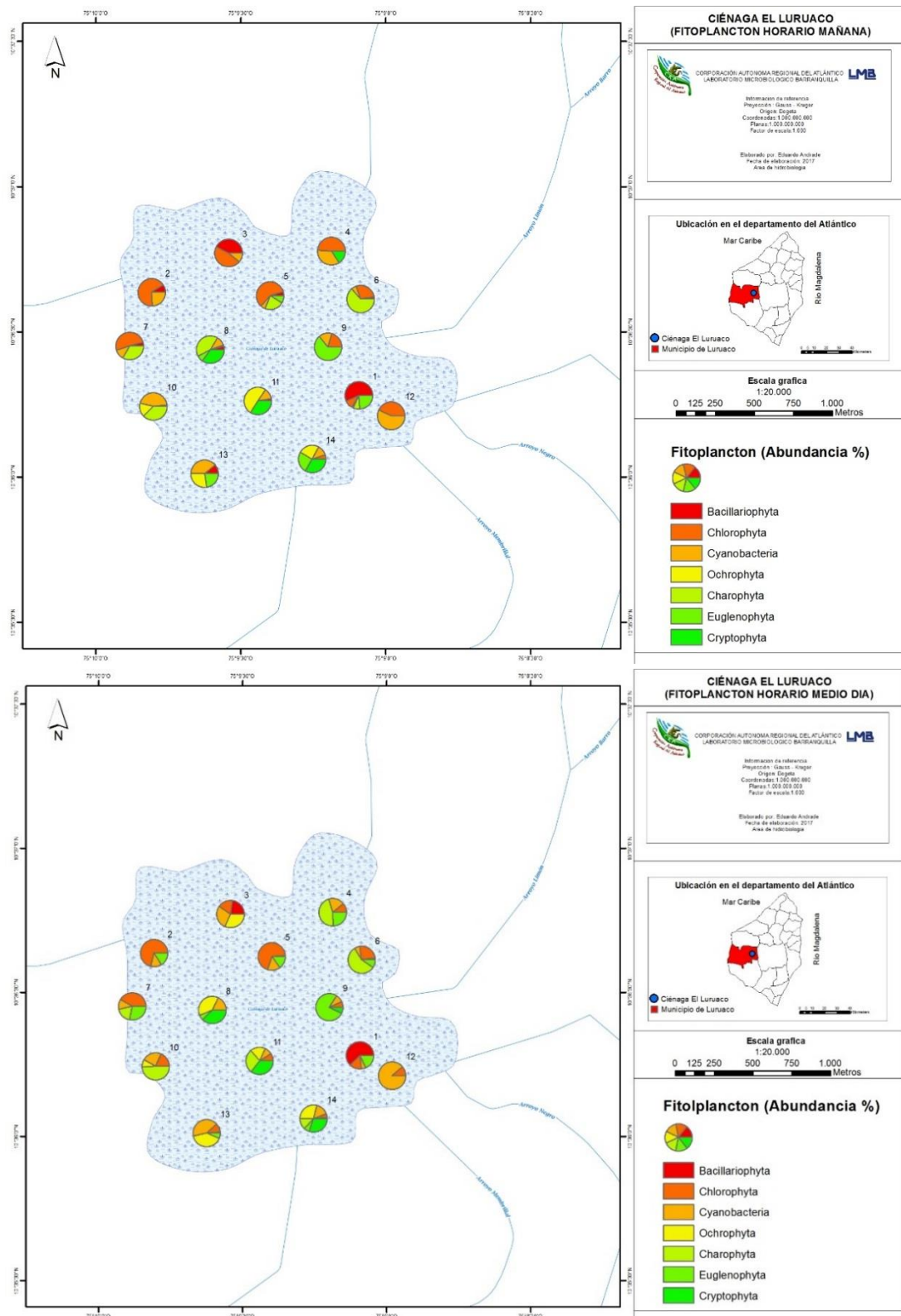
Figura 9-172. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga de Luruaco. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División



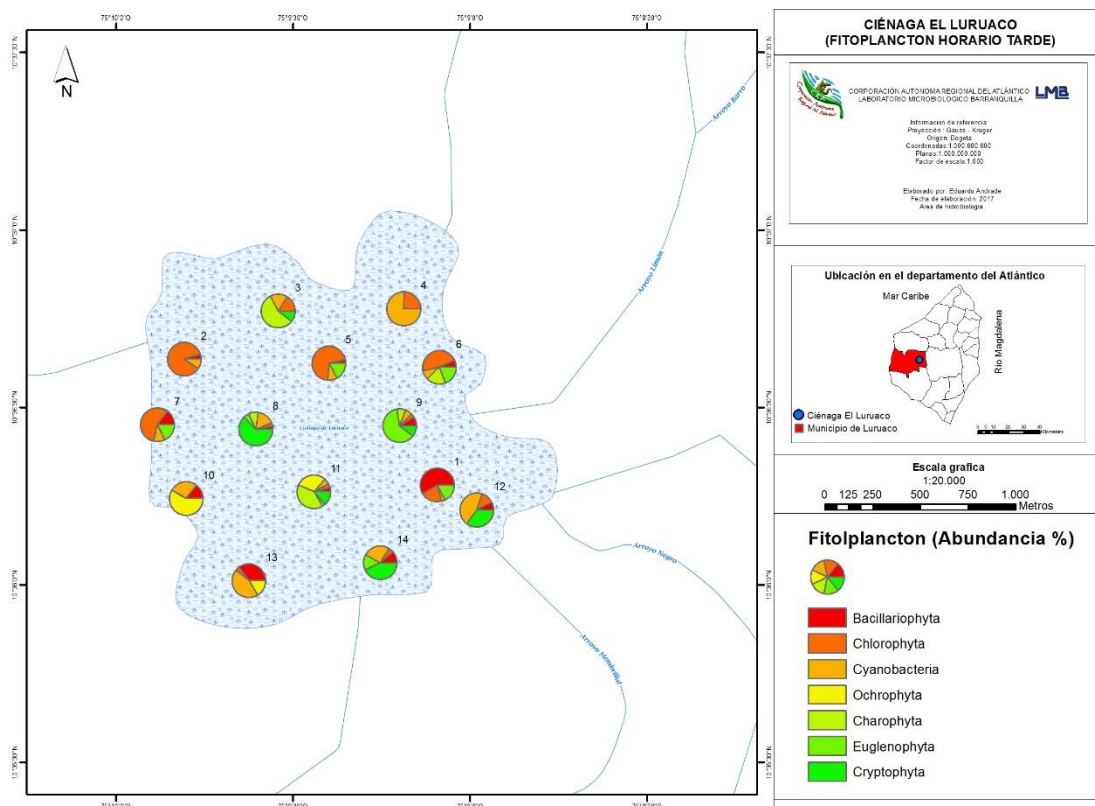
Continuación Figura 9-172. Contribución a la riqueza y la abundancia del Fitoplancton por Clase en la Ciénaga de Luruaco. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

La abundancia del fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco analizada desde la categoría taxonómica de División, posee a los organismos del grupo de las Cyanobacteria como el de mayor abundancia con 67,5%, lo que equivale (24,24 Células/mL), seguidamente se encuentran las Chlorophyta con un 11,9% (4,2 Células/mL), Bacillariophyta 11% (3,96 Células/mL), Cryptophyta 3,7% (1,33 Células/mL), Euglenophyta 2,7% (0,95 Células/mL), Ochrophyta 1,8% (0,66 Células/mL) y Charophyta 1,3% (0,47 Células/mL) (Figura 9-172 A-C).

Las abundancias por puntos muestreo y sus respectivos horarios (Mapa 9-49) muestran que la División Chlorophyta y Bacillariophyta presentan la mayor densidad en los puntos ubicados en zona norte, en tanto que las Cyanobacteria son las más abundantes en los puntos que se encuentran en el área sur de la Ciénaga de Luruaco.



Mapa 9-49. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Luruaco



Continuación Mapa 9-49. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Luruaco

En la Ciénaga de Luruaco se monitorearon 14 puntos, en tres momentos distintos durante el transcurso del día, en la (Cuadro 9-112) se muestra el comportamiento de los índices ecológicos por punto y momento de muestreo. El índice de Pielou (J') presenta un comportamiento moderado, donde se observan valores que están en un rango de 0,62 (P13-M) a 0,91 (P2-M) el resto de puntos se encuentran dentro del rango de estos valores, de forma general se puede inferir que la equidad es intermedia con valores que tiende más hacia 1 con abundancias heterogéneas de un punto a otro.

La riqueza (S) muestra a los puntos P1-AM con 18 taxa como el de mayor diversidad, seguido de los puntos P7-PM y P9-PM con 16 taxa cada punto, mientras que los puntos con menor riqueza fueron el P11-AM, P12-M, P13-AM y P13-PM con 7 taxa por punto (Cuadro 9-112). Es evidente que existe una transición de diversidad que puede aumentar o disminuir dependiendo del punto, es probable que estas variaciones estén asociadas a cambios de las condiciones ambientales que se presentan a lo largo del día.

El índice de Simpson (λ') fue $\leq 0,33$ en todos los puntos (Cuadro 9-112), lo que deja inferir que no hay especies dominantes, debido a que los resultados obtenidos por puntos tiende cero.

Cuadro 9-112 Índices ecológicos del fitoplancton en Ciénaga de Luruaco

| | Riqueza S | Índice de Pielou J' | Shannon-Wiener H'(loge) | Índice de Simpson A' |
|--------|--------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| P1-AM | 18 | 0,80 | 2,30 | 0,12 |
| P2-AM | 11 | 0,83 | 1,99 | 0,17 |
| P3-AM | 8 | 0,89 | 1,84 | 0,18 |
| P4-AM | 10 | 0,74 | 1,69 | 0,23 |
| P5-AM | 14 | 0,85 | 2,24 | 0,12 |
| P6-AM | 12 | 0,85 | 2,10 | 0,15 |
| P7-AM | 11 | 0,80 | 1,91 | 0,19 |
| P8-AM | 10 | 0,72 | 1,66 | 0,23 |
| P9-AM | 12 | 0,76 | 1,89 | 0,20 |
| P10-AM | 9 | 0,60 | 1,31 | 0,33 |
| P11-AM | 7 | 0,80 | 1,55 | 0,26 |
| P12-AM | 8 | 0,74 | 1,53 | 0,26 |
| P13-AM | 7 | 0,76 | 1,49 | 0,24 |
| P14-AM | 10 | 0,83 | 1,91 | 0,16 |
| P1-M | 12 | 0,84 | 2,09 | 0,15 |
| P2-M | 8 | 0,91 | 1,90 | 0,17 |
| P3-M | 9 | 0,73 | 1,61 | 0,27 |
| P4-M | 10 | 0,75 | 1,73 | 0,23 |
| P5-M | 12 | 0,87 | 2,16 | 0,13 |
| P6-M | 14 | 0,80 | 2,12 | 0,15 |
| P7-M | 13 | 0,84 | 2,15 | 0,14 |
| P8-M | 12 | 0,73 | 1,82 | 0,19 |
| P9-M | 13 | 0,76 | 1,96 | 0,18 |
| P10-M | 8 | 0,67 | 1,40 | 0,31 |
| P11-M | 8 | 0,76 | 1,58 | 0,26 |
| P12-M | 7 | 0,74 | 1,45 | 0,27 |
| P13-M | 10 | 0,62 | 1,43 | 0,30 |
| P14-M | 13 | 0,73 | 1,86 | 0,19 |
| P1-PM | 13 | 0,82 | 2,09 | 0,15 |
| P2-PM | 8 | 0,88 | 1,84 | 0,17 |
| P3-PM | 13 | 0,67 | 1,71 | 0,27 |
| P4-PM | 9 | 0,68 | 1,49 | 0,33 |
| P5-PM | 13 | 0,81 | 2,09 | 0,16 |
| P6-PM | 14 | 0,81 | 2,14 | 0,15 |
| P7-PM | 16 | 0,82 | 2,29 | 0,13 |
| P8-PM | 13 | 0,78 | 2,00 | 0,15 |
| P9-PM | 16 | 0,76 | 2,11 | 0,16 |
| P10-PM | 8 | 0,71 | 1,48 | 0,28 |
| P11-PM | 11 | 0,67 | 1,60 | 0,28 |
| P12-PM | 11 | 0,67 | 1,60 | 0,25 |
| P13-PM | 7 | 0,77 | 1,50 | 0,24 |
| P14-PM | 11 | 0,76 | 1,83 | 0,18 |

La diversidad analizada desde índice de Shannon-Wiener para cada uno de los puntos de monitoreo presento valores fluctuantes, con valores superiores a 2 nits/Ind en los puntos P1-AM-M-PM, P5-AM-M-PM, P6-AM-M-PM, P7-M, P7PM, P8-PM y P9-PM (Cuadro 9-112), lo que representa diversidades intermedias o medianas del fitoplancton en los puntos que se mencionaron anteriormente, el resto de puntos mostraron valores inferiores a 1,99 nits/Individuo (Cuadro 9-112), lo que da cuenta de una baja diversidad.

De acuerdo a Pinilla (2000), se encontró que el proceso más indicado por las divisiones del fitoplancton encontrado en este cuerpo de agua fue eutrofia, predominando en todos los puntos, con valores oscilantes entre 14,6% (punto 1 “mañana”) y 25,8% (punto 2 “tarde”).

El segundo proceso más indicado por los organismos del fitoplancton fue aguas tropicales, encontrándose en todos los puntos excepto en el 1, en donde fue relación N:P alta. Se indicaron otros procesos, tales como pH neutro a ligeramente ácido, turbulencia, mezcla, calcio bajo, sucesión planctónica, entre otros (Figura 9-173).

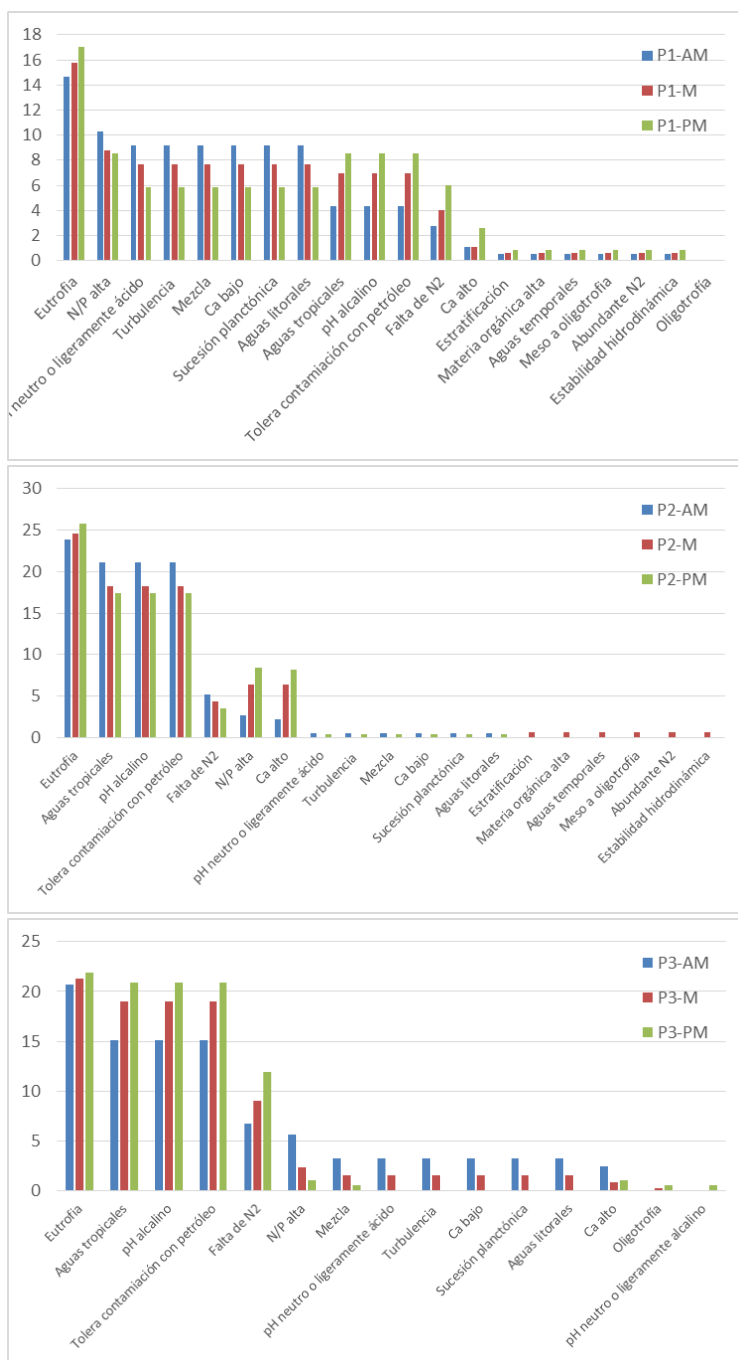
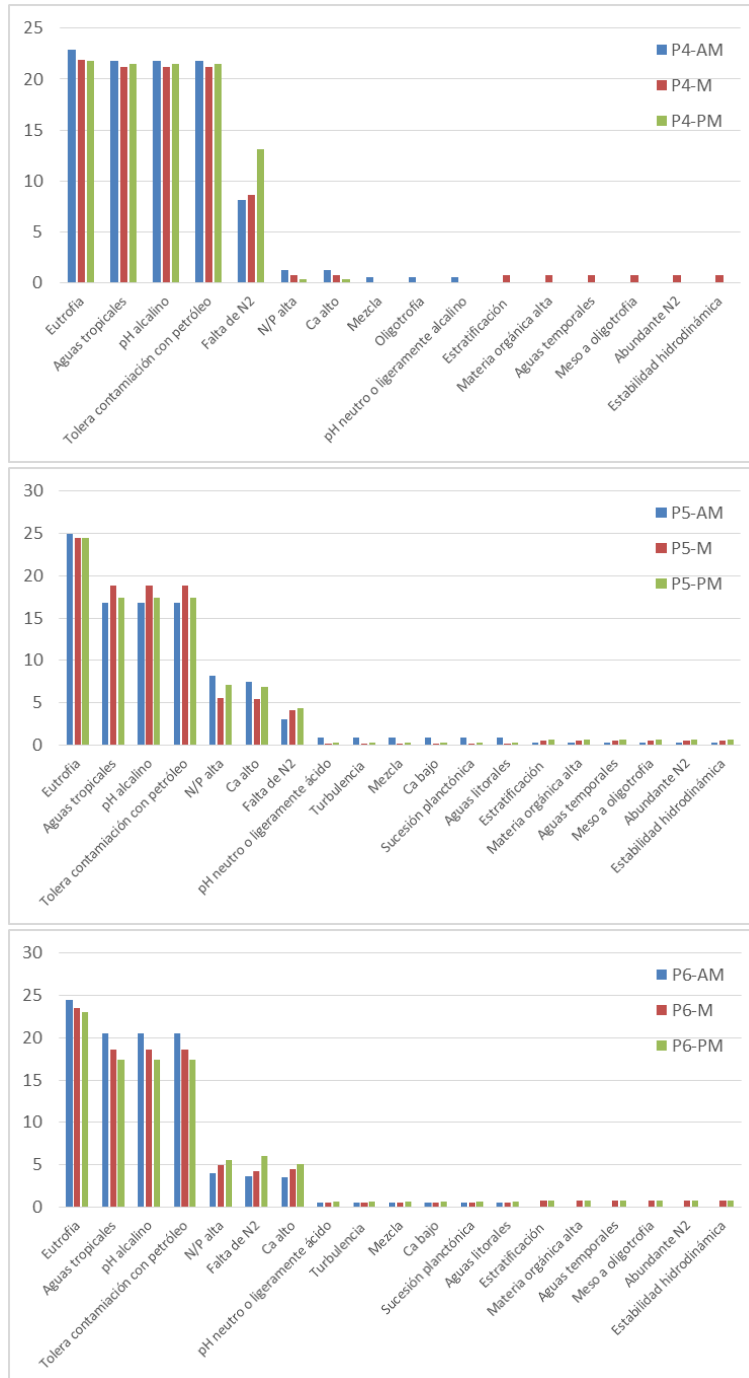
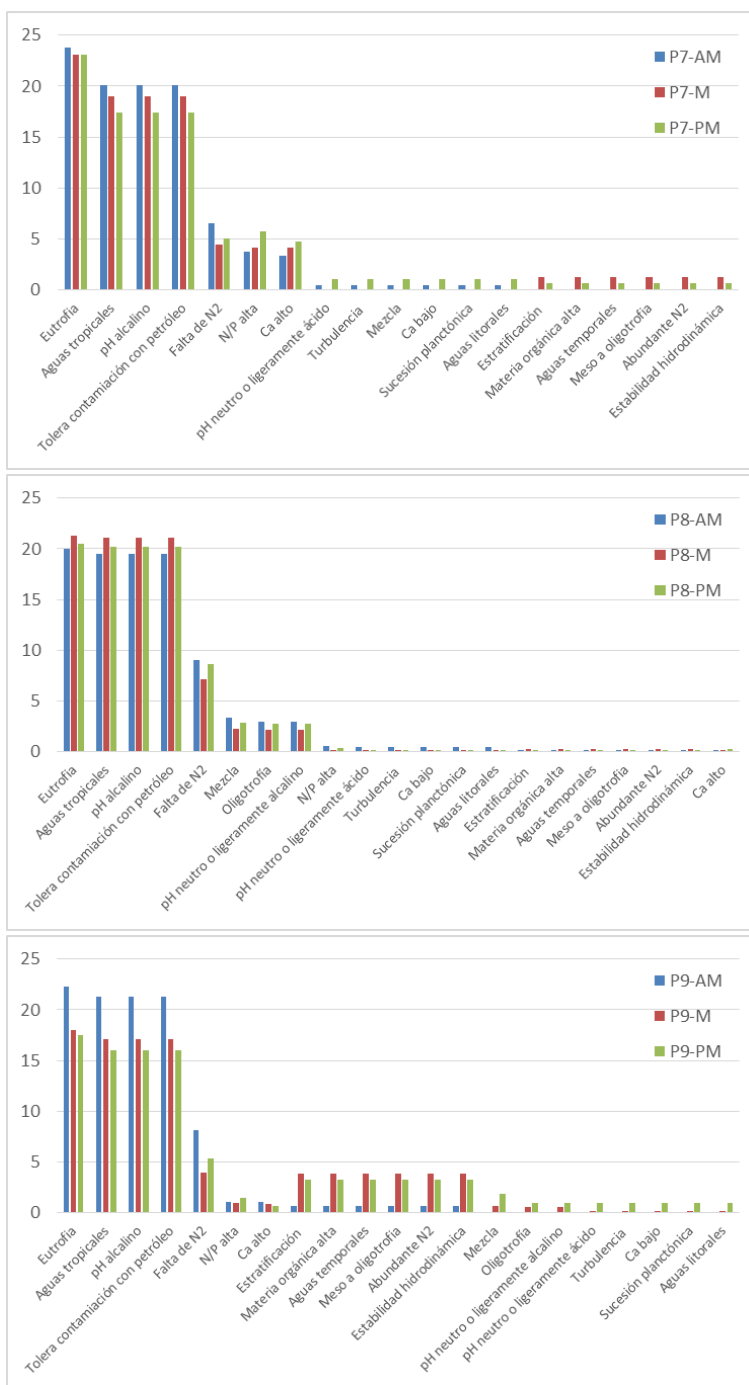


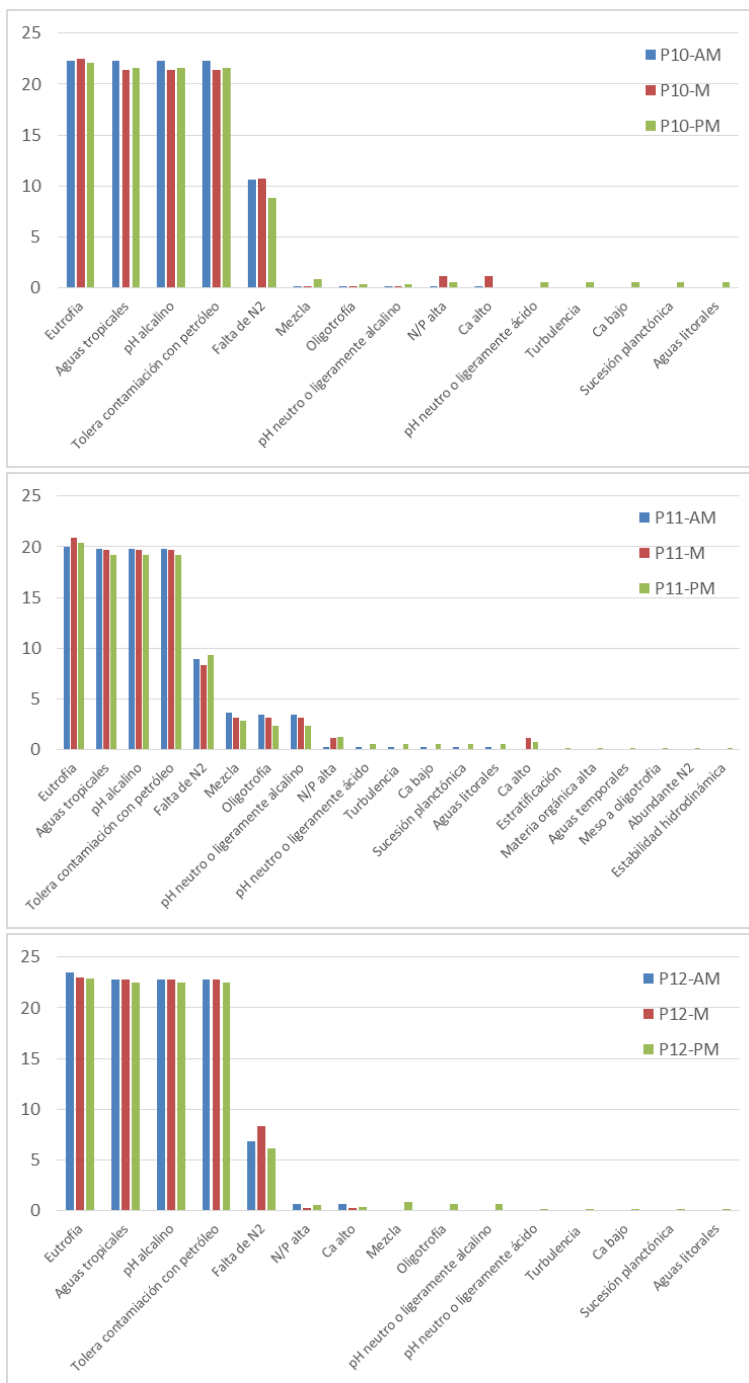
Figura 9-173. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luruaco, durante los horarios de muestreo



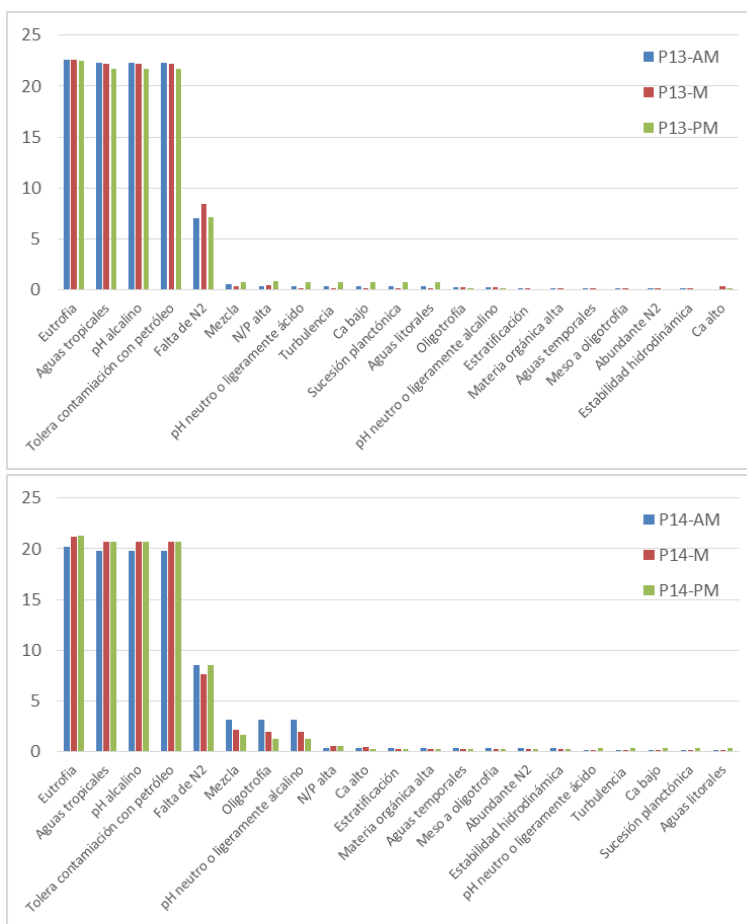
Continuación Figura 9-173. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luruaco, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-173. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luruaco, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-173. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luruaco, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-173. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luruaco, durante los horarios de muestreo

Los procesos más indicados por los géneros de diatomeas fueron turbulencia y eutrofia. Las cianobacterias, por su parte, mostraron en su mayoría procesos de estratificación y eutrofia, entre otras, mientras que las charófitas indicaron pH ácido, aguas someras y turbias, mezcla, eutrofia y período de lluvia, y así mismo, las clorofitas señalaron en su mayoría mesotrofia y eutrofia. Las euglenofitas bioindicaron materia orgánica y eutrofia (Cuadro 9-113).

Cuadro 9-113. Procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas, Ciénaga de Luruaco

Chromista

División Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Amphora spp

Género: Turbulencia

Gyrosigma spp

Género: Turbulencia

Melosira sp

Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia

Navicula spp

Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos

Nitzschia spp

Género: Turbulencia, Mezcla

| | |
|-----------------------------|--|
| <i>Pinnularia</i> sp | Género: Hipereutrofia |
| División Cryptophyta | |
| No indicado | |
| <i>Cryptomonas</i> spp | No Indicado |
| División Ochrophyta | |
| Oligotrofia | |
| <i>Centrtractus</i> spp | Género: Oligotrofia |
| <i>Mallomonas</i> sp | Género: Oligotrofia, Hipereutrofia, Eutrofia (amplia distribución trófica) |

Eubacteria

División Cyanobacteria

| | |
|--|--|
| Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N ₂ , pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo | |
| <i>Anabaena</i> sp | Género: Mezcla y turbulencia, Mesotrofia, Ultraoligotrofia. Estratificación térmica y química |
| <i>Chroococcus</i> spp | Género: Estratificación, Sucesión Avanzada |
| <i>Merismopedia</i> spp | Género: Eutrofia |
| <i>Microcystis</i> spp | Género: Eutrofia |
| <i>Oscillatoria</i> spp | Género: Sedimentos y conductividad altos, Eutrofia, Mesotrofia, Tolerancia a pesticidas, Ultraoligotrofia, Estratificación térmica y química |

Plantae

División Charophyta

| | |
|--|---|
| Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad) | |
| <i>Cosmarium</i> spp | Género: pH ácido, Aguas someras, Mezcla |
| <i>Mougeotia</i> spp | Género: Aguas turbias, eutrofia |
| <i>Staurastrum</i> spp | Género: Periodo lluvioso |

División Chlorophyta

| | |
|---|---|
| Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta | |
| <i>Chlorella</i> sp | Género: Eutrofia, Oxidación de aguas servidas, Hipereutrofia |
| <i>Crucigenia</i> spp | Género: Meso a eutrofia |
| <i>Desmodesmus</i> spp | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas |
| <i>Golenkinia</i> spp | Género: Hipereutrofia |
| <i>Oocystis</i> spp | Género: Resistencia a pesticidas |
| <i>Pandorina</i> spp | Género: Baja mineralización, Meso a eutrofia |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas Especie: Eutrofia fría |

Protozoa

División Euglenophyta

| | |
|---|--|
| Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N ₂ , Estabilidad hidrodinámica | |
| <i>Euglena</i> spp | Género: Resistencia a pesticidas, Eutrofia, Materia orgánica |
| <i>Lepocinclis</i> spp | Género: Materia orgánica |
| <i>Phacus</i> spp | Género: Materia orgánica |
| <i>Trachelomonas</i> spp | Género: Eutrofia |

El dendograma obtenido a partir de la matriz de asociación de Bray-Curtis, permite diferenciar ocho agrupaciones, definidas por la abundancia y el comportamiento durante el día (mañana [AM], medio día [M] y tarde [PM]) del fitoplancton constituido en los 14 puntos evaluados en la Ciénaga de Luruaco. En este dendograma (Figura 9-174) se separa un grupo compuesto solo por el punto P1-M y un grupo formado por el punto P2-AM, estos dos grupos son los que presentan menos similaridad con el resto de puntos, entre tanto en los seis conglomerados restantes se evidencia una similaridad mayor del 50% entre los puntos que conforman cada agrupación,

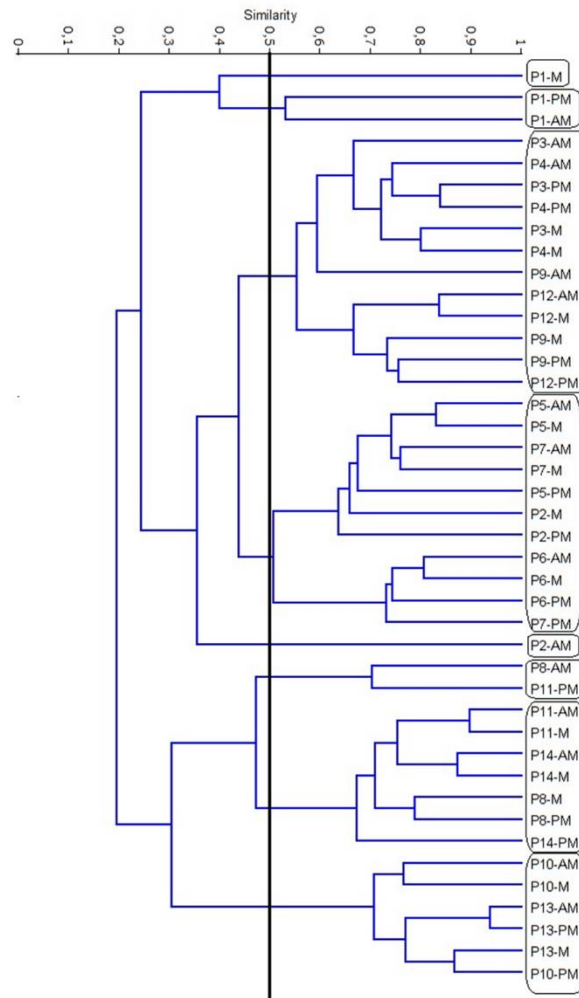


Figura 9-174 Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luruaco a nivel de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga Luruaco se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 3 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 99,9% de la variación total (Tabla 9-37). El primero de ellos sobre el sector positivo del eje quedó asociado fuertemente con las variables físicoquímicas evaluadas, así mismo con las abundancias de las especies *Cylindrotheca* spp, *Arthrospira* sp, *Limnothrix* spp, *Cylindrospermopsis* sp 1, *Pseudanabaena* spp y *Cylindrospermopsis* spp. Los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector. Sobre el segundo eje se ubicaron en el

sector positivo los puntos 1, 6, 4, 3, 5, 7, 2, 9 y 12, en correlación positiva con la especie *Cylindrospermopsis* spp; mientras que en el sector negativo se ubicaron dos grupos de puntos, 8,14 y 11 y 10 y 13, estos últimos se correlacionaron mejor con las especies *Cylindrospermopsis* sp 1, *Arthrospira* sp, *Limnothrix* spp y *Pseudanabaena* spp. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-175.

Tabla 9-37. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 3,28636 | 95,473 | 95,5 |
| 2 | 0,056934 | 1,654 | 97,1 |
| 3 | 0,037849 | 1,0996 | 98,2 |
| 4 | 0,01668 | 0,48458 | 98,7 |
| 5 | 0,01253 | 0,36401 | 99,1 |
| 6 | 0,010734 | 0,31185 | 99,4 |
| 7 | 0,006852 | 0,19907 | 99,6 |
| 8 | 0,004811 | 0,13978 | 99,7 |
| 9 | 0,00387 | 0,11242 | 99,8 |
| 10 | 0,001988 | 0,057741 | 99,9 |
| 11 | 0,001224 | 0,035553 | 99,9 |
| 12 | 0,001137 | 0,033034 | 100,0 |
| 13 | 0,000685 | 0,019887 | 100,0 |
| 14 | 0,000528 | 0,015336 | 100,0 |

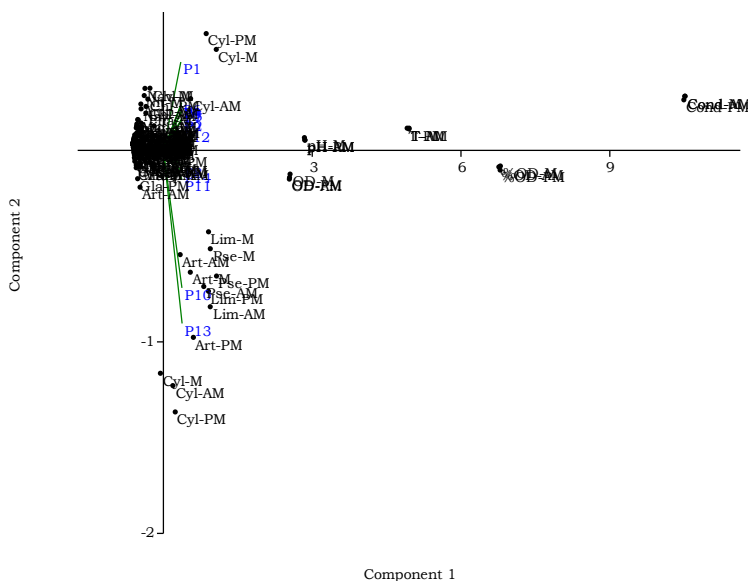


Figura 9-175. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macrófitas acuáticas

La composición taxonómica de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Luruaco registró 5 taxa, distribuidas en 5 Familias, 3 Órdenes, 3 Clases y 1 División (Cuadro 9-114)

Cuadro 9-114 Composición taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga de Luruaco

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|---------|--------------|----------------|-------------|----------------|-------------------------|
| Plantae | Tracheophyta | Liliopsida | Alismatales | Alismataceae | <i>Sagittaria</i> spp |
| | | | | Araceae | <i>Lemna</i> sp |
| | | Magnoliopsida | Poales | Poaceae | <i>Paspalum</i> spp |
| | | | | Cyperaceae | <i>Cyperus</i> sp 1 |
| | | Polypodiopsida | Solonales | Convolvulaceae | <i>Ipomoea aquatica</i> |

Solo se realizó el muestreo de macrófitas en los puntos 1, 2, 9 y 12 debido a que en los puntos restantes no se observaron macrófitas acuáticas, en la Figura 9-176 se puede observar el promedio de los porcentajes de cobertura. *Lemna* sp es la planta con mayor porcentaje de cobertura con un 42,06 %, seguido de *sagittaria* spp con el 30,94%, *Ipomoea aquatica* aporta un 14,60%, *Paspalum* spp 6,56% y en menor porcentaje *Cyperus* sp 2,50%.

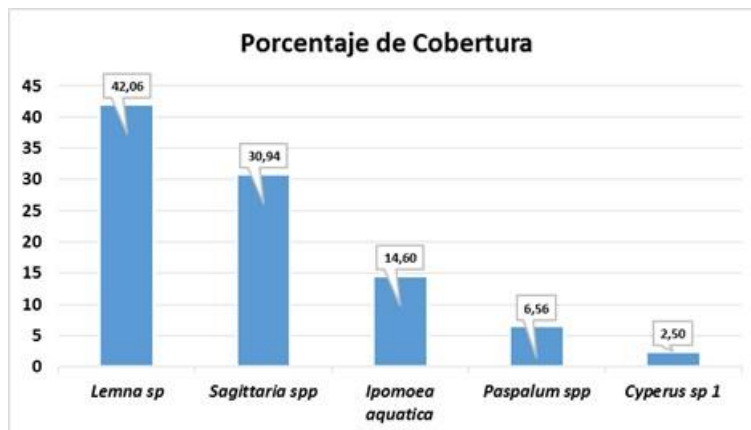


Figura 9-176 Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la Ciénaga de Luruaco

La evaluación de las coberturas por taxa en cada uno de los puntos monitoreados permitió establecer que en el punto 1 predominó *Lemna* sp, con un 42,06% del área evaluada, seguido de *Paspalum* sp 12,8% e *Ipomoea aquatica* con 2,5% (Figura 9-177 A), el resto de cobertura del punto 1 lo complementa un área sin vegetación que equivale al 42,6%. Igualmente se observaron los biotopos por especie, evidenciándose la presencia de 1 taxa de macrófitas perteneciente al biotopo Acropleustophyta (*Lemna* sp) y 2 taxas al biotopo Helophyta (*Paspalum* sp e *Ipomoea aquatica*) (Figura 9-177 B), el primer biotopo se identifica porque son plantas errantes, cuyas raíces no están adheridas al sedimento y se encuentra flotando en la columna de agua, en la interface aire-agua, parte superior de la planta normalmente seca que fija CO₂ atmosférico para sus procesos metabólicos, el segundo biotopo corresponde a plantas enraizadas en el sedimento y parte de la estructura vegetativa se encuentra la mayor parte del tiempo sobre la superficie del agua, siendo el grupo de plantas pasa gradualmente a la vegetación terrestre.

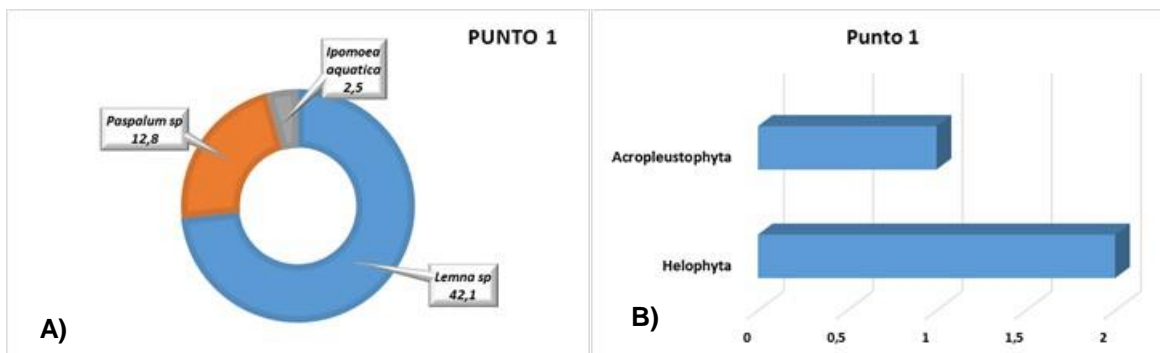


Figura 9-177 Punto 1. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

El punto 4 dejó ver que *Sagittaria spp* presentó el mayor porcentaje de cobertura 30,9%, seguido de *Cyperus sp1* con 2,5% y *Paspalum spp* el 0,3% (Figura 9-178 A), el resto del porcentaje del punto 4 corresponde a espacios sin vegetación. Se determinaron que las tres taxa de este punto pertenecen a un biotopo Helophyta (Figura 9-178 B), este concierne a plantas enraizadas en el sedimento y parte de la estructura vegetativa se encuentra la mayor parte del tiempo sobre la superficie del agua.

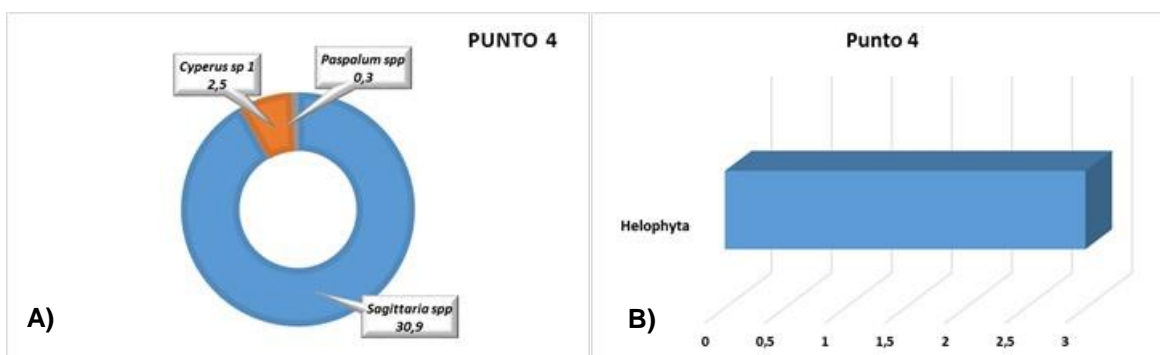


Figura 9-178. Punto 4. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

En el punto 9, solo se encontró *Ipomoea aquatica* la cual representa un 35,9 de la cobertura total (Figura 9-179 A), el porcentaje restante equivale a un área desnuda o sin vegetación. Esta macrófita acuática pertenece al biotopo Helophyta (Figura 9-179 B). Las descripciones de este biotopo son las mismas que se realizaron para el punto 1.

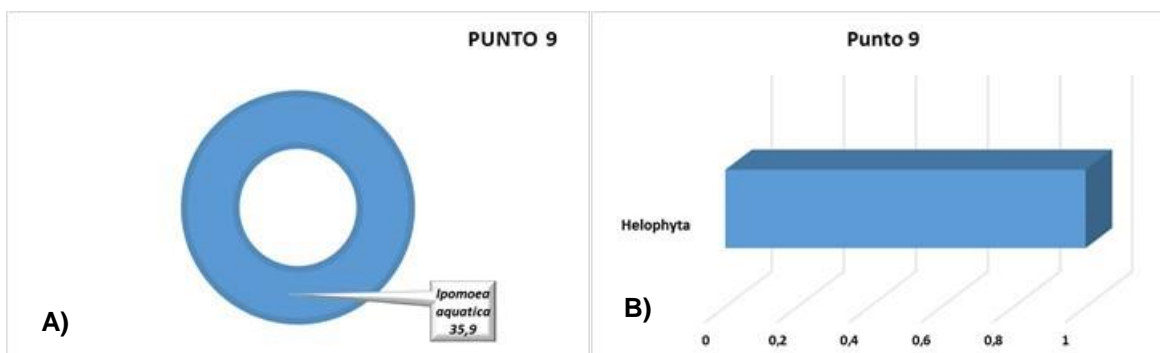


Figura 9-179. Punto 9. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Igual que para el punto 9, el punto 12 solo está constituido por *Ipomoea aquatica*, pero con menor área de cobertura, que representa un 5,3%(Figura 9-180 A y Mapa 9-50), el resto de cobertura que no aparece en el gráfico, equivale a 94,7% de área sin cobertura vegetal. Esta macrófita acuática pertenece al biotopo Helophyta (Figura 9-180 B y Mapa 9-50). Las descripciones de este biotopo son las mismas que se realizaron para el punto 1.

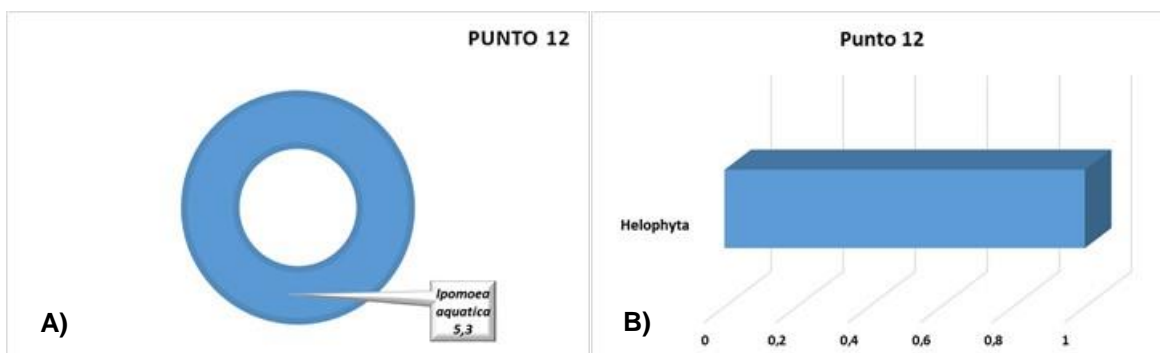
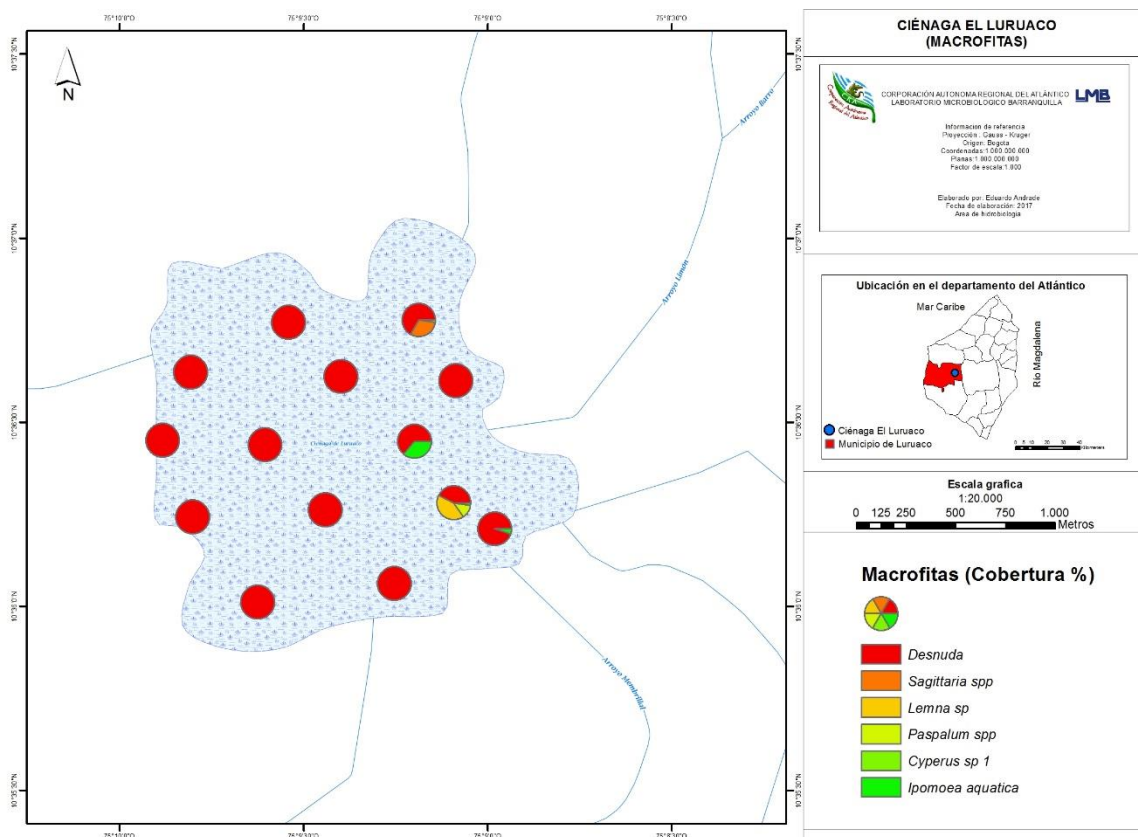


Figura 9-180. Punto 12. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo



Mapa 9-50. Porcentaje de cobertura de macrófitas acuáticas por punto de muestreo, Ciénaga de Luruaco

9.1.14.2 . Comunidades de consumidores

Zooplancton

Para la composición taxonómica del zooplancton se identificaron 41 taxa distribuidos en 3 Phylum, 5 Clases, 9 Ordenes y 23 Familias (Cuadro 9-115). En donde el 85,2% (457,9 Organismos/L) de la abundancia total estuvo representada por rotíferos pertenecientes a la Clase Eurotatoria, seguido de Maxillopoda con 12,1% (5,8 Organismos/L), Lobosa 1,3% (7,1 Organismos/L), Branchiopoda 1,1% (2,5 Organismos/L) y en menor cantidad Ostracoda 0,3% (1,6 Organismos/L) (Figura 9-181 A-C).

Las abundancias por punto de muestreo dejan ver que en la mayoría de puntos la Clase Eurotatoria presenta mayor abundancia con excepción de los puntos 1, 2, 7, 6 y 14 don la clase Lobosa es más densa esto para el horario de la mañana, en el horario de medio día se mantienen los rotíferos como los de mayor proporción en casi todos los puntos excluyendo esta vez al punto 3 y 1 donde dominan el grupo de los Branchiopoda, el punto 9 y 5 la Clase dominante es Lobosa, entre tanto en la tarde se mantiene el dominio de los

rotíferos, con algunos puntos donde sobresalen las Clases Branchiopoda y Lobosa (Mapa 9-51).

Cuadro 9-115. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga de Luruaco

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | | | |
|-------------------------|-------------------------------|----------------|------------------------|----------------|-----------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|
| Animalia | Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca | Chydoridae | <i>Kurzia</i> sp | | | |
| | | | | Diplostraca NA | <i>Diaphanosoma</i> sp | | | |
| | | Maxillopoda | Cyclopoida | ND | | Copepodito Cyclopoida | | |
| | | | | | | Cyclopoida Morfoespecie 1 | | |
| | | | | | Harpacticoida | Euterpinidae | <i>Euterpina acutifrons</i> | |
| | | Ostracoda | ND | ND | | Larva Nauplio | | |
| | | | | | | Ostracoda Morfoespecie 1 | | |
| | | Rotifera | Eurotatoria | Ploima | Bdelloidea | ND | Bdelloidea morfoespecie 1 | |
| | | | | | | | Flosculariaceae | Hexarthridae |
| | | | | | Testudinellidae | <i>Testudinella patina</i> | | |
| | | | | | Trochosphaeridae | <i>Filinia longiseta</i> <i>Filinia terminalis</i> | | |
| | | | | | Brachionidae | Asplanchnidae | Asplanchnidae | <i>Asplanchna priodonta</i> |
| | | | | | | | | <i>Asplanchna</i> spp |
| | | | | | | | | <i>Brachionus angularis</i> |
| | | | | | | | | <i>Brachionus calyciflorus</i> |
| | <i>Brachionus falcatus</i> | | | | | | | |
| | <i>Brachionus havanaensis</i> | | | | | | | |
| | <i>Keratella americana</i> | | | | | | | |
| | <i>Keratella</i> spp | | | | | | | |
| | Lecanidae | | | | Lecanidae | Lecanidae | <i>Keratella tropica</i> | |
| | | | | | | | <i>Plationus patulus</i> | |
| | | | | | | | <i>Platylabus quadricornis</i> | |
| | | Epiphaniidae | <i>Epiphanes</i> spp | | | | | |
| | | Euchlanidae | <i>Euchlanis</i> sp | | | | | |
| | | Gastropodidae | Gastropodidae | Gastropodidae | | | <i>Ascomorpha</i> spp | |
| | | | | | | | <i>Gastropus</i> spp | |
| | | | | | | | <i>Lecane bulla</i> | |
| | | | | | | | <i>Lecane cornuta</i> | |
| | | Lepadellidae | Lepadellidae | Lepadellidae | | | <i>Lecane elsa</i> | |
| | <i>Lecane leontina</i> | | | | | | | |
| | <i>Lecane luna</i> | | | | | | | |
| <i>Lepadella ovalis</i> | | | | | | | | |
| Notommatidae | Notommatidae | Notommatidae | <i>Lepadella</i> sp | | | | | |
| | | | <i>Cephalodella</i> sp | | | | | |
| Synchaetidae | Synchaetidae | Synchaetidae | <i>Polyarthra</i> sp | | | | | |
| | | | <i>Polyarthra</i> spp | | | | | |
| Trichocercidae | Trichocercidae | Trichocercidae | <i>Trichocerca</i> spp | | | | | |
| | | | Trichotriidae | Trichotriidae | <i>Trichotria</i> sp | | | |
| | | | | | Arcellidae | <i>Arcella discoides</i> | | |
| Protozoa | Amoebozoa | Lobosa | Arcellinida | Centropyxidae | <i>Centropyxis aculeata</i> | | | |

A nivel de Clase, Eurotatoria obtuvo la mayor riqueza 31 taxa (77,5%), seguido de Maxillopoda 4 taxa (10%), Lobosa y Branchiopoda con 2 Morfoespecies cada una,

representaron un 5% por cada clase y por último Ostracoda con 1 taxa que equivale a 2,5% (Figura 9-181 A-B).

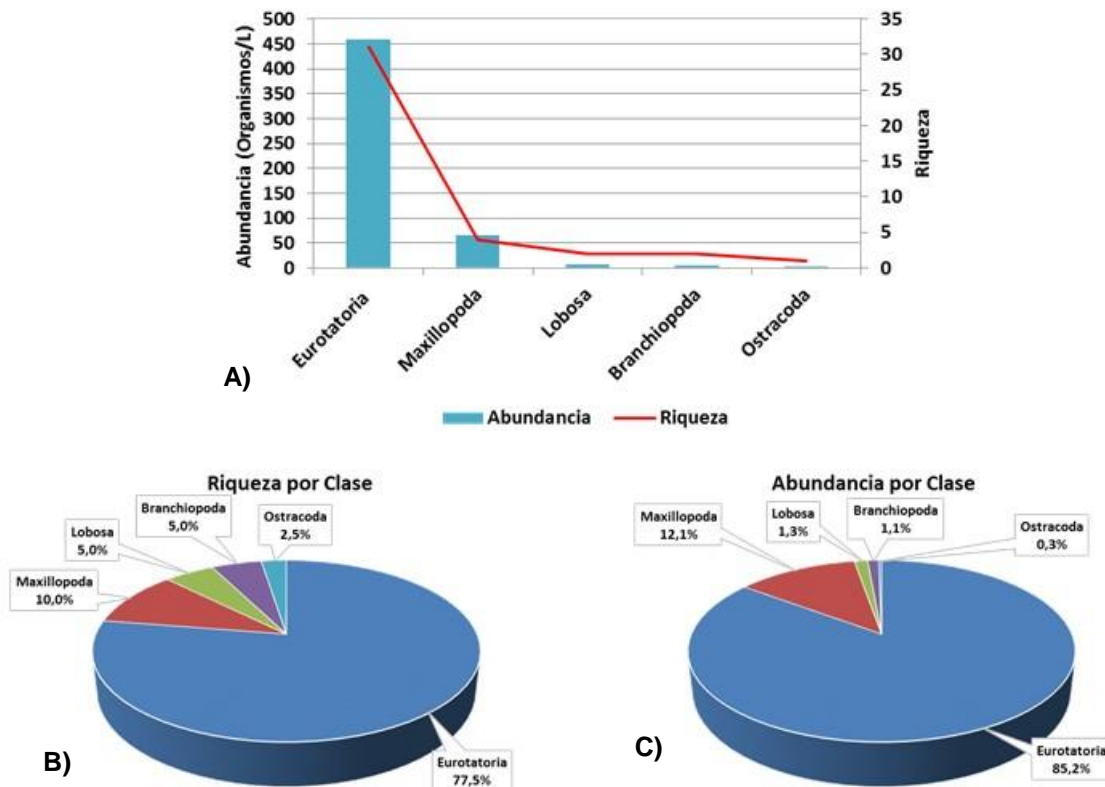
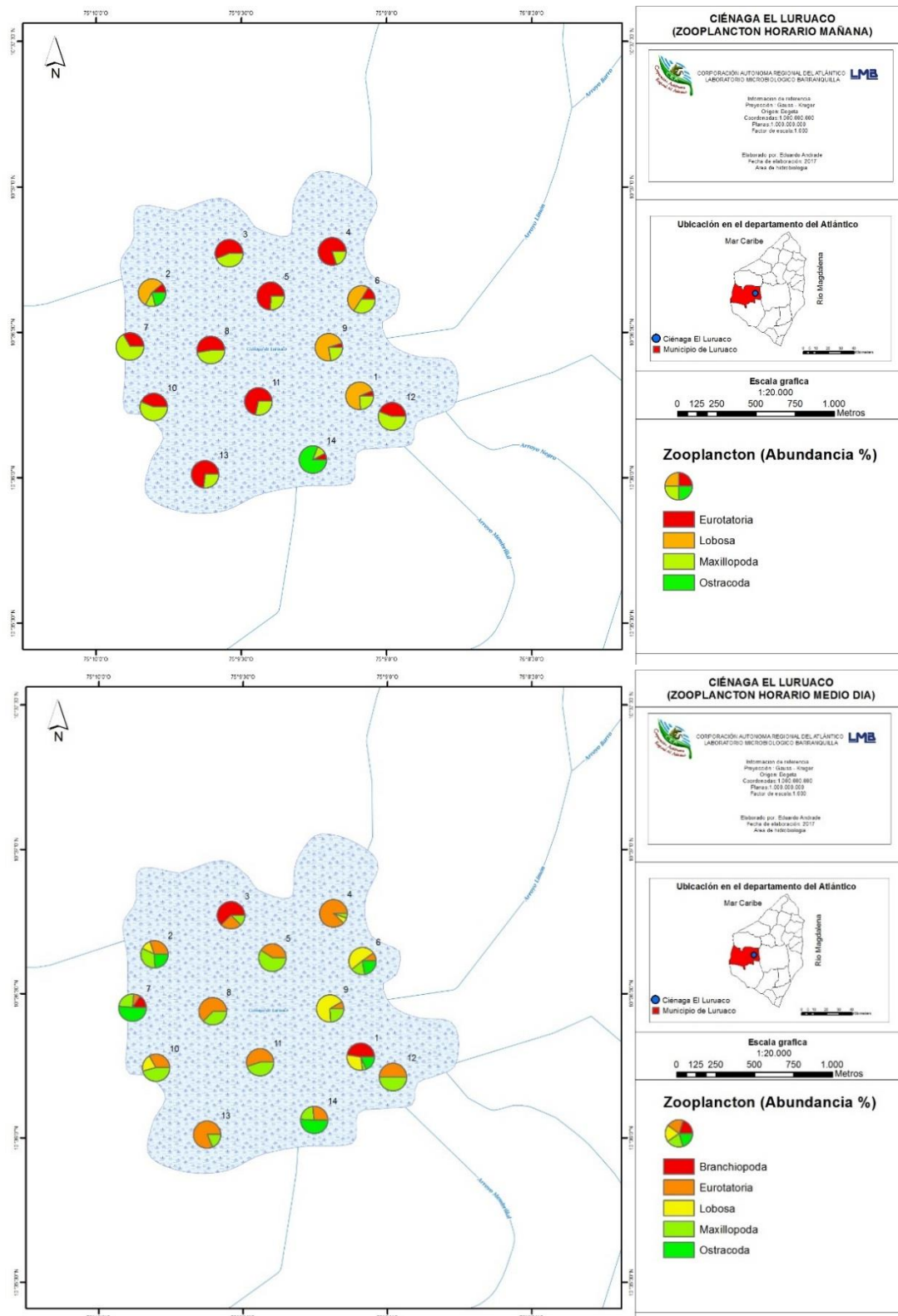
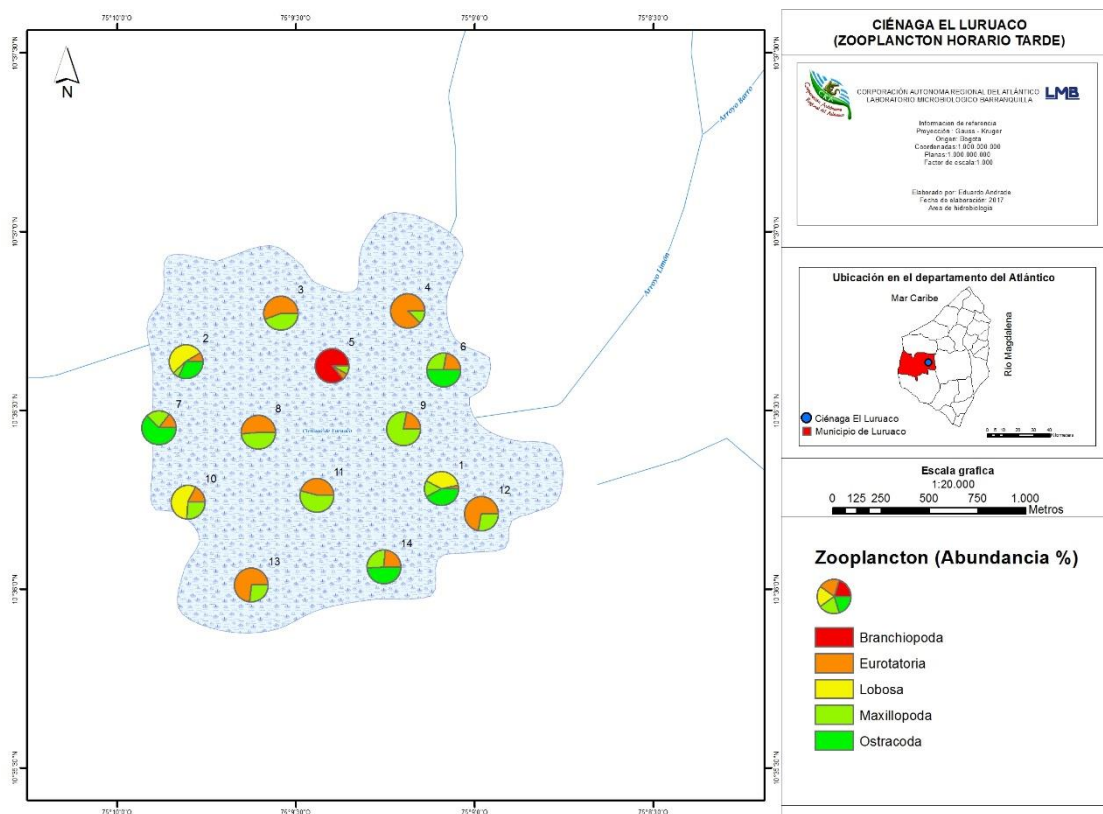


Figura 9-181. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga de Luruaco. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase



Mapa 9-51. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Luruaco



Continuación Mapa 9-51. Abundancia del zooplankton por punto y horario de muestreo, Ciénaga de Luruaco

Los índices de ecológicos se evaluaron en los 14 puntos, en tres momentos distintos del día (AM-M-PM). La riqueza (s) presentó varias transiciones en los catorce puntos evaluados, donde en el punto 1 (P1-M) y el punto 14 (P14-M) fueron los de mayor valor con 16 taxa cada punto y el de menor valor fue el punto 9 (P9-PM) con 7 taxa, el resto de punto se mantuvieron en un rango de 7 y 16 taxa (Cuadro 9-116)

Por su parte diversidad de Shannon-Wiener fue baja en casi todos los puntos y horas de muestreo, con excepción de los puntos (P1-AM-M-PM, P3-AM-M-PM, P14-AM-M-PM, P2AM-PM, P6AM y P9AM-M). Donde se obtuvieron valores superiores 2 nits/Individuo (Cuadro 9-116), lo que indica una diversidad mediana en estos puntos en las respectivas horas en que se tomaron la muestra. En el resto de puntos la diversidad es inferior a 2 nits/Individuo, lo cual deja inferir niveles bajos de diversidad en casi toda la Ciénaga de Luruaco.

El índice de Simpson (λ') fue $\leq 0,46$ en todos los puntos (Cuadro 9-116), lo que da cuenta de valores bajos que sugieren que no hay dominancia por alguna taxa en particular.

Por su parte el índice de Pielou (J') mostró un comportamiento moderado con valores que oscilan entre 0,50 y 0,92 (Cuadro 9-116). El comportamiento es fluctuante y puede aumentar y/o disminuir según el punto y hora de la toma de la muestra, lo que podría significar que las abundancias del zooplancton se hagan más y/o menos equitativas dependiendo de la hora y el punto de muestreo.

Cuadro 9-116. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de Luruaco

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|--------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | $H'(\log_e)$ | λ' |
| P1-AM | 15 | 0,82 | 2,22 | 0,14 |
| P2-AM | 14 | 0,79 | 2,09 | 0,16 |
| P3-AM | 11 | 0,86 | 2,06 | 0,16 |
| P4-AM | 12 | 0,61 | 1,52 | 0,34 |
| P5-AM | 13 | 0,66 | 1,71 | 0,31 |
| P6-AM | 12 | 0,77 | 1,92 | 0,18 |
| P7-AM | 10 | 0,72 | 1,67 | 0,23 |
| P8-AM | 12 | 0,70 | 1,73 | 0,25 |
| P9-AM | 14 | 0,86 | 2,28 | 0,12 |
| P10-AM | 12 | 0,78 | 1,93 | 0,18 |
| P11-AM | 12 | 0,78 | 1,93 | 0,17 |
| P12-AM | 11 | 0,76 | 1,82 | 0,21 |
| P13-AM | 9 | 0,78 | 1,71 | 0,23 |
| P14-AM | 13 | 0,84 | 2,15 | 0,14 |
| P1-M | 16 | 0,87 | 2,41 | 0,11 |
| P2-M | 12 | 0,76 | 1,89 | 0,19 |
| P3-M | 13 | 0,81 | 2,07 | 0,16 |
| P4-M | 12 | 0,56 | 1,40 | 0,38 |
| P5-M | 10 | 0,84 | 1,92 | 0,17 |
| P6-M | 12 | 0,82 | 2,05 | 0,16 |
| P7-M | 12 | 0,72 | 1,79 | 0,21 |
| P8-M | 11 | 0,67 | 1,61 | 0,28 |
| P9-M | 14 | 0,87 | 2,30 | 0,12 |
| P10-M | 12 | 0,84 | 2,10 | 0,15 |
| P11-M | 9 | 0,84 | 1,84 | 0,19 |
| P12-M | 9 | 0,86 | 1,90 | 0,19 |
| P13-M | 8 | 0,91 | 1,89 | 0,17 |
| P14-M | 16 | 0,78 | 2,18 | 0,14 |
| P1-PM | 14 | 0,80 | 2,11 | 0,16 |
| P2-PM | 13 | 0,78 | 2,01 | 0,18 |
| P3-PM | 14 | 0,79 | 2,09 | 0,15 |
| P4-PM | 14 | 0,50 | 1,33 | 0,46 |
| P5-PM | 11 | 0,78 | 1,88 | 0,18 |
| P6-PM | 14 | 0,74 | 1,96 | 0,17 |
| P7-PM | 9 | 0,73 | 1,60 | 0,25 |
| P8-PM | 9 | 0,75 | 1,64 | 0,24 |
| P9-PM | 7 | 0,92 | 1,79 | 0,19 |
| P10-PM | 12 | 0,83 | 2,05 | 0,15 |
| P11-PM | 10 | 0,84 | 1,92 | 0,17 |
| P12-PM | 10 | 0,82 | 1,88 | 0,19 |
| P13-PM | 13 | 0,75 | 1,92 | 0,18 |
| P14-PM | 14 | 0,84 | 2,22 | 0,13 |

El proceso más indicado por las jerarquías mayores del zooplancton fue el de estratificación, prevaleciendo en todos los puntos y horarios analizados, tal y como lo muestra la Figura 9-182. Eutrofia fue el segundo proceso más mostrado, encontrándose también en todos los puntos y horarios. Esto muestra un posible estado de enriquecimiento del sistema.

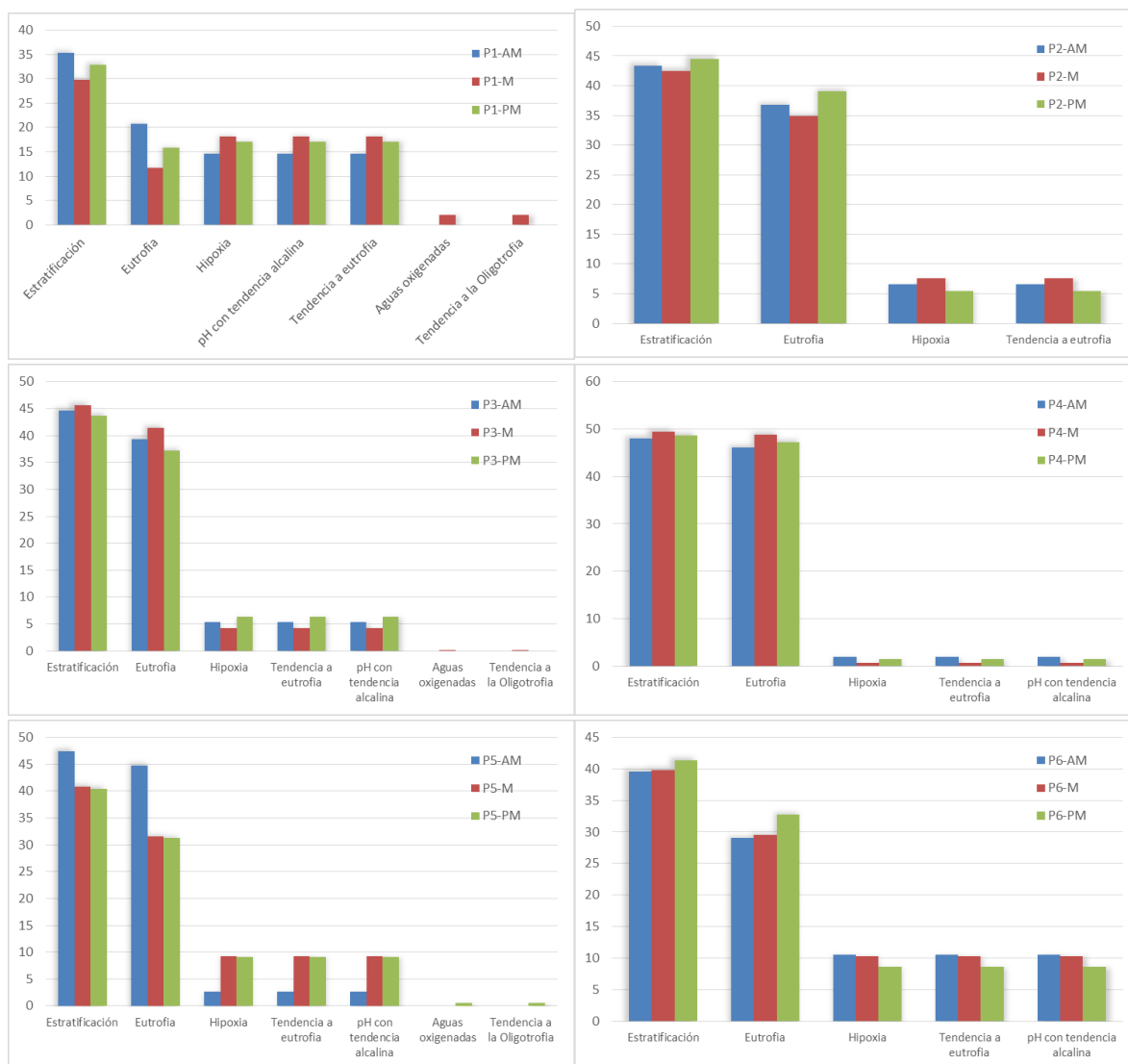


Figura 9-182. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luruaco, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-182. Procesos bioindicados por las jerarquías mayores en los puntos evaluados de la Ciénaga de Luruaco, durante los horarios de muestreo

De una manera más específica, se encontró que entre los artrópodos, Cyclopoida indicó tendencia a la eutrofia, Estratificación, pH con tendencia alcalina, y tolerancia a hipoxia, y Ostracoda es indicadora de aguas medianamente contaminadas. Respecto a los rotíferos, se encontró que los géneros Brachionus y Plationus indicaron eutrofia, pH alcalino, entre otros procesos, mientras que Keratella mostró posibles procesos de presencia de materia orgánica.

Cuadro 9-117. Procesos bioindicados por las taxa zooplanctónicas

Arthropoda

No Indicado

Subclase Copépoda

Tendencia a eutrofia, pH con tendencia alcalina, Tolerancia a hipoxia, Estratificación

Orden Cyclopoida

Eutrofia y Aguas Duras

Cyclopoida Morfoespecie 1

No Indicado

Suborden Cladocera

Tendencia a la oligotrofia, Aguas Oxigenadas

Diaphanosoma sp

No Indicado

Kurzia sp

No Indicado

Clase Ostracoda

Aguas Limpias a medianamente contaminadas

Ostracoda Morfoespecie 1

No Indicado

Rotifera

Eutrofia, Estratificación

Brachionus angularis

Género: Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Brachionus calyciflorus

Género: Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Brachionus havanaensis

Género: Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Keratella americana

Género: Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Keratella tropica

Género: Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Keratella spp

Género: Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Plationus patulus

Género: Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Brachionus falcatus

Género: Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Para determinar las diferencias en la comunidad del zooplancton de la Ciénaga de Luruaco se utilizó el análisis de similitud empleando el método de grupos pareados y las agrupaciones de Bray-Curtis, usándose los datos a nivel de morfoespecie, se puede observar un dendograma (Figura 9-183), en el cual se establece la formación de 4 conglomerados, todos estos con una similaridad que supera el 50%, mostrando un comportamiento homogéneo, donde se puede destacar la formación de un grupo que

incluye a la mayoría de puntos y sus momentos de toma de muestra (AM, M y PM), donde solo el punto 1, 6 y 9 en sus horarios de mañana, medio día y tarde no hacen parte de este grupo principal o mayoritario.

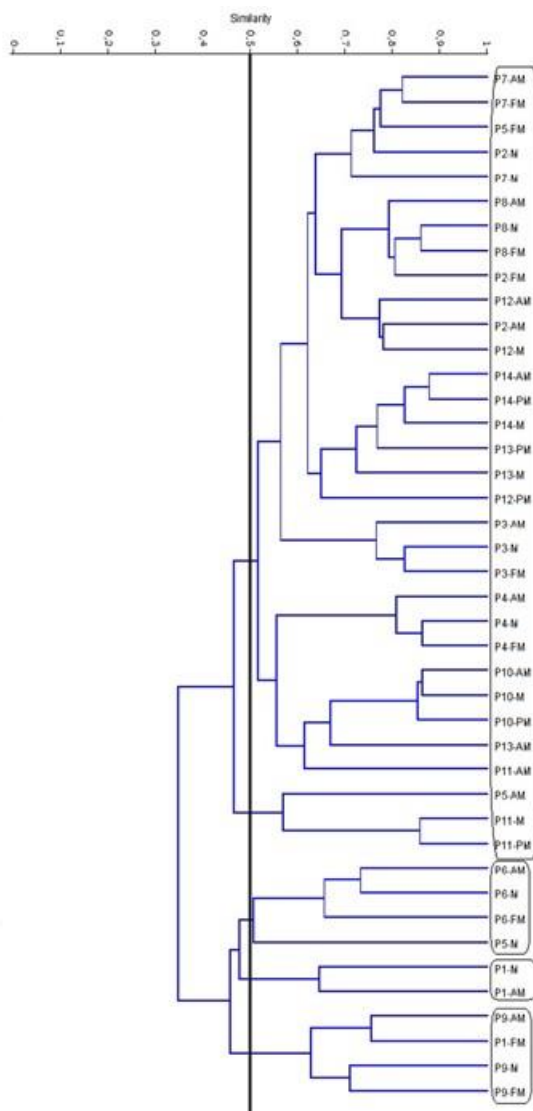


Figura 9-183 Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luruaco a nivel de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga Luruaco se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 14 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 91,2% de la variación total (Tabla 9-38). Sobre el primero de ellos se encontraron fuertemente asociadas las variables físicoquímicas evaluadas, así mismo, sobre el sector positivo se ubicaron los puntos de muestreo. Al graficar la elipse del 95%, se observó que existe poca correlación entre algunas variables físicoquímicas, puntos de muestreo y especies; las cuales son conductividad y el porcentaje de saturación de oxígeno, el Punto 9 y las especies *Brachionus angularis*, *Cephalodella* sp, *Trichotria* sp, *Brachionus havanaensis*, *Euterpina acutifrons*, *Platytias quadricornis*, el Copepodito Cyclopoida y *Keratella americana*. Todas las especies mencionadas coinciden en ser indicadoras de eutrofia, estratificación, así como en aguas con tendencia a pH alcalino y altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos, perteneciendo la mayoría al Phylum Rotifera, clase Rotatoria. Las características físicoquímicas del Punto 9 fueron muy homogéneas a al de los puntos restantes de la ciénaga. Por otra parte, sobre el sector positivo del segundo eje, tendieron los puntos 9, 1, 6, 12 y 10, los cuales están en el sector oriental de la ciénaga, con excepción del punto 10. Sobre esta zona se encuentra la descarga dos caños. Puntos de muestreo que se correlacionaron mejor con las concentraciones de las especies *Brachionus calyciflorus*, *Polyarthra* sp, especies bioindicadoras de eutrofia, sistemas inmaduros y altas concentraciones de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos. Al desconocer la procedencia de las aguas de los caños, no se puede inferir sobre su efecto en el ecosistema de la ciénaga. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-184.

Tabla 9-38. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 5,98324 | 88,219 | 88,2 |
| 2 | 0,202697 | 2,9887 | 91,2 |
| 3 | 0,120116 | 1,771 | 93,0 |
| 4 | 0,112773 | 1,6628 | 94,6 |
| 5 | 0,0807778 | 1,191 | 95,8 |
| 6 | 0,0688463 | 1,0151 | 96,8 |
| 7 | 0,0538243 | 0,79361 | 97,6 |
| 8 | 0,0452938 | 0,66783 | 98,3 |
| 9 | 0,0310297 | 0,45752 | 98,8 |
| 10 | 0,0244617 | 0,36067 | 99,1 |
| 11 | 0,0197852 | 0,29172 | 99,4 |
| 12 | 0,0146267 | 0,21566 | 99,6 |
| 13 | 0,0141911 | 0,20924 | 99,8 |
| 14 | 0,0105582 | 0,15567 | 100,0 |

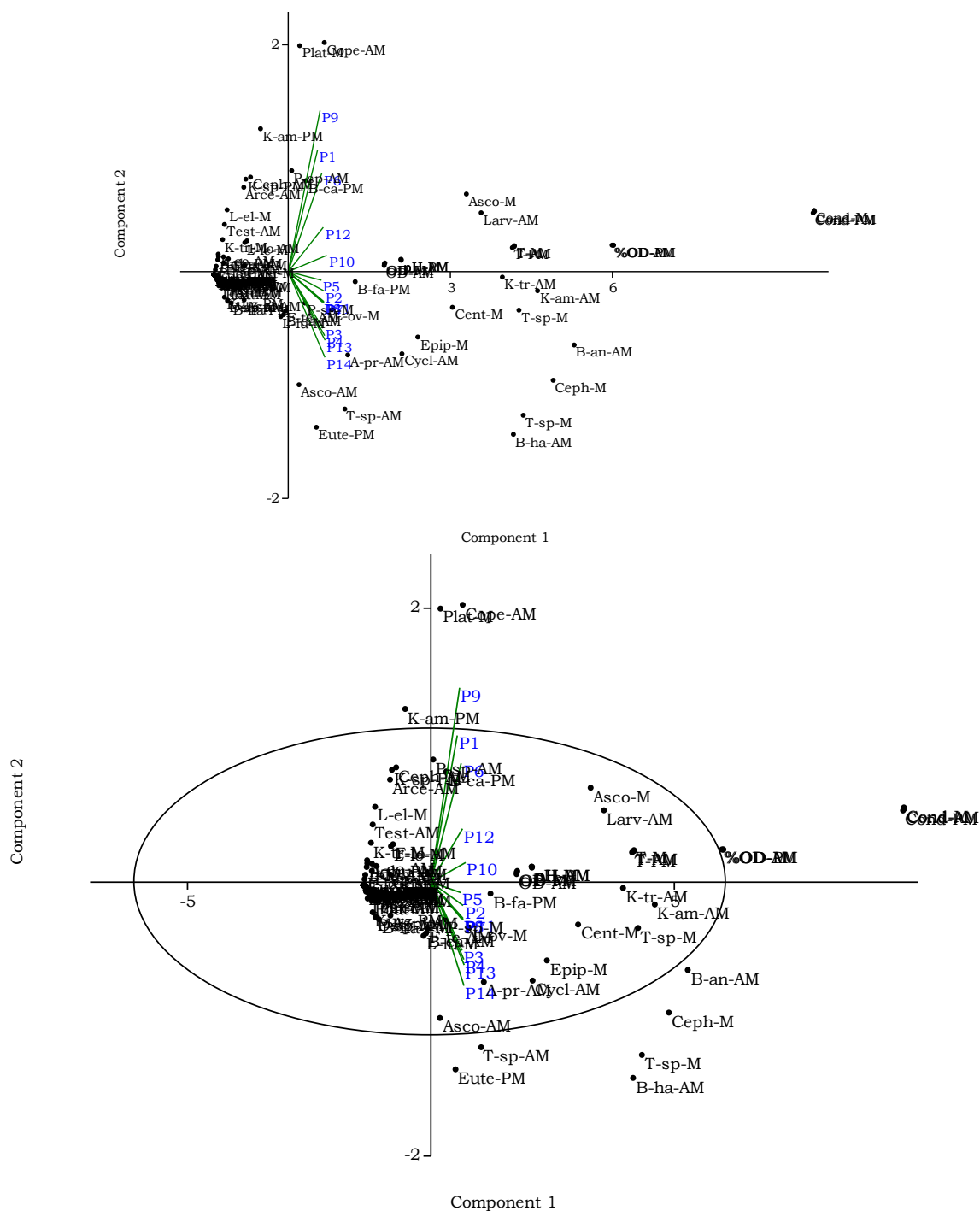


Figura 9-184. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales A) Distribución típica B) Incluyendo la elipse del 95%

Macroinvertebrados bentónicos

La composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Luruaco registró 4 morfoespecies, repartidas en 3 Familias, 2 Órdenes, 2 Clases y 2 Phylum (Cuadro 9-118).

Cuadro 9-118. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Luruaco

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|------------|------------|-------------|--------------|------------------------------|
| Animalia | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Tubificidae | Tubificidae -Morfoespecie 1 |
| | | | | Chaoboridae | Chaoboridae -Morfoespecie 1 |
| | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | Chironomidae -Morfoespecie 1 |
| | | | | Chironomidae | Chironomidae -Pupa |

La riqueza a analizada desde la categoría de Clase, muestra que el grupo Insecta aporta el 75% de la riqueza total, lo que equivale a 3 taxa, en segundo y último lugar se ubica las Clase Clitellata con el 25% (1 taxa) (Figura 9-185 A-B).

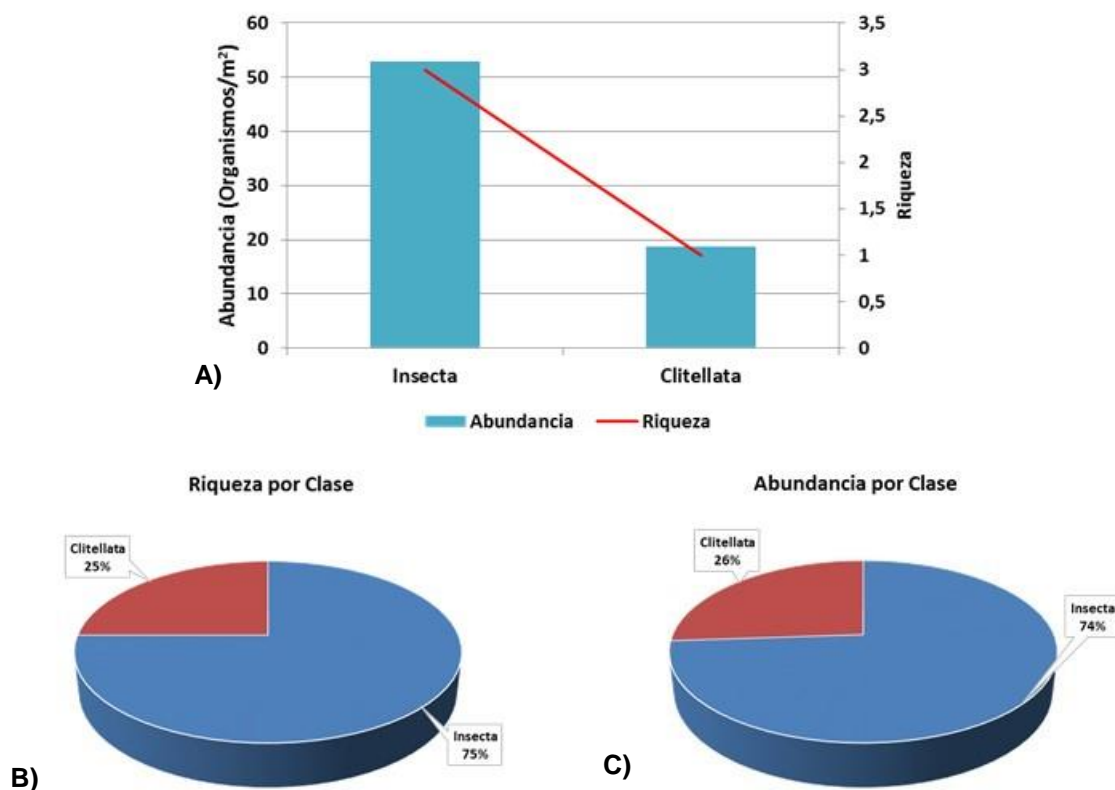
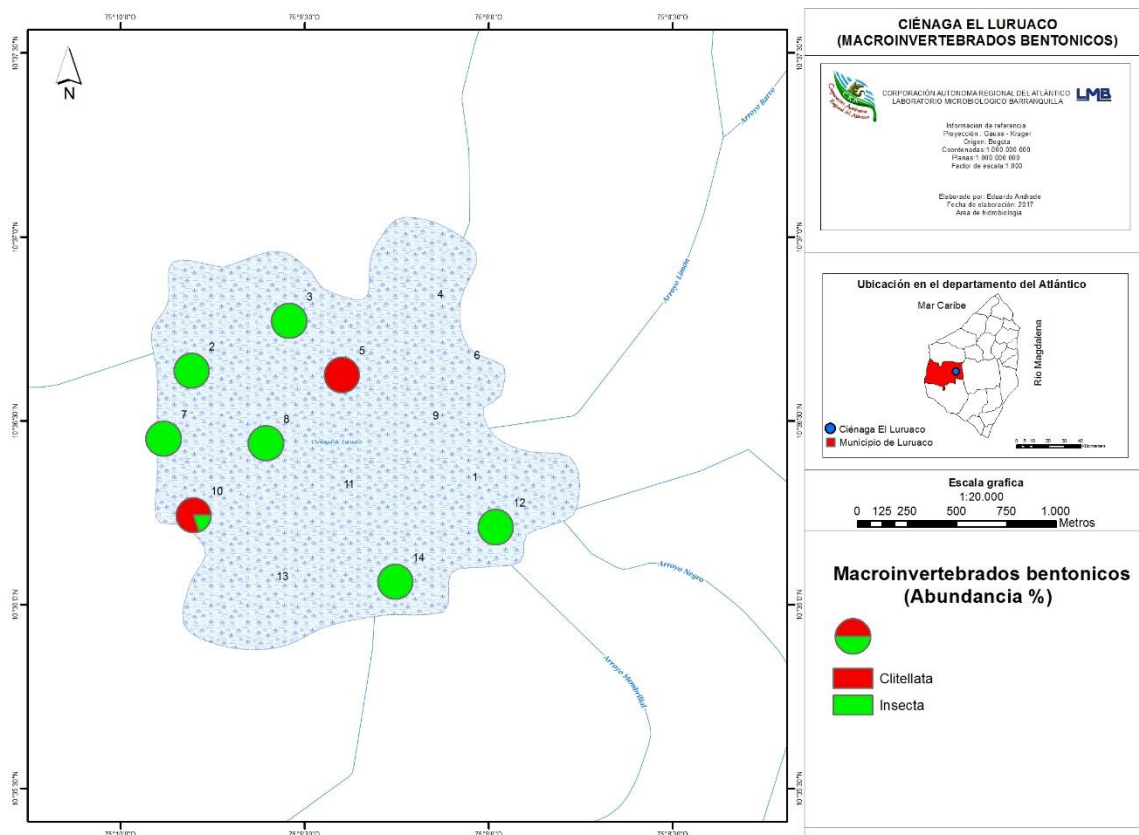


Figura 9-185. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Luruaco. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

La abundancia al igual que la riqueza estuvo dominada por organismos de la Clase Insecta con un 74% (53, 0 Organismos/m²) y en menor proporción Clitellata con el 26% (18,7 Organismos/m²) (Figura 9-185 A-C). Las abundancias por punto de muestreo muestra que la Clase Insecta es la de mayor densidad en casi todos los puntos de muestreo con excepción de los puntos 5 y 10 donde Clitellata exhibe un mayor porcentaje de abundancia (Mapa 9-52).



Mapa 9-52. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo, Ciénaga de Luruaco

Los resultados de los índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos se pueden observar en el Cuadro 9-119. Se puede ver que no todos los puntos aparecen, esto se debe a que no se identificaron organismos en las muestras que se tomaron para estos puntos. Entre tanto la riqueza (S) para los puntos en que si se registraron individuos, es baja en todos los puntos, siendo los puntos 10 y 12 los que mayor número de taxa presenta, 2 morfoespecies para cada punto. El índice de Simpson (A') para los puntos P2, P3, P5, P7, P8 y P14 es de una unidad (Cuadro 9-119), lo que deja claro que para estos puntos existe una dominancia de una especie o un grupo en particular. Mientras que para el 10 y 12, la diversidad incrementa levemente, lo que genera que el índice de A' toma valores de 0,48 y 0,67 para cada punto respectivamente. El índice de Shannon-Wiener es cero en casi todos los puntos, con excepción de los punto 10 y 12, que presentan valores de 0,69 y 0,50

nits/Individuo (Cuadro 9-119), estos valores representan la pobre diversidad de macroinvertebrados bentónicos en este cuerpo de agua.

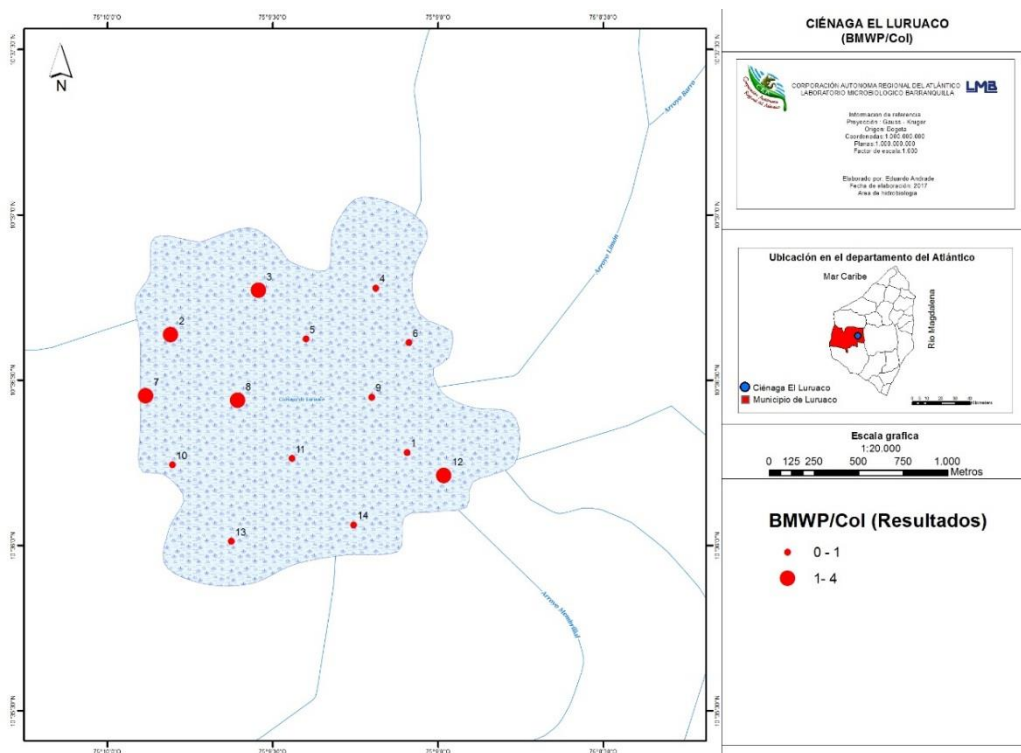
Cuadro 9-119. Índices ecológicos de Macroinvertebrados Bentónicos en la Ciénaga de Luruaco

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-----|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P2 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| P3 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| P5 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| P7 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| P8 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| P10 | 2 | 1,00 | 0,69 | 0,48 |
| P12 | 2 | 0,72 | 0,50 | 0,67 |
| P14 | 1 | | 0,00 | 1,00 |

El índice BMWP/Col se muestra en el Cuadro 9-120, se puede observar que los puntos en la Ciénaga de Luruaco son inferiores a 15, lo que según el índice estaría tratándose de “aguas fuertemente contaminadas” en el ecosistema.

Cuadro 9-120 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Luruaco

| | Punto 2 | Punto 3 | Punto 5 | Punto 7 | Punto 8 | Punto 10 | Punto 12 | Punto 14 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| Familias que puntúan | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 |
| Índice BMWP/Col | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 0 |
| Valor ASPT | 2,0 | 2,0 | 1,0 | 2,0 | 2,0 | 1,0 | 2,0 | |



Mapa 9-53. BMWP/Col para macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo, Ciénaga de Luruaco

Se evaluó la similitud entre puntos asociando el comportamiento de los macroinvertebrados bentónicos, para esto se realizó un análisis clúster a partir del coeficiente de asociación de Bray-Curtis, el diagrama de agrupamientos muestra la formación de 5 conglomerados (Figura 9-186), de los grupos formados tan solo el conglomerado constituido por los puntos 5 y 10 presenta una similitud del 50%, los demás grupos son más heterogéneos y la similaridad entre si son bajas. Es importante mencionar que los puntos que aparecen en este análisis son los únicos que registraron algún organismo bentónico, por lo que se excluyeron los puntos en los que sus muestras no se identificaron ninguna especie.

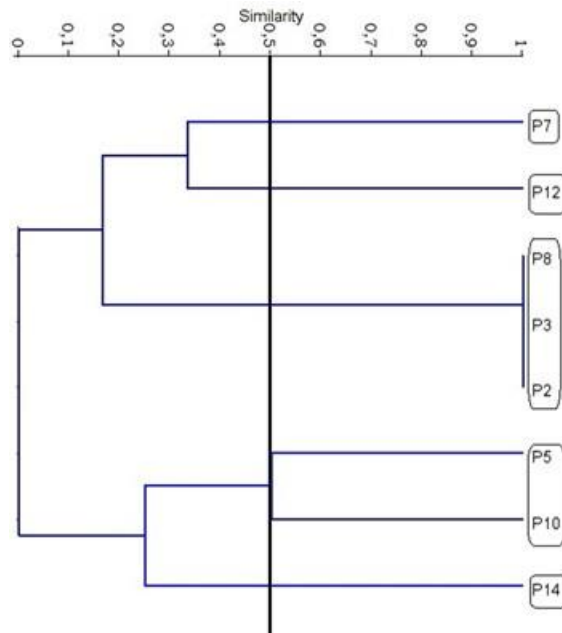


Figura 9-186 Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en la Ciénaga de Luruaco a nivel de género/morfoespecie

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en la Ciénaga Luruaco se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\log(X+1)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 3 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 99,9% de la variación total (Tabla 9-39). El primero de ellos, sobre el sector positivo del eje quedó asociado fuertemente con las variables físicoquímicas de temperatura, porcentaje de saturación de oxígeno y conductividad; todos los puntos evaluados presentaron tendencia hacia este sector. En el sector negativo del eje se ubicaron las variables oxígeno disuelto y pH, así como las morfoespecies identificadas. Por otro lado, en el segundo eje se ubicaron en el sector positivo los puntos 10, 15 y 15, los cuales se encuentran distribuidos a lo largo y ancho de la ciénaga, en correlación positiva con las morfoespecies de la familia Tubificidae y Chaoboridae. Por su parte, en el sector negativo del segundo eje se ubicaron los Puntos 7, 2, 8, 3 y 12, ubicados en su mayoría hacia el costado noroccidental de la ciénaga, y cuyas bioindicaciones permiten inferir que son influenciados posiblemente por las descargas de aguas procedentes de comunidad que habita ese sector. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-175.

Tabla 9-39. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|-------------|------------|-------------|
| 1 | 6,33655 | 91,538 | 91,5 |
| 2 | 0,327583 | 4,7323 | 96,3 |
| 3 | 0,111134 | 1,6054 | 97,9 |
| 4 | 0,101045 | 1,4597 | 99,3 |
| 5 | 0,037701 | 0,54463 | 99,9 |
| 6 | 0,00821944 | 0,11874 | 100,0 |
| 7 | 7,70428E-05 | 0,001113 | 100,0 |
| 8 | 3,64557E-05 | 0,00052664 | 100,0 |

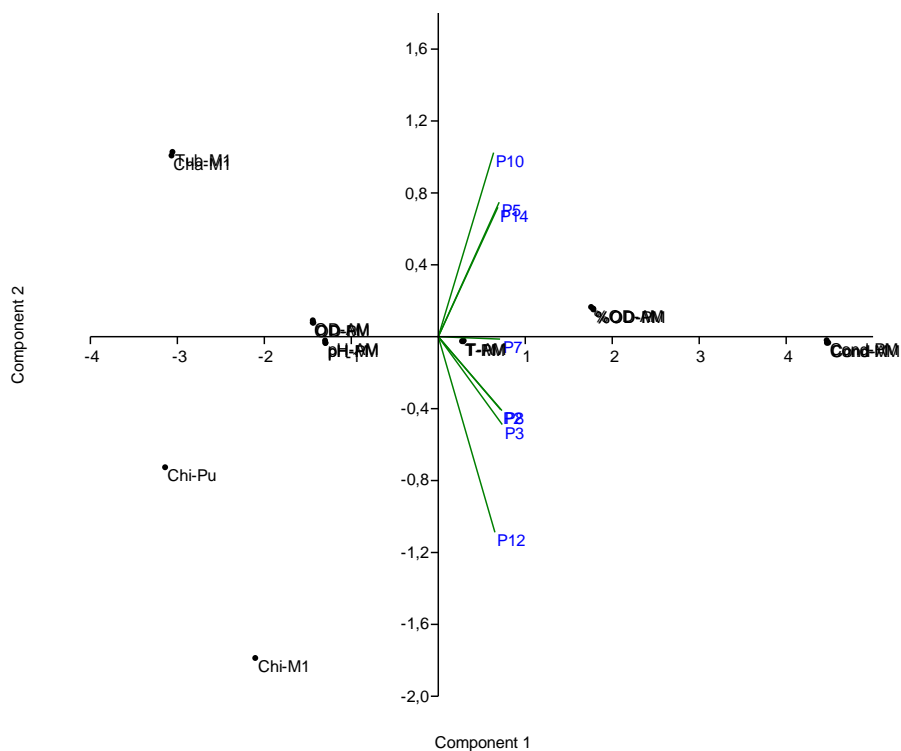


Figura 9-187. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Especies ícticas

No se registraron reportes de peces en la Ciénaga de Luruaco.

9.1.15 Embalse del Guájaro

En el Embalse del Guájaro se evaluaron las comunidades de productores primarios, perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas, así como las comunidades de consumidores, zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna, con el fin de realizar un análisis de la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas del ecosistema.

9.1.15.1 Comunidades de productores primarios

Fitoperifiton

Se identificaron 31 taxa, distribuidos en 27 Familias, 22 Órdenes, 13 Clases y 6 Divisiones (Cuadro 9-121), las Divisiones Cyanobacteria y Bacillariophyta con 9 taxa (29%) cada una, fueron las que representaron la mayor riqueza, seguido de Chlorophyta con 6 morfoespecies (19,4%), Charophyta 3 taxa (9,7%), 2 morfoespecies Ochrophyta (6,5%) y en menor porcentaje se ubican Euglenophyta y Cryptophyta con 1 taxa cada división, representando un 3,2% por grupo (Figura 9-188 A-B).

Por su parte la abundancia evaluada desde la categoría taxonómica de División estuvo dominada por las Cyanobacteria con 124,2 Células/cm² (52%) de la abundancia total, seguida de las Bacillariophyta 98,2 Células/cm² (41,2%) y el resto de divisiones Chlorophyta, Charophyta, Euglenophyta, Ochrophyta y Cryptophyta juntas representan el 6,8 de la abundancia del perifiton en los puntos evaluados del Embalse del Guájaro.

Cuadro 9-121 Composición de la comunidad Fitoperifítica en el Embalse del Guájaro

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | | |
|---------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> spp | | |
| | | | Eunotiales | Eunotiaceae | <i>Eunotia</i> spp | | |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula</i> spp | | |
| | | | Thalassiosiphales | Catenulaceae | <i>Amphora</i> spp | | |
| | | | Aulacoseirales | Aulacoseiraceae | <i>Aulacoseira</i> spp | | |
| | | | Melosirales | Melosiraceae | <i>Melosira</i> sp | | |
| | | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Fragilaria</i> spp | |
| | | | | | | <i>Synedra</i> spp | |
| | | | Mediophyceae | Stephanodisciales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella</i> spp | |
| | | | Cryptophyta | Cryptophyceae | Cryptomonadales | Cryptomonadaceae | <i>Cryptomonas</i> spp |
| | | | | | Synurophyceae | Synurales | Mallomonadaceae |
| Xanthophyceae | Mischococcales | Centritractaceae | | | <i>Centritractus</i> spp | | |
| Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Chroococcales | Microcystaceae | <i>Microcystis</i> spp | | |
| | | | Nostocales | Aphanizomenonaceae | <i>Dolichospermum</i> sp | | |
| | | | | Nostocaceae | <i>Anabaena</i> sp | | |
| | | | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium</i> spp | | |
| | | | Synechococcales | Leptolyngbyaceae | <i>Leptolyngbya</i> spp | | |
| | | | | Merismopediaceae | <i>Aphanocapsa</i> spp | | |
| | | | | Pseudanabaenaceae | <i>Limnothrix</i> spp | | |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|--------------|------------------|----------------|-----------------|--------------------------|
| | | | | | <i>Pseudanabaena</i> spp |
| | Charophyta | Conjugatophyceae | Desmidiiales | Closteriaceae | <i>Closterium</i> spp |
| | | | | | Desmidiaceae |
| | | | Zygnematales | Zygnemataceae | <i>Mougeotia</i> spp |
| | | | Chaetophorales | Chaetophoraceae | <i>Chaetophora</i> sp |
| Plantae | Chlorophyta | Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Coelastrum</i> spp |
| | | | | | <i>Scenedesmus</i> spp |
| | | Trebouxiophyceae | Chlorellales | Chlorellaceae | <i>Micractinium</i> spp |
| | | | | Oocystaceae | <i>Oocystis</i> spp |
| | | Ulvophyceae | Ulotrichales | Ulotrichaceae | <i>Ulothrix</i> spp |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Euglena</i> spp |

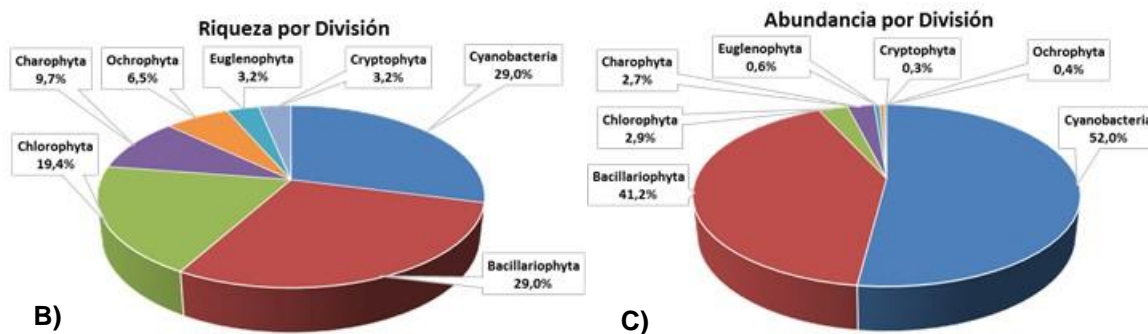
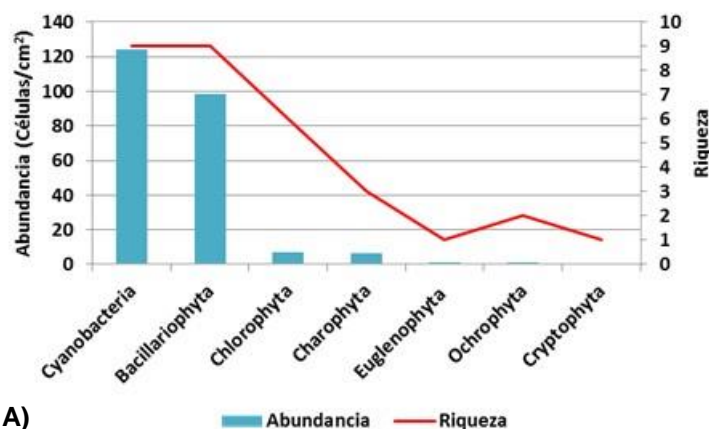


Figura 9-188. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en el Embalse del Guájaro. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

Al observar la abundancia por punto de muestreo se evidenció que solo se pudo tomar la muestra en los puntos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 13, 16 y 18 en el resto de puntos contemplados para este estudio no se encontraron sustratos para realizar la toma de la muestra. De los puntos evaluados, el punto 13 fue el de mayor abundancia (347,7 Células/cm²), seguido del punto 18 (227,7 Células/cm²), punto 1 (172,2 Células/cm²), punto 4 (115,8 Células/cm²), punto 6 (81,3 Células/cm²), punto 16 (61,5 Células/cm²) el resto de puntos no superan el 60 Células/cm² (Figura 9-189).

Se puede observar también que la Divisiones Bacillariophyta y Cyanobacteria son las de mayor densidad y están presente en todos los puntos, mientras que Chlorophyta solo estuvo presente en los puntos 1, 2, 4, 6, 8, 13 y 18, por su parte Ochrophyta solo está en los puntos 2 y 18, Charophyta se presenta en los 1, 2, 16 y 18, Euglenophyta hizo presencia solo en los puntos 1 y 3, por su parte Cryptophyta en los puntos 2 y 3 (Figura 9-189 y Mapa 9-54).

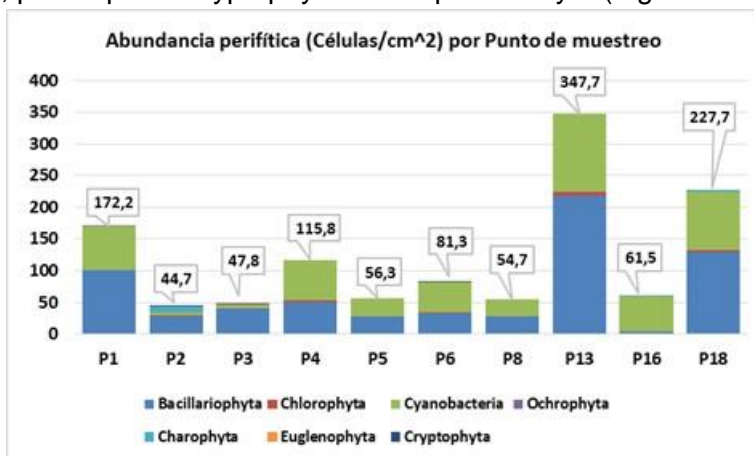
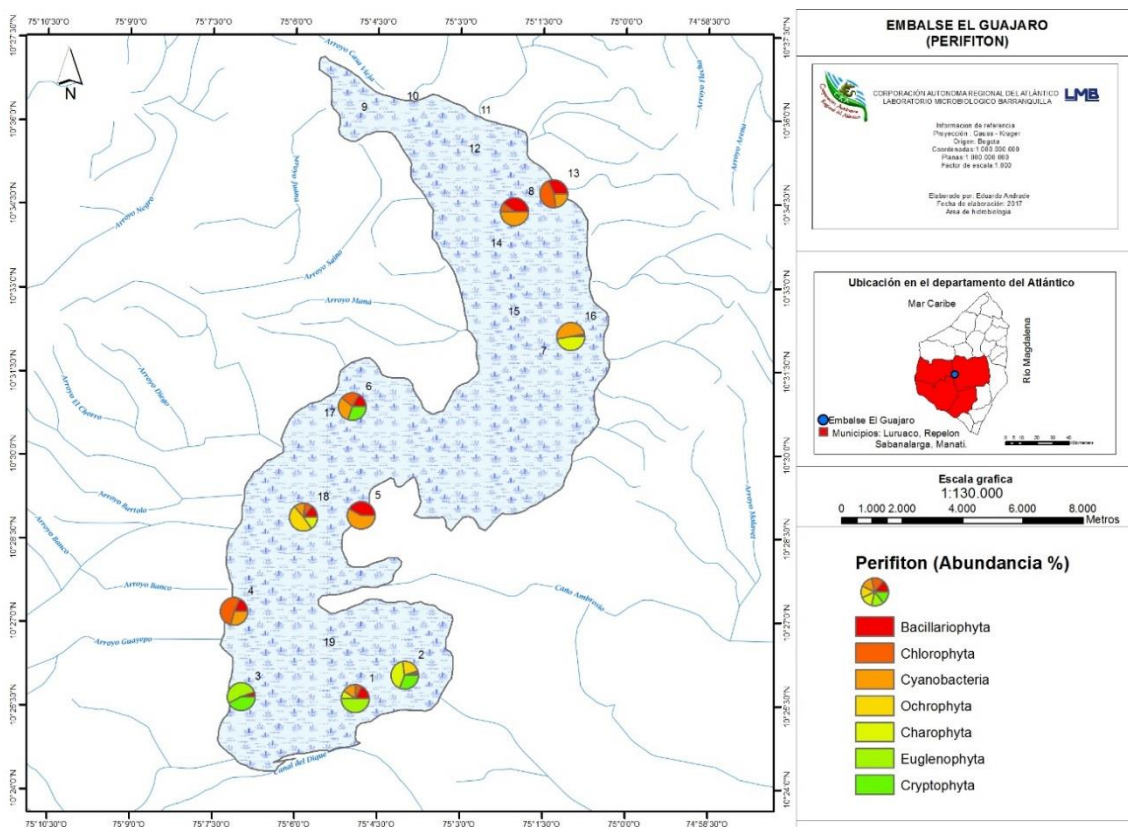


Figura 9-189 Abundancia del Perifiton (Divisiones) por punto de muestreo en el Embalse del Guájaro



Mapa 9-54. Abundancia del fitoperifiton en los puntos de muestreo, Embalse del Guájaro

Los índices ecológicos muestran que la riqueza (S) fue mayor en el punto 18 (18 taxa), seguido del punto 2 (15 taxa), el punto 4 y 13 (14 morfoespecies) cada punto, el punto 6 (13 taxa), punto 1 (11 morfoespecie), punto 8 (10 morfoespecies), punto 3 (9 taxa), punto 5 (8 taxa) y el menor número de especies se presentó en el punto 16 (4 morfoespecies) (Cuadro 9-122).

Cuadro 9-122. Índices ecológicos para el fitoperifiton del Embalse del Guájaro

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1 | 11 | 0,70 | 1,69 | 0,22 |
| P2 | 15 | 0,84 | 2,26 | 0,11 |
| P3 | 9 | 0,60 | 1,33 | 0,36 |
| P4 | 14 | 0,77 | 2,04 | 0,17 |
| P5 | 8 | 0,87 | 1,80 | 0,17 |
| P6 | 13 | 0,75 | 1,93 | 0,17 |
| P8 | 10 | 0,83 | 1,91 | 0,16 |
| P13 | 14 | 0,77 | 2,03 | 0,16 |
| P16 | 4 | 0,54 | 0,75 | 0,61 |
| P18 | 18 | 0,62 | 1,79 | 0,20 |

Para el índice de Shannon-Wiener se puede observar que los puntos 2, 4 y 13 mostraron valores superiores a 2 nits/Individuo, lo que significa que en estos puntos en particular la diversidad de especies es mediana, mientras que los puntos restantes presentaron valores inferiores a 2 nits/Individuo (Cuadro 9-122), lo que indica diversidades bajas en la mayoría de puntos evaluados.

Por su parte la equidad de Pielou (J') presenta valores que fluctúan de un punto a otro. Estos van de 0,87 a 0,54 (Cuadro 9-122), esto quiere decir que en puntos como el 5 la equidad es alta y en puntos como el 16 la equidad es mediana.

El índice de Simpson (λ') muestra datos bajos en casi todos los puntos, con valores que no superan los 0,36, con la excepción del punto 16, que alcanza un valor de 0,61 (Cuadro 9-122), para este punto existe la posibilidad que se presente organismos más dominantes que otros y además su valor está relacionado con la baja diversidad del punto. En los otros puntos evaluados se puede decir que no hay una dominancia de una sola especie o grupo y que constan de una riqueza mayor que la presente en el punto 16.

Por otra parte, al realizar el análisis de bioindicación asociado a las abundancias de las divisiones del perifiton, se observó que el proceso de eutrofia fue el más indicado en los puntos donde se reportó esta comunidad, con porcentajes que estuvieron entre 11,4% (en el punto 3) y 19,7% (en punto 16). En los puntos 1, 2, 8, 13 y 18, el segundo proceso mejor indicado fue proporciones altas de N:P, con valores entre 8,7 % (punto 5) y 11,7% (punto

2), mientras que en los puntos 4, 5, 6, 16 el segundo más indicado fue el aguas tropicales, mostrando valores entre 8,7% (punto 5) y 18,2% (punto 16); finalmente, en el punto 3, después de la eutrofia, se presentó el proceso pH neutro a ligeramente ácido con 11,4% (Figura 9-190).

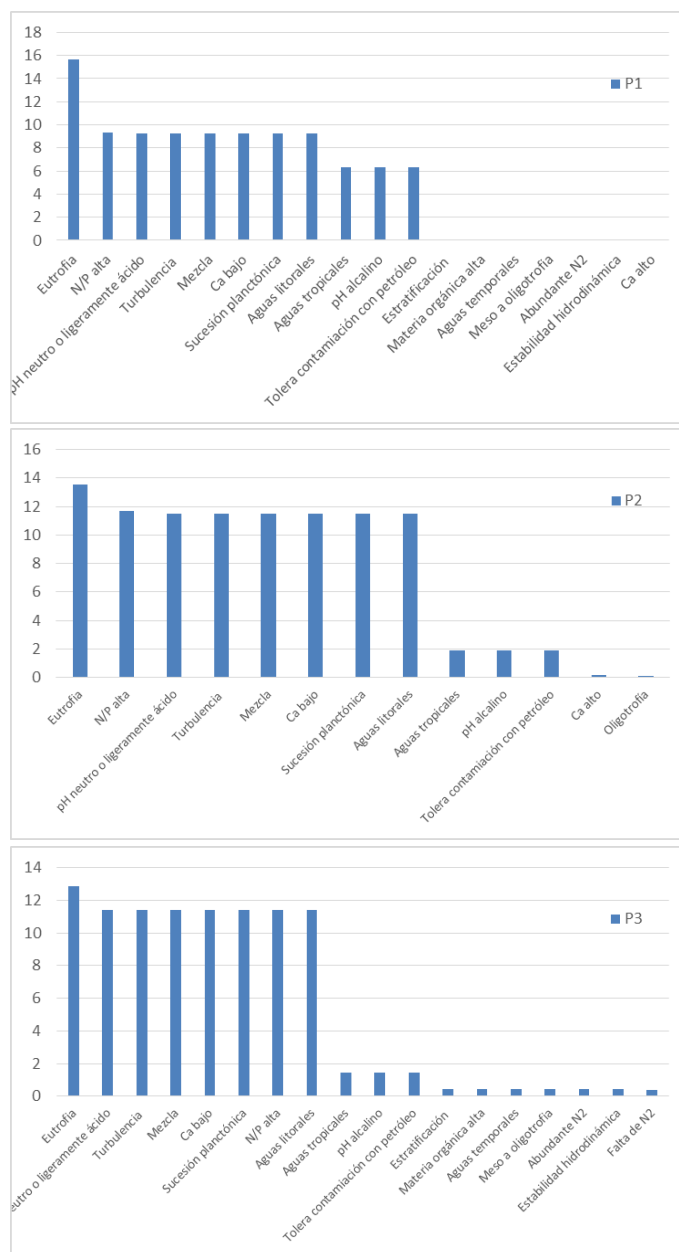
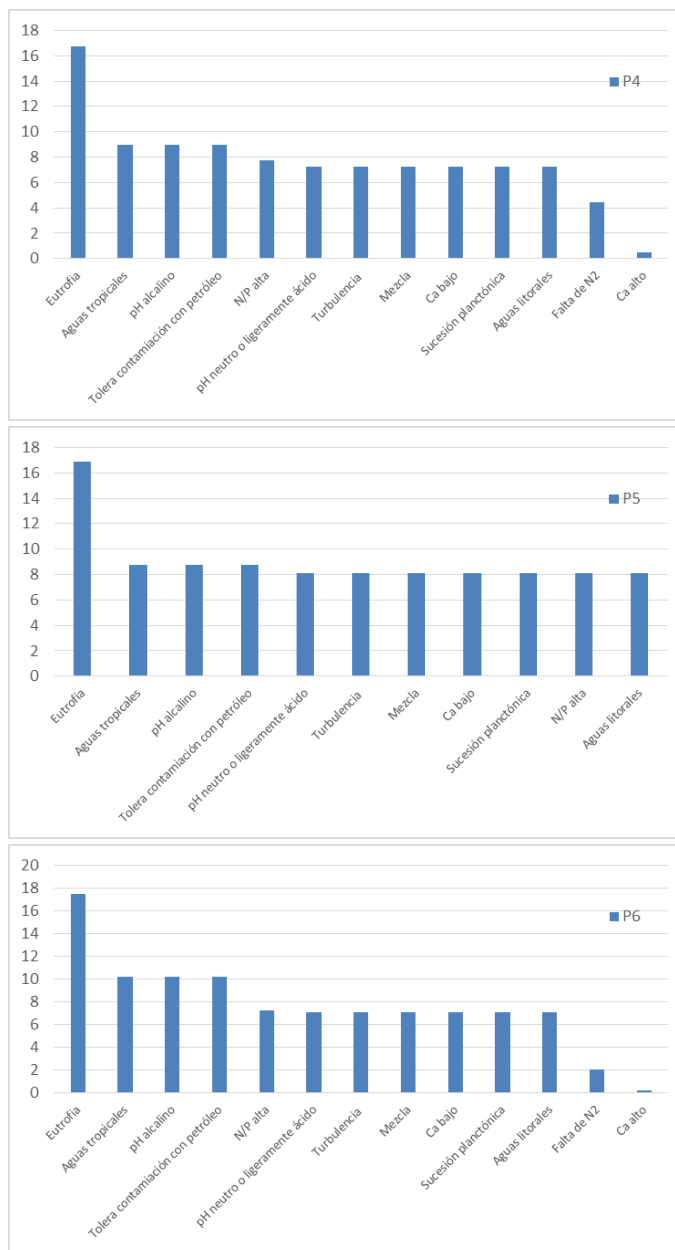
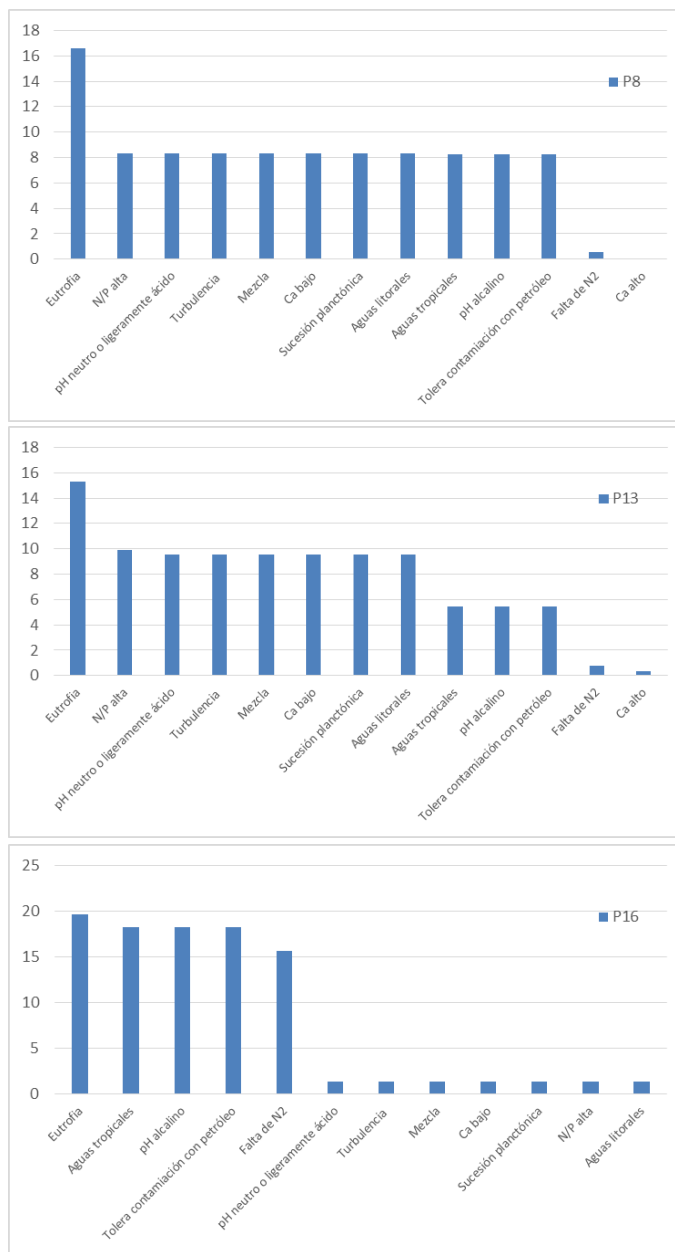


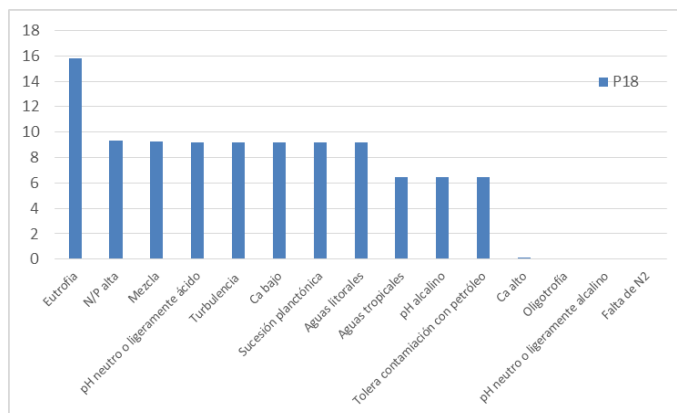
Figura 9-190. Procesos bioindicados por las divisiones de fitoperifiton en los puntos monitoreados del Embalse del Guájaró.



Continuación Figura 9-190. Procesos bioindicados por las divisiones de fitoperifiton en los puntos monitoreados del Embalse del Guájaro.



Continuación Figura 9-190. Procesos bioindicados por las divisiones de fitoperifiton en los puntos monitoreados del Embalse del Guájaro.



Continuación Figura 9-190. Procesos bioindicados por las divisiones de fitoperifiton en los puntos monitoreados del Embalse del Guájaro.

El proceso más bioindicado por las diatomeas del perifiton de este cuerpo de agua fue turbulencia, mostrado por los géneros *Aulacoseira*, *Amphora*, *Melosira*, *Navicula* y *Nitzschia*. Así mismo, de las Ochrophyta, los géneros *Centrtractus* y *Mallomonas* mostraron amplia distribución trófica (pudiéndose encontrar en condiciones desde oligotróficas a eutróficas). Para las cianobacterias, el proceso más mostrado fue el de mesotrofia, por los géneros *Dolichospermum*, *Anabaena* y *Oscillatoria*. Los géneros de la división Charophyta, *Cosmarium* y *Mougeotia*, mostraron diversidad de procesos, llamando la atención pH ácido, aguas turbias y eutrofia. *Scenedesmus* fue el único género que mostró bioindicación en la división Chlorophyta, siendo relevante el de mesotrofia, y finalmente *Euglena*, una Euglenophyta, mostró procesos de eutrofia y materia orgánica.

Cuadro 9-123. Procesos bioindicados por las taxa fitoperifíticas en el Embalse del Guájaro

Chromista

División Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Amphora spp

Género: Turbulencia

Aulacoseira spp

Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia

Melosira sp

Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia

Navicula spp

Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos

Nitzschia spp

Género: Turbulencia, Mezcla

División Cryptophyta

No Indicado

Cryptomonas spp

No Indicado

División Ochrophyta

Oligotrofia

Centrtractus spp

Género: Oligotrofia

Mallomonas spp

Género: Oligotrofia, Hipereutrofia, Eutrofia (amplia distribución trófica)

Eubacteria

División Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

| | |
|--------------------------|--|
| <i>Anabaena</i> sp | Género: Mezcla y turbulencia, Mesotrofia, Estratificación térmica y química |
| <i>Dolichospermum</i> sp | Género: Mezcla y turbulencia, Mesotrofia, Estratificación térmica y química |
| <i>Microcystis</i> spp | Género: Eutrofia |
| <i>Oscillatoria</i> spp | Género: Sedimentos y conductividad altos, Eutrofia, Mesotrofia, Tolerancia a pesticidas, Estratificación térmica y química |

Plantae

División Charophyta

Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad)

| | |
|----------------------|---|
| <i>Cosmarium</i> spp | Género: pH ácido, Aguas someras, Mezcla |
| <i>Mougeotia</i> spp | Género: Aguas turbias, eutrofia |

División Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

| | |
|------------------------|--|
| <i>Oocystis</i> spp | Género: Resistencia a pesticidas |
| <i>Scenedesmus</i> spp | Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas |

Protozoa

División Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia, Abundancia de N₂, Estabilidad hidrodinámica

| | |
|--------------------|--|
| <i>Euglena</i> spp | Género: Resistencia a pesticidas, Eutrofia, Materia orgánica |
|--------------------|--|

Al observar las variaciones de la comunidad en todos los puntos de la ciénaga, se buscó establecer las diferencias entre los puntos de monitoreo, para lo cual se realizó un dendograma de similaridad utilizando como método de enlace el grupo pareado y como distancia métrica el índice de similaridad de Bray-Curtis; para obtener una mejor interpretación del sistema se realizaron dos análisis, uno a nivel de División y otro a nivel de especie/morfoespecie (Figura 9-191-A-B). Para el primero se evidenció la conformación de 3 grupos de puntos, el primero integrado por los Puntos 13, 18 y 1, los cuales se caracterizaron por presentar las mayores abundancias, el segundo conformado por los puntos 2 y 3, los cuales presentaron las menores abundancias, y con predominio de Bacillariophyta; mientras que los puntos restantes con presencia de perifiton (Puntos 4, 6, 5, 8, y 16) conformaron un grupo independiente. En el análisis a nivel de especies, se conformaron cinco grupos unitarios (Puntos 13, 2, 6, 16 y 7) y tres con dos integrantes, los cuales asociaron puntos del sector sur, similares en composición; lo que pone en evidencia que el análisis a nivel de especies demuestra mayor heterogeneidad en la composición de las comunidades de cada sitio de muestreo.

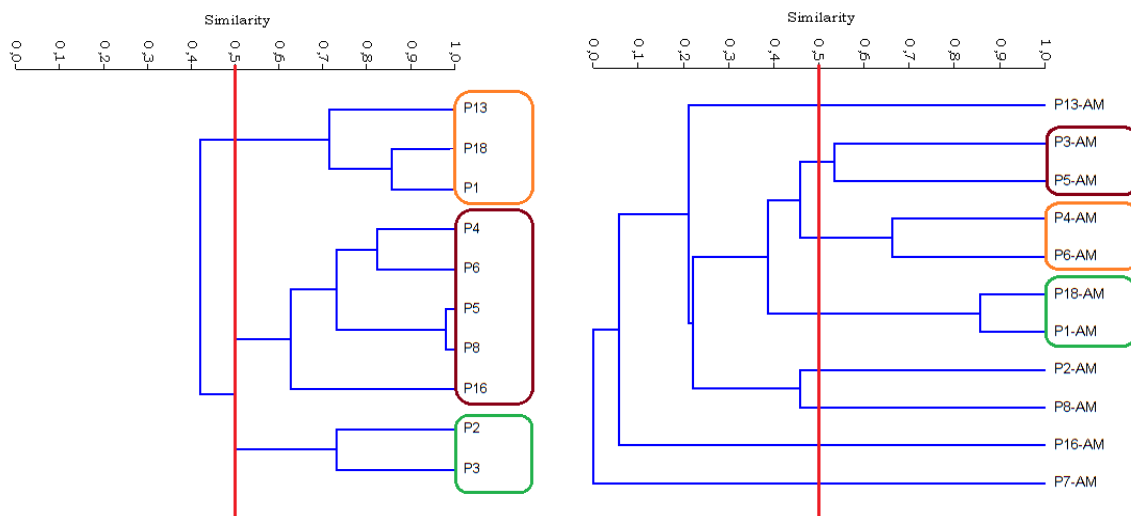


Figura 9-191. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en el Embalse del Guájaro. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie)

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en el Embalse del Guájaro se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). Se presentan los 11 componentes resultantes del análisis, que explicaron el 99,7% de la variación total (Tabla 9-40). El sector positivo del primer eje asociado con las variables físicoquímicas pH, temperatura, porcentaje de saturación de oxígeno y conductividad, se correlacionaron con los puntos de muestreo; mientras que las abundancias de los organismos de las Divisiones Bacillariophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta, Charophyta, Euglenophyta, Cryptophyta y Ochrophyta se ubicaron en el sector negativo del primer eje, correlacionadas con el oxígeno disuelto. Sobre el sector positivo del segundo eje se ubicaron los puntos 2, 16, 3, 8, 5, 6, 1, 18 y 13 los cuales presentaron correlación positiva con las concentraciones de cianobacterias y bacilariofitas. En el sector negativo del segundo eje se ubicaron los puntos restantes, correlacionados con las variables físicoquímicas analizadas. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-192.

Tabla 9-40. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|----|------------|------------|-------------|
| 1 | 14,081 | 85,174 | 85,2 |
| 2 | 2,0747 | 12,55 | 97,7 |
| 3 | 0,1243 | 0,7522 | 98,5 |
| 4 | 0,1006 | 0,6084 | 99,1 |

| | | | |
|----|--------|--------|-------|
| 5 | 0,0823 | 0,4978 | 99,6 |
| 6 | 0,046 | 0,2782 | 99,9 |
| 7 | 0,014 | 0,0847 | 99,9 |
| 8 | 0,0056 | 0,0341 | 100,0 |
| 9 | 0,0029 | 0,0176 | 100,0 |
| 10 | 0,0005 | 0,003 | 100,0 |
| 11 | 4E-05 | 0,0003 | 100,0 |

De los 19 componentes resultantes del análisis con las especies, se presentan los dos primeros, que explicaron el 89,4% de la variación total (Tabla 9-41). El primero de ellos en el sector positivo está asociado con las variables fisicoquímicas incluidas en el análisis, en correlación con los puntos de muestreo y las especies *Limnothrix* spp, *Synedra* spp, *Leptolyngbya* spp y *Fragilaria* spp; especies que se encuentran asociadas a la bioindicación de la divisiones Bacillariophyta y Cyanobacteria. Así mismo en el sector negativo se ubicaron las especies restantes. Por su parte en el segundo eje se ubicaron sobre el sector positivo las especies mencionadas anteriormente, en correlación positiva con los Puntos 8, 3, 6, 5, 4, 13, 1 y 18, casi todos en ubicados en la zona y en las inmediaciones de la isla de la Peña. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-193.

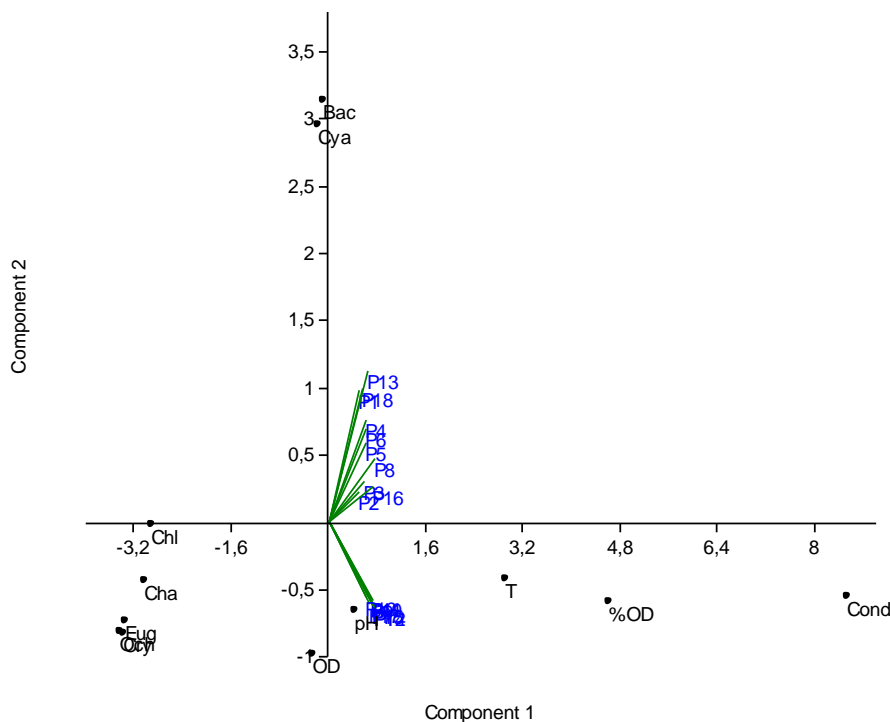


Figura 9-192. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Tabla 9-41. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 6,49148 | 80,438 | 80,4 |
| 2 | 0,72594 | 8,9953 | 89,4 |
| 3 | 0,38249 | 4,7395 | 94,2 |
| 4 | 0,17321 | 2,1463 | 96,3 |
| 5 | 0,10401 | 1,2888 | 97,6 |
| 6 | 0,07578 | 0,93903 | 98,5 |
| 7 | 0,04739 | 0,58717 | 99,1 |
| 8 | 0,0271 | 0,33575 | 99,5 |
| 9 | 0,01894 | 0,23469 | 99,7 |
| 10 | 0,01194 | 0,14795 | 99,9 |
| 11 | 0,00677 | 0,08392 | 99,9 |
| 12 | 0,00412 | 0,05102 | 100,0 |
| 13 | 0,00097 | 0,01201 | 100,0 |
| 14 | 1,5E-05 | 0,00019 | 100,0 |
| 15 | 8,8E-06 | 0,00011 | 100,0 |
| 16 | 5,2E-32 | 6,4E-31 | 100,0 |
| 17 | 1,2E-33 | 1,5E-32 | 100,0 |
| 18 | 5,2E-34 | 6,4E-33 | 100,0 |
| 19 | 2,2E-34 | 2,8E-33 | 100,0 |

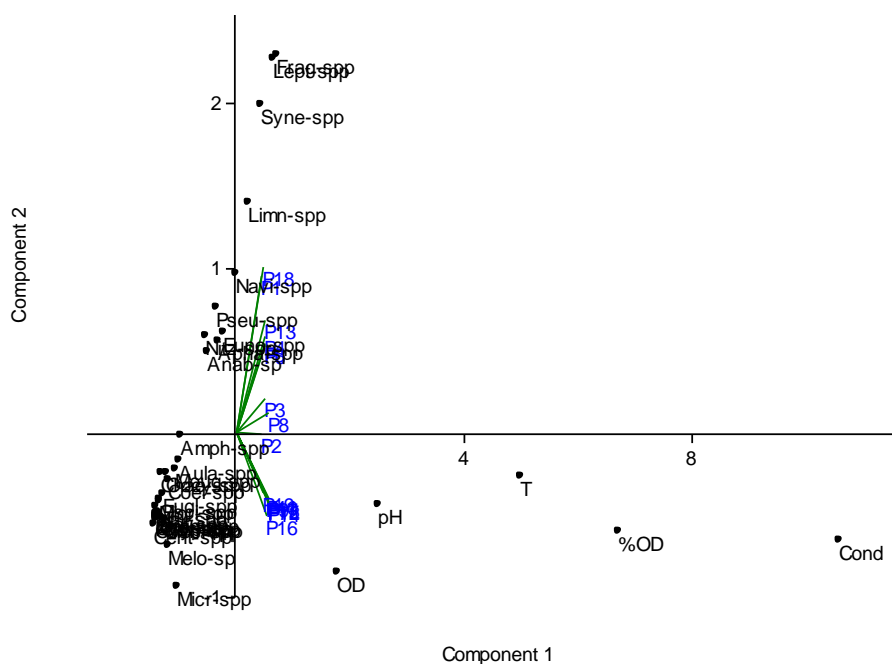


Figura 9-193. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Fitoplancton

La composición taxonómica de la comunidad fitoplanctónica del Embalse del Guájaro registró 68 taxa, distribuidas en 37 Familias, 24 Órdenes, 14 Clases y 7 Divisiones (Cuadro 9-124).

Cuadro 9-124 . Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el Embalse del Guájaro

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa | | |
|------------------|--|---------------------|------------------|----------------------|--|--|---|
| Chromista | Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> spp | | |
| | | | Naviculales | Naviculaceae | <i>Gyrosigma</i> spp <i>Navicula</i> spp | | |
| | | Coscinodiscophyceae | Aulacoseirales | Aulacoseiraceae | <i>Aulacoseira</i> spp | | |
| | | | Melosirales | Melosiraceae | <i>Melosira</i> sp <i>Fragilaria</i> sp | | |
| | | Fragilariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Fragilaria</i> sp 1 | | |
| | | | | | <i>Fragilaria</i> spp <i>Synedra</i> spp <i>Synedra ulna</i> | | |
| | | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Acanthoceras</i> spp | | |
| | | | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella</i> spp | | |
| | | Cryptophyta | Cryptophyceae | Cryptomonadales | Cryptomonadaceae | <i>Cryptomonas</i> spp | |
| | | Ochrophyta | Synurophyceae | Synurales | Mallomonadaceae | <i>Mallomonas</i> spp | |
| | | | Xanthophyceae | Mischococcales | Centritractaceae | <i>Centritractus</i> spp | |
| | | Eubacteria | Cyanobacteria | Cyanophyceae | Chroococcales | Chroococcaceae | <i>Chroococcus</i> spp |
| | | | | | | Microcystaceae | <i>Microcystis</i> spp <i>Cylindrospermopsis</i> sp 1 <i>Cylindrospermopsis</i> spp <i>Dolichospermum</i> sp |
| | | | | | Nostocales | Nostocaceae | <i>Raphidiopsis</i> spp <i>Anabaena</i> sp <i>Anabaena</i> sp 1 <i>Anabaena</i> spp |
| Borziaceae | <i>Borzia</i> spp | | | | | | |
| Oscillatoriales | Microcoleaceae | | | | <i>Arthrospira</i> spp | | |
| | Oscillatoriaceae | | | | <i>Phormidium</i> spp <i>Oscillatoria</i> spp | | |
| Synechococcales | Leptolyngbyaceae | | | | <i>Leptolyngbya</i> spp | | |
| | Merismopediaceae | | | | <i>Aphanocapsa</i> spp <i>Merismopedia</i> spp | | |
| | Pseudanabaenaceae | | | | <i>Limnothrix</i> spp <i>Pseudanabaena</i> spp | | |
| | | | | | | | |
| Charophyta | Klebsormidiophyceae | | | | Klebsormidiales | Klebsormidiaceae | <i>Klebsormidium</i> sp |
| | | | | | | Closteriaceae | <i>Closterium</i> spp |
| | | | | | | Desmidiaceae | <i>Sphaeroszma</i> spp <i>Staurastrum</i> spp |
| | | | | | | | Zygnematales |
| | | Chlamydomonadales | Treubariaceae | <i>Treubaria</i> spp | | | |
| | | Chlamydomonadales | Volvocaceae | <i>Volvox</i> sp | | | |
| | | Plantae | Chlorophyta | Chlorophyceae | | Sphaeropleales | Hydrodictyaceae |
| Neochloridaceae | <i>Golenkinia</i> spp <i>Coelastrum</i> spp | | | | | | |
| Sclerodermatales | Scenedesmaceae | | | | <i>Desmodesmus</i> spp <i>Scenedesmus</i> spp | | |
| | Schroederiaceae | | | | <i>Schroederia</i> spp <i>Kirchneriella</i> spp <i>Monoraphidium arcuatum</i> <i>Monoraphidium circinale</i> <i>Monoraphidium</i> sp | | |
| Trebouxiophyceae | Chlorellales | | | | Chlorellaceae | <i>Actinastrum</i> sp <i>Chlorella</i> spp <i>Closteriopsis</i> sp <i>Dictyosphaerium</i> spp | |
| | | | | | | | |

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|--------------|------------------|---------------------|------------------------|------------------------------|
| | | | | | <i>Geminella</i> spp |
| | | | | | <i>Micractinium</i> spp |
| | | | | Oocystaceae | <i>Lagerheimia</i> sp |
| | | | | | <i>Oocystis</i> spp |
| | | | Ordo incertae sedis | Familia incertae sedis | <i>Crucigenia</i> sp 1 |
| | | | | | <i>Crucigenia</i> spp |
| | | | | | <i>Crucigenia tetrapedia</i> |
| | | Trebouxiophyceae | Trebouxiales | Botryococcaceae | <i>Selenodictyon</i> spp |
| | | | | Euglenaceae | <i>Euglena</i> spp |
| Protozoa | Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | | <i>Trachelomonas</i> spp |
| | | | | Phacaceae | <i>Lepocinclis</i> spp |
| | | | | | <i>Phacus longicauda</i> |
| | | | | | <i>Phacus</i> spp |

La riqueza del fitoplancton en el Embalse del Guájaro evaluada desde la categoría taxonómica de División muestra que las Chlorophyta son el grupo con mayor diversidad con un porcentaje de 36,8% de la riqueza total, lo que corresponde a (25 taxa), seguido de la División Cyanobacteria con un 26,5% (18 taxa), Bacillariophyta 17, 6% (12 taxa), Euglenophyta y Charophyta juntas aportan un 14,8%, con (5 taxa) cada una, Ochrophyta contribuya con un 2,9% (2 morfoespecies) y en menor porcentaje se ubica Cryptophyta con un 1,5% (1 taxa) (Figura 9-194 A-B).

Por su parte la abundancia es mayor para la División Bacillariophyta con un 66,5% (110,3 Células/mL) de la abundancia total, en segundo lugar se encuentran las Cyanobacteria 27,2% (45,2 Células/mL), seguido de Chlorophyta con un 3,2%(5,3 Células/mL) y las Divisiones Euglenophyta, Charophyta, Ochrophyta y Cryptophyta juntas suman el 3,1% restante de la densidad total fitoplanctónica de los puntos analizados (.Figura 9-194 A-C).

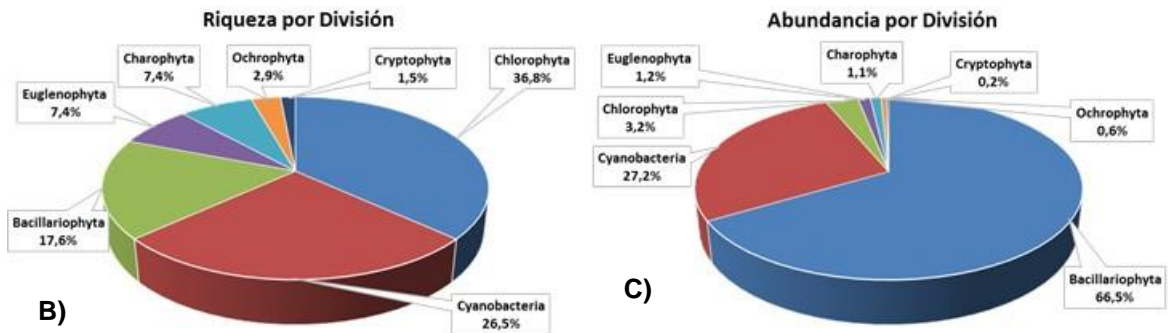
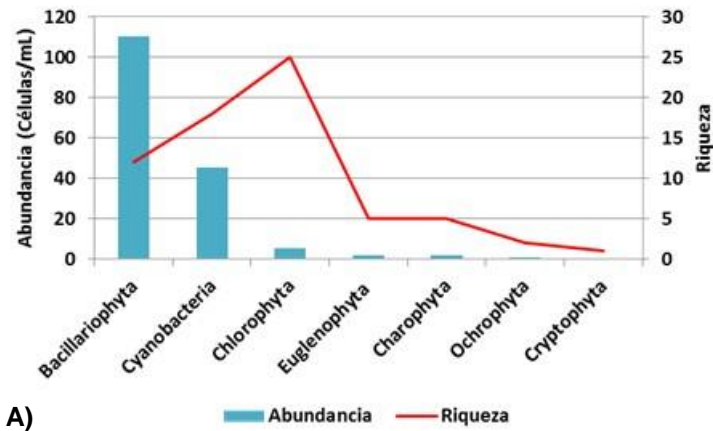
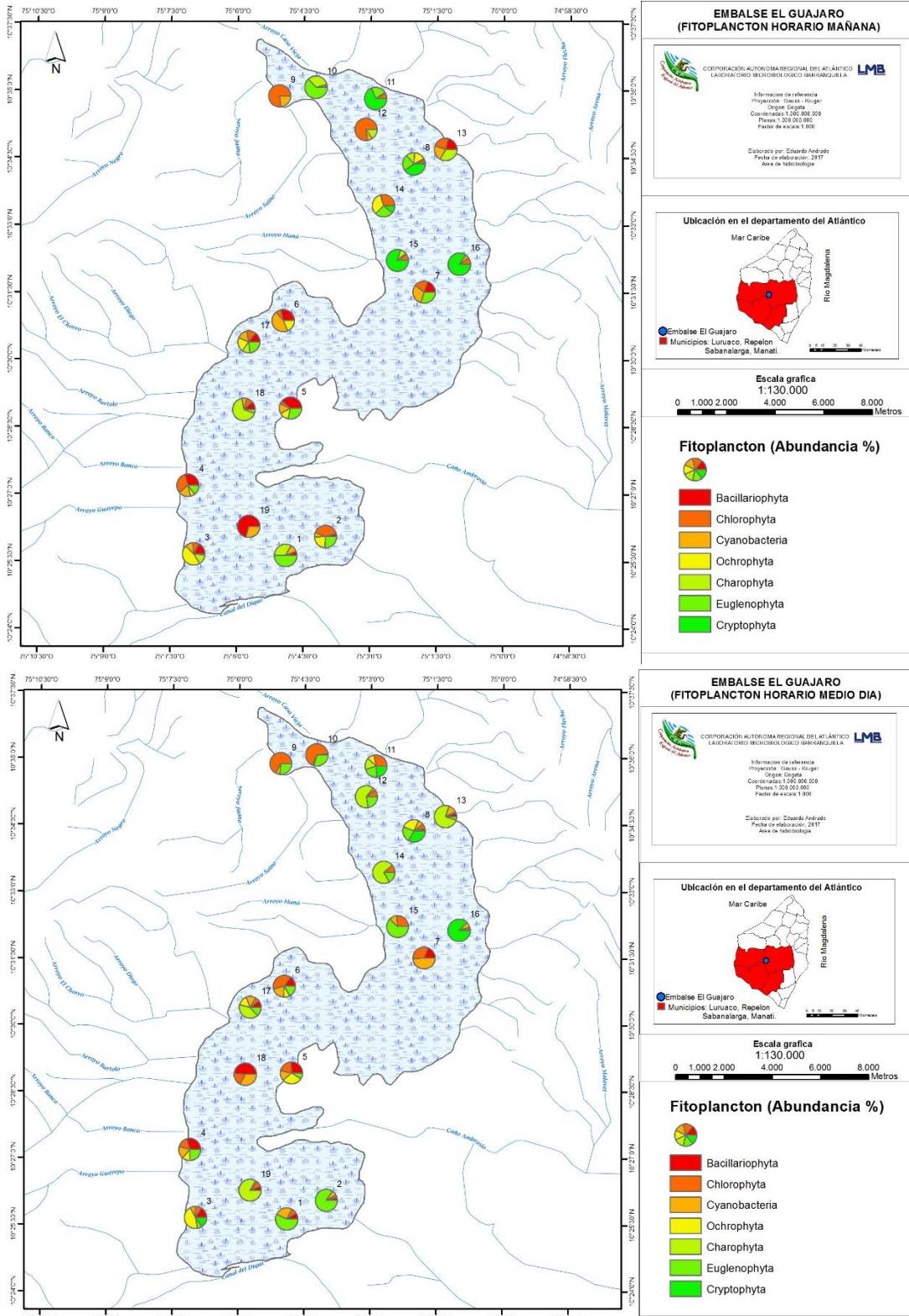
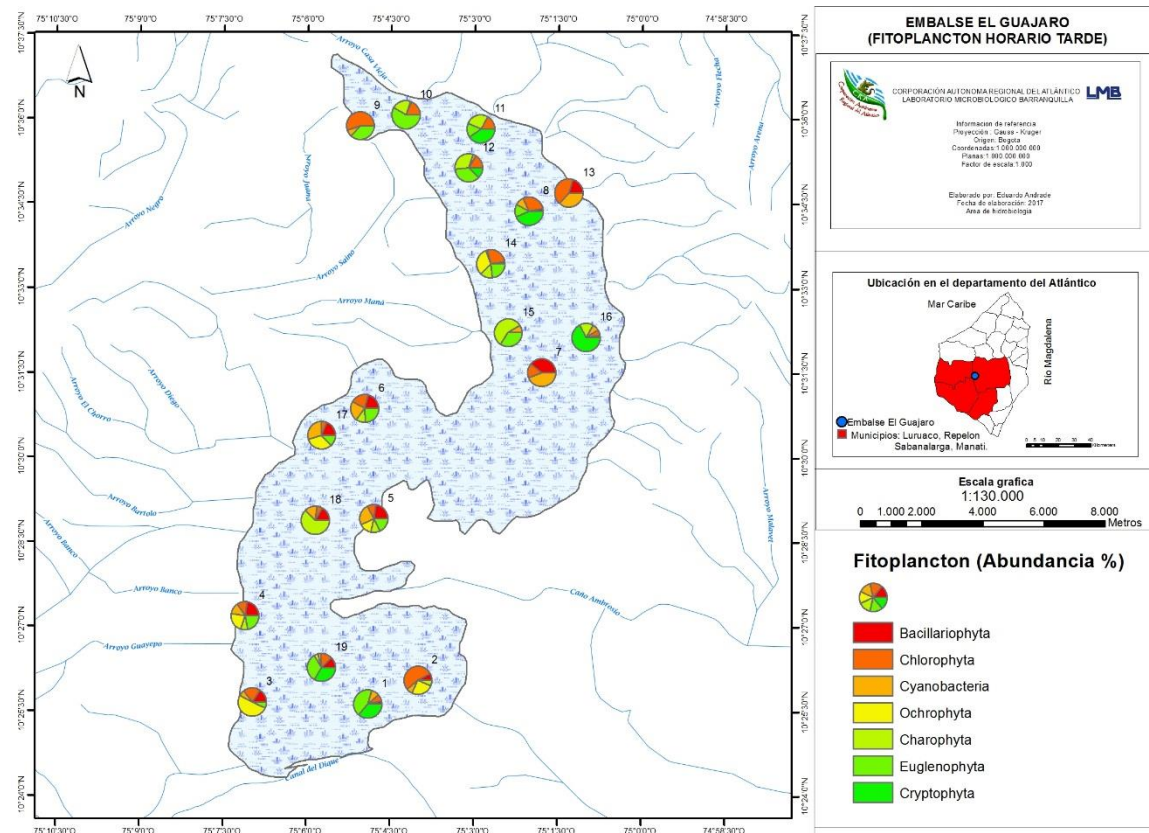


Figura 9-194 Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en el Embalse del Guájaro. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por División y C) Abundancia relativa por División

La abundancia por punto de muestreo y su respectivo horario se pueden observar en (Mapa 9-55), esto ratifica el dominio de las abundancias de Bacillariophyta en la mayoría de puntos de muestreo sin ser muy significativo el horario de toma de la muestras para su variación en el tiempo.



Mapa 9-55. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Embalse del Guájaro



Continuación Mapa 9-55. Abundancia del fitoplancton por punto y horario de muestreo, Embalse del Guájaro

Los índices ecológicos del fitoplancton en el Embalse del Guájaro se elaboraron para 19 puntos, en tres momentos diferentes del día referenciados primero con el número del punto y las abreviaciones (AM, M y PM) que se traducen como mañana, medio día y tarde respectivamente, dicho esto, los resultados muestran que la riqueza (S) fue mayor en punto P3-M con (22 taxa), seguido del P17-AM con (20 taxa), luego se encuentran los puntos P3-AM, P3PM y P4-PM, con 19 (taxa) cada punto, entre tanto el resto de puntos oscilaron entre 18 y 7 taxa (Cuadro 9-125).

Cuadro 9-125 Índices ecológicos del fitoplancton en el Embalse del Guájaro

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|-------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 11 | 0,86 | 2,07 | 0,15 |
| P2-AM | 15 | 0,84 | 2,26 | 0,13 |
| P3-AM | 19 | 0,72 | 2,12 | 0,16 |
| P4-AM | 17 | 0,56 | 1,60 | 0,33 |
| P5-AM | 15 | 0,57 | 1,55 | 0,37 |
| P6-AM | 12 | 0,76 | 1,89 | 0,18 |
| P7-AM | 10 | 0,54 | 1,25 | 0,33 |

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|--------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P8-AM | 11 | 0,84 | 2,01 | 0,17 |
| P9-AM | 7 | 0,89 | 1,73 | 0,20 |
| P10-AM | 10 | 0,92 | 2,11 | 0,12 |
| P11-AM | 12 | 0,82 | 2,04 | 0,17 |
| P12-AM | 7 | 0,87 | 1,70 | 0,21 |
| P13-AM | 8 | 0,63 | 1,32 | 0,32 |
| P14-AM | 16 | 0,89 | 2,46 | 0,10 |
| P15-AM | 7 | 0,81 | 1,58 | 0,25 |
| P16-AM | 6 | 0,48 | 0,86 | 0,62 |
| P17-AM | 20 | 0,69 | 2,07 | 0,15 |
| P18-AM | 12 | 0,61 | 1,52 | 0,35 |
| P19-AM | 8 | 0,74 | 1,55 | 0,29 |
| P1-M | 9 | 0,88 | 1,93 | 0,16 |
| P2-M | 6 | 0,88 | 1,58 | 0,22 |
| P3-M | 22 | 0,66 | 2,04 | 0,20 |
| P4-M | 15 | 0,66 | 1,79 | 0,27 |
| P5-M | 14 | 0,60 | 1,58 | 0,36 |
| P6-M | 15 | 0,73 | 1,97 | 0,20 |
| P7-M | 6 | 0,66 | 1,18 | 0,34 |
| P8-M | 10 | 0,75 | 1,73 | 0,23 |
| P9-M | 7 | 0,91 | 1,77 | 0,19 |
| P10-M | 12 | 0,92 | 2,29 | 0,11 |
| P11-M | 11 | 0,86 | 2,06 | 0,14 |
| P12-M | 9 | 0,87 | 1,90 | 0,18 |
| P13-M | 7 | 0,61 | 1,18 | 0,35 |
| P14-M | 9 | 0,89 | 1,96 | 0,16 |
| P15-M | 8 | 0,88 | 1,83 | 0,20 |
| P16-M | 7 | 0,64 | 1,25 | 0,38 |
| P17-M | 18 | 0,74 | 2,13 | 0,15 |
| P18-M | 12 | 0,77 | 1,91 | 0,18 |
| P19-M | 11 | 0,76 | 1,83 | 0,23 |
| P1-PM | 11 | 0,87 | 2,08 | 0,15 |
| P2-PM | 14 | 0,77 | 2,04 | 0,16 |
| P3-PM | 19 | 0,71 | 2,10 | 0,16 |
| P4-PM | 19 | 0,64 | 1,87 | 0,24 |
| P5-PM | 18 | 0,69 | 1,98 | 0,17 |
| P6-PM | 14 | 0,65 | 1,72 | 0,25 |
| P7-PM | 5 | 0,71 | 1,14 | 0,36 |
| P8-PM | 9 | 0,63 | 1,38 | 0,37 |
| P9-PM | 7 | 0,89 | 1,73 | 0,20 |
| P10-PM | 11 | 0,95 | 2,28 | 0,10 |
| P11-PM | 8 | 1,00 | 2,08 | 0,12 |
| P12-PM | 7 | 0,91 | 1,76 | 0,19 |
| P13-PM | 4 | 0,84 | 1,16 | 0,34 |
| P14-PM | 12 | 0,83 | 2,05 | 0,18 |
| P15-PM | 7 | 0,80 | 1,55 | 0,25 |
| P16-PM | 7 | 0,72 | 1,40 | 0,30 |
| P17-PM | 17 | 0,76 | 2,16 | 0,13 |
| P18-PM | 11 | 0,89 | 2,14 | 0,14 |
| P19-PM | 14 | 0,67 | 1,77 | 0,29 |

El índice de Shannon-Wiener muestra que los puntos P1-AM, P2-AM, P3-AM, P8-AM, P10-AM, P11-AM, P14-AM, P3-M, P10-M, P11-M, P1-PM-P2-PM, P3-PM, P10-PM, P11-PM, P14-PM, P17-PM y P18-PM presentan valores que van de 2,01 nits/Individuo hasta 2,46 nits/Individuo (Cuadro 9-125), lo que para ellos representa diversidades intermedias o medianas, se destaca que los puntos 3, 10 y 11, los cuales mantienen sus proporciones de diversidad a lo largo del día, los otros puntos que se analizaron no superan los 2 nits/Individuo, por lo que se puede inferir una baja diversidad del fitoplancton en más de un 50% de las muestras analizadas en el Embalse del Guájaro sin importar la hora y el momento del día en que se colectó la muestra.

El índice de Pielou (J') deja ver que el punto P11-PM la equidad es máxima con un valor de 1 (Cuadro 9-125) en consecuencia todas la abundancias relativas de las Divisiones del fitoplancton de este punto son iguales, en los de más punto se puede observar un comportamiento decreciente, donde los valores más cercanos a cero, dan cuenta de abundancias menos equitativas. La dominancia (λ') es baja casi en todos los puntos y momentos de la toma de la muestra, tomando valores de varían entre 0,10 a 0,37 (Cuadro 9-125), con la excepción del punto P16-AM donde es de 0,62, un valor por encima de la mitad, de manera que para este punto la dominancia se da medianamente.

En la Figura 9-195, se muestran los procesos bioindicados por las divisiones del fitoplancton encontrado en este cuerpo de agua, por punto y horario de muestreo. Se puede observar que el proceso de Eutrofia predominó en todas las estaciones y horas analizadas, mostrando como este fenómeno tiene lugar en todo el embalse de forma significativa. El proceso de “aguas tropicales” fue el segundo más bioindicado en quince de los diecinueve puntos monitoreados, haciendo evidente una característica de este cuerpo de agua. Otros procesos con importante representación en la bioindicación fueron el aumento de la proporción N:P, pH alcalino, Calcio bajo, sucesión planctónica, mezcla, turbulencia, entre otros, los cuales pueden verse abajo.

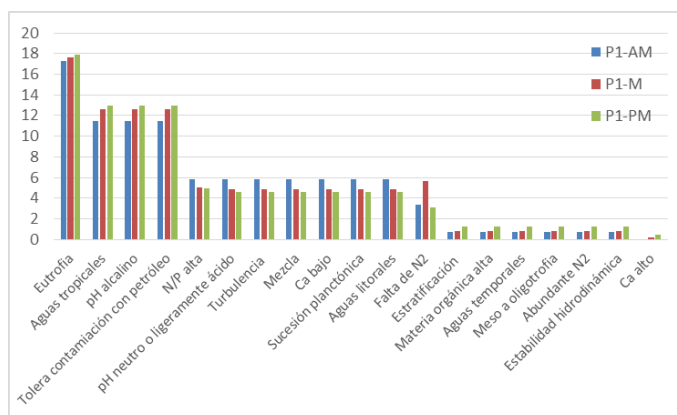
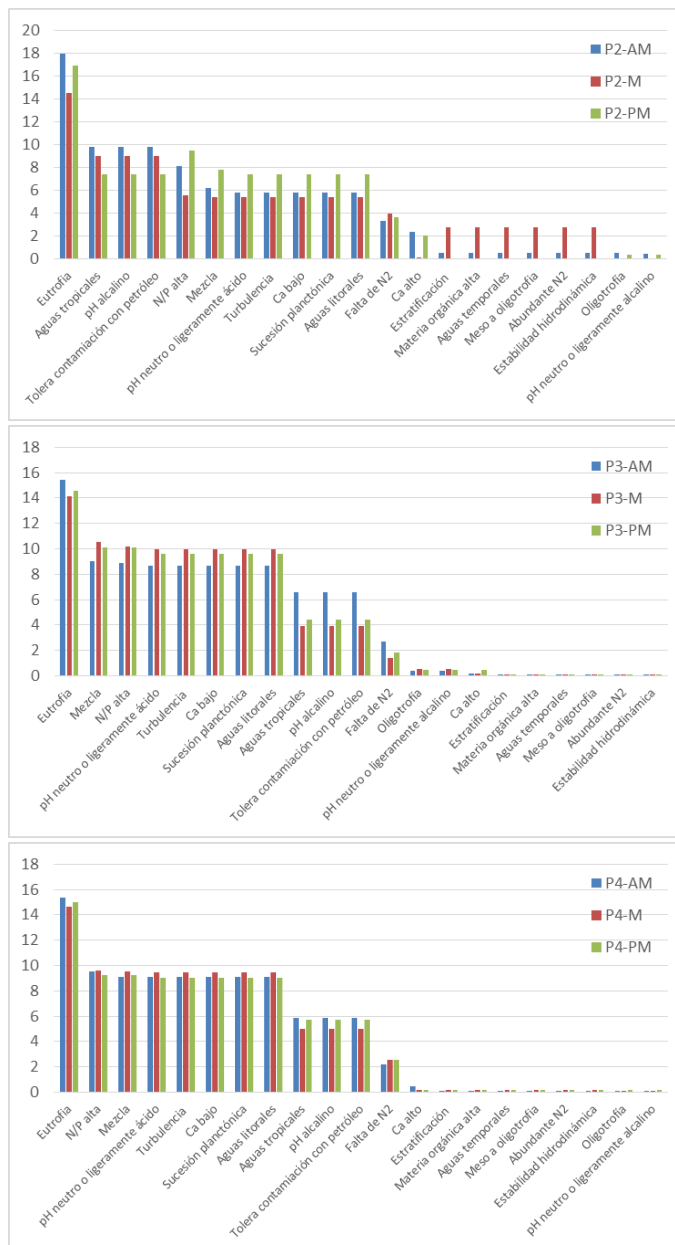
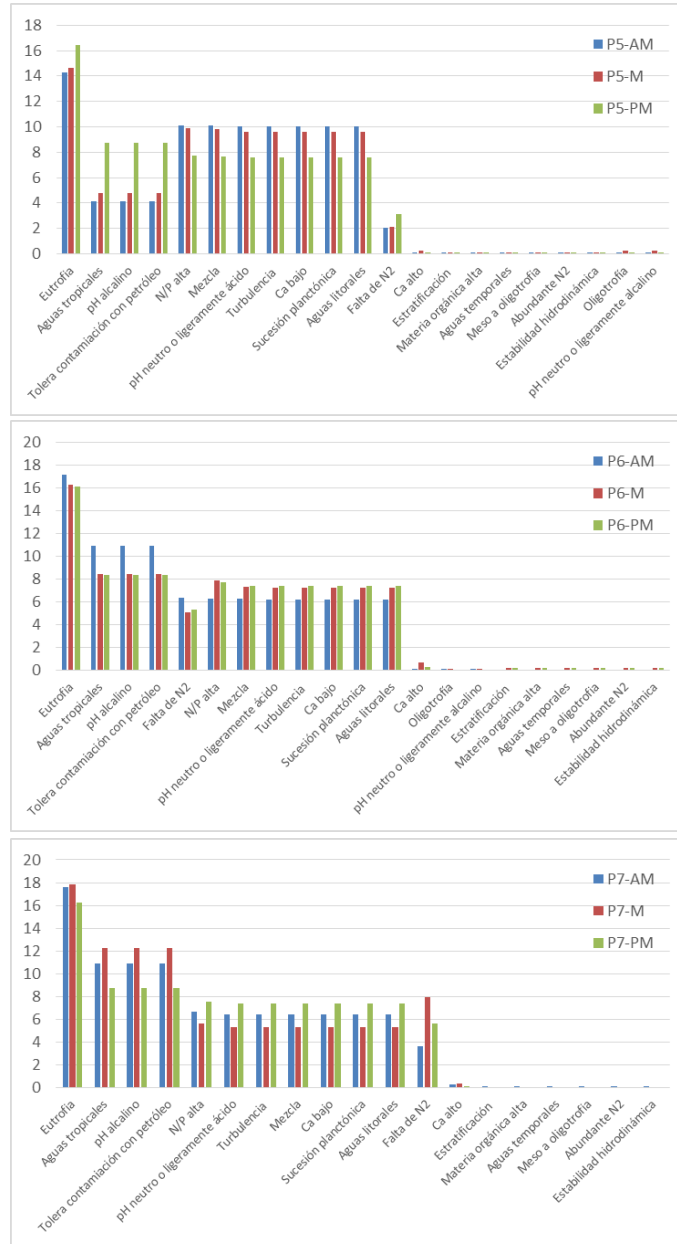


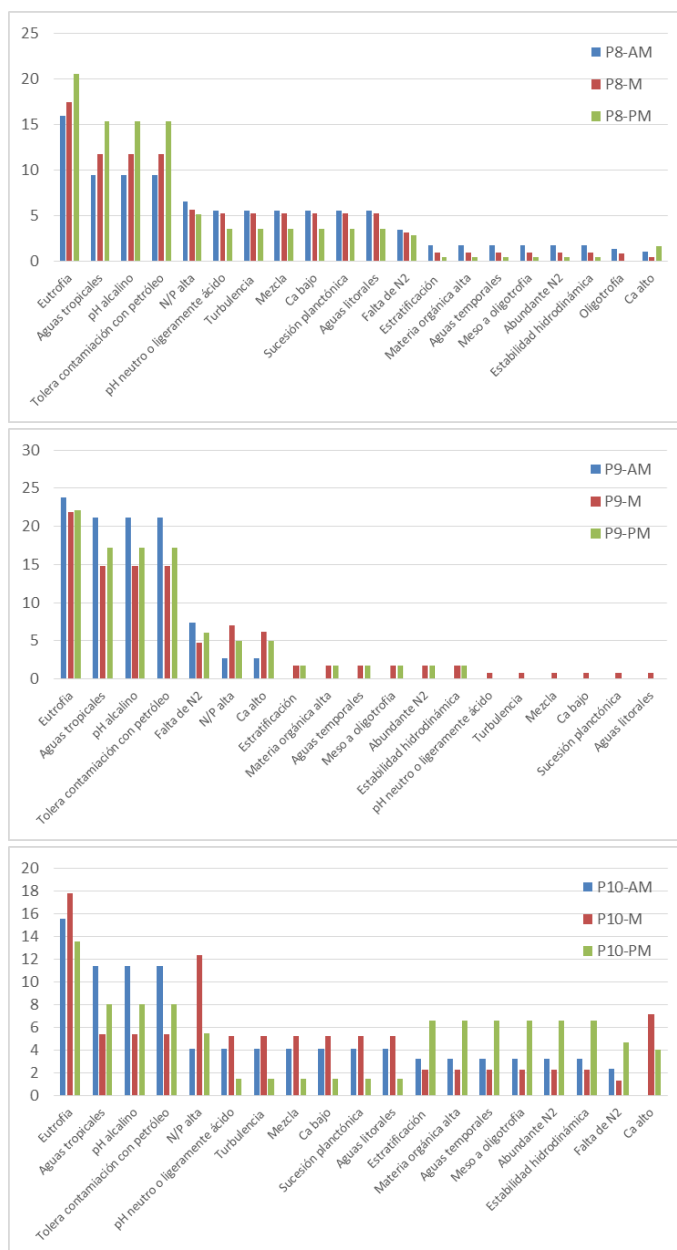
Figura 9-195. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados del Embalse del Guájaro, durante los horarios de muestreo.



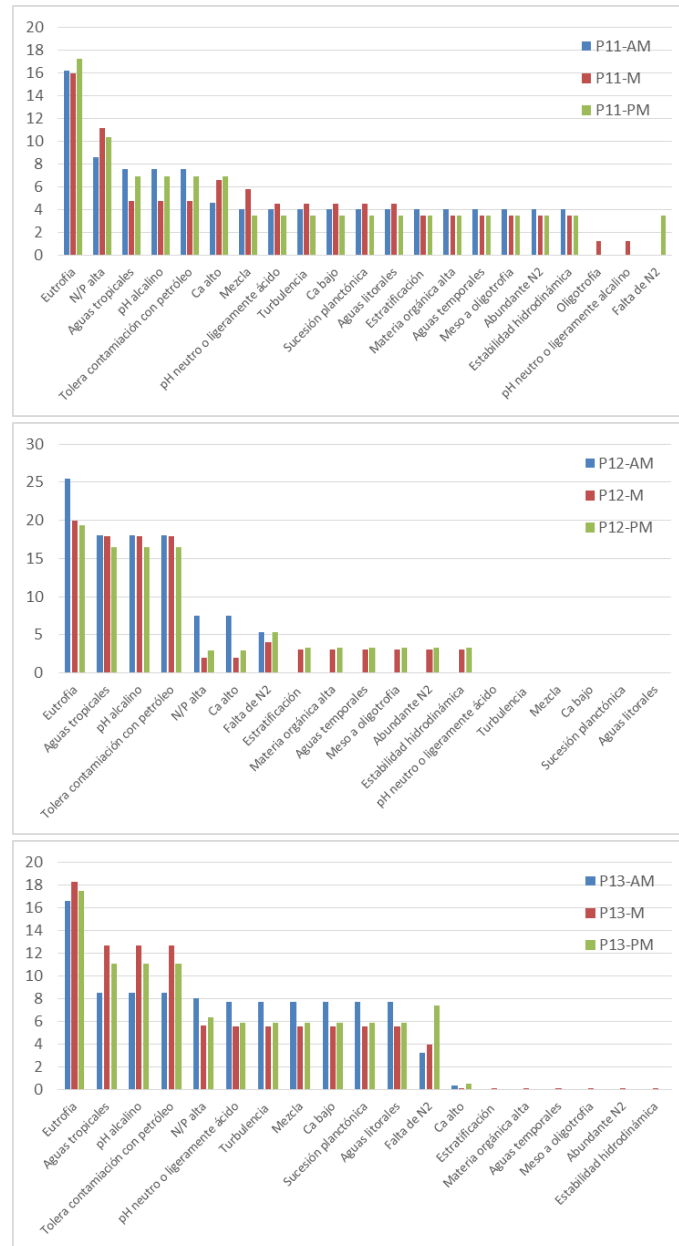
Continuación Figura 9-195. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados del Embalse del Guájar, durante los horarios de muestreo.



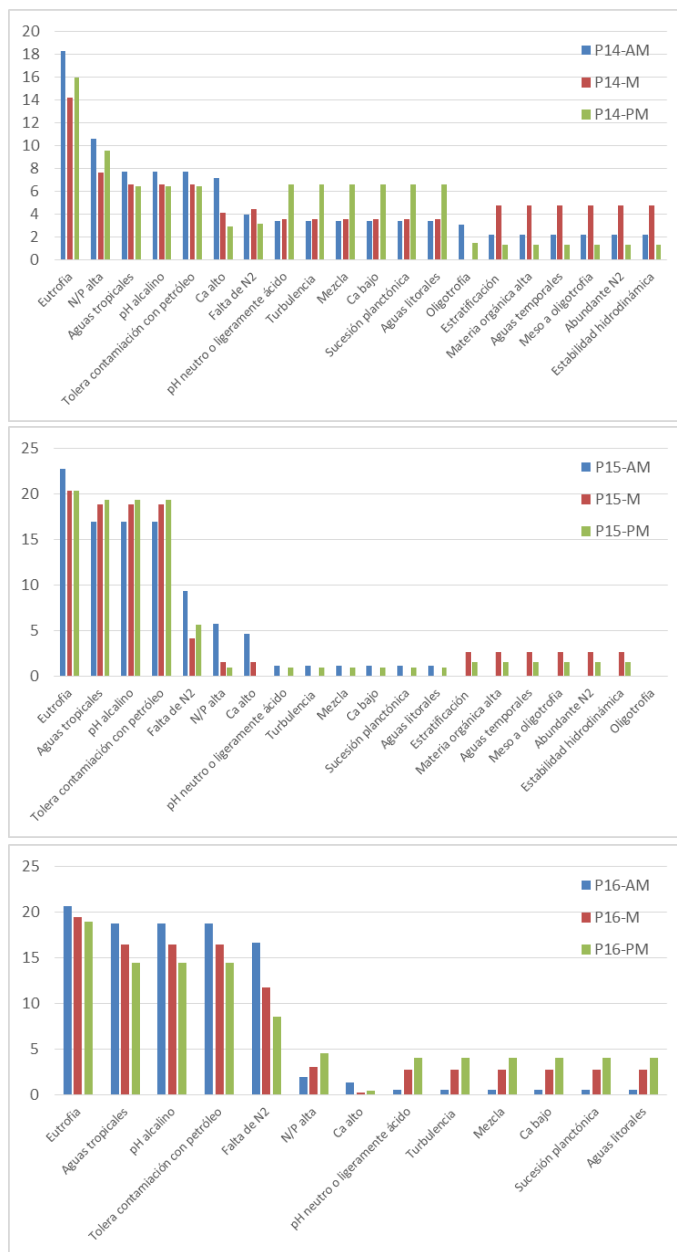
Continuación Figura 9-195. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados del Embalse del Guájaró, durante los horarios de muestreo.



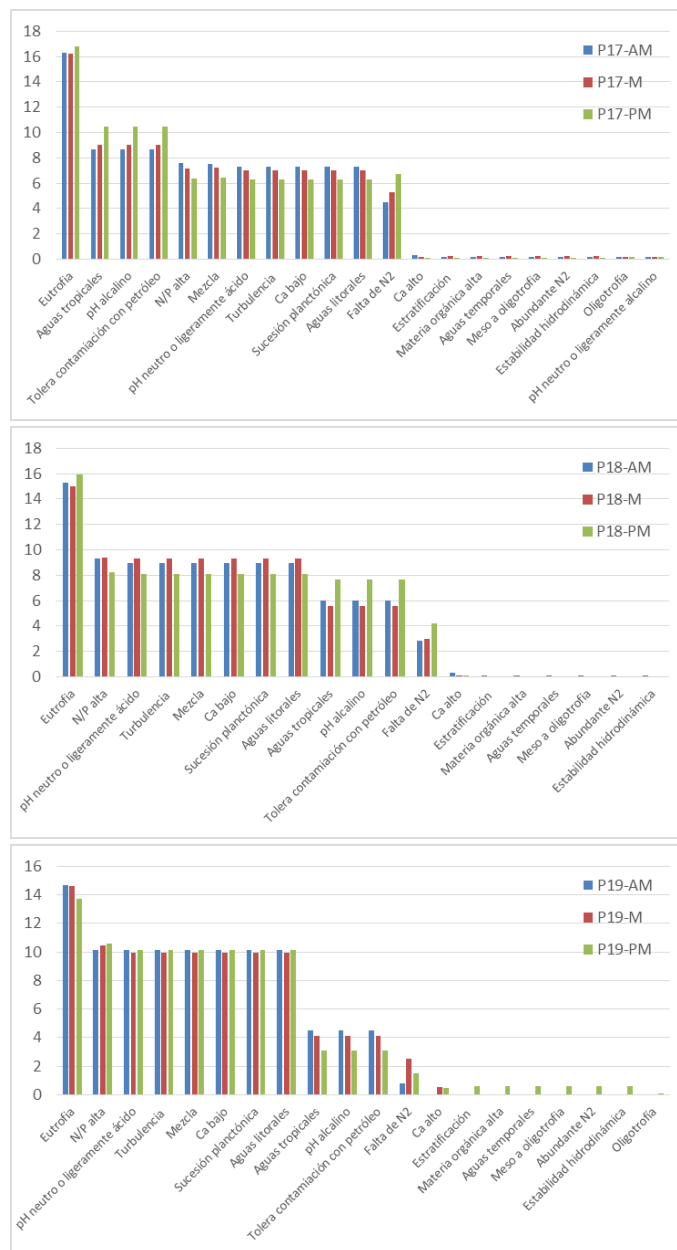
Continuación Figura 9-195. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados del Embalse del Guájaro, durante los horarios de muestreo.



Continuación Figura 9-195. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados del Embalse del Guájaro, durante los horarios de muestreo.



Continuación Figura 9-195. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados del Embalse del Guájaró, durante los horarios de muestreo.



Continuación Figura 9-195. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados del Embalse del Guájaró, durante los horarios de muestreo.

Se encontró que el proceso más indicado por los géneros de la división Bacillariophyta fue turbulencia, siendo mostrado por *Aulacoseira*, *Gyrosigma*, *Melosira*, *Navicula* y *Nitzschia*, mientras que para Ochrophyta fue oligotrofia (aunque debe tenerse en cuenta que géneros como *Mallomonas* tiene una amplia distribución trófica). Para las cianobacterias, se presentó como más bioindicado el proceso de estratificación de la columna de agua, mostrado por *Anabaena*, *Dolichospermum*, *Chroococcus* y *Oscillatoria*, seguido de eutrofia.

Las Charophyta indicaron aguas turbias, eutrofia y periodo lluvioso, las clorofitas mostraron a eutrofia como el proceso más indicado por cinco géneros (*Chlorella*, *Crucigenia*, *Golenkinia*, *Pediastrum* y *Volvox*), y finalmente, las Euglenophyta indicaron en mayor medida la presencia de materia orgánica mediante los géneros *Euglena*, *Lepocinclis* y *Phacus* (Cuadro 9-126).

Cuadro 9-126. Procesos bioindicados por las taxa fitoplanctónicas, Embalse del Guájaro

Chromista

División Bacillariophyta

pH neutro o ligeramente ácido, Turbulencia, Mezcla, Eutrofia, Bajas concentraciones de Ca, Sucesión planctónica, N/P alta, Aguas litorales

Aulacoseira spp

Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia:

Gyrosigma spp

Género: Turbulencia:

Melosira sp

Género: Sucesión, Eutrofia, Mezcla intensa, Turbulencia:

Navicula spp

Género: Resistencia a pesticidas, Turbulencia, Sedimentos y conductividad altos:

Nitzschia spp

Género: Turbulencia, Mezcla:

División Cryptophyta

No Indicado

Cryptomonas spp

No Indicado

División Ochrophyta

Oligotrofia

Centritractus spp

Género: Oligotrofia:

Mallomonas spp

Género: Oligotrofia, Hipereutrofia, Eutrofia (amplia distribución trófica):

Eubacteria

División Cyanobacteria

Aguas tropicales, Eutrofia, Falta de N₂, pH alcalino, Tolerancia a contaminación con petróleo

Anabaena spp

Género: Mezcla y turbulencia, Mesotrofia, Ultraoligotrofia.

Chroococcus spp

Estratificación térmica y química:

Dolichospermum spp

Género: Estratificación, Sucesión Avanzada:

Merismopedia spp

Género: Mezcla y turbulencia, Mesotrofia, Ultraoligotrofia.

Microcystis spp

Estratificación térmica y química

Oscillatoria spp

Género: Eutrofia:

Género: Eutrofia:

Género: Sedimentos y conductividad altos, Eutrofia, Mesotrofia,

Tolerancia a pesticidas, Ultraoligotrofia, Estratificación térmica y química:

Plantae

División Charophyta

Oligotrofia principalmente, Aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez, Posible presencia de materia orgánica, Carencia de Ca y Mg, Baja mineralización (baja conductividad)

Mougeotia spp

Género: Aguas turbias, eutrofia

Staurastrum spp

Género: Periodo lluvioso:

División Chlorophyta

Eutrofia, Alto contenido de Ca, Relación N/P alta

Chlorella spp

Género: Eutrofia, Oxidación de aguas servidas, Hipereutrofia:

Crucigenia sp 1

Género: Meso a eutrofia:

Crucigenia spp

Género: Meso a eutrofia:

Crucigenia tetrapedia

Género: Meso a eutrofia Especie: Eutrofia fría

Desmodesmus spp

Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas:

Golenkinia spp

Género: Hipereutrofia:

Oocystis spp

Género: Resistencia a pesticidas:

Pediastrum sp

Género: Eutrofia:

Scenedesmus spp
Volvox sp

Género: Mesotrofia, Resistencia a pesticidas:
 Género: Baja mineralización, Meso a eutrofia, Periodo lluvioso:

Protozoa

División Euglenophyta

Alto contenido de materia orgánica, Estratificación, Aguas temporales, Meso a Oligotrofia,
 Abundancia de N2, Estabilidad hidrodinámica

Euglena spp
Lepocinclis spp
Phacus longicauda
Phacus spp
Trachelomonas spp

Género: Resistencia a pesticidas, Eutrofia, Materia orgánica:
 Género: Materia orgánica:
 Género: Materia orgánica: Resistencia a derrames de petróleo
 Género: Materia orgánica:
 Género: Eutrofia:

Para determinar las diferencias espaciales se utilizó el análisis de similitud utilizando el método de UPGMA y como distancia métrica el índice de similaridad de Bray-Curtis; realizando el análisis a nivel especie/morfoespecie (Figura 9-196). Se observaron 20 grupos con un porcentaje de similaridad del 50%, evidenciándose poca diferenciación entre los horarios de muestreo, y puntos cercanos (19-2, 18-3, 17-5-6-4, 8-13 y 9-12); un análisis con menor grado de similaridad (aproximadamente 15%) muestra como el embalse presenta una división entre las estaciones de la zona sur (1, 2, 3, 4, 5, 6, 17, 18 y 19) y las de la zona norte, presentándose en esta última tres grupos, el primero conformado por los puntos 10 y 11, el segundo por los puntos 7 y 16 y el tercero por los puntos 13, 8, 9, 12, 15 y 14.

Desde el punto de vista de la comunidad fitoplanctónica, la cual sirve como indicador de cambios de las condiciones naturales ya que permite evaluar cambios ocurridos en una escala de tiempo muy limitada, se observa que la comunidad encontrada en los puntos 10 y 11 y 16 y 7 se encuentra influenciada por diversos factores que les separa de la homogeneidad de la zona norte; tales factores pueden ser la velocidad de la corriente, la velocidad del viento y la penetración de la luz entre otros factores ambientales o factores antrópicos, que propician bajas concentraciones fitoplanctónicas sobre los puntos 10 y 11, así como grandes fluctuaciones y gran abundancia en el punto 7 y 16.

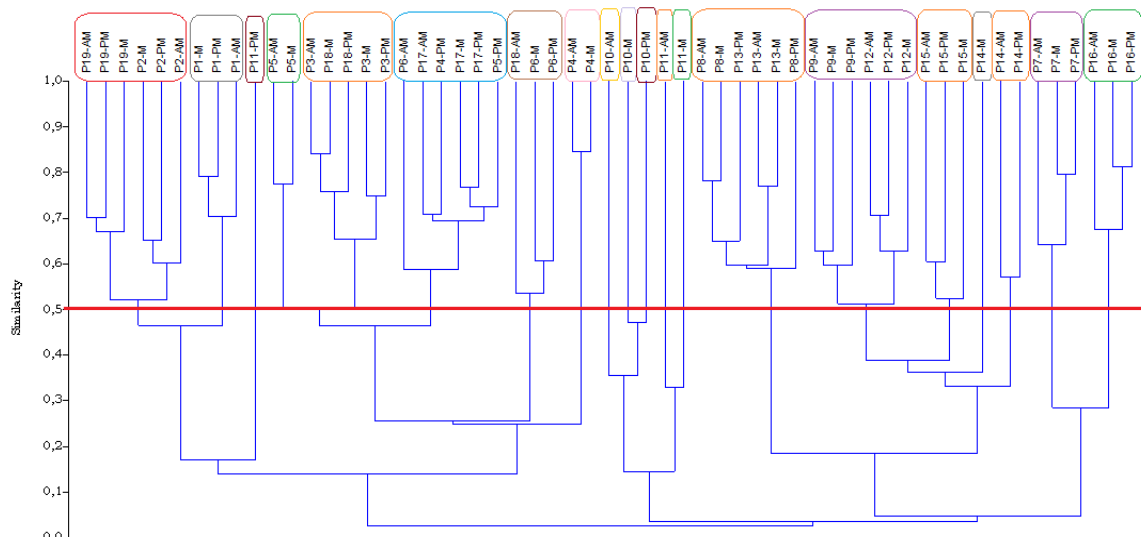


Figura 9-196. Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en el Embalse del Guájaro. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie)

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en el Embalse del Guájaro se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial y temporal durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 19 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 92,7% de la variación total (Tabla 9-42). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables físicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje el oxígeno disuelto, la temperatura, el porcentaje de saturación de oxígeno y la conductividad; los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector. Para el segundo eje se evidenciaron cinco distribuciones de las estaciones de muestreo; el Punto 17, ubicado en el extremo positivo del eje, este punto se encuentra entre Repelón y Rotinet, los puntos 4, 5, 6, 3, 18, ubicados en la zona sur del embalse; los Puntos 1, 2 y 19, los cuales se encuentran en la zona sur oriental del embalse; los puntos 15, 11, 10, 12, 9, 14, 16, 8, 13 ubicados en la zona norte del embalse y el Punto 7, el cual se ubica al sur de la zona norte. Los Puntos 17, 4, 5, 6, 3, 18, presentaron correlación positiva con las especies *Fragilaria* spp, *Limnothrix* spp, *Pseudanabaena* spp, *Synedra* spp, *Dolichospermum* sp, *Cylindrospermopsis* spp y *Aulacoseira* spp, las cuales fueron las especies más abundantes y frecuentes. Por su parte el Punto 7 se correlacionó con las especies *Borzia* spp, *Microcystis* spp y *Nitzschia* spp. Las especies mencionadas presentaron correlación positiva correlación con las variables físicoquímicas; todas ellas pertenecen a las Divisiones Bacillariophyta y Cyanobacteria. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-6.

Tabla 9-42. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|------------|--------------------|
| 1 | 3,6 | 87 | 86,7 |
| 2 | 0,2 | 6 | 92,7 |
| 3 | 0,1 | 1,7 | 94,4 |
| 4 | 0,1 | 1,5 | 95,9 |
| 5 | 0,1 | 1,4 | 97,3 |
| 6 | 0 | 0,8 | 98,2 |
| 7 | 0 | 0,6 | 98,7 |
| 8 | 0 | 0,5 | 99,2 |
| 9 | 0 | 0,3 | 99,5 |
| 10 | 0 | 0,2 | 99,7 |
| 11 | 0 | 0,1 | 99,8 |
| 12 | 0 | 0,1 | 99,9 |
| 13 | 0 | 0,1 | 99,9 |
| 14 | 0 | 0 | 100,0 |
| 15 | 0 | 0 | 100,0 |
| 16 | 0 | 0 | 100,0 |
| 17 | 0 | 0 | 100,0 |
| 18 | 0 | 0 | 100,0 |
| 19 | 0 | 0 | 100,0 |

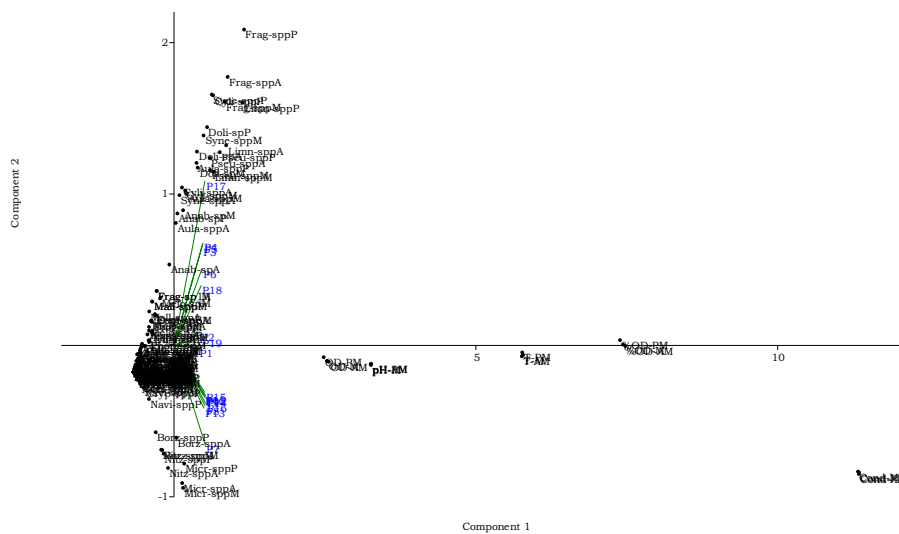


Figura 9-197. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macrófitas acuáticas

La composición taxonómica de las macrófitas acuáticas en el Embalse del Guájaro registró 11 taxa, distribuidas en 10 Familias, 8 Órdenes, 3 Clases y 1 División (Cuadro 9-127)

Cuadro 9-127 Composición taxonómica de las macrófitas acuáticas reportadas en el Embalse del Guájaro

| Reino | División | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|---------|--------------|---------------|------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Plantae | Tracheophyta | Liliopsida | Commelinales | Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> |
| | | | | | <i>Eichhornia sp</i> |
| | | | Poales | Poaceae | <i>Paspalum spp</i> |
| | | Typhaceae | | <i>Thypha sp</i> | |
| | | Alismatales | Araceae | <i>Pistia stratiotes</i> | |
| | | | Hydrocharitaceae | <i>Elodea sp</i> | |
| | | Magnoliopsida | Fabales | Fabaceae | <i>Mimosa sp</i> |
| | | | | Myrtales | Onagraceae |
| | | | Proteales | Nelumbonaceae | <i>Nelumbo spp</i> |
| | | | Solonales | Convolvulaceae | <i>Ipomoea aquatica</i> |
| | | | Polypodiopsida | Salviniales | Salviniaceae |

El muestreo de macrófitas acuáticas en el Embalse del Guájaro se realizó únicamente en los puntos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 13, 16 y 18, porque en que en los demás puntos no se observaron macrófitas acuáticas, dicho esto, tenemos que *Nelumbo spp* es la macrófita con el mayor porcentaje en promedio de cobertura en los puntos evaluados en cuerpo de agua 48%, en este orden le sigue *Elodea sp* con un 17,4%, *Eichhornia crassipes* 12,2%, *Thypha sp* 12,2%, *Paspalum spp* 11%, *Pistia stratiotes* 8,8%, *Ludwigia sp* 8,6%, *Eichhornia sp* 8%, *Salvinia sp* 6,5%, *Ipomoea aquatica* 4,8% y *Mimosa sp* 2,5% (Figura 9-198).

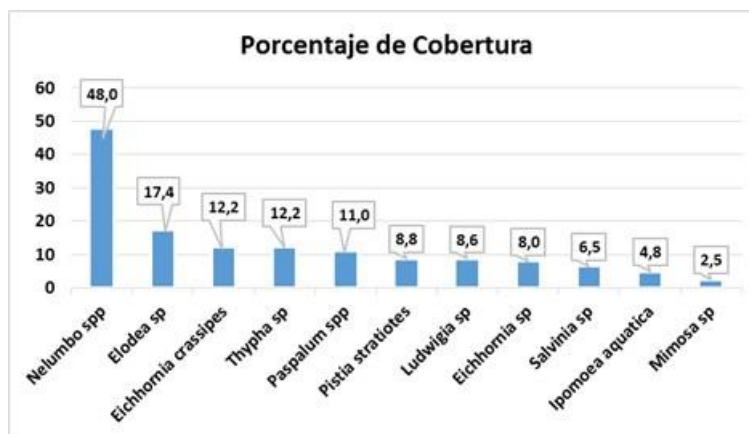


Figura 9-198 Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas en la ciénaga en el Embalse del Guájaro

La evaluación de las cobertura vegetal por taxa en cada uno de los puntos monitoreados permitió establecer que en el punto 1 predominó de *Paspalum spp* con un 29,4% del punto evaluado, seguido de *Eichhornia crassipes* con un 24,4%, *Elodea sp* 5,9%, *Mimosa sp* 2,5%, *Pistia stratiotes* 0,9% e *Ipomoea aquatica* 0,3% (Figura 9-199 A), el porcentaje de cobertura restante hace parte de un área sin macrófita; así mismo se observaron los biotopos por taxa, donde se determinó la existencia de tres biotopos en el punto 1, Acropleustophyta (*Pistia stratiotes*, *Ipomoea aquatica* y *Eichhornia crassipes*), Helophyta (*Paspalum spp* y *Mimosa sp*) e Hyphydata (*Elodea sp*) (Figura 9-199 B).

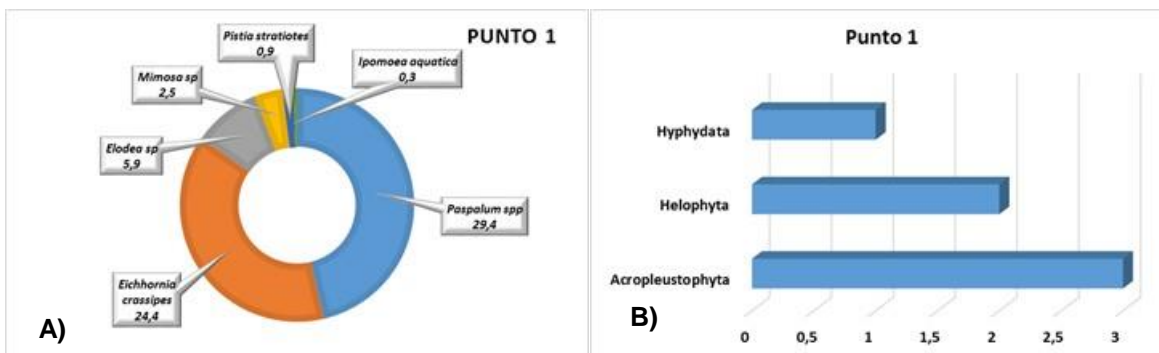


Figura 9-199 Punto 1. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

En el punto 2 del Embalse del Guájaro se puede destacar que *Nelumbo spp* es la planta con mayor cobertura con el 20,6%, mientras que *Salvinia sp* presenta los porcentajes más bajos de cobertura con un 2.2% (Figura 9-200 A); por otro punto de vista los biotopos que se identificaron en el punto 2 corresponden a Acropleustophyta (*Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes*), Helophyta (*Salvinia sp* y *Paspalum spp*) e Hyphydata (*Nelumbo spp*) (Figura 9-200 B).

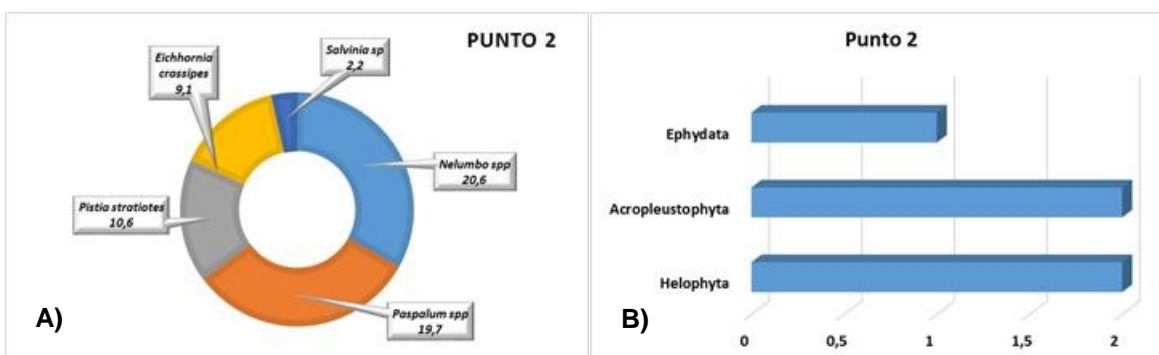


Figura 9-200. Punto 2. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Para el punto 3 *Eichhornia crassipes* con el 21,3% es la macrófita con el porcentaje más elevado de cobertura vegetal, en contrataste *Ipomoea aquatica* con un 1.9% se convierte en la planta con menor cobertura vegetal del punto 3 (Figura 9-201 A); desde otra perspectiva se estableció la presencia de los biotopos Acropleustophyta (*Pistia stratiotes*, *Ipomoea aquatica* y *Eichhornia crassipes*), Helophyta (*Salvinia sp*) e Hyphydata (*Elodea sp*) (Figura 9-201 B).

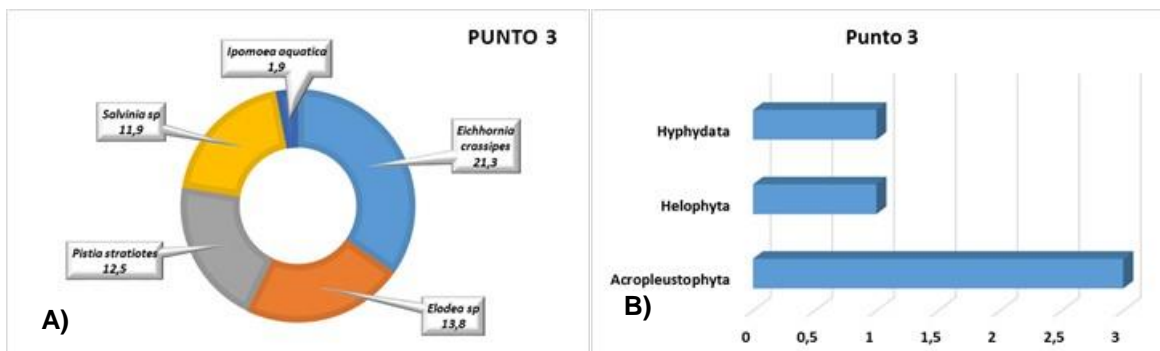


Figura 9-201. Punto 3. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

El punto 4 en términos de abundancia o porcentaje de cobertura estuvo dominado por *Elodea sp* con un 58,8% y en menor proporción *Paspalum spp* con el 1,3% (Figura 9-202 A); por otro parte se detectaron tres biotopos asociados al punto 4, Acropleustophyta (*Pistia stratiotes*, *Ipomoea aquatica* y *Eichhornia crassipes*), Helophyta (*Salvinia sp*, *Typha sp* y *Paspalum spp*) e Hyphydata (*Elodea sp*) (Figura 9-202B).

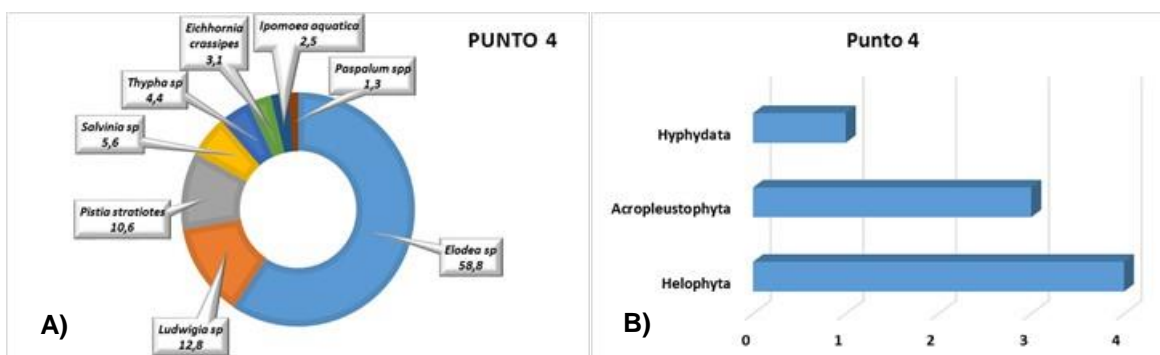


Figura 9-202. Punto 4. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

El punto 5 se caracterizó porque sus porcentajes de cobertura estuvieron gobernados por *Thypha sp* con un 28,4% y las menores proporciones se presentaron con *Paspalum spp* con el 4,1% de la cobertura vegetal (Figura 9-203 A); también se pudo comprobar que las macrófitas del punto 5 hacen partes de biotopos como Acropleustophyta (*Pistia stratiotes*, *Ipomoea aquatica* y *Eichhornia crassipes*), Helophyta (*Ludwigia sp*, *Typha sp* y *Paspalum spp*) e Hyphydata (*Elodea sp*) (Figura 9-203 B).

Las macrófitas acuáticas en el punto 6 en función de la cobertura muestran que *Ipomoea aquatica* con un 14,7 es la de mayor densidad, seguida de *Pistia stratiotes* con el 12,5%, *Eichhornia sp* con un 10,9%, *Salvinia sp* con el 9,4%, *Elodea sp* 6,3% y *Ludwigia sp* un 5,8% (Figura 9-204 A), desde otro ángulo se puede observar que en el punto 6 se corroboró la existencia de tres biotopos Acropleustophyta (*Pistia stratiotes*, *Ipomoea aquatica* y

Eichhornia sp), Helophyta (*Ludwigia* sp, y *Salvinia* sp) e Hyphydata (*Elodea* sp) (Figura 9-204 B).

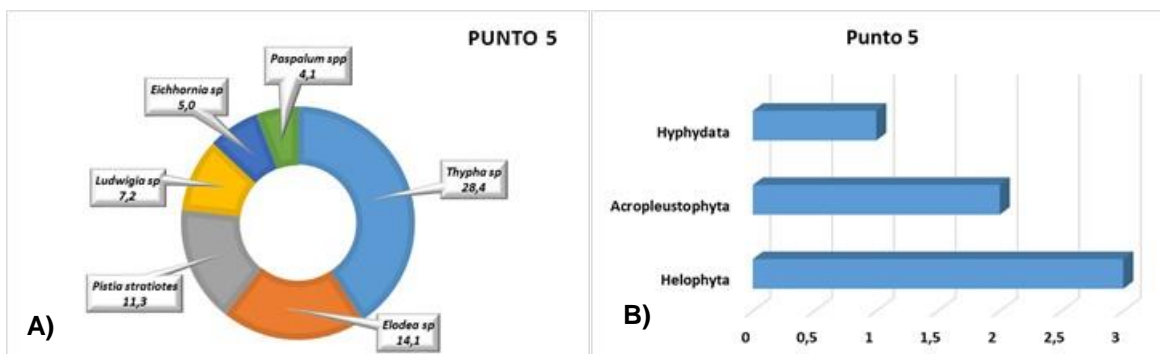


Figura 9-203. Punto 5. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

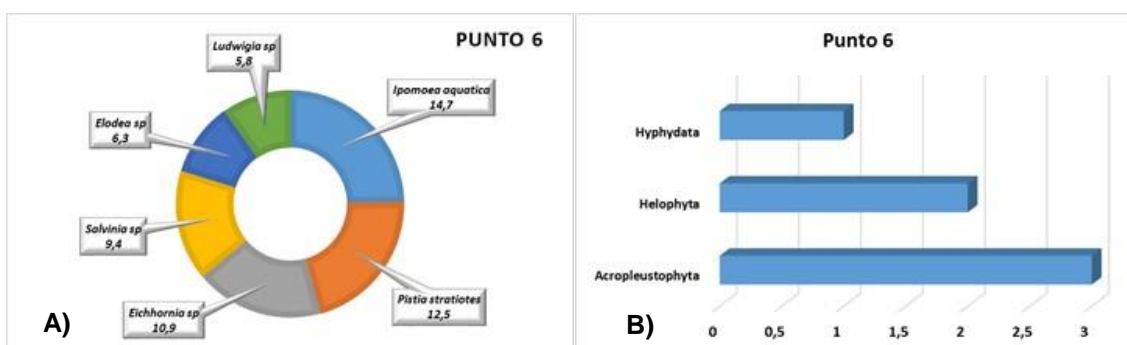


Figura 9-204. Punto 6. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

En el punto 8 solo se pudo observar *Eichhornia crassipes*, esta representa tan solo un 0,9% del área de muestreo (Figura 9-205 A), el porcentaje restante equivale a un área desnuda o sin vegetación, esta macrófita pertenece al biotopo Acropleustophyta (Figura 9-205 B y Mapa 9-56).

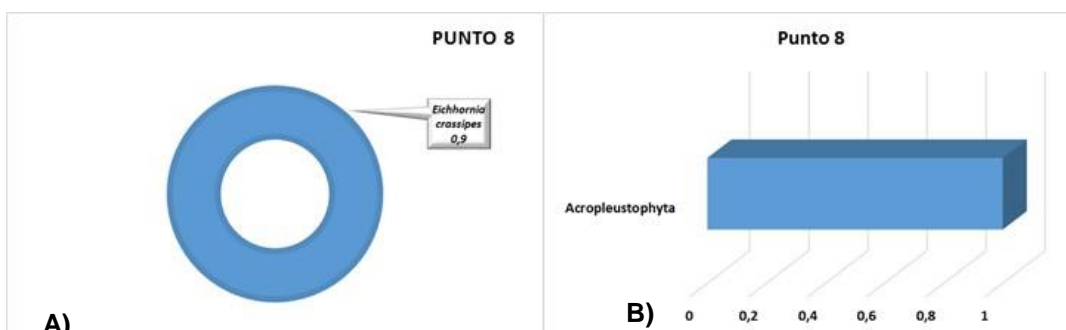


Figura 9-205. Punto 8. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

Las macrófitas acuáticas en el punto 13 se pueden observar en la (Figura 9-206 A) es evidente que la más representativa fue *Nelumbo* spp, seguida de *Eichhornia crassipes* y

Paspalum spp, con porcentajes de cobertura de 75,3%, 14,1% y 1,7% respectivamente, los biotopos identificados en este punto corresponde a Ephydata (*Nelumbo* spp), Acropleustophyta (*Eichhornia crassipes*) y Helophyta (*Paspalum* spp) (Figura 9-206 B y Mapa 9-56).

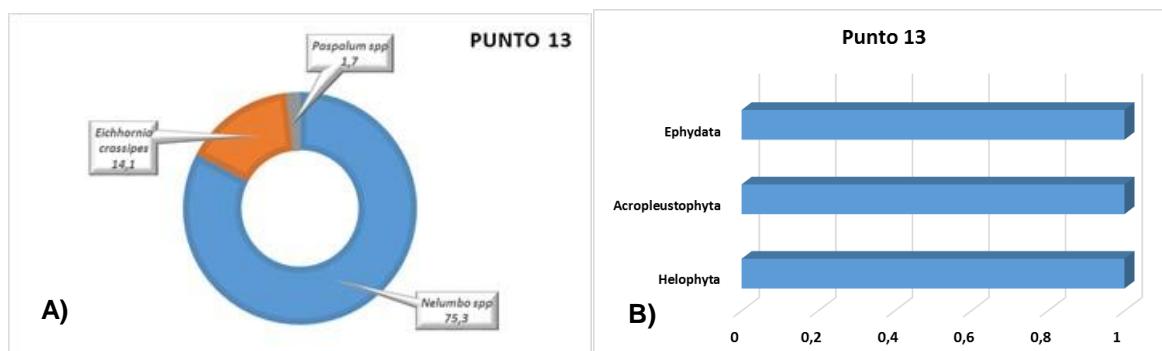


Figura 9-206. Punto 13. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

El porcentaje de cobertura en el punto 16, es bajo y solo cuenta con dos representantes *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*, con un porcentaje de 4,4% y 1,8% respectivamente (Figura 9-207-A), el resto de área equivale a zonas sin vegetación (93,8%); estas dos macrófitas acuática son integrantes del biotopo Acropleustophyta (Figura 9-207 B y Mapa 9-56).

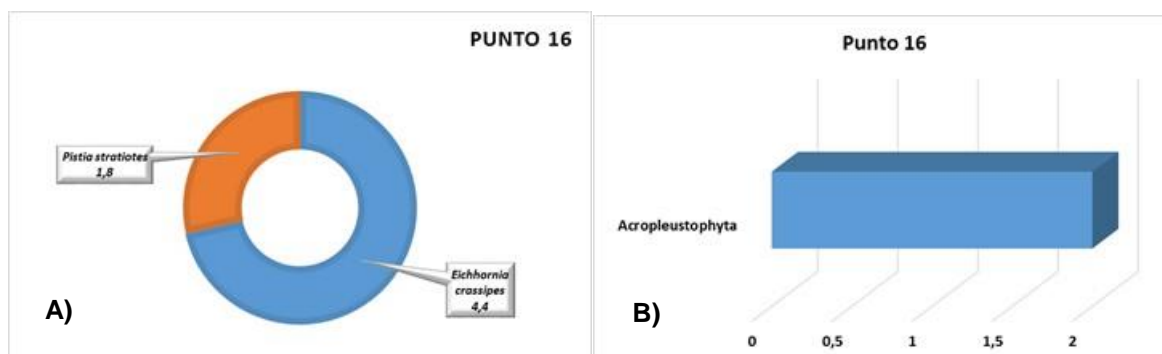


Figura 9-207. Punto 16. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo

El punto 18 en términos de porcentajes de vegetación muestra que *Eichhornia crassipes* con un 20,6% es la macrófitas con mayor densidad de este punto y en el otro extremo se ubica *Salvinia* sp con la menor proporción 3,4% (Figura 9-208 A), para el punto 18 se reconocieron tres biotopos Acropleustophyta (*Pistia stratiotes*, y *Eichhornia crassipes*), Helophyta (*Paspalum* spp, *Thypha* sp y *Salvinia* sp) e Hyphydata (*Elodea* sp) (Figura 9-208 B y Mapa 9-56).

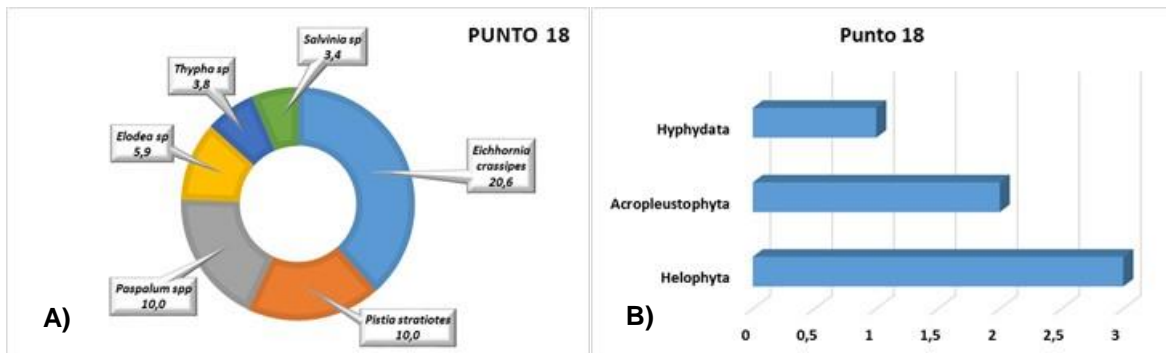
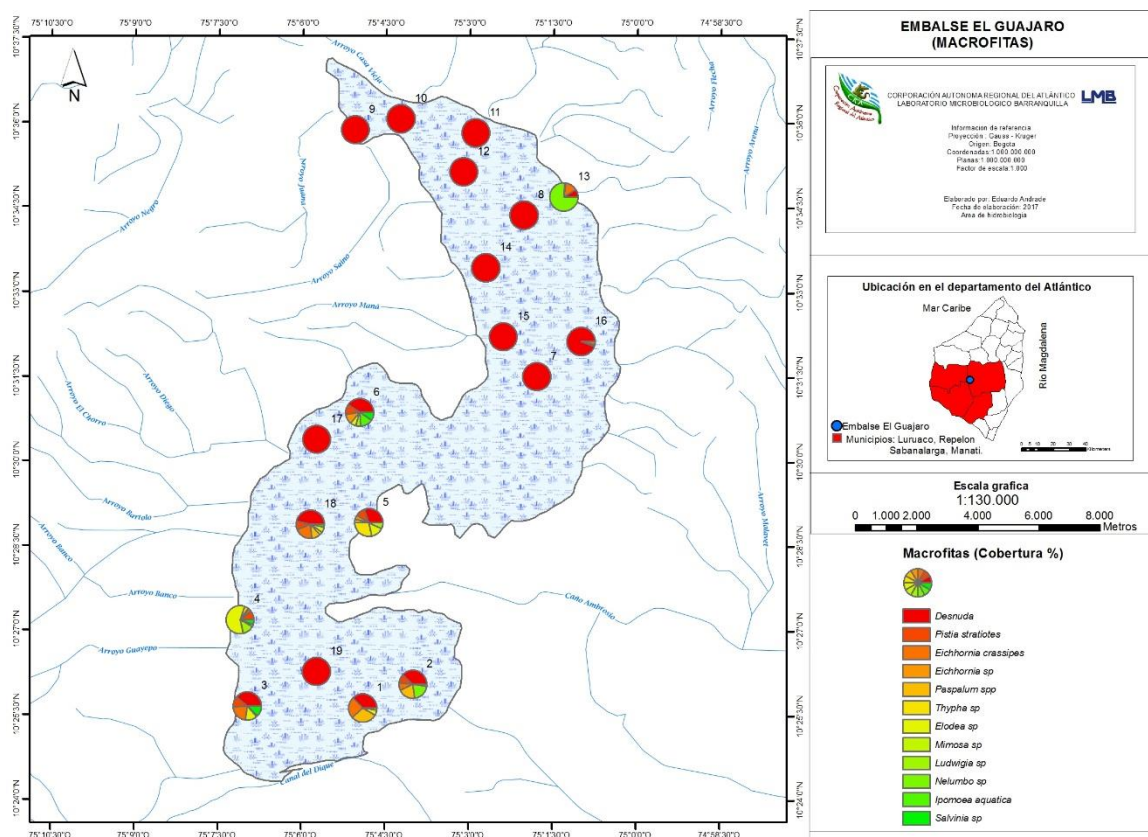


Figura 9-208. Punto 18. A) Abundancia relativa y B) Número de taxones por biotopo



Mapa 9-56. Porcentaje de cobertura de las macrófitas acuáticas por punto y horario de muestreo, Embalse del Guájaro

9.1.15.2 . Comunidades de consumidores

Zooplancton

Para la composición a nivel general del zooplancton en el Embalse del Guájaro se identificaron 49 taxa repartidos en 23 Familias, 9 Órdenes, 6 Clases y 3 Phylum (Cuadro 9-128). En el que la riqueza analizada desde la categoría taxonómica de Clase, muestra que la Clase Eurotatoria aportó un 77,6 (38 taxa), seguido de Maxillopoda, Branchiopoda y Lobosa que juntas aportan un 18,3%, representadas con 3 taxa para cada grupo, en el último lugar se ubican las Clases Ostracoda y una Clase no determinada (Rotifera ND), estos dos grupos contribuyen el 4% restante de la riqueza total, con una taxa para cada Clase (Figura 9-209 A-B).

Cuadro 9-128 Composición de la comunidad Zooplanctónica en el Embalse del Guájaro

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | | | | |
|----------|---------------|--------------|-------------|----------------|------------------------|---------------------------|--|---|---|
| Animalia | Arthropoda | Branchiopoda | Diplostraca | Diplostraca NA | <i>Diaphanosoma</i> sp | | | | |
| | | | | Macrothricidae | <i>Macrothrix</i> sp | | | | |
| | | | | Moinidae | <i>Moina</i> spp | | | | |
| | | Maxillopoda | Calanoida | Cyclopoida | Calanoida ND | Calanoida Morfoespecie 1 | | | |
| | | | | | Cyclopoida ND | Cyclopoida Morfoespecie 1 | | | |
| | | | | | Maxillopoda ND | Larva Nauplio | | | |
| | | Rotifera | Eurotatoria | Ploima | Flosculariaceae | Flosculariidae | <i>Ptygura</i> sp | | |
| | | | | | | Hexarthridae | <i>Hexarthra</i> spp | | |
| | | | | | | Testudinellidae | <i>Testudinella patina</i> <i>Testudinella</i> sp 1 | | |
| | | | | | Trochosphaeridae | Asplanchnidae | Asplanchnidae | Trochosphaeridae | <i>Filinia longiseta</i> <i>Filinia terminalis</i> |
| | Asplanchnidae | | | | | | | <i>Asplanchna priodonta</i> <i>Asplanchna</i> spp <i>Asplanchnopus</i> sp | |
| | Asplanchnidae | | | | | | | <i>Brachionus angularis</i> <i>Brachionus calyciflorus</i> <i>Brachionus caudatus</i> <i>Brachionus cervicornis</i> <i>Brachionus dolabratus dolabratus</i> <i>Brachionus falcatus</i> <i>Brachionus havanaensis</i> <i>Brachionus mirux f. angustus</i> <i>Brachionus</i> sp 1 <i>Keratella americana</i> <i>Keratella tropica</i> <i>Plationus patulus</i> <i>Platylabus quadricornis</i> | |
| | Lecanidae | | | | Lecanidae | Lecanidae | Lecanidae | Epiphanidae | <i>Epiphanes</i> spp |
| | | | | | | | | Gastropodidae | <i>Ascomorpha</i> spp <i>Gastropus</i> spp |
| | | | | | | | | Lecanidae | <i>Lecane curvicornis</i> <i>Lecane</i> sp1 <i>Lecane lunaris lunaris</i> <i>Lecane bulla</i> <i>Lecane cornuta</i> |

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|----------|-----------|-------------|-------------|----------------|---------------------------------------|
| | | | | | <i>Lecane curvicornis curvicornis</i> |
| | | | | | <i>Lecane elsa</i> |
| | | | | | <i>Lecane hastata</i> |
| | | | | | <i>Lecane leontina</i> |
| | | | | Notommatidae | <i>Cephalodella</i> sp |
| | | | | Synchaetidae | <i>Polyarthra</i> spp |
| | | | | Trichocercidae | <i>Trichocerca</i> spp |
| | | | | Trichotriidae | <i>Trichotria</i> sp |
| | | Rotifera ND | Rotifera ND | Rotifera ND | Morfoespecie 1 |
| | | | | Centropxyidae | <i>Centropyxis aculeata</i> |
| Protozoa | Amoebozoa | Lobosa | Arcellinida | | <i>Arcella discoides</i> |
| | | | | Arcellidae | <i>Arcella gibbosa</i> |

Por su parte la abundancia de zooplanctónica en el Embalse del Guájaro presenta a la Clase Eurotatoria como la de mayor densidad con un 61,6% (269,1 Organismos/L), seguido de Maxillopoda con un 24,1% (105,1 Organismos/L), Branchiopoda 5,8% (25,5 Organismos/L), Rotifera ND 5,2% (22,7 Organismos/L), Lobosa 2,7% (11,7 Organismos/L) y Ostrácoda proporciona el menor porcentaje con un 0,6% (2,4 Organismos/L) (Figura 9-209 A-C).

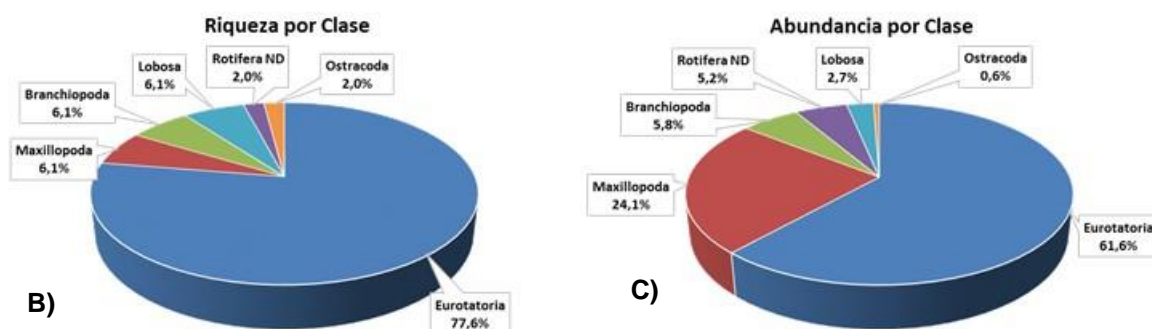
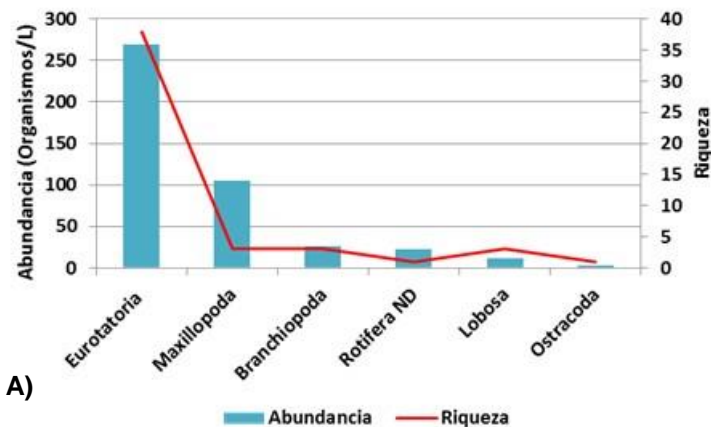
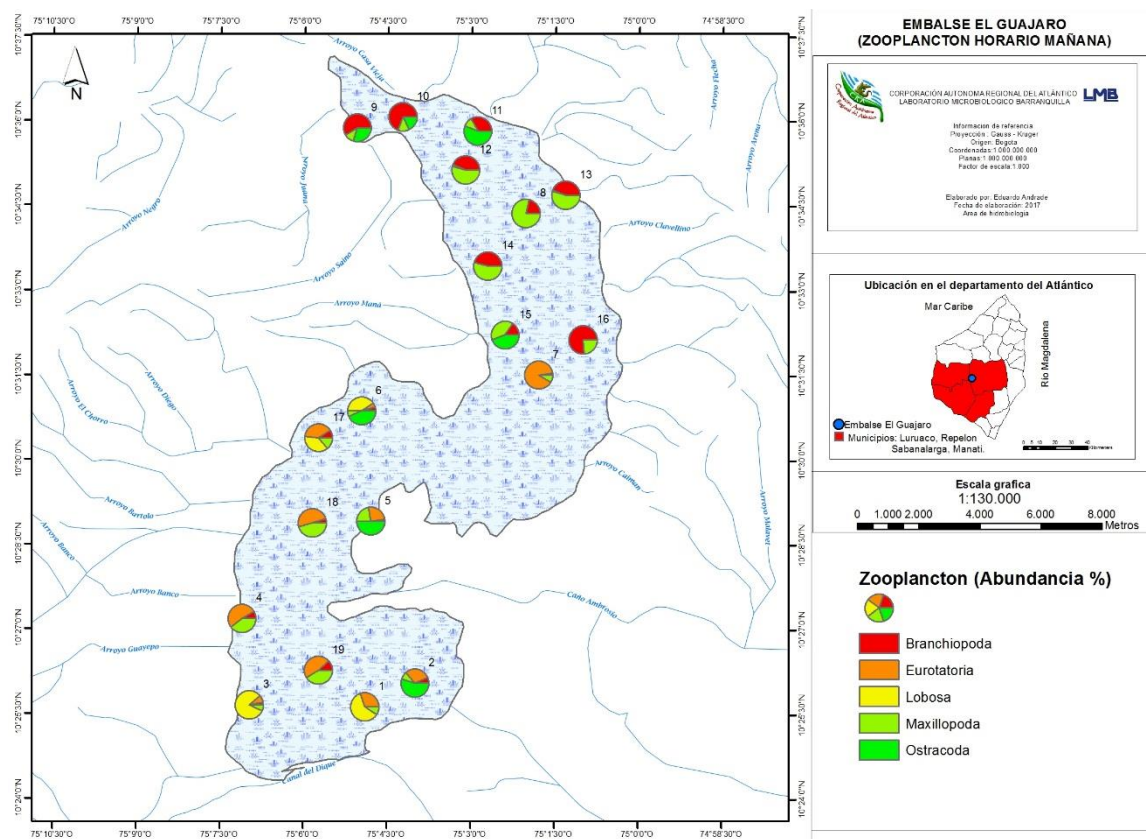
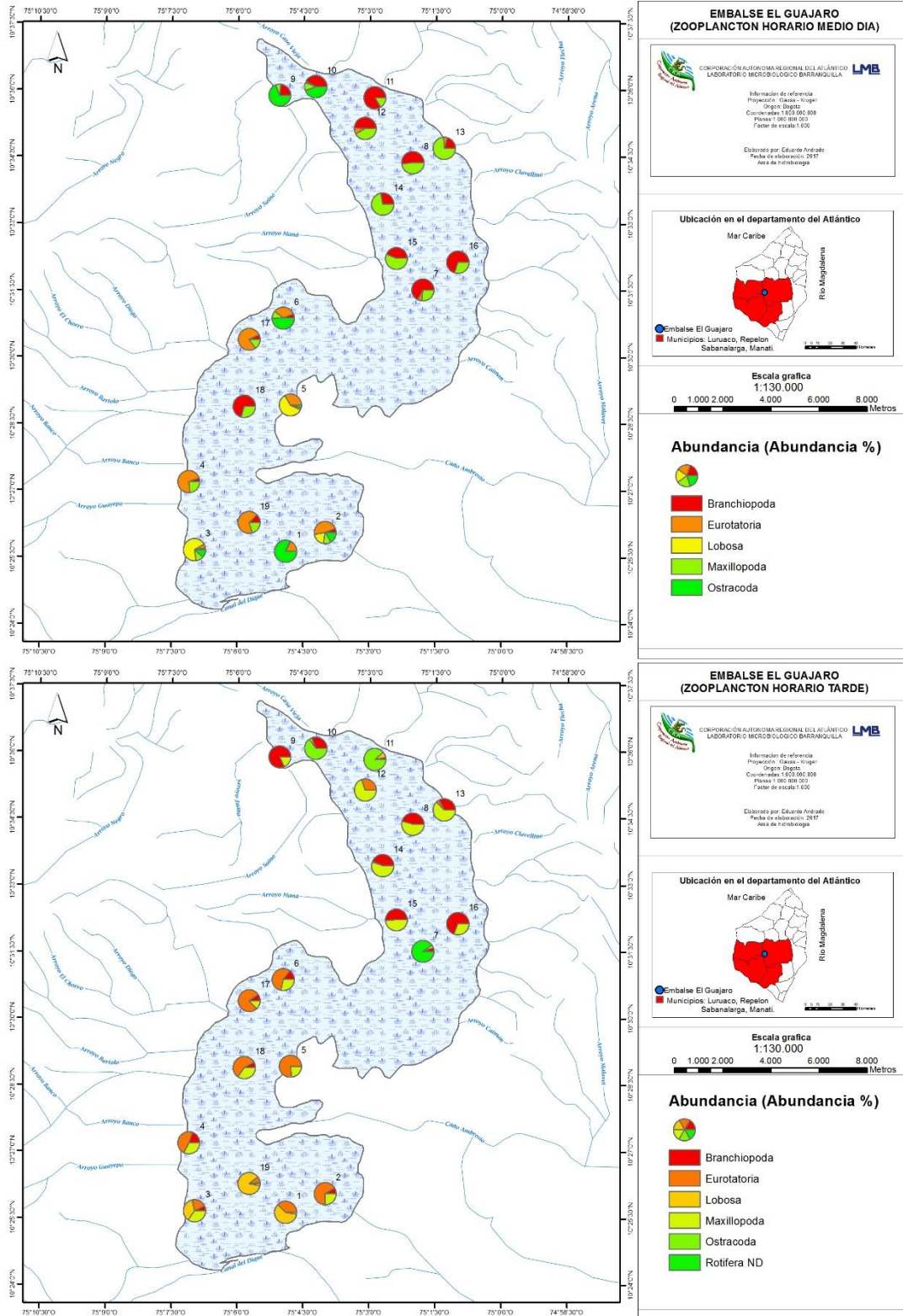


Figura 9-209. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en el Embalse del Guájaro. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

La abundancia por punto y horario de muestreo se muestran en el (Mapa 9-57), es evidente que en los puntos ubicados en la zona norte las Clases Maxillopoda y Lobosa presenta mayor densidad, mientras que en la zona centro y sur la clase Eurotatoria. Expone los valores más altos de abundancia en la mayoría de los puntos de estas dos zonas. Este comportamiento por zonas se mantiene constante a lo largo del día sin que el horario sea un factor que genere variación en la tendencia de las abundancias del zooplancton.



Mapa 9-57. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Embalse del Guájaro



Continuación Mapa 9-57. Abundancia del zooplancton por punto y horario de muestreo, Embalse del Guájaro

Los índices ecológicos del zooplancton en el Embalse del Guájaro se realizaron para 19 puntos, en tres diferentes momentos del día, referenciados primero con el número del punto y las abreviaciones (AM, M y PM) que se traducen como mañana, medio día y tarde respectivamente, dicho esto, los resultados muestran que la riqueza (S) fue mayor en el punto P13-PM (18 taxa), el segundo lugar es para el punto P6-AM y PM con 17 taxa tanto en la mañana como en la tarde y P2-M con 17 taxa, luego se encuentra el punto P18-AM con 16 taxa, los demás puntos presentaron valores de riqueza que van desde 4 taxa hasta 15 taxa (Cuadro 9-129).

El índice de Pielou alcanzo valores máximos (1) en el punto P11-PM y valores intermedios (0,52) en el punto P10-AM (Cuadro 9-129), esto significa que solo en el punto 11 en horas de la tarde las abundancias relativas fueron iguales para todas las Clases de zooplancton, para el resto de puntos sus valores fluctuaron entre los valores de P10-AM y P11-PM, es decir decrecieron o aumentaron, siendo las abundancias más o menos equitativas dependiendo del punto y del momento del día, es decir las abundancias se hicieron menos equitativas en los puntos que se alejaron de la unidad máxima (1) y convirtieron más equitativas en los puntos que se acercan al valor de 1.

Para el índice de Simpson los resultados fueron bajos en casi todos los puntos, estos oscilaron entre 0 y 0,47, con la excepción del punto 8 en horas de la mañana (P8-AM) y medio día (P8-M) con valores de 0,64 y 0,52 respectivamente (Cuadro 9-129). Lo que indica dominancias intermedias en estos dos puntos y la no existencia de dominancia absoluta por parte de organismos en los demás puntos evaluados.

Shannon-Wiener fue mayor o igual a 2 nits/individuo en los puntos P1AM, P2-AM, P3AM P6-AM, P7AM, P18-AM. P1-M, P2-M, P5-M, P6-M, P1-PM, P2-PM, P4-PM, P6-PM (Cuadro 9-129), esto se traduce en diversidades medianas para estos punto, se destaca que el puntos 1,2 y 6 se mantienen la diversidad a lo largo del día (mañana [AM], medio día [M] y tarde [PM]), los demás puntos analizados presentaron resultados menores a 2nits, lo cual se interpreta como diversidades bajas para estos puntos.

Cuadro 9-129. Índices ecológicos del zooplancton en el Embalse del Guájaro

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|--------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P1-AM | 13 | 0,85 | 2,18 | 0,13 |
| P2-AM | 15 | 0,83 | 2,25 | 0,13 |
| P3-AM | 15 | 0,78 | 2,10 | 0,17 |
| P4-AM | 12 | 0,80 | 1,98 | 0,17 |
| P5-AM | 15 | 0,65 | 1,77 | 0,26 |

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|--------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P6-AM | 17 | 0,75 | 2,13 | 0,21 |
| P7-AM | 13 | 0,81 | 2,07 | 0,16 |
| P8-AM | 4 | 0,53 | 0,73 | 0,64 |
| P9-AM | 7 | 0,81 | 1,57 | 0,24 |
| P10-AM | 7 | 0,52 | 1,02 | 0,42 |
| P11-AM | 6 | 0,74 | 1,33 | 0,31 |
| P12-AM | 6 | 0,83 | 1,48 | 0,23 |
| P13-AM | 5 | 0,87 | 1,41 | 0,25 |
| P14-AM | 5 | 0,86 | 1,38 | 0,26 |
| P15-AM | 6 | 0,69 | 1,23 | 0,35 |
| P16-AM | 4 | 0,70 | 0,97 | 0,42 |
| P17-AM | 14 | 0,75 | 1,99 | 0,16 |
| P18-AM | 16 | 0,72 | 2,01 | 0,18 |
| P19-AM | 10 | 0,81 | 1,86 | 0,18 |
| P1-M | 13 | 0,90 | 2,31 | 0,11 |
| P2-M | 17 | 0,84 | 2,38 | 0,11 |
| P3-M | 16 | 0,64 | 1,78 | 0,28 |
| P4-M | 11 | 0,81 | 1,94 | 0,17 |
| P5-M | 13 | 0,80 | 2,05 | 0,16 |
| P6-M | 15 | 0,82 | 2,21 | 0,16 |
| P7-M | 6 | 0,80 | 1,44 | 0,29 |
| P8-M | 5 | 0,58 | 0,94 | 0,52 |
| P9-M | 6 | 0,78 | 1,40 | 0,28 |
| P10-M | 8 | 0,64 | 1,33 | 0,32 |
| P11-M | 6 | 0,66 | 1,19 | 0,34 |
| P12-M | 7 | 0,81 | 1,57 | 0,22 |
| P13-M | 6 | 0,75 | 1,34 | 0,30 |
| P14-M | 4 | 0,87 | 1,21 | 0,33 |
| P15-M | 4 | 0,96 | 1,33 | 0,27 |
| P16-M | 4 | 0,94 | 1,31 | 0,27 |
| P17-M | 11 | 0,79 | 1,90 | 0,18 |
| P18-M | 4 | 0,94 | 1,31 | 0,27 |
| P19-M | 11 | 0,83 | 1,99 | 0,16 |
| P1-PM | 13 | 0,95 | 2,44 | 0,08 |
| P2-PM | 12 | 0,90 | 2,23 | 0,12 |
| P3-PM | 18 | 0,69 | 1,99 | 0,19 |
| P4-PM | 11 | 0,89 | 2,13 | 0,14 |
| P5-PM | 9 | 0,81 | 1,77 | 0,20 |
| P6-PM | 17 | 0,72 | 2,04 | 0,20 |
| P7-PM | 5 | 0,86 | 1,39 | 0,27 |
| P8-PM | 6 | 0,57 | 1,03 | 0,47 |
| P9-PM | 5 | 0,91 | 1,47 | 0,22 |

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|---------------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| P10-PM | 7 | 0,65 | 1,26 | 0,37 |
| P11-PM | 7 | 1,00 | 1,95 | 0,00 |
| P12-PM | 5 | 0,89 | 1,43 | 0,22 |
| P13-PM | 6 | 0,82 | 1,46 | 0,26 |
| P14-PM | 6 | 0,76 | 1,36 | 0,27 |
| P15-PM | 4 | 0,86 | 1,19 | 0,33 |
| P16-PM | 4 | 0,98 | 1,36 | 0,25 |
| P17-PM | 14 | 0,74 | 1,97 | 0,18 |
| P18-PM | 11 | 0,77 | 1,83 | 0,19 |
| P19-PM | 9 | 0,83 | 1,82 | 0,19 |

Según lo indicado por Pinilla (2000), los organismos del zooplancton muestran que el proceso más bioindicado fue el de estratificación, prevaleciendo en todos los puntos a excepción del 10, donde el proceso de aguas oxigenadas se presentó con más proporción. Se puede ver además, que el segundo proceso con más presencia en las bioindicaciones fue eutrofia, en 9 de los 19 puntos evaluados, seguidos de hipoxia, presentándose como la segunda más indicada en 8 puntos. Estos resultados muestran que se presenta algún tipo de alteración por enriquecimiento de nutrientes en la mayor parte del Embalse del Guájaro (Figura 9-210).

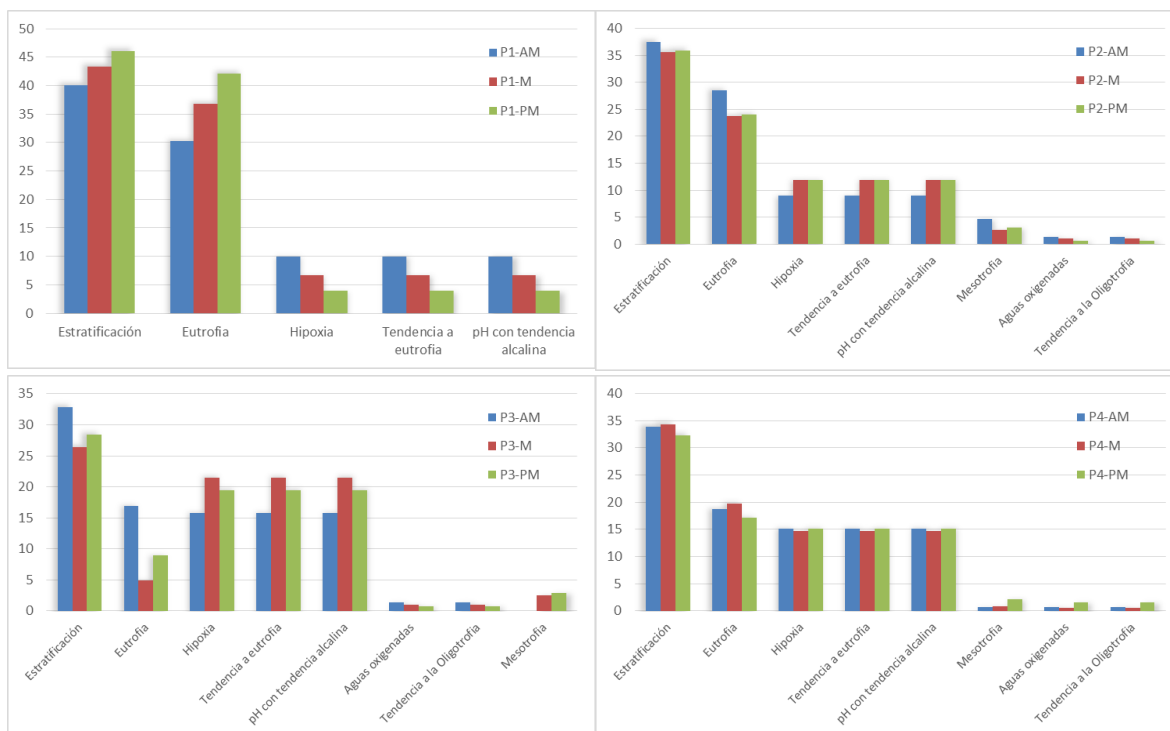


Figura 9-210. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados en el Embalse del Guájaro, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-210. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados en el Embalse del Guájaro, durante los horarios de muestreo



Continuación Figura 9-210. Procesos bioindicados por las Divisiones en los puntos evaluados en el Embalse del Guájaró, durante los horarios de muestreo

Los organismos del Phylum Arthropoda indican procesos de eutrofia, mesotrofia, aguas duras y mineralizadas. Así mismo, los rotíferos muestran indicaciones de procesos como eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de calcio, cloruros, sulfatos, carbonatos y materia orgánica, tal y como puede verse en la Cuadro 9-130. Estos resultados coinciden con los expuestos anteriormente, mostrando un posible estado de enriquecimiento con nutrientes en el Embalse del Guájaro.

Cuadro 9-130. Procesos bioindicados por las taxa zooplanctónicas

Animalia

Arthropoda

No Indicado

Subclase Copépoda

Orden Calanoida

Calanoida Morfoespecie 1

Orden Cyclopoida

Cyclopoida Morfoespecie 1

Clase Branchiopoda

Suborden Cladóceras

Moina spp

Clase Ostracoda

Ostracoda Morfoespecie 1

Tendencia a eutrofia, pH con tendencia alcalina,
Tolerancia a hipoxia, Estratificación

Mesotrofia

No Indicado

Eutrofia, Aguas Duras

No Indicado

Tendencia a la oligotrofia, Aguas Oxigenadas

Aguas mineralizadas

Aguas limpias a medianamente contaminadas

No Indicado

Rotifera

Eutrofia, Estratificación

Brachionus angularis

Brachionus calyciflorus

Brachionus caudatus

Brachionus havanaensis

Brachionus cervicornis

Brachionus dolobratulus dolobratulus

Brachionus falcatus

Brachionus mirux f. angustus

Brachionus sp 1

Keratella americana

Keratella tropica

Plationus patulus

Polyarthra spp

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Materia orgánica, Sistemas inmaduros

Eutrofia, pH alcalino, altos contenidos de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos

Meso a eutrofia, Sistemas inmaduros

Protozoa

Amoebozoa

No Indicado

Para determinar las diferencias espaciales se utilizó el análisis de similitud utilizando el método de UPGMA y como distancia métrica el índice de similitud de Bray-Curtis; realizando el análisis a nivel especie/morfoespecie (Figura 9-211). Se observaron 13 grupos con un porcentaje de similitud del 50%, evidenciándose diferenciación entre los horarios de muestreo, y puntos cercanos; un análisis con menor grado de similitud (30%), se evidencian cinco grupos, los dos más grandes muestran el embalse dividido entre las estaciones de la zona norte y sur del embalse, separándose en un grupo independientes los tres horarios del Punto 1, y los Puntos 11 del horario tarde y el Punto 14 del horario medio día como grupos unitarios.

Desde el punto de vista de la comunidad zooplanctónica, la cual sirve como indicador de cambios de las condiciones naturales ya que permite evaluar cambios ocurridos en una escala de tiempo muy limitada, se observa que la comunidad encontrada en los puntos 11, 14 y 1 se encuentra influenciada por diversos factores que les separa de la homogeneidad del resto de los Puntos; tales factores pueden ser la velocidad de la corriente, la velocidad del viento y la penetración de la luz entre otros factores ambientales o factores antrópicos, que propician bajas concentraciones zooplanctónicas observadas.

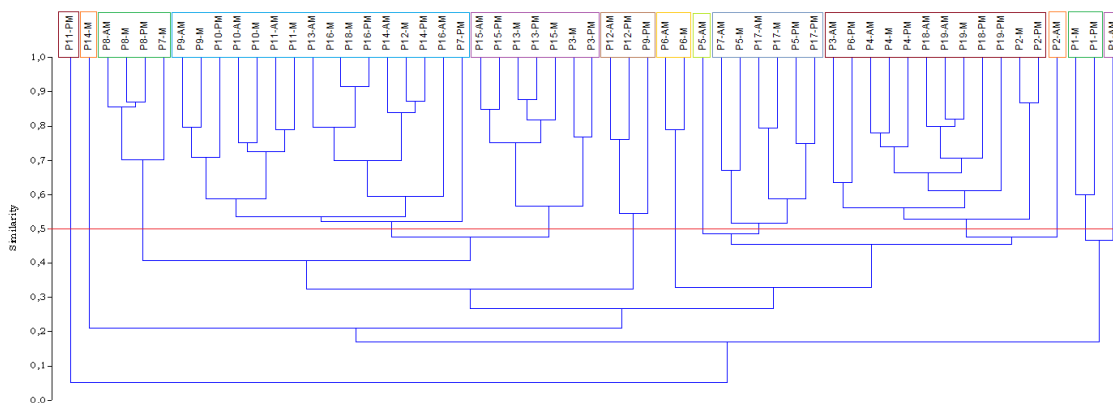


Figura 9-211. Dendrograma de similitud entre los puntos evaluados en el Embalse del Guájaro. A) Nivel de División B) Nivel taxonómico más bajo posible (especie/morfoespecie)

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad fitoperifítica, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en el Embalse del Guájaro se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial y temporal durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables fisicoquímicas ($\text{Log}(X)$) e hidrobiológicas ($\text{Log}(X+1)$). De los 19 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 87,7% de la variación total (Tabla 9-43). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables fisicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje el oxígeno disuelto, la temperatura, el porcentaje de saturación de oxígeno y la conductividad; los puntos de muestreo mostraron tendencia hacia este sector. Para el segundo eje se evidenciaron cinco distribuciones de las estaciones de muestreo; las primeras tres, correspondieron a los puntos de la zona sur del embalse, los cuales se ubicaron en el sector positivo del eje; así, los Puntos 5 y 17, puntos que se encuentran en la zona oriental del Repelón; los puntos 1, 2, 3, 4 y 19 ubicados en la zona más sur del embalse y los Puntos 6 y 18, ubicados entre Repelón y Rotinet. Por otra parte, en el sector negativo del segundo eje se ubicaron los Puntos del sector norte del embalse, presentando tres tendencias, el Primero el Punto 7, el segundo los Puntos 12, 10, 15, 13, 14, 16, 11 y por último el Punto 9; también se observó correlación de éstos puntos con la especie *Macrothrix* sp y las Larva Nauplio, los Calanoida Morfoespecie 1, *Diaphanosoma* sp. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-6.

Tabla 9-43. Valores propios de análisis de componentes principales

| PC | Eigenvalue | % varianza | Varianza acumulada |
|----|------------|---------------|-----------------------|
| 1 | 5,75 | 78,7 | 78,7 |
| 2 | 0,66 | 8,97 | 87,7 |
| 3 | 0,17 | 2,34 | 90,1 |
| 4 | 0,13 | 1,76 | 91,8 |
| 5 | 0,1 | 1,43 | 93,2 |
| 6 | 0,09 | 1,2 | 94,4 |
| 7 | 0,07 | 0,99 | 95,4 |
| 8 | 0,07 | 0,89 | 96,3 |
| 9 | 0,05 | 0,75 | 97,1 |
| 10 | 0,04 | 0,59 | 97,7 |
| 11 | 0,04 | 0,51 | 98,2 |
| 12 | 0,03 | 0,42 | 98,6 |
| 13 | 0,03 | 0,37 | 99,0 |
| 14 | 0,03 | 0,35 | 99,3 |
| 15 | 0,02 | 0,23 | 99,5 |
| 16 | 0,01 | 0,15 | 99,7 |
| 17 | 0,01 | 0,13 | 99,8 |
| 18 | 0,01 | 0,12 | 99,9 |
| 19 | 0,01 | 0,07 | 100,0 |

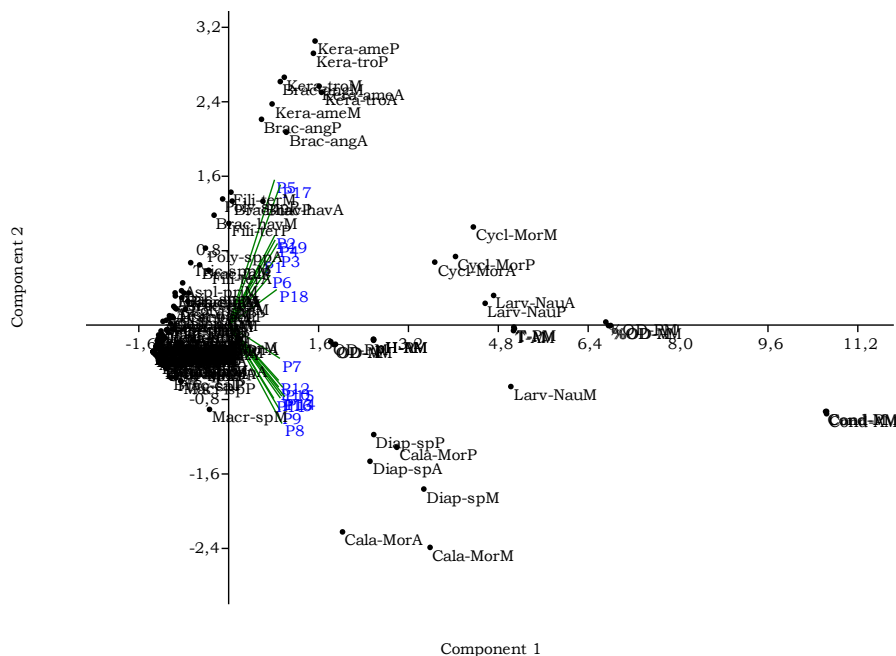


Figura 9-212. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Macroinvertebrados bentónicos

Para la composición taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos se identificaron 5 taxa, distribuidos en 5 Familias, 4 Órdenes, 2 Clases y 1 Phylum (Cuadro 9-131)

Cuadro 9-131. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el Embalse del Guájaro

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxón |
|----------|------------|------------|---------------|-----------------|-------------------------|
| Animalia | Annelida | Clitellata | Enchytraeida | Randiellidae | <i>Dero sp</i> |
| | | | Haplotaxida | Tubificidae | Morfoespecie 1 |
| | Arthropoda | Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | <i>Alluaudomyia spp</i> |
| | | | | Chironomidae | Morfoespecie 1 |
| | | | Ephemeroptera | Polymitarcyidae | <i>Campsurus sp</i> |

La riqueza evaluada en función de la categoría taxonómica de Clase para los macroinvertebrados bentónicos, coloca a la vista 2 Clases Insecta y Clitellata, las cuales aportan el 60% (3 morfoespecies) y el 40% (2 taxa) respectivamente de la riqueza total (Figura 9-213 A-B).

La densidad de macroinvertebrados es mayor para la Clase Insecta con un 62%, que equivale a 74,1 (Organismos/m²) y en menor abundancia aparece Clitellata con un 38% (44,5 Organismos/m²) (Figura 9-213 A-C).

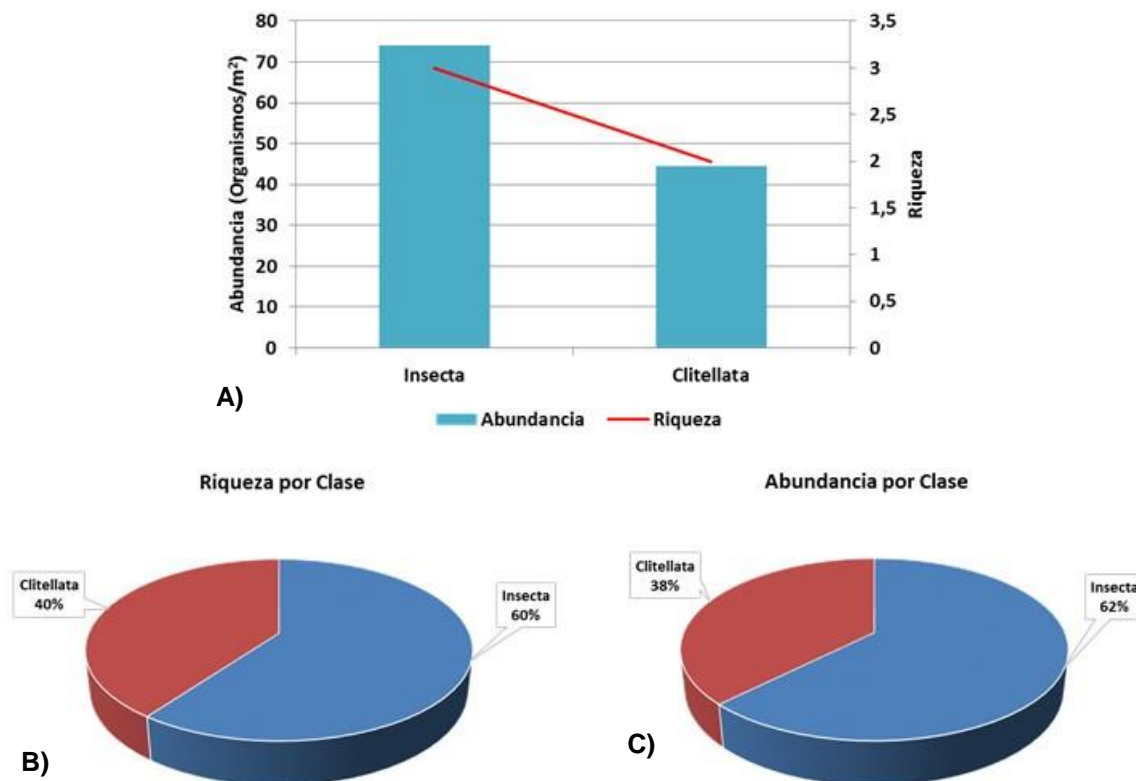
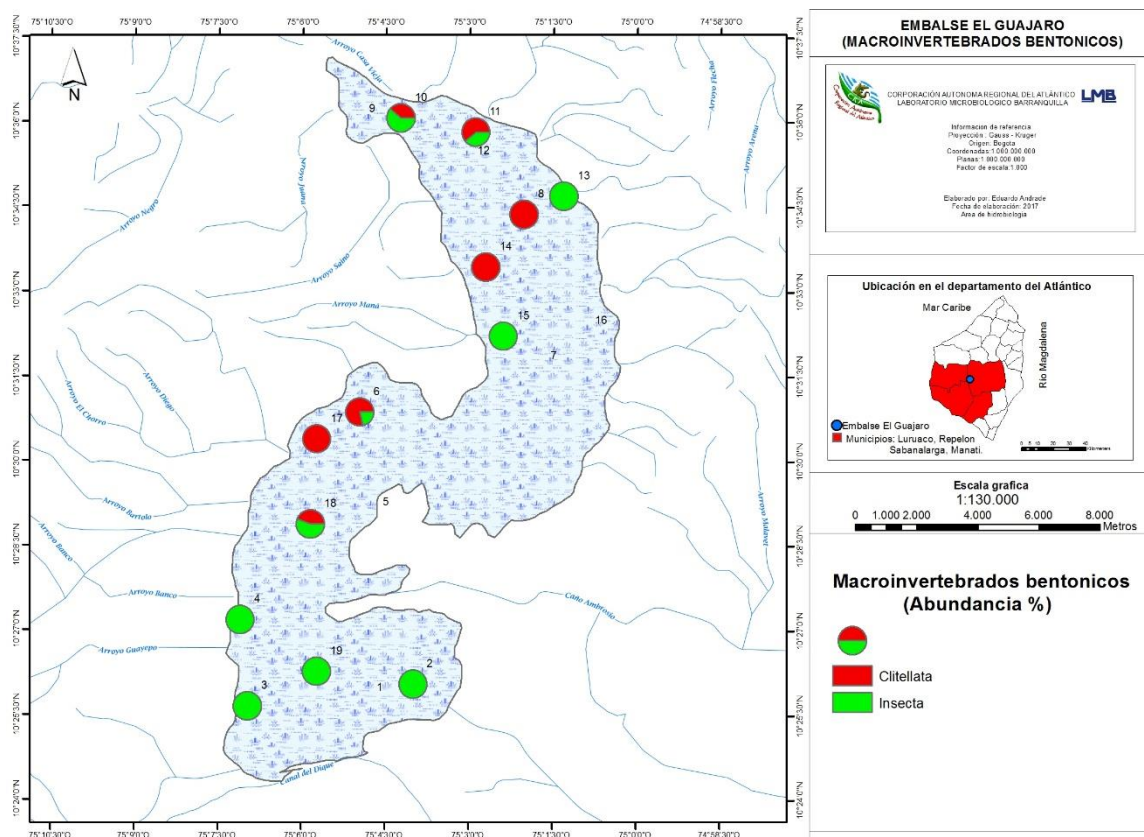


Figura 9-213. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en el Embalse del Guájaro. A) Abundancia vs riqueza datos brutos, B) Riqueza relativa por Clase y C) Abundancia relativa por Clase

Al observar las distribuciones de la abundancia por punto de muestreo de los macroinvertebrados bentónicos, se advierte que en los puntos ubicados en la zona sur del Embalse del Guájaro la Clase Insecta es amplio dominador de las densidades de organismos bentónicos, mientras que en los puntos de la zona sur del cuerpo de agua se reparten las abundancias entre los grupos Clitellata e Insecta (Mapa 9-58).



Mapa 9-58. Abundancia de macroinvertebrados bentónico por punto de muestreo, Embalse del Guájaro

Los índices ecológicos no se realizaron para todos los puntos, debido a que en algunos casos las muestras que se analizaron no se registraron organismos bentónicos, por lo tanto en la (Cuadro 9-132), solo aparecen los puntos en que se identificaron individuos, mencionado esto, se tiene que de forma general la riqueza (S) de macroinvertebrados es baja en todos los puntos, donde el punto 6 es el de mayor valor con 4 taxa, el resto de puntos se encuentra entre 1 y 3 taxa (Cuadro 9-132).

El cálculo del índice de Pielou, solo presento valores para los puntos 4, 6, 10, 11, y 18, en estos la equidad fue alta con valores de 0,79 hasta 1 (Cuadro 9-132), esto se puede relacionar con las bajas diversidades de los puntos, ya que como se determinaron pocas taxa, las abundancias de estas son y/o tienden a hacer equitativas entre los pocos organismos identificados.

Del índice de Shannon-Wiener se puede ver que los resultados están en un rango de (0 a 1,09 nits/Individuo) en todos los puntos (Cuadro 9-132), esto demuestra la baja diversidad de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos estudiados en Embalse del Guájaro y esto es concordante con los resultados de riqueza (S) y equidad (J').

Los resultados del índice de Simpson se pueden ver en la (Cuadro 9-132), es claro que en los puntos donde la riqueza (S) fue 1, el índice (λ') se hizo 1, puesto que al haber solo una especie la dominancia es absoluta por parte de esa especie, mientras que en los puntos donde se registraron más de una taxa la dominancia vario de 0,34 a 0,59, debido al aumento de la riqueza.

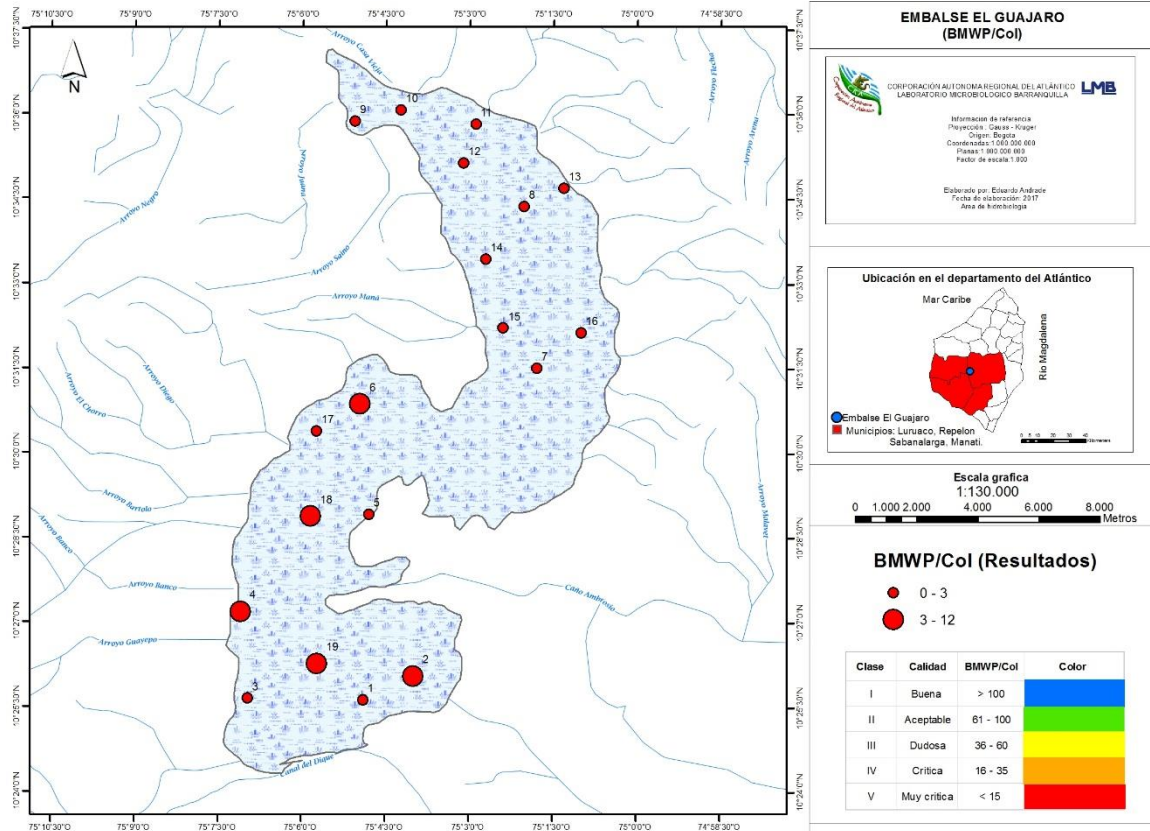
Cuadro 9-132. Índices ecológicos de Macroinvertebrados Bentónicos en el Embalse del Guájaro

| | Riqueza | Índice de Pielou | Shannon-Wiener | Índice de Simpson |
|----------|---------|------------------|----------------|-------------------|
| | S | J' | H'(loge) | λ' |
| Punto 2 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| Punto 3 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| Punto 4 | 2 | 1,00 | 0,69 | 0,48 |
| Punto 6 | 4 | 0,79 | 1,09 | 0,42 |
| Punto 8 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| Punto 10 | 2 | 0,86 | 0,60 | 0,59 |
| Punto 11 | 2 | 1,00 | 0,69 | 0,48 |
| Punto 13 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| Punto 14 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| Punto 15 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| Punto 17 | 1 | | 0,00 | 1,00 |
| Punto 18 | 3 | 0,98 | 1,08 | 0,34 |
| Punto 19 | 1 | | 0,00 | 1,00 |

Índice BMWP/Col para todos los puntos analizados muestra resultados inferiores al valor de 15 (Cuadro 9-133 y Mapa 9-59), esto según el índice daría cuenta de una calidad del agua “muy crítico” y en consecuencia representaría “aguas fuertemente contaminadas”; desde otro punto de vista, el valor ASPT (Cuadro 9-133), señala que para el punto 1 y 19 el estado de la calidad del agua es “bueno” y se trataría de “aguas muy limpias”, mientras que el punto 4 la calidad del líquido sería “dudoso”, y escenificaría “aguas medianamente contaminadas”, por su parte para el punto 6 y 18 la calidad del agua sería “Crítica” y se trataría de “aguas muy contaminadas”, el resto de puntos representarían un estado de la calidad “muy crítico” revalidando lo sugerido por el BMWP/Col con “aguas fuertemente contaminadas”.

Cuadro 9-133 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el Embalse del Guájaro

| | Punto 2 | Punto 3 | Punto 4 | Punto 6 | Punto 8 | Punto 10 | Punto 11 | Punto 13 | Punto 14 | Punto 15 | Punto 17 | Punto 18 | Punto 19 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Familias que puntúan | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| Índice BMWP/Col | 9 | 2 | 12 | 12 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 12 | 9 |
| Valor ASPT | 9,0 | 2,0 | 6,0 | 4,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 4,0 | 9,0 |



Mapa 9-59 BMWP/Col de macroinvertebrados bentónico por punto de muestreo, Embalse del Guájaro

Para determinar las diferencias espaciales se utilizó el análisis de similitud utilizando el método de UPGMA y como distancia métrica el índice de similaridad de Bray-Curtis; realizando el análisis a nivel especie/morfoespecie (Figura 9-196). Se observaron 5 grupos con un porcentaje de similaridad del 50%, evidenciándose poca diferenciación entre las zonas norte y sur del embalse.

Con el fin de poner de manifiesto las relaciones entre los parámetros físicoquímicos y las variables hidrobiológicas de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, y a su vez resaltar las que asumen individual y colectivamente un papel más determinante en el Embalse del Guájaro se aplicó un análisis de componentes principales que permitió conocer las relaciones entre los puntos evaluados y su variación espacial durante el día de muestreo.

Como paso previo se realizó una transformación logarítmica para todas las variables físicoquímicas (Log(X)) e hidrobiológicas (Log(X+1)). De los 10 componentes resultantes del análisis, se presentan exclusivamente los dos primeros, que explicaron el 88,6% de la variación total (Tabla 9-44). El primero de ellos quedó fuertemente asociado con las variables físicoquímicas, presentando sobre el sector positivo del eje las variables temperatura, el porcentaje de saturación de oxígeno y la conductividad; los puntos de

muestreo mostraron tendencia sobre este sector del primer eje. En el sector negativo se ubicaron los organismos bentónicos identificados, así como las variables pH, oxígeno disuelto y profundidad (m).

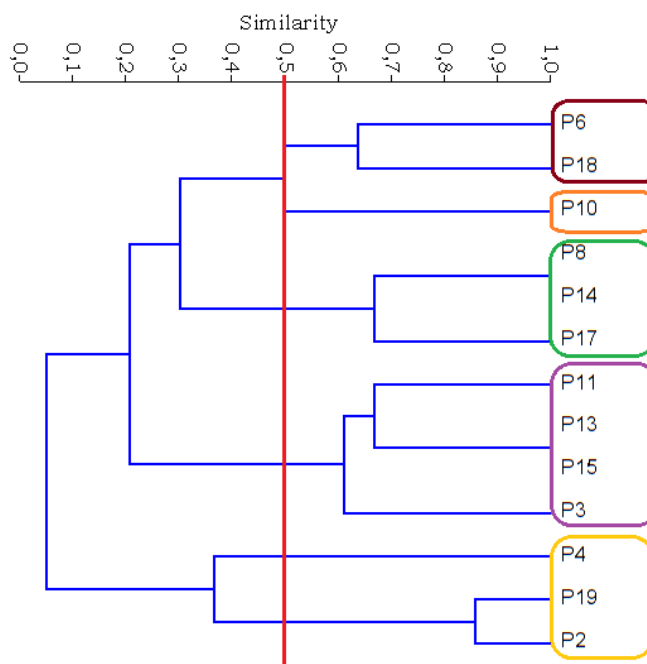


Figura 9-214. Dendrograma de similaridad entre los puntos evaluados en el Embalse del Guájarro. A) Nivel de División

Para el segundo eje se evidenciaron cinco distribuciones de las estaciones de muestreo; sobre el sector positivo del eje, los Puntos 19, 2 y 4, ubicados en el sector sur del embalse; cerca del eje de coordenadas se ubicaron los puntos 17, 15, 13, 14, 8, 3 y 18 y en el sector negativo del eje, alejado del centro de los ejes de coordenadas, los puntos 11, 6 y 10. Las especies *Dero* sp, *Campsurus* sp y *Alluaudomyia* spp se correlacionaron mejor con la profundidad, el oxígeno disuelto y el pH, mientras que las morfoespecies de las familias Chironomidae y Tubificidae lo hicieron con los Puntos 10, 6 y 11. La distribución en los dos componentes puede verse en la Figura 9-215.

Tabla 9-44. Valores propios de análisis de componentes principales

| Componente | Eigenvalue | % varianza | % Acumulado |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 8,26864 | 79,595 | 79,6 |
| 2 | 0,93138 | 8,9656 | 88,6 |
| 3 | 0,52939 | 5,096 | 93,7 |
| 4 | 0,49707 | 4,7849 | 98,4 |
| 5 | 0,08041 | 0,77405 | 99,2 |
| 6 | 0,05853 | 0,56345 | 99,8 |
| 7 | 0,02043 | 0,19669 | 100,0 |
| 8 | 0,00198 | 0,01903 | 100,0 |
| 9 | 0,00047 | 0,00449 | 100,0 |
| 10 | 4,4E-05 | 0,00042 | 100,0 |

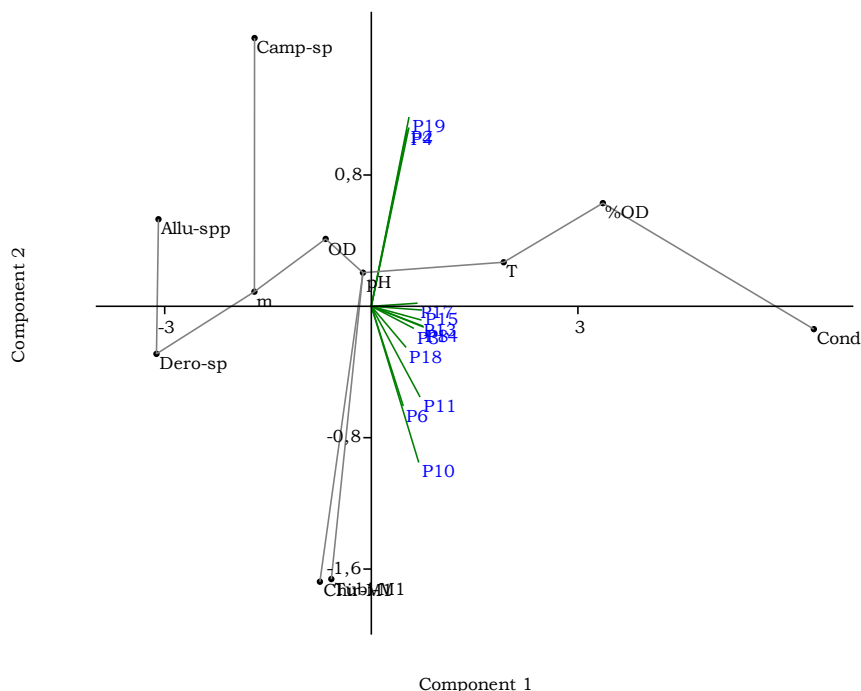


Figura 9-215. Representación gráfica de los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

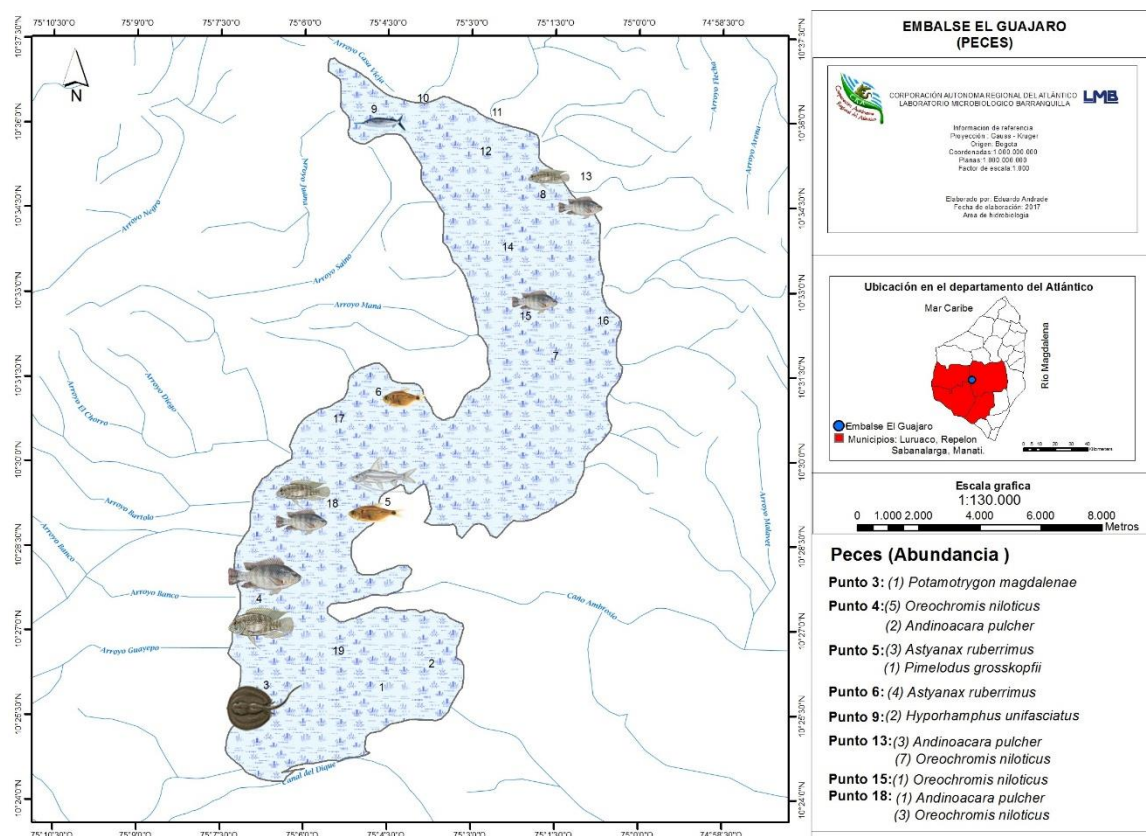
Especies ícticas

Durante las jornadas de pesca se colectaron 6 especies, clasificadas en 5 familias, 5 órdenes, y 2 clases (Cuadro 9-134). La especie más abundante durante los muestreos fue *Oreochromis niloticus* con 16 individuos, seguida de *Astyanax ruberrimus* (Sardina) con 7, *Andinoacara pulcher* con 6, *Hyporhamphus unifasciatus* (Picúa) con 2, y las especies *Pimelodus grosskopfii* (Barbul) y *Potamotrygon magdalenae* (Raya) cada una con un espécimen. Las capturas pudieron realizarse en 8 de los 19 puntos analizados, de los cuales el 13 presentó la mayor abundancia, con 10 individuos colectados; en cuanto a la riqueza, los puntos 4, 13 y 18 registraron 2 especies cada una, mientras que los demás solo aportaron 1.

Cuadro 9-134. Composición de los peces colectados en el Embalse del Guájaro

| Reino | Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | Nombre vernácula |
|----------|----------|----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------------------|---|
| Animalia | Chordata | Actinopterygii | Perciformes | Cichlidae | <i>Andinoacara pulcher</i> | Cabeza de piedra; Lorito azul; Vindú |
| | | | | | <i>Oreochromis niloticus</i> | Mojarra lora; Mojarra negra |
| | | | Characiformes | Characidae | <i>Astyanax ruberrimus</i> | Sardina |
| | | Beloniformes | Hemiramphidae | <i>Hyporhamphus unifasciatus</i> | Picúa | |
| | | | | Siluriformes | Pimelodidae | <i>Pimelodus grosskopfii</i> |
| | | Elasmobranchii | Myliobatiformes | Potamotrygonidae | <i>Potamotrygon magdalenae</i> | Raya |

En el análisis de la abundancia por punto de muestreo se observa en el Mapa 9-60, se percibe que el punto 13 es el mayor abundancia con 10 taxa, seguido del punto 4 con 7 individuos, punto 5 y el punto 8 presentan una densidad de peces similar de 4 individuos para cada punto y en menor proporción se encuentran los puntos 9, 15 y 3. Por otro lado se puede notar que la zona sur del Embalse del Guájaro es un tanto más diversas que la zona norte del embalse.



Mapa 9-60. Abundancia de especies ícticas por punto de muestreo, Embalse del Guájaro

O. niloticus reportó valores de LT comprendidos entre 135 y 233 mm, estando la mayor parte de los especímenes en el rango de 145 a 150 mm (Figura 9-216), presentando un coeficiente de variación que indica una distribución de tallas homogéneas (Cuadro 9-135). Estas medidas están por debajo de la talla de madurez sexual (213 mm) descrita por Cadavid *et al* (2011), Narváez *et al* (2008), e Ibarra *et al* (2013), por lo que se infiere que los organismos estaban en estado juvenil al momento de la captura. No se encontró información sobre la talla mínima legal de captura (Figura 9-217).

Cuadro 9-135. Análisis de la longitud total por especie íctica capturada en el Embalse del Guájaro

| Especie | Captura total | Mínimo | Máximo | Promedio | Desviación estándar | Coefficiente de Variación |
|----------------------------------|---------------|--------|--------|----------|---------------------|---------------------------|
| <i>Oreochromis niloticus</i> | 16 | 135 | 233 | 149,7 | 21,97 | 0,147 |
| <i>Astyanax ruberrimus</i> | 7 | 107 | 122 | 115,4 | 4,75 | 0,041 |
| <i>Andinoacara pulcher</i> | 6 | 110 | 122 | 117,2 | 4,49 | 0,038 |
| <i>Hyporhamphus unifasciatus</i> | 2 | 154 | 178 | 166,0 | 12,00 | 0,072 |
| <i>Pimelodus grosskopfii</i> | 1 | 176 | 176 | - | - | - |
| <i>Potamotrygon magdalenae</i> | 1 | 800 | 800 | - | - | - |

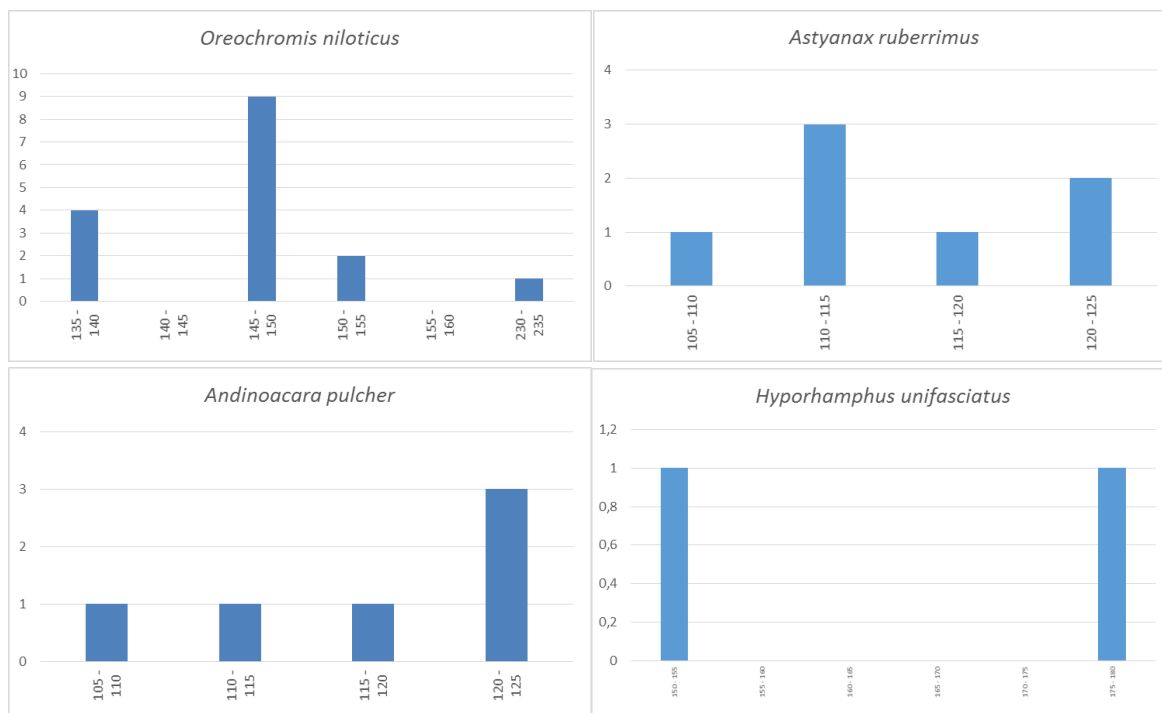


Figura 9-216. Histograma de frecuencias para las LT de las especies identificadas en el Embalse del Guájaro

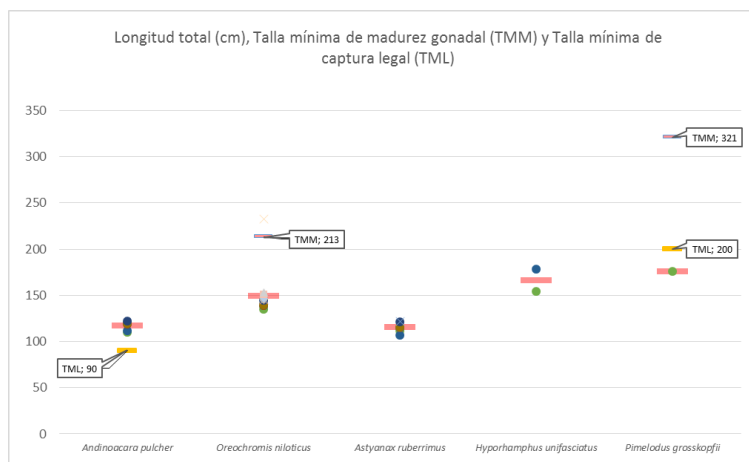


Figura 9-217. Longitud total (LT) de los individuos capturados, talla mínima de madurez gonadal (TMM), y talla mínima legal de captura (TML) para las especies reportadas en el Embalse del Guájaro

Por su parte, los especímenes de *A. ruberrimus* reportaron tallas entre 107 y 122 mm, encontrándose la mayoría en el rango de 110 a 115 mm (Figura 9-216), sin embargo, el coeficiente de variación muestra poca heterogeneidad en las tallas halladas para esta especie (Cuadro 9-135). A pesar de la búsqueda bibliográfica, no se encontraron tallas mínimas de captura o de madurez sexual (Figura 9-217).

A. pulcher reportó valores de LT entre 110 y 122, todos muy cercanos, siendo el rango de 120-125 el que más individuos agrupó (Figura 9-216). De acuerdo al coeficiente de variación, estas tallas fueron muy homogéneas (Cuadro 9-135). De acuerdo a lo reportado por Olaya-Nieto et al (2010), la talla de estos organismos está por encima de la talla mínima de madurez sexual (90 mm), por lo que presumiblemente se encontraban maduros; sin embargo, no se pudo establecer la talla legal de captura para esta región.

Se registraron dos especímenes de *H. unifasciatus*, con LT de 154 y 178 mm, presentando tallas cercanas, según el coeficiente de variación (Cuadro 9-135). Para esta especie, no se reportan tallas mínimas de captura o de madurez (Figura 9-217).

La especie *P. grosskopfii* solo reportó un individuo, con 176 mm de LT. Para este organismo se registra una talla mínima de madurez de 321 mm, por lo que se infiere que este organismo se encuentra al menos en estado juvenil. La talla de captura legal, por su parte, se encuentra establecida en 200 mm (AUNAP-UNIMAGDALENA 2013).

La consulta del listado de especies amenazadas en el territorio colombiano suministrado por la resolución 192 de 192 de 2014, solo arrojó la coincidencia de la especie *Pimelodus grosskopfii*, ubicándola como vulnerable.

10 RESULTADOS DE VERTIMIENTOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados correspondientes a los vertimientos monitoreados, junto con su respectiva evaluación según la normatividad vigente.

10.1 RESULTADOS

Fueron monitoreados en total 13 puntos de vertimientos. Cinco puntos correspondientes al vertimiento de agua residual doméstica de los municipios Santa Lucía, Ponedera, Candelaria, Campo de la cruz y Suan, y (8) puntos de vertimientos en las siguientes empresas: Industrias Puro pollo S.A.S, CI Curtiembres del Caribe, C. I Camaguey, Aguas del Atlántico (Ciudadela distrital de Galapa), Gralco S.A, Lloreda S.A, Jabonería Tusica y Lavandería familiar

10.1.1 Vertimiento Lloreda S.A

10.1.1.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-1 se presentan los resultados obtenidos en campo para 1 punto monitoreado.

Tabla 10-1. Resultados de Campo. Vertimiento Lloreda

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 10 DE 2017 | Alicuota 1 | 10:30 | 8,16 | 1257 | 2,39 | 36 | 36,40 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:30 | 8,37 | 1243 | 2,59 | 38 | 34,60 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:30 | 8,29 | 1235 | 2,44 | 36 | 34,20 | 31,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:30 | 8,06 | 1056 | 2,17 | 32 | 34,70 | 31,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:30 | 8,52 | 1159 | 2,25 | 33 | 34,80 | 31,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:30 | 8,16 | 1229 | 2,18 | 32 | 34,80 | 31,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:30 | 8,10 | 1205 | 2,41 | 36 | 35,90 | 31,70 | AGUA TURBIA |
| ENERO 11 DE 2017 | Alicuota 1 | 10:00 | 7,85 | 1104 | 3,16 | 43 | 30,30 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:00 | 7,95 | 1129 | 3,05 | 42 | 31,60 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:00 | 7,86 | 1126 | 2,17 | 32 | 34,20 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:00 | 7,59 | 1176 | 3,05 | 42 | 30,90 | 30,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:00 | 7,43 | 1254 | 3,05 | 44 | 33,60 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:00 | 7,17 | 1106 | 3,42 | 50 | 34,10 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:00 | 7,49 | 1305 | 3,35 | 48 | 33,20 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| ENERO 12 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:00 | 7,55 | 497 | 3,50 | 54 | 36,70 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 7,69 | 486 | 3,20 | 49 | 36,40 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 7,84 | 495 | 2,98 | 46 | 37,10 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 7,59 | 488 | 3,07 | 47 | 36,50 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 7,87 | 495 | 3,52 | 54 | 36,40 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 7,69 | 495 | 3,26 | 51 | 37,40 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 7,45 | 505 | 3,42 | 53 | 37,20 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| ENERO 13 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,81 | 490 | 3,60 | 55 | 36,20 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,82 | 481 | 3,21 | 49 | 36,80 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,80 | 496 | 2,99 | 50 | 40,20 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,76 | 482 | 3,06 | 50 | 39,40 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,62 | 491 | 3,55 | 55 | 37,20 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,79 | 494 | 3,30 | 51 | 36,60 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 7,80 | 502 | 3,44 | 54 | 37,70 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| ENERO 14 DE 2017 | Alicuota 1 | 07:00 | 7,21 | 422 | 3,71 | 58 | 37,60 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 08:00 | 6,92 | 450 | 3,60 | 57 | 37,90 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 09:00 | 6,94 | 433 | 3,77 | 59 | 37,60 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 10:00 | 7,15 | 438 | 3,61 | 56 | 37,50 | 31,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 11:00 | 7,04 | 420 | 3,66 | 58 | 37,80 | 31,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 12:00 | 7,06 | 429 | 3,72 | 57 | 36,60 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:00 | 6,88 | 421 | 3,77 | 58 | 36,90 | 30,70 | AGUA TURBIA |

Figura 10-1. Variación de pH. Vertimiento LLoreda.

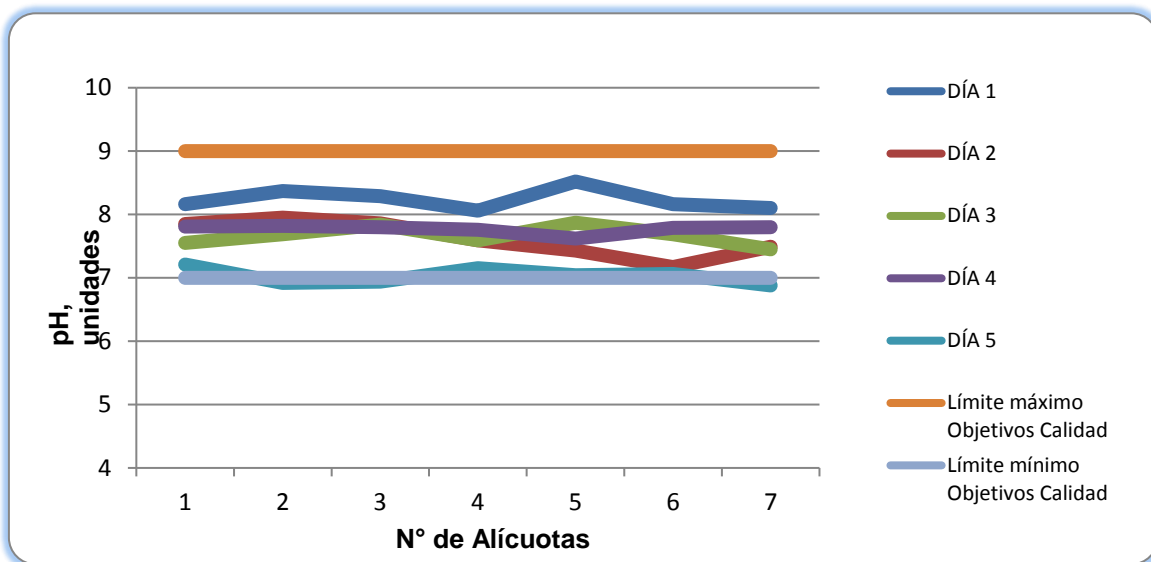


Figura 10-2. Variación de Temperatura. Vertimiento LLoreda.

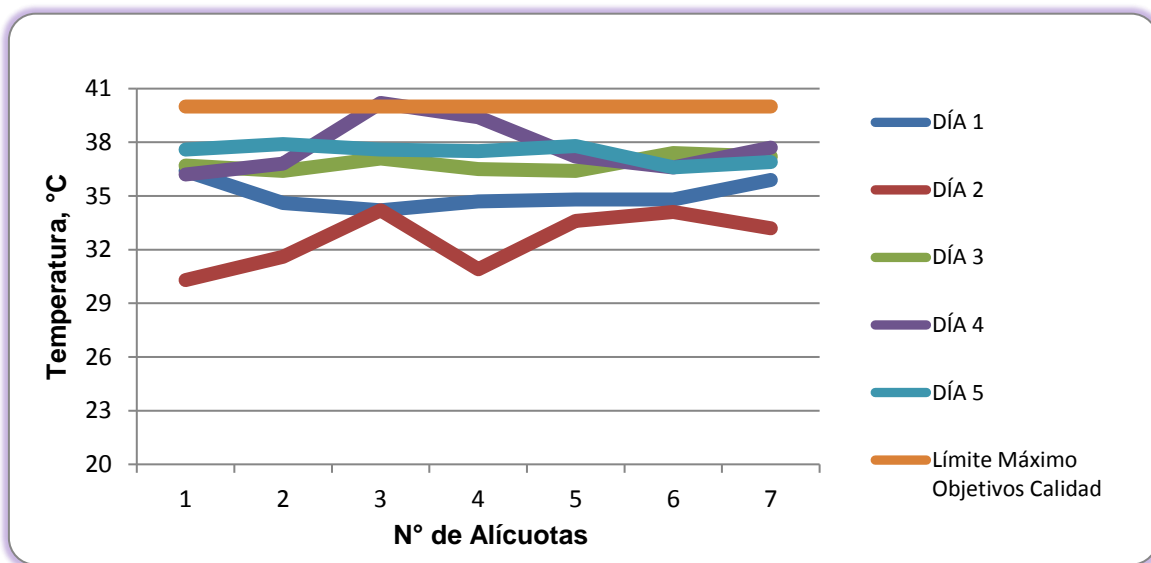


Figura 10-3. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento LLoreda.

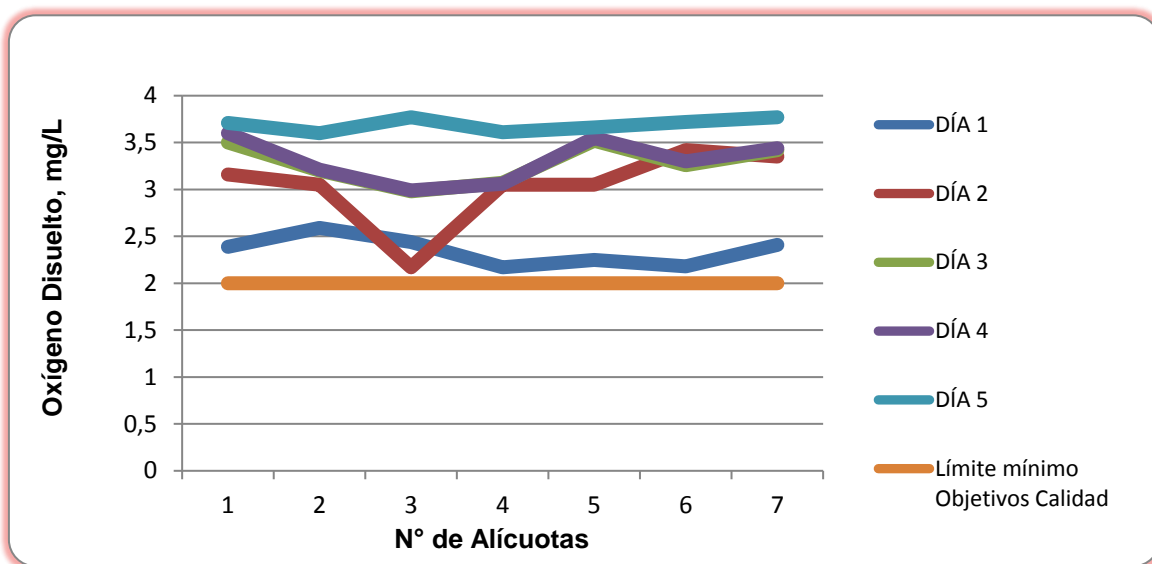
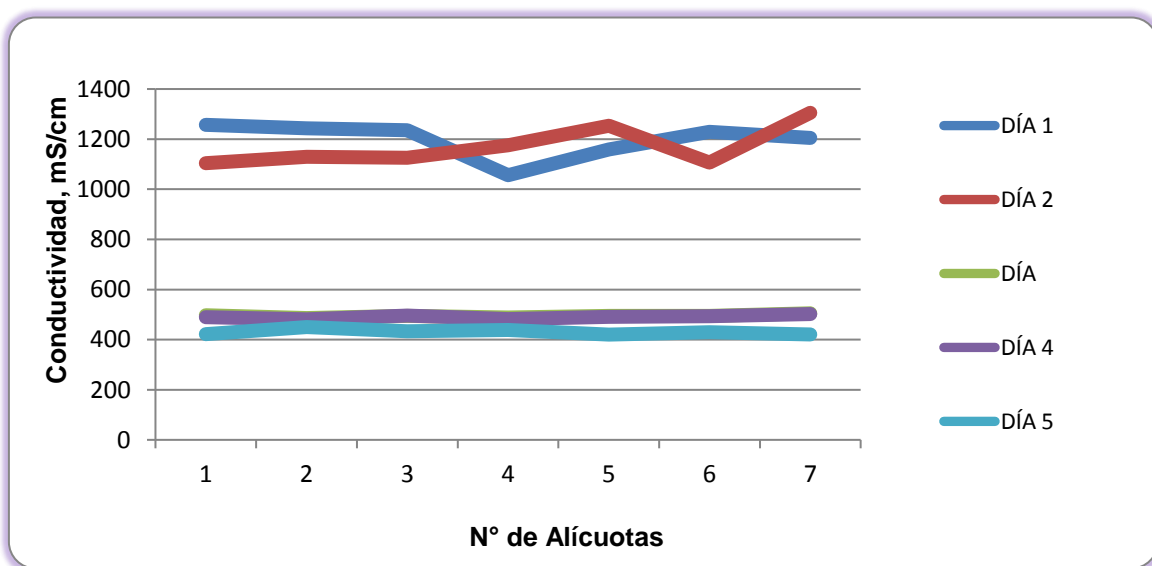


Figura 10-4. Variación de Conductividad. Vertimiento LLoreda.



10.1.1.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-2, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-2 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento LLoreda.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|
| | | 24316-1 | 24316-2 | 24316-3 | 24316-4 | 24316-5 | 24316-6 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 315,00 | 210,00 | 245,00 | 35,00 | 38,00 | 40,00 | 147,17 |
| DQO | mgO ₂ /L | 3120,00 | 2614,40 | 2660,00 | 328,32 | 364,80 | 389,12 | 1579,44 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 820,00 | 172,00 | 150,00 | 64,00 | 57,00 | 68,00 | 221,83 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 18000000 | 9,2E+32 | 1,6E+34 | 1,60E+37 | 5,4E+37 | 1,6E+38 | -- |
| Número más probable de Coliformes fecales | NMP/100mL | 3200000 | 1,4E+32 | 2,2E+23 | 1,60E+37 | 4,7E+36 | 5,4E+36 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.1.2 Vertimiento Agua residual doméstica Ponedera

10.1.2.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-3 se presentan los resultados obtenidos en campo para un punto monitoreado.

Tabla 10-3. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Ponedera

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 23 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:40 | 7,00 | 993 | 0,04 | 0,55 | 30,71 | 30,96 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:40 | 6,69 | 992 | 0,02 | 0,27 | 30,73 | 30,99 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:40 | 6,85 | 992 | 0,10 | 1,36 | 30,69 | 30,98 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:40 | 6,91 | 993 | 0,09 | 1,23 | 30,74 | 31,09 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:40 | 7,02 | 994 | 0,15 | 2,05 | 30,81 | 31,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:40 | 6,97 | 992 | 0,25 | 3,41 | 30,83 | 31,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:40 | 7,21 | 993 | 0,19 | 2,60 | 30,87 | 31,19 | AGUA TURBIA |
| ENERO 24 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:11 | 6,50 | 999 | 0,19 | 2,58 | 30,61 | 31,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:11 | 6,63 | 999 | 1,02 | 13,91 | 30,76 | 31,06 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:11 | 6,71 | 993 | 0,25 | 3,41 | 30,80 | 31,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:11 | 7,20 | 984 | 0,06 | 0,82 | 31,02 | 31,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:11 | 6,92 | 998 | 0,11 | 1,51 | 31,06 | 31,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:11 | 6,82 | 996 | 0,20 | 2,76 | 31,17 | 31,29 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:11 | 7,01 | 990 | 0,29 | 3,99 | 31,20 | 31,19 | AGUA TURBIA |
| ENERO 25 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:21 | 6,45 | 1362 | 1,69 | 23,15 | 30,99 | 31,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:21 | 6,10 | 1367 | 1,51 | 20,68 | 30,97 | 31,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:21 | 6,13 | 1381 | 0,97 | 13,31 | 31,07 | 31,19 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:21 | 6,97 | 1371 | 1,03 | 14,15 | 31,12 | 31,18 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:21 | 7,20 | 1379 | 1,21 | 16,61 | 31,10 | 31,25 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:21 | 6,99 | 1364 | 1,40 | 19,18 | 31,00 | 31,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:21 | 6,81 | 1351 | 1,72 | 23,48 | 30,81 | 31,32 | AGUA TURBIA |
| ENERO 26 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:09 | 6,31 | 1342 | 1,92 | 30,82 | 30,82 | 30,87 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:09 | 6,46 | 1349 | 1,65 | 30,80 | 30,80 | 30,95 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:09 | 6,72 | 1320 | 1,67 | 30,75 | 30,75 | 31,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:09 | 6,79 | 1329 | 1,87 | 30,52 | 30,52 | 31,13 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:09 | 6,77 | 1321 | 1,06 | 30,91 | 30,91 | 31,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:09 | 6,55 | 1339 | 1,27 | 30,89 | 30,89 | 31,27 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:09 | 6,60 | 1319 | 1,35 | 30,90 | 30,90 | 31,42 | AGUA TURBIA |
| ENERO 27 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:15 | 7,41 | 1409 | 0,04 | 0,55 | 30,80 | 30,92 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:15 | 7,49 | 1421 | 0,21 | 2,87 | 30,92 | 30,98 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:15 | 7,43 | 1393 | 0,52 | 7,09 | 30,72 | 31,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:15 | 7,21 | 1398 | 1,02 | 13,90 | 30,71 | 31,23 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:15 | 7,19 | 1401 | 1,00 | 13,60 | 30,62 | 31,26 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:15 | 7,61 | 1371 | 0,92 | 12,56 | 30,79 | 31,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:15 | 7,82 | 1352 | 0,87 | 11,86 | 30,71 | 31,36 | AGUA TURBIA |

Figura 10-5. Variación de pH. Vertimiento Ponedera.

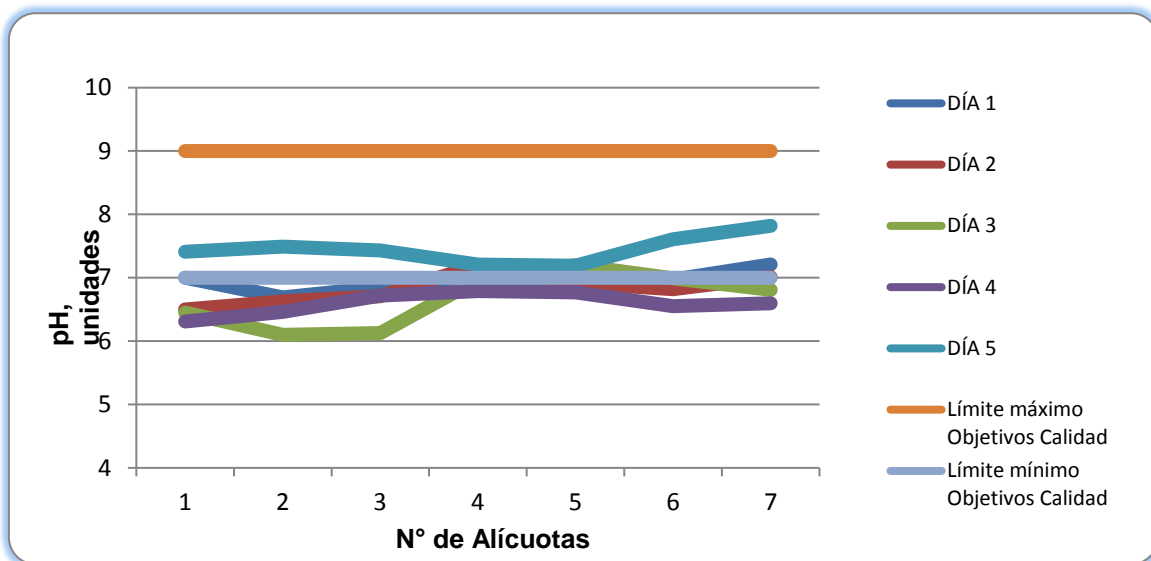


Figura 10-6. Variación de Temperatura. Vertimiento Ponedera.

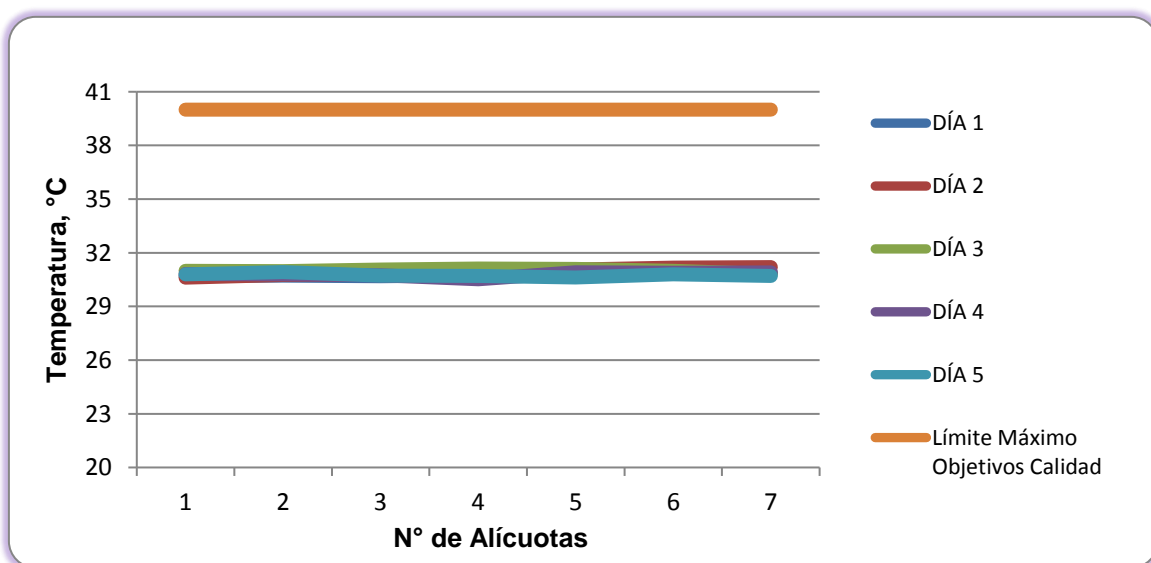


Figura 10-7. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Ponedera.

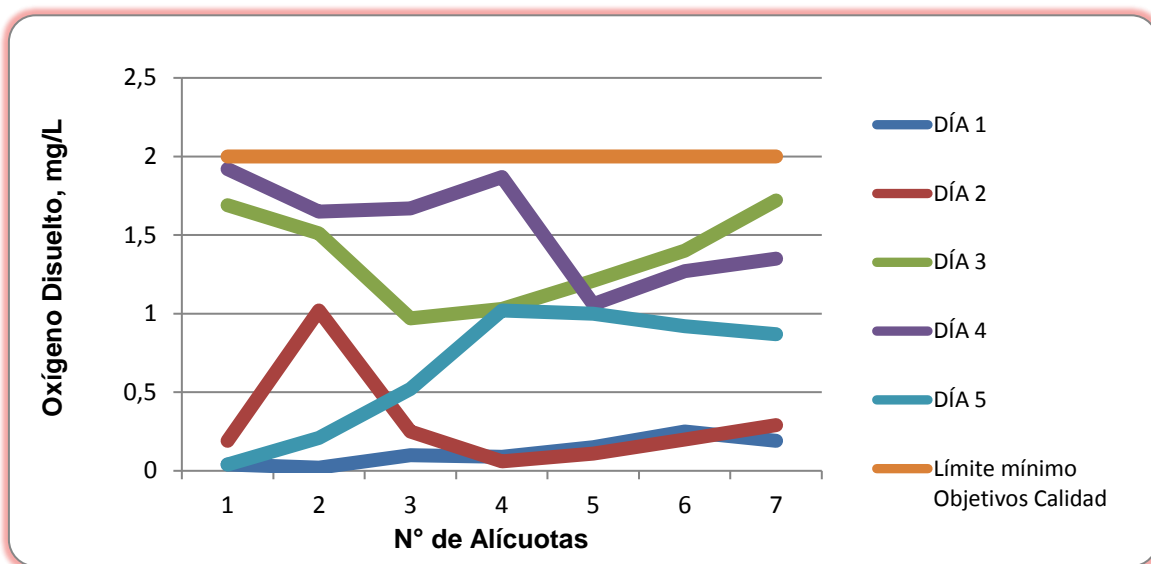
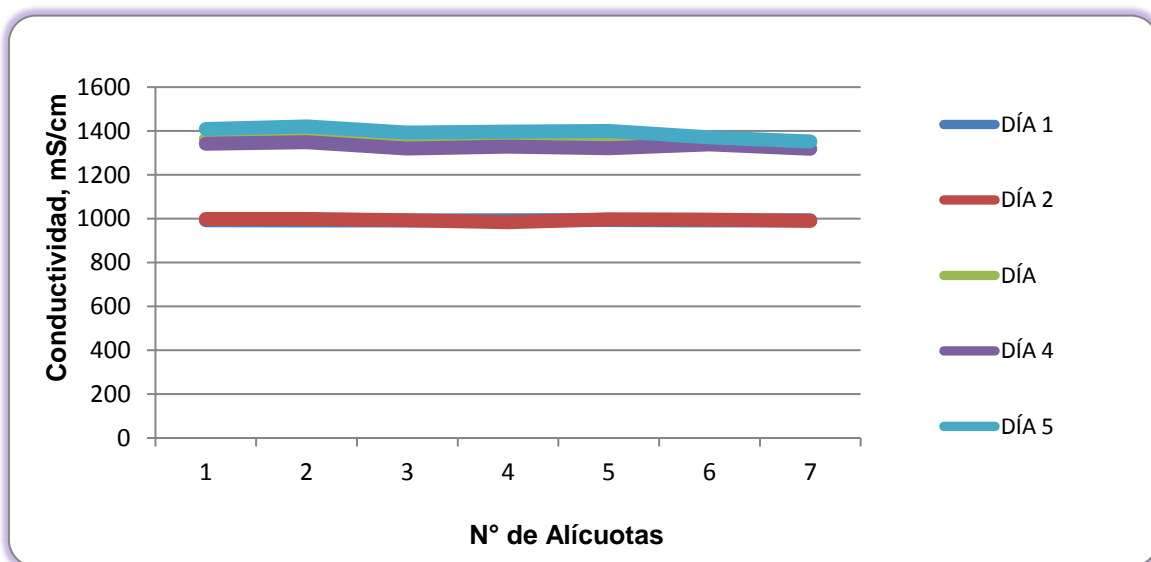


Figura 10-8. Variación de Conductividad. Vertimiento Ponedera.



10.1.2.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-4, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-4 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Ponedera.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 24404-1 | 24404-2 | 24404-3 | 24404-4 | 24404-5 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 410,00 | 350,00 | 850,00 | 970,00 | 1010,00 | 718,00 |
| DQO | mgO ₂ /L | 790,40 | 693,12 | 2128,00 | 2067,20 | 2006,40 | 1537,02 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 158,0 | 154,0 | 353,33 | 366,67 | 263,22 | 259,04 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 1,8E+29 | 2,8E+30 | 1,6E+34 | 2,8E+33 | 1,4E+34 | -- |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 1,4E+29 | 2,4E+29 | 1,6E+34 | 5,4E+32 | 4,9E+33 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.1.3 Vertimiento Agua residual doméstica Suán

10.1.3.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-5 se presentan los resultados obtenidos en campo para el punto monitoreado.

Tabla 10-5. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Suán

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 23 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:30 | 8,60 | 944 | 14,30 | 204 | 32,98 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:30 | 8,62 | 959 | 14,70 | 209 | 33,01 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:30 | 8,58 | 962 | 14,90 | 212 | 33,03 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:30 | 8,55 | 948 | 14,60 | 209 | 33,15 | 32,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:30 | 8,61 | 951 | 15,20 | 217 | 33,10 | 33,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:30 | 8,65 | 970 | 15,80 | 224 | 32,85 | 32,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:30 | 8,54 | 965 | 16,00 | 227 | 32,87 | 31,90 | AGUA TURBIA |
| ENERO 24 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:10 | 8,39 | 961 | 15,30 | 217 | 32,87 | 30,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:10 | 8,41 | 955 | 14,90 | 212 | 32,90 | 30,39 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:10 | 8,45 | 963 | 15,20 | 216 | 32,92 | 31,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:10 | 8,51 | 949 | 15,80 | 225 | 33,10 | 33,41 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:10 | 8,61 | 958 | 16,20 | 231 | 33,13 | 33,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:10 | 8,58 | 963 | 15,70 | 223 | 32,95 | 32,93 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:10 | 8,63 | 970 | 16,40 | 233 | 32,85 | 32,81 | AGUA TURBIA |
| ENERO 25 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:45 | 7,85 | 1160 | 16,10 | 213 | 29,13 | 29,55 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:45 | 7,91 | 1138 | 15,80 | 209 | 29,19 | 30,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:45 | 8,05 | 1039 | 15,20 | 202 | 29,38 | 30,88 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:45 | 8,01 | 1041 | 16,30 | 220 | 30,18 | 31,93 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:45 | 8,13 | 999 | 14,90 | 204 | 30,97 | 33,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:45 | 7,99 | 1127 | 15,70 | 217 | 31,42 | 32,79 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:45 | 8,13 | 1003 | 16,10 | 221 | 31,10 | 32,50 | AGUA TURBIA |
| ENERO 26 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:00 | 7,80 | 1117 | 15,10 | 197 | 28,31 | 29,64 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 7,77 | 1102 | 15,90 | 207 | 28,40 | 30,41 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 8,15 | 987 | 16,30 | 216 | 29,17 | 31,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 8,22 | 995 | 14,90 | 200 | 29,93 | 33,19 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 7,94 | 1133 | 14,70 | 198 | 30,16 | 33,32 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 7,91 | 1140 | 16,80 | 225 | 29,82 | 32,45 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 8,31 | 1010 | 14,50 | 190 | 28,77 | 31,90 | AGUA TURBIA |
| ENERO 27 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:50 | 8,17 | 980 | 15,10 | 196 | 28,10 | 29,15 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:50 | 7,83 | 1085 | 15,50 | 202 | 28,23 | 29,71 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:50 | 7,94 | 1065 | 14,90 | 196 | 28,91 | 30,32 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:50 | 8,25 | 991 | 15,80 | 210 | 29,34 | 31,47 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:50 | 8,11 | 997 | 16,30 | 220 | 30,13 | 33,19 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:50 | 7,89 | 1005 | 16,10 | 217 | 30,24 | 33,35 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:50 | 7,99 | 1001 | 15,90 | 213 | 29,85 | 32,40 | AGUA TURBIA |

Figura 10-9. Variación de pH. Vertimiento Suán. Punto 1.

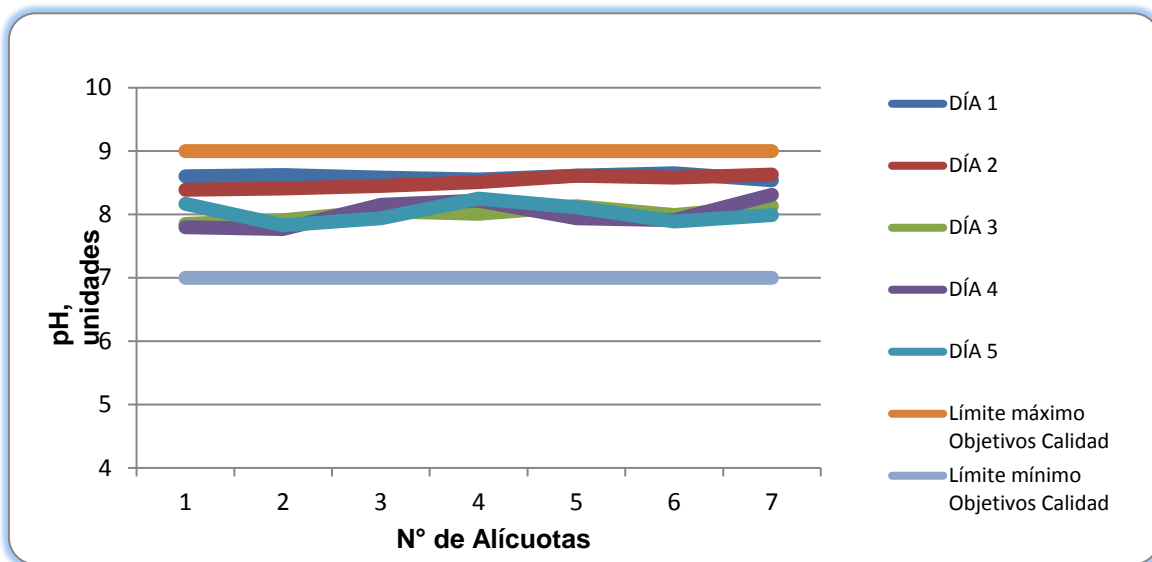


Figura 10-10. Variación de Temperatura. Vertimiento Suán. Punto 1.

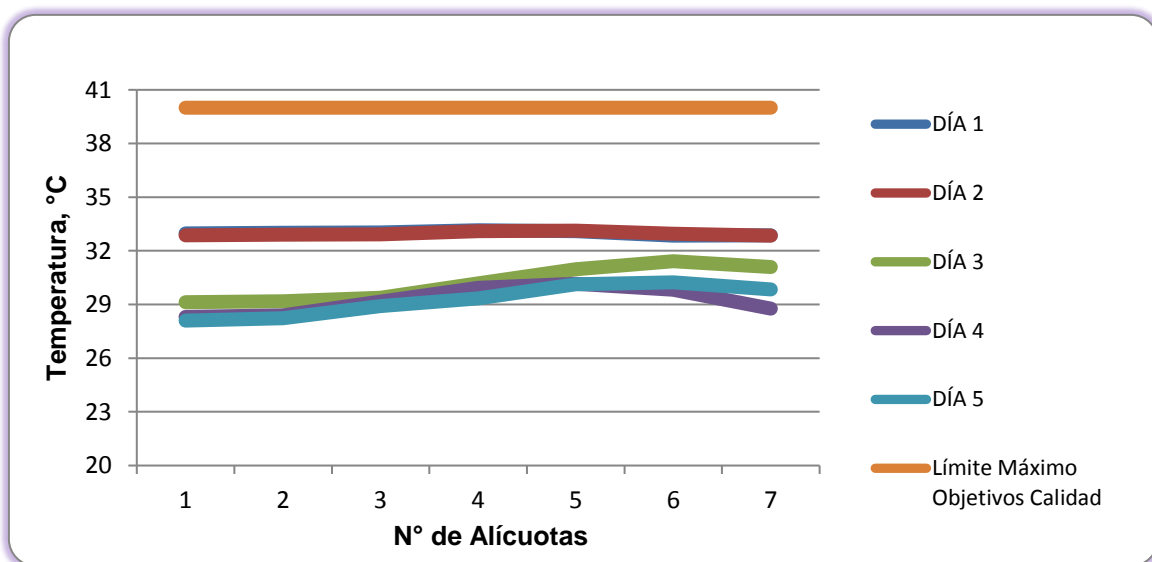


Figura 10-11. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Suán. Punto 1.

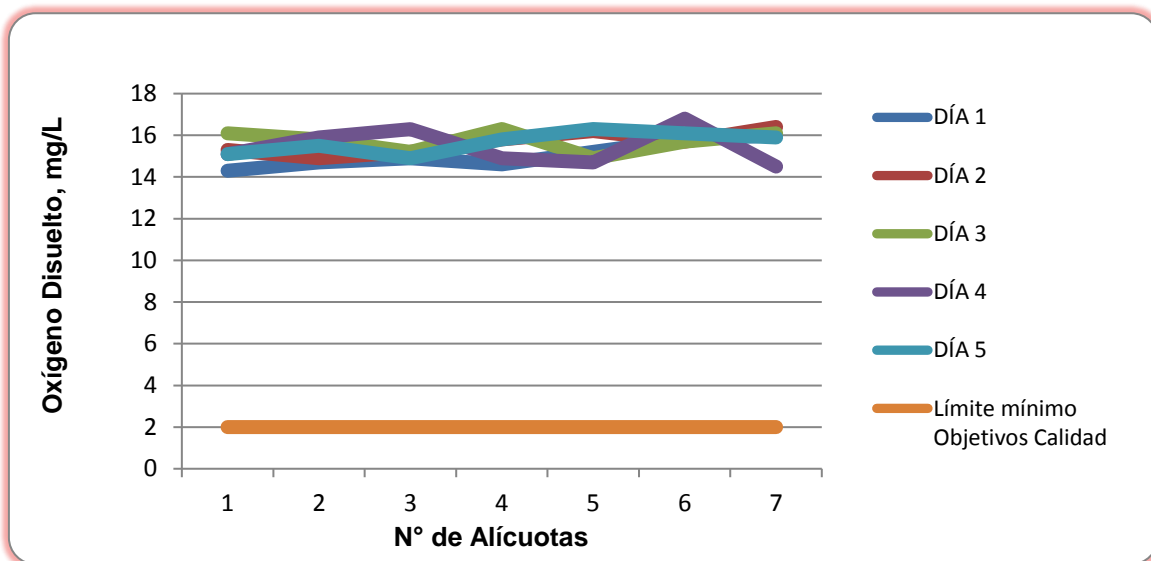
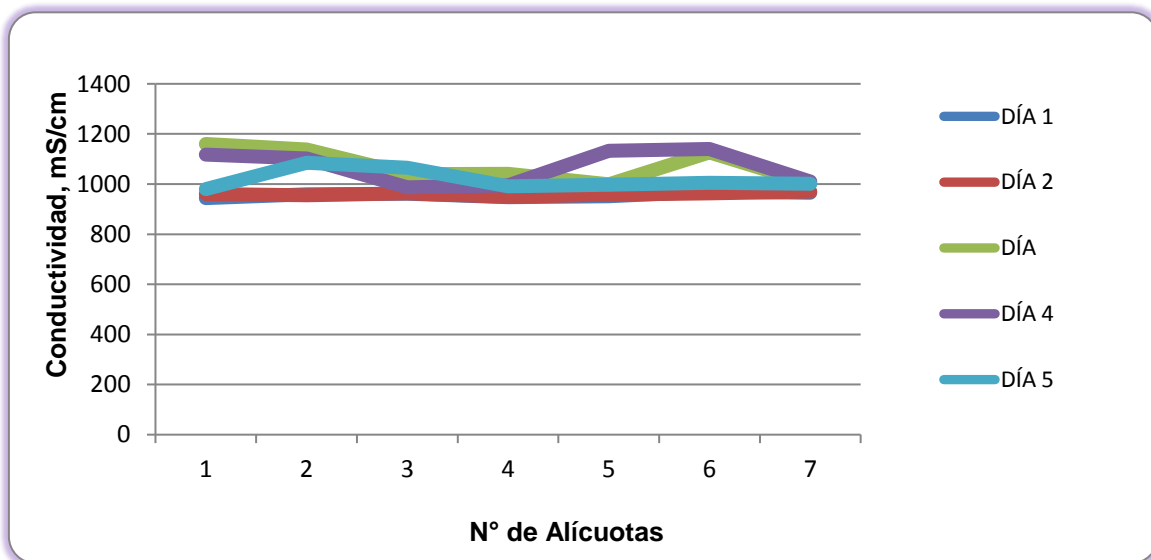


Figura 10-12. Variación de Conductividad. Vertimiento Suán. Punto 1.



10.1.3.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-6, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-6 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Suán. Punto 1.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 24413-1 | 24413-2 | 24413-3 | 24413-4 | 24413-5 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 180,00 | 220,00 | 210,00 | 200,00 | 215,00 | 205,00 |
| DQO | mgO ₂ /L | 361,76 | 419,52 | 437,76 | 395,20 | 449,92 | 412,83 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 94,0 | 104,0 | 208,0 | 226,67 | 196,67 | 165,87 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 1,60E+14 | 5,60E+15 | 1,60E+22 | 3,90E+24 | 4,50E+25 | -- |
| Número más probable de Coliformes fecales | NMP/100mL | 2,80E+13 | 3,20E+15 | 5,40E+20 | 3,90E+24 | 2,80E+25 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.1.4 Vertimiento Agua residual doméstica Campo de la cruz

10.1.4.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-7 se presentan los resultados obtenidos en campo para un punto monitoreado.

Tabla 10-7. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Campo de la Cruz

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 23 DE 2017 | Alicuota 1 | 10:00 | 7,84 | 954 | 3,06 | 41 | 30,10 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:00 | 7,69 | 962 | 3,17 | 43 | 30,80 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:00 | 7,85 | 962 | 3,49 | 47 | 30,50 | 31,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:00 | 7,68 | 972 | 3,29 | 45 | 30,50 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:00 | 7,93 | 973 | 3,35 | 46 | 30,70 | 31,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:00 | 7,96 | 963 | 3,49 | 47 | 30,50 | 31,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:00 | 7,49 | 945 | 3,59 | 48 | 30,20 | 31,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 24 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:30 | 7,85 | 967 | 3,15 | 43 | 30,40 | 31,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:30 | 7,95 | 942 | 3,29 | 45 | 30,60 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:30 | 7,86 | 975 | 3,46 | 47 | 30,90 | 31,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:30 | 7,49 | 965 | 3,55 | 48 | 30,80 | 31,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:30 | 7,67 | 968 | 3,72 | 50 | 30,50 | 31,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:30 | 7,44 | 945 | 3,44 | 47 | 30,80 | 31,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:30 | 7,22 | 985 | 3,25 | 44 | 30,40 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 25 DE 2017 | Alicuota 1 | 10:30 | 7,96 | 975 | 3,17 | 44 | 31,60 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:30 | 8,01 | 986 | 3,49 | 49 | 31,80 | 30,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:30 | 7,95 | 985 | 3,85 | 54 | 31,90 | 30,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:30 | 7,41 | 967 | 3,67 | 51 | 31,70 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:30 | 7,49 | 975 | 3,68 | 51 | 31,40 | 30,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:00 | 7,39 | 968 | 3,87 | 54 | 31,60 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:00 | 7,69 | 986 | 3,45 | 48 | 31,80 | 30,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 26 DE 2017 | Alicuota 1 | 10:12 | 7,82 | 946 | 3,74 | 50 | 29,90 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:12 | 7,72 | 936 | 3,39 | 46 | 30,40 | 31,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:12 | 7,49 | 954 | 3,67 | 50 | 30,40 | 31,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:12 | 7,68 | 967 | 3,68 | 50 | 30,50 | 31,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:12 | 7,39 | 984 | 3,85 | 52 | 30,70 | 31,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:12 | 7,45 | 963 | 3,29 | 45 | 30,80 | 31,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:12 | 7,69 | 975 | 3,72 | 50 | 30,40 | 31,80 | AGUA TURBIA |
| ENERO 27 DE 2017 | Alicuota 1 | 10:00 | 7,69 | 967 | 3,17 | 43 | 30,80 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:00 | 7,85 | 959 | 3,85 | 53 | 31,70 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:00 | 7,67 | 943 | 3,69 | 51 | 31,40 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:00 | 7,72 | 975 | 3,49 | 48 | 31,70 | 32,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:00 | 7,86 | 968 | 3,85 | 53 | 31,40 | 32,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:00 | 7,69 | 975 | 3,72 | 52 | 31,80 | 32,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:00 | 7,75 | 959 | 3,49 | 48 | 31,30 | 32,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Figura 10-13. Variación de pH. Vertimiento Campo de la Cruz.

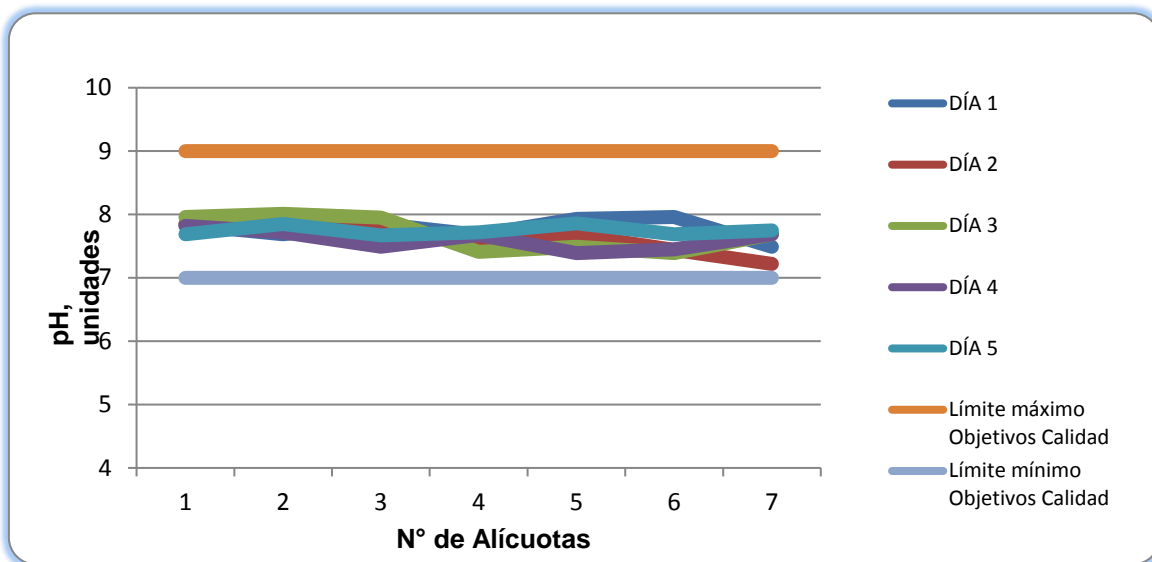


Figura 10-14. Variación de Temperatura. Vertimiento Campo de la Cruz.

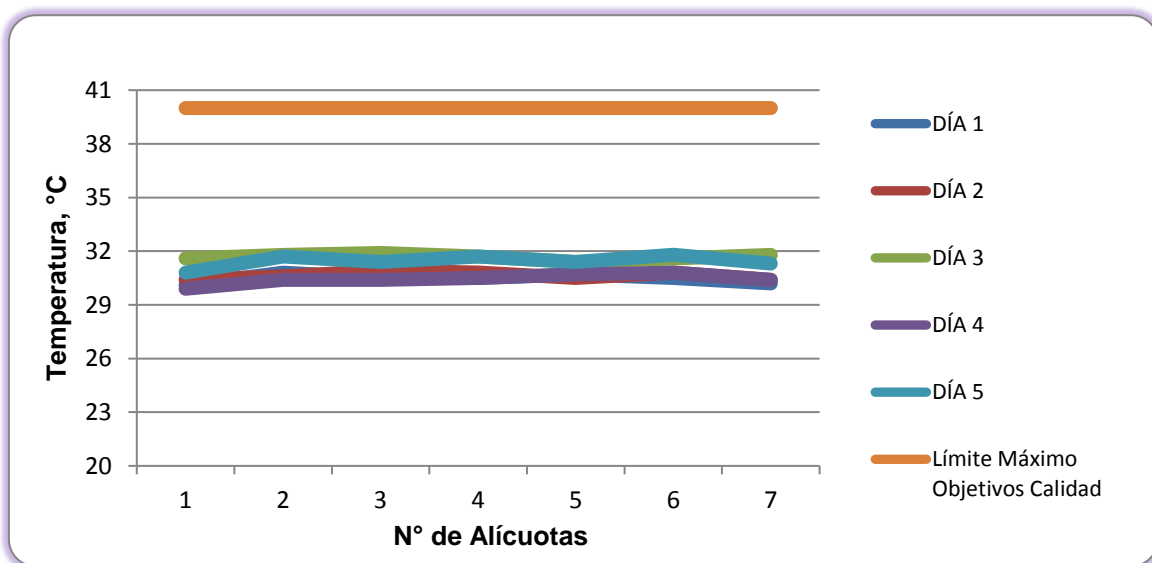


Figura 10-15. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Campo de la Cruz.

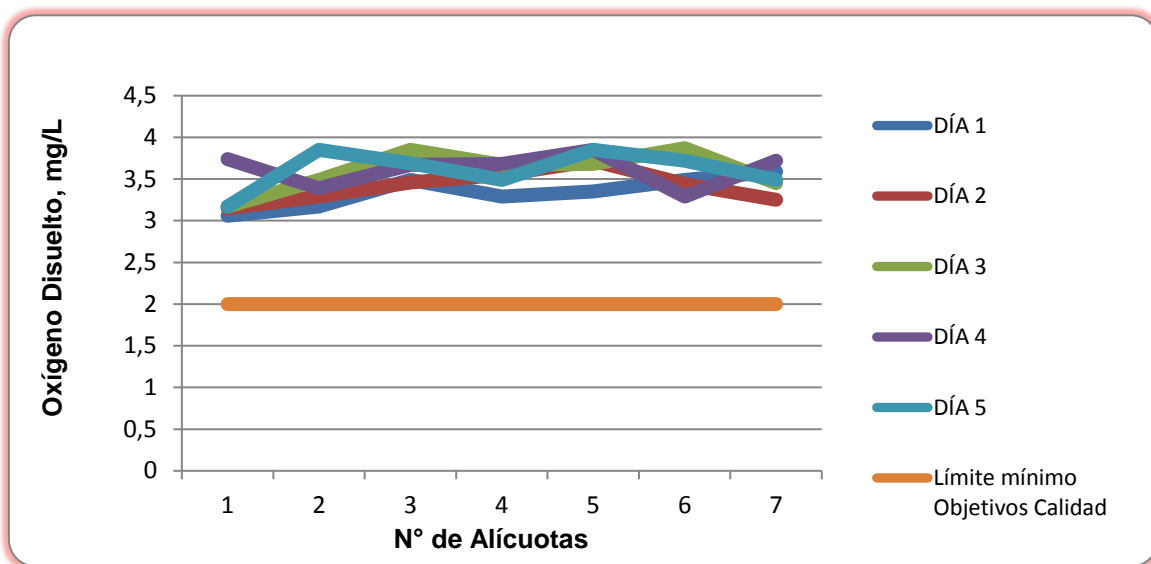
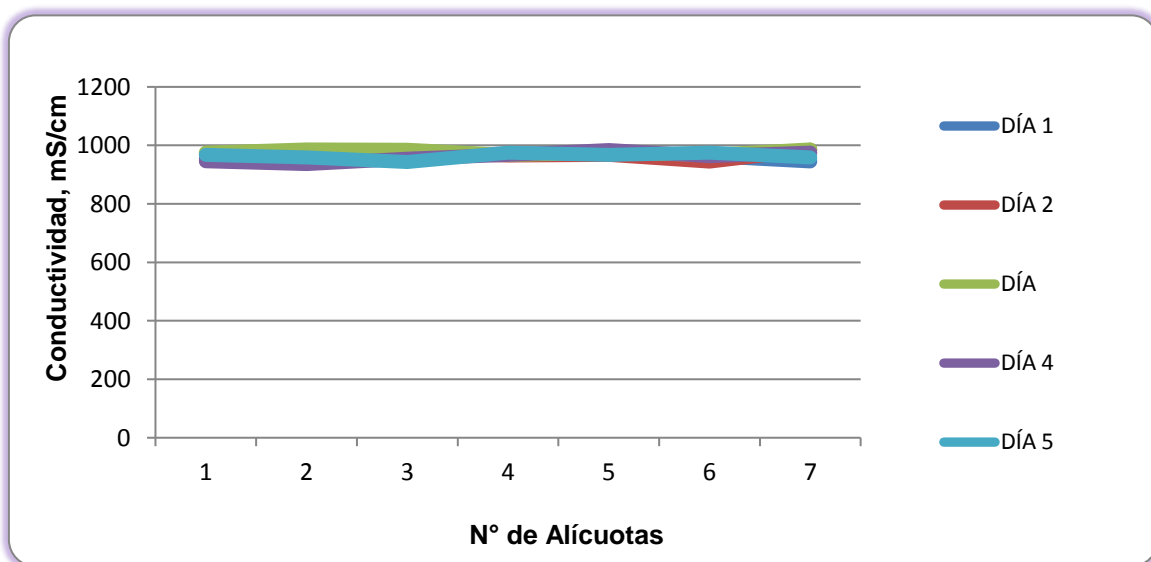


Figura 10-16. Variación de Conductividad. Vertimiento Campo de la Cruz.



10.1.4.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-8, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-8 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Campo de la Cruz.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 24412-1 | 24412-2 | 24412-3 | 24412-4 | 24412-5 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 45,00 | 92,00 | 81,00 | 97,00 | 91,00 | 81,20 |
| DQO | mgO ₂ /L | 100,32 | 185,44 | 173,28 | 197,60 | 191,52 | 169,63 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 23,0 | 39,0 | 19,0 | 26,0 | 34,0 | 28,20 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 2300 | 4900 | 7000 | 3300 | 4700 | -- |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 780 | 1400 | 7000 | 1700 | 2400 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.1.5 Vertimiento Jabonería Tusica

10.1.5.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-9 se presentan los resultados obtenidos en campo para un punto monitoreado.

Tabla 10-9. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Jabonería Tusica

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 16 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:40 | 5,89 | 1143 | 1,50 | 18 | 25,39 | 28,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:40 | 5,87 | 1111 | 1,50 | 19 | 25,59 | 28,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:40 | 5,87 | 1118 | 1,30 | 17 | 27,31 | 28,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:40 | 6,01 | 1128 | 1,30 | 16 | 25,99 | 29,19 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:40 | 6,70 | 1117 | 1,50 | 19 | 25,81 | 31,05 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:40 | 6,11 | 1095 | 1,40 | 17 | 25,88 | 31,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:40 | 6,23 | 1101 | 1,40 | 17 | 25,95 | 30,52 | AGUA TURBIA |
| ENERO 17 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:10 | 6,67 | 1020 | 1,20 | 15 | 26,10 | 28,07 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:10 | 6,66 | 978 | 1,40 | 18 | 26,66 | 28,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:10 | 6,71 | 1022 | 1,50 | 19 | 26,87 | 29,31 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:10 | 6,75 | 1020 | 1,20 | 15 | 26,95 | 29,75 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:10 | 6,80 | 970 | 1,20 | 15 | 26,91 | 32,38 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:10 | 6,85 | 919 | 1,30 | 16 | 26,94 | 32,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:10 | 6,94 | 946 | 1,30 | 17 | 26,97 | 31,40 | AGUA TURBIA |
| ENERO 18 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,50 | 811 | 1,4 | 18 | 27,19 | 26,95 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,53 | 825 | 1,2 | 15 | 27,74 | 27,42 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,64 | 814 | 1,4 | 18 | 27,71 | 29,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,73 | 823 | 1,5 | 19 | 27,89 | 30,85 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,79 | 810 | 1,4 | 18 | 27,91 | 33,73 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,85 | 793 | 1,5 | 19 | 27,83 | 33,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 7,95 | 794 | 1,5 | 19 | 27,84 | 32,25 | AGUA TURBIA |
| ENERO 19 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:10 | 7,78 | 1389 | 1,20 | 15 | 26,88 | 26,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:10 | 8,09 | 1356 | 1,30 | 17 | 27,70 | 28,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:10 | 8,55 | 1209 | 1,20 | 15 | 27,54 | 31,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:10 | 8,70 | 1350 | 1,20 | 16 | 28,00 | 31,99 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:10 | 7,42 | 1394 | 1,10 | 14 | 27,77 | 33,89 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:10 | 7,51 | 1359 | 1,30 | 17 | 27,70 | 33,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:10 | 7,74 | 1338 | 1,10 | 14 | 27,65 | 33,10 | AGUA TURBIA |
| ENERO 20 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:25 | 7,33 | 1220 | 1,30 | 17 | 27,06 | 28,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:25 | 7,41 | 1210 | 1,40 | 18 | 27,57 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:25 | 7,72 | 1202 | 1,20 | 15 | 27,73 | 31,85 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:25 | 7,91 | 1189 | 1,30 | 17 | 27,89 | 33,08 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:25 | 8,22 | 1144 | 1,00 | 13 | 27,89 | 34,31 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:25 | 8,41 | 1114 | 1,10 | 14 | 27,87 | 34,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:25 | 8,51 | 1106 | 1,20 | 16 | 28,04 | 33,90 | AGUA TURBIA |

Figura 10-17. Variación de pH. Vertimiento Jabonería Tusica.

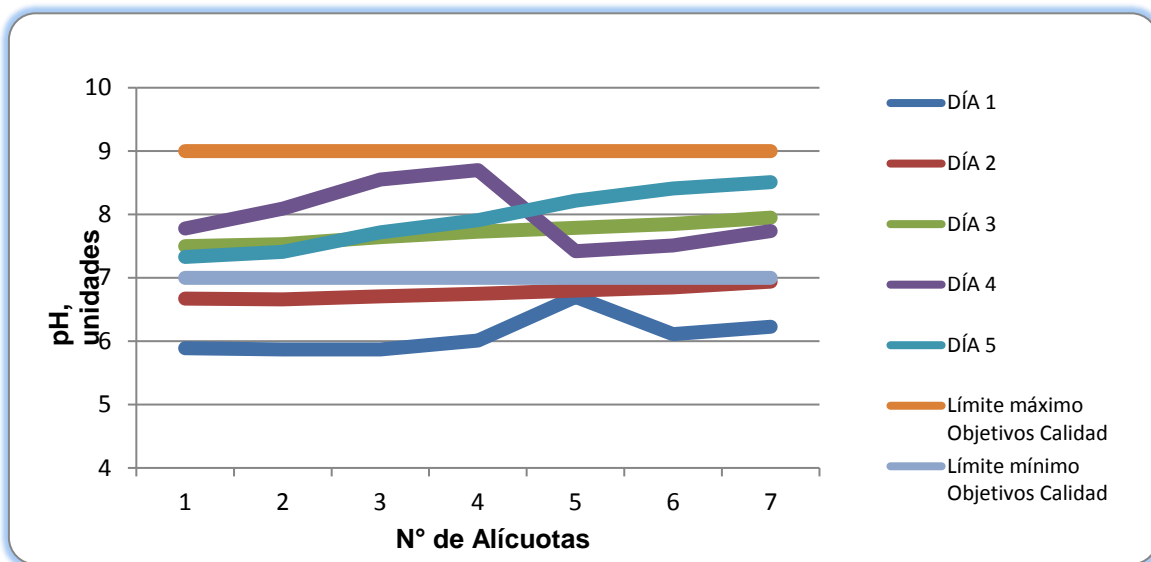


Figura 10-18. Variación de Temperatura. Vertimiento Jabonería Tusica.

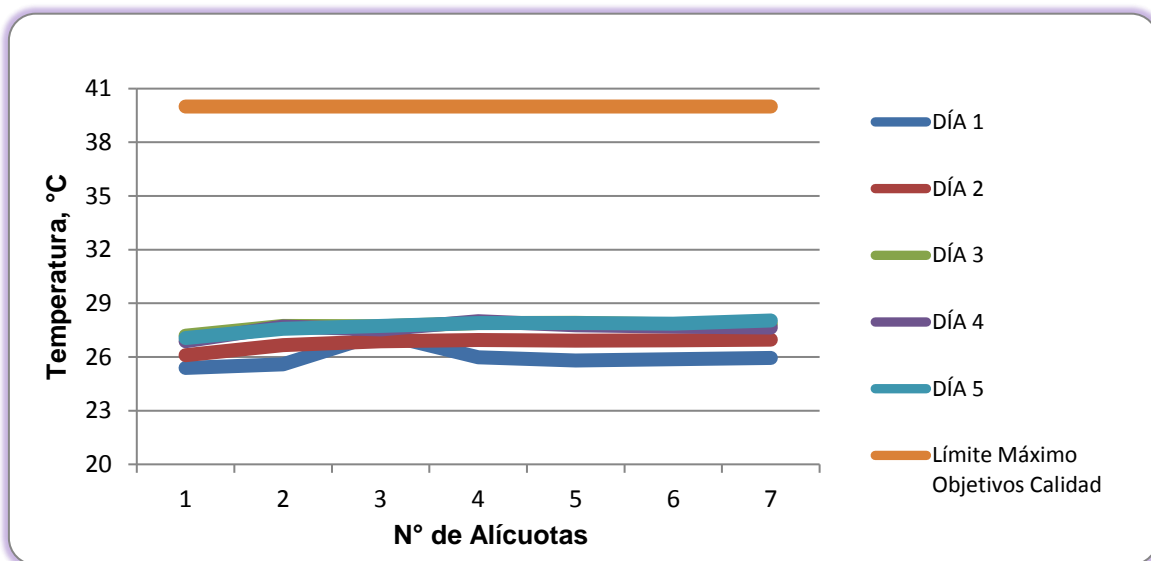


Figura 10-19. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Jabonería Tusica.

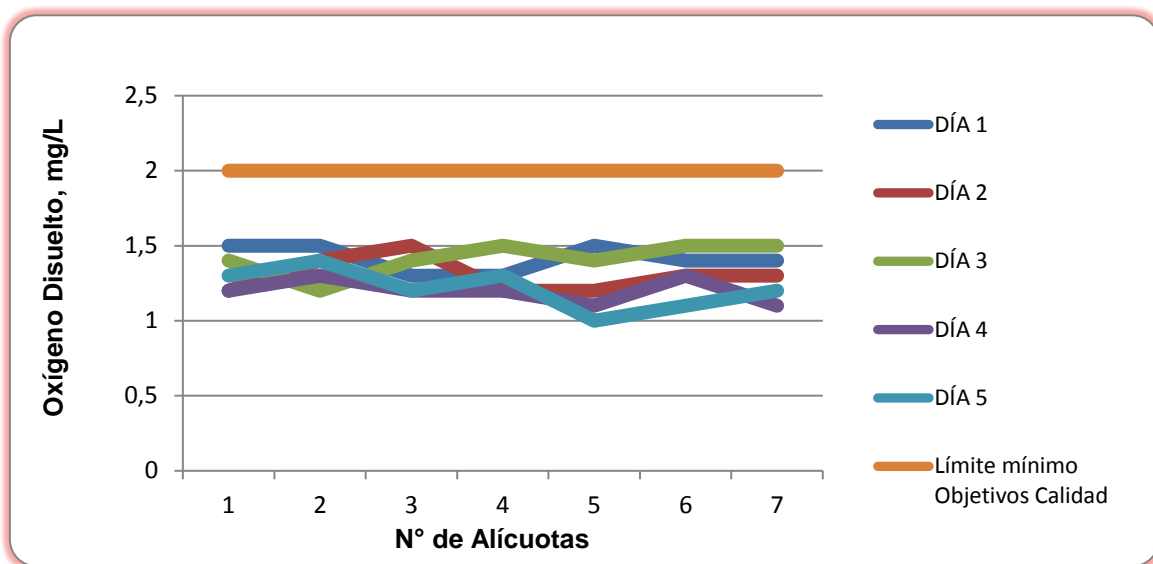
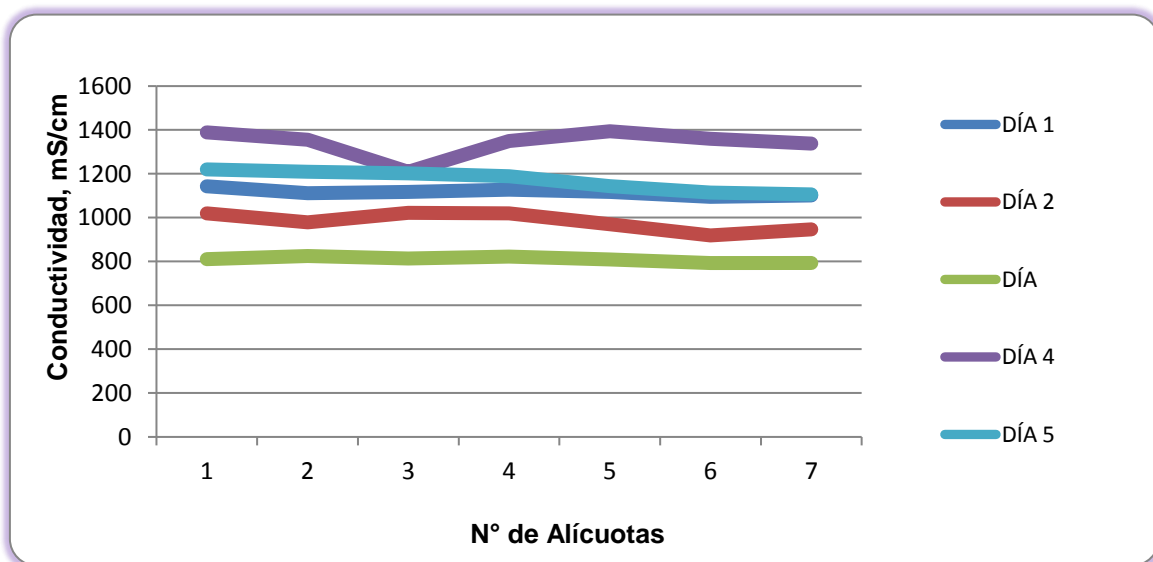


Figura 10-20. Variación de Conductividad. Vertimiento Jabonería Tusica.



10.1.5.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-10, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-10 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Jabonería Tusica.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 24347-1 | 24347-2 | 24347-3 | 24347-4 | 24347-5 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 260,00 | 280,00 | 245,00 | 190,00 | 203,00 | 235,60 |
| DQO | mgO ₂ /L | 866,40 | 912,00 | 790,40 | 608,00 | 684,00 | 772,16 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 95,00 | 125,00 | 70,00 | 83,33 | 85,00 | 91,67 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 1,6E+47 | 1,6E+79 | 1,6E+48 | 1,6E+49 | 1,6E+47 | -- |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 6,2E+45 | 1,6E+46 | 3,7E+46 | 1,6E+49 | 2E+45 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.1.6 Vertimiento Puro Pollo S.A

10.1.6.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-11 se presentan los resultados obtenidos en campo para un punto monitoreado.

Tabla 10-11. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Puro pollo

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S}/\text{cm}$ | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 17 DE 2017 | Alicuota 1 | 18:40 | 7,13 | 1696 | 2,20 | 28 | 27,30 | 26,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 19:40 | 7,21 | 1691 | 2,18 | 28 | 27,70 | 26,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 20:40 | 7,26 | 1688 | 2,13 | 28 | 28,10 | 26,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 21:40 | 7,19 | 1686 | 2,16 | 28 | 28,30 | 26,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 22:40 | 7,28 | 1690 | 2,10 | 27 | 27,60 | 26,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 23:40 | 7,23 | 1687 | 2,17 | 28 | 27,70 | 26,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 00:40 | 7,25 | 1692 | 2,21 | 28 | 27,40 | 26,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 18 DE 2017 | Alicuota 1 | 18:30 | 7,37 | 1681 | 2,18 | 28 | 28,10 | 26,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 19:30 | 7,27 | 1693 | 2,21 | 29 | 28,00 | 26,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 20:30 | 7,31 | 1677 | 2,17 | 28 | 27,80 | 26,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 21:30 | 7,35 | 1676 | 2,15 | 28 | 27,70 | 26,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 22:30 | 7,30 | 1682 | 2,16 | 28 | 28,10 | 26,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 23:30 | 7,29 | 1685 | 2,14 | 28 | 28,00 | 26,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 00:30 | 7,38 | 1682 | 2,12 | 27 | 27,60 | 26,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 19 DE 2017 | Alicuota 1 | 17:30 | 6,89 | 2150 | 1,76 | 23 | 28,50 | 26,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 18:30 | 7,12 | 2086 | 2,03 | 26 | 28,30 | 26,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 19:30 | 7,21 | 2106 | 1,96 | 25 | 27,90 | 26,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 20:30 | 6,98 | 2064 | 1,82 | 23 | 27,80 | 26,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 21:30 | 7,14 | 2057 | 2,03 | 26 | 28,00 | 26,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 22:30 | 7,18 | 2102 | 1,86 | 24 | 28,30 | 26,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 23:30 | 7,21 | 2036 | 1,91 | 25 | 27,90 | 26,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 20 DE 2017 | Alicuota 1 | 17:40 | 7,07 | 2031 | 1,83 | 24 | 29,60 | 26,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 18:40 | 7,06 | 2021 | 2,02 | 27 | 29,10 | 26,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 19:40 | 6,98 | 2019 | 1,76 | 23 | 28,90 | 26,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 20:40 | 7,03 | 2016 | 1,91 | 25 | 29,00 | 26,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 21:40 | 7,08 | 1983 | 1,88 | 25 | 28,60 | 26,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 22:40 | 6,97 | 1991 | 1,93 | 25 | 28,40 | 26,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 23:40 | 7,02 | 2016 | 1,82 | 24 | 28,70 | 26,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 21 DE 2017 | Alicuota 1 | 17:00 | 7,16 | 2019 | 1,92 | 25 | 28,60 | 26,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 18:00 | 7,10 | 2013 | 1,96 | 26 | 28,80 | 26,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 19:00 | 7,09 | 1993 | 2,03 | 26 | 27,90 | 26,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 20:00 | 7,06 | 1998 | 2,06 | 27 | 28,40 | 26,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 21:00 | 7,21 | 2006 | 1,88 | 25 | 28,50 | 26,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 22:00 | 7,14 | 2018 | 1,86 | 24 | 28,10 | 26,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 23:00 | 7,13 | 2023 | 1,95 | 25 | 27,90 | 26,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Figura 10-21. Variación de pH. Vertimiento Puropollo. Punto 1.

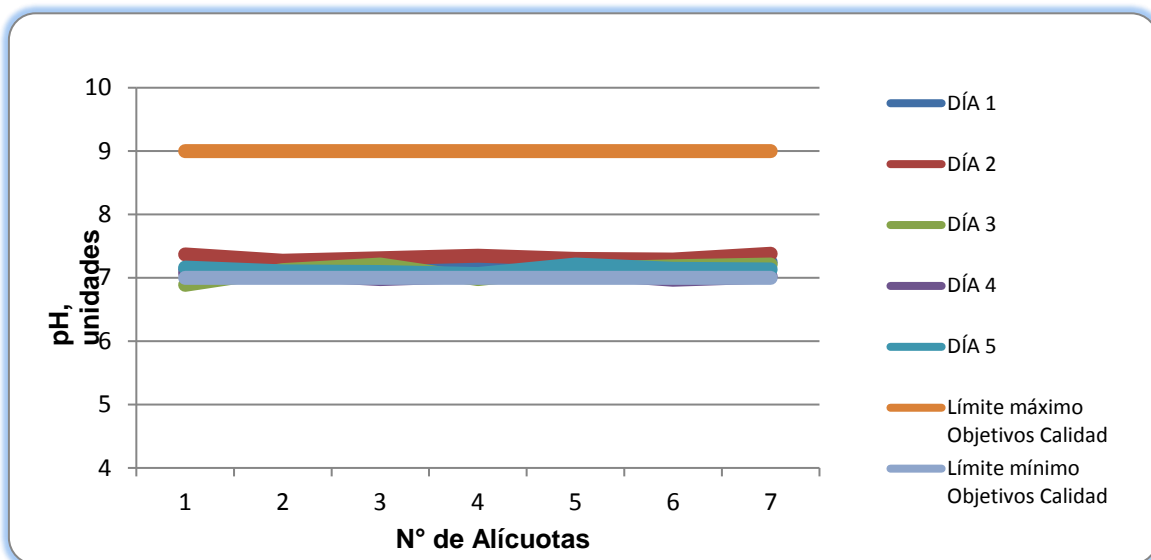


Figura 10-22. Variación de Temperatura. Vertimiento Puropollo. Punto 1.

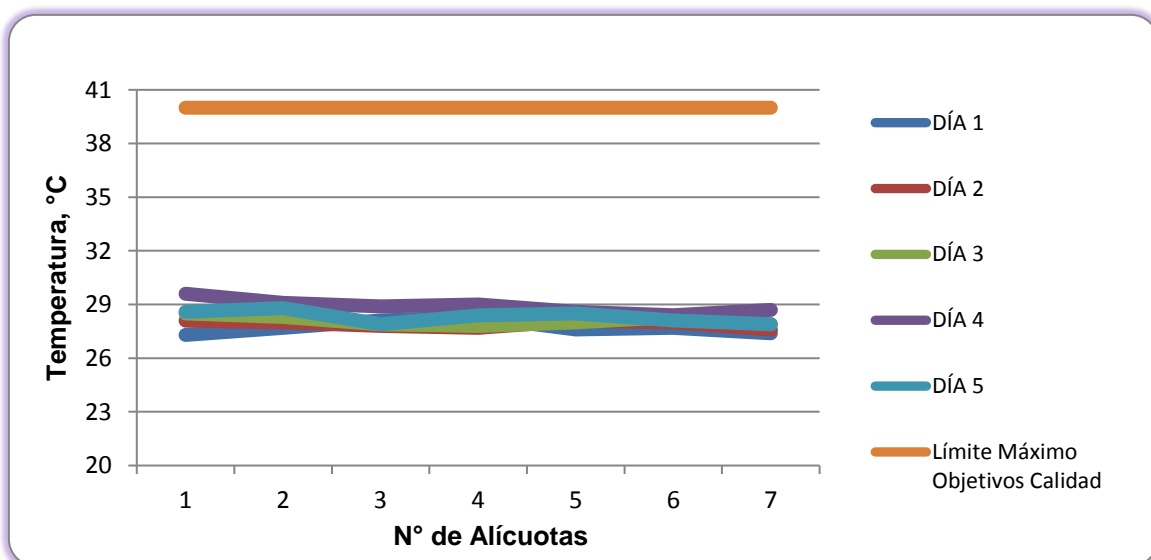


Figura 10-23. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Puropollo. Punto 1.

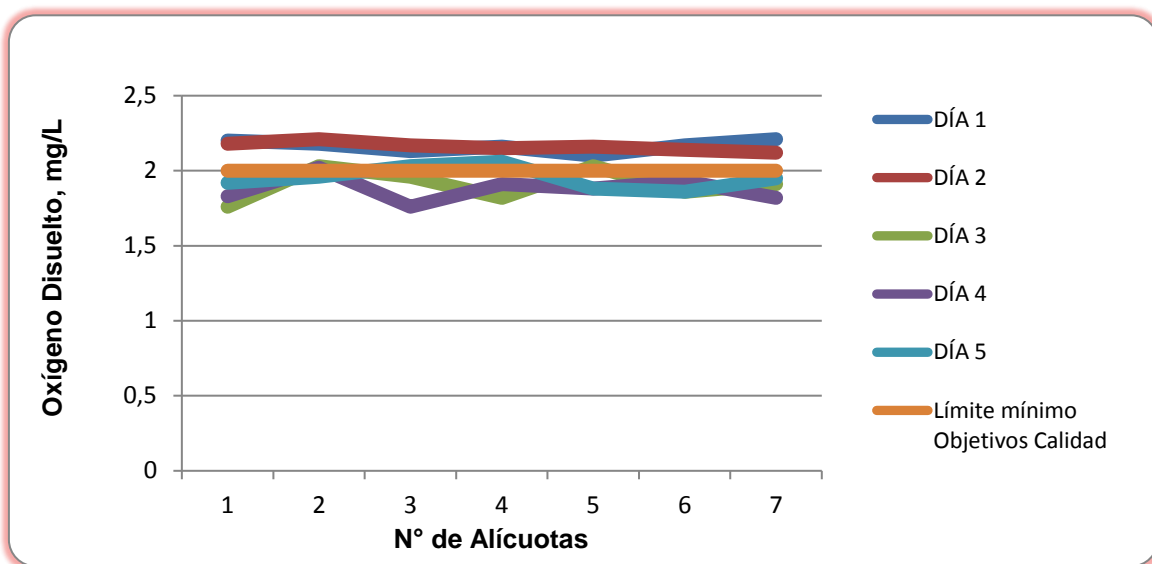
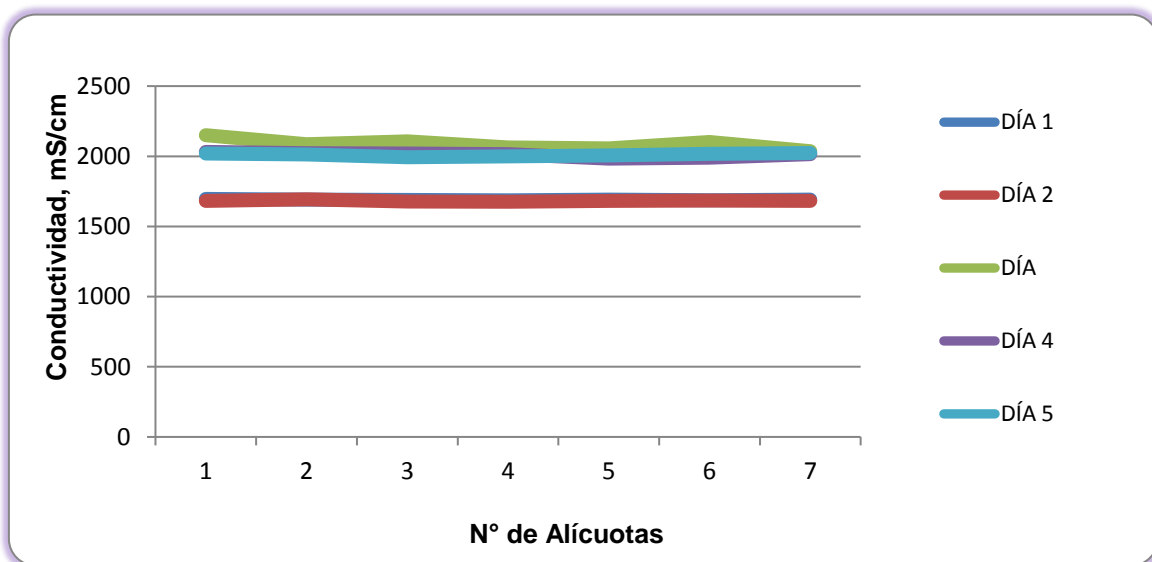


Figura 10-24. Variación de Conductividad. Vertimiento Puropollo. Punto 1.



10.1.6.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-12, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-12 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Puropollo. Punto 1.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 24348-1 | 24348-2 | 24348-3 | 24348-4 | 24348-5 | 24348-6 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 260,00 | 290,00 | 330,00 | 450,00 | 410,00 | 401,00 | 356,83 |
| DQO | mgO ₂ /L | 608,00 | 684,00 | 805,60 | 1094,40 | 927,20 | 942,40 | 843,60 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 114,00 | 98,00 | 194,00 | 340,00 | 346,67 | 341,67 | 239,06 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 5,2E+46 | 3,2E+36 | 4,7E+42 | 5,4E+52 | 3,3E+54 | 2,8E+46 | -- |
| Número más probable de Coliformes fecales | NMP/100mL | 3,1E+46 | 2E+36 | 1,4E+42 | 5,4E+52 | 2,6E+54 | 1,7E+46 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.1.7 Vertimiento Agua residual doméstica Candelaria

10.1.7.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-13 se presentan los resultados obtenidos en campo para un punto monitoreado.

Tabla 10-13. Resultados de Campo. Vertimiento Candelaria

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 23 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:00 | 7,26 | 2365 | 1,28 | 5,40 | 30,20 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 7,25 | 2360 | 1,20 | 5,20 | 30,10 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 7,30 | 2362 | 1,24 | 5,40 | 30,40 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 7,29 | 2359 | 1,22 | 5,30 | 30,60 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 7,21 | 2358 | 1,20 | 5,10 | 30,70 | 31,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 7,24 | 2366 | 1,15 | 5,00 | 30,30 | 31,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 7,22 | 2364 | 1,21 | 5,40 | 30,20 | 31,20 | AGUA TURBIA |
| ENERO 24 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:05 | 7,30 | 2360 | 1,30 | 5,20 | 30,10 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:05 | 7,26 | 2351 | 1,21 | 5,40 | 30,40 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:05 | 7,33 | 2362 | 1,26 | 5,40 | 30,60 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:05 | 7,21 | 2358 | 1,24 | 5,30 | 30,20 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:05 | 7,28 | 2359 | 1,18 | 5,10 | 30,50 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:05 | 7,25 | 2368 | 1,15 | 5,00 | 30,10 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:05 | 7,20 | 2360 | 1,21 | 5,20 | 30,10 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| ENERO 25 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:10 | 6,92 | 680 | 3,71 | 51,03 | 31,20 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:10 | 6,90 | 688 | 3,77 | 52,06 | 31,40 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:10 | 6,99 | 684 | 3,79 | 51,94 | 31,00 | 31,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:10 | 7,00 | 690 | 3,70 | 51,19 | 31,50 | 31,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:10 | 7,02 | 692 | 3,74 | 52,24 | 32,00 | 32,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:10 | 6,94 | 690 | 3,81 | 53,84 | 32,60 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:10 | 6,96 | 681 | 3,88 | 54,30 | 32,10 | 32,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 26 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:50 | 6,90 | 688 | 3,72 | 50,98 | 31,00 | 31,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:50 | 6,88 | 690 | 3,70 | 50,90 | 31,20 | 31,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:50 | 7,02 | 694 | 3,66 | 50,15 | 31,00 | 31,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:50 | 7,01 | 686 | 3,69 | 51,34 | 31,80 | 31,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:50 | 6,98 | 692 | 3,77 | 52,76 | 32,10 | 32,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:50 | 6,96 | 698 | 3,78 | 53,21 | 32,40 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:50 | 6,89 | 686 | 3,71 | 51,62 | 31,80 | 32,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 27 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:15 | 6,97 | 689 | 3,78 | 52,29 | 31,50 | 30,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:15 | 7,00 | 688 | 3,70 | 51,19 | 31,50 | 30,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:15 | 6,92 | 680 | 3,81 | 53,22 | 32,00 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:15 | 7,02 | 691 | 3,79 | 53,35 | 32,40 | 31,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:15 | 6,99 | 687 | 3,80 | 53,18 | 32,10 | 31,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:15 | 6,94 | 688 | 3,74 | 52,04 | 31,80 | 30,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 13:15 | 6,91 | 685 | 3,75 | 51,68 | 31,30 | 30,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Figura 10-25. Variación de pH. Vertimiento Candelaria.

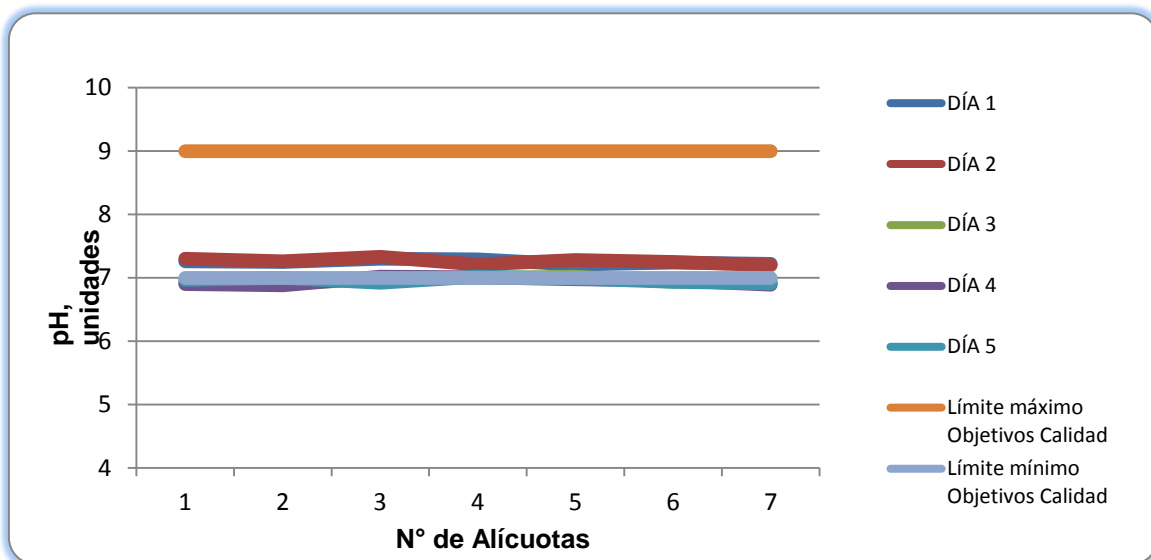


Figura 10-26. Variación de Temperatura. Vertimiento Candelaria.

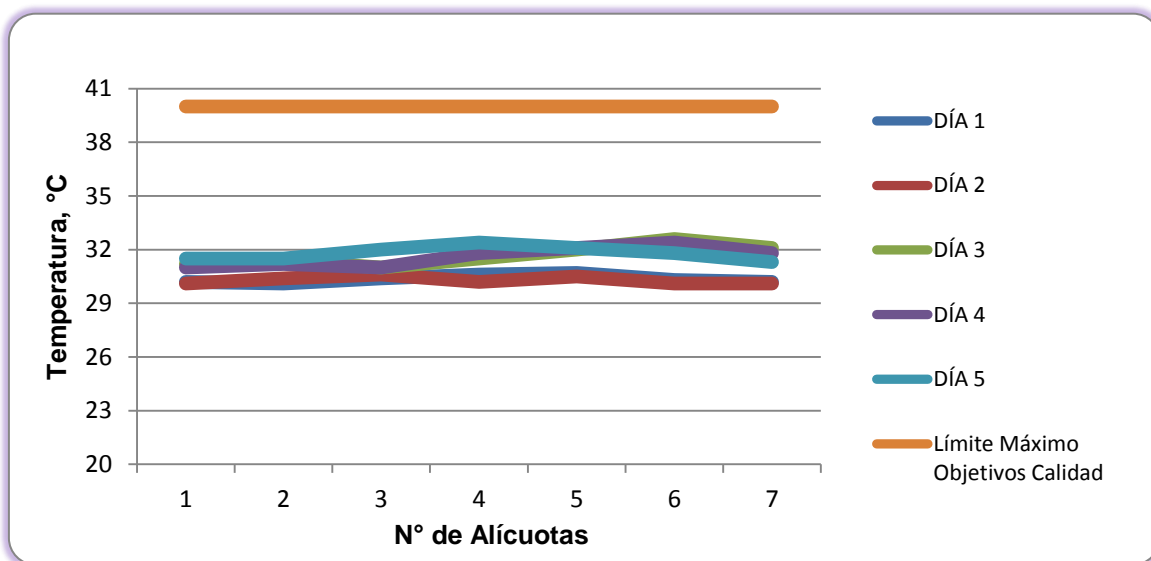


Figura 10-27. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Candelaria.

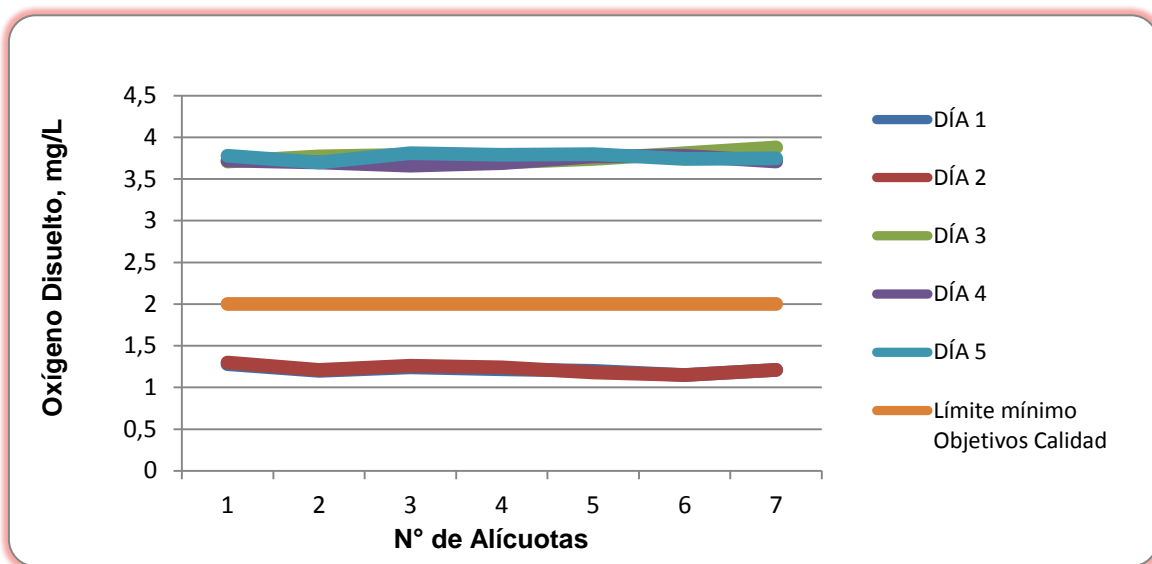
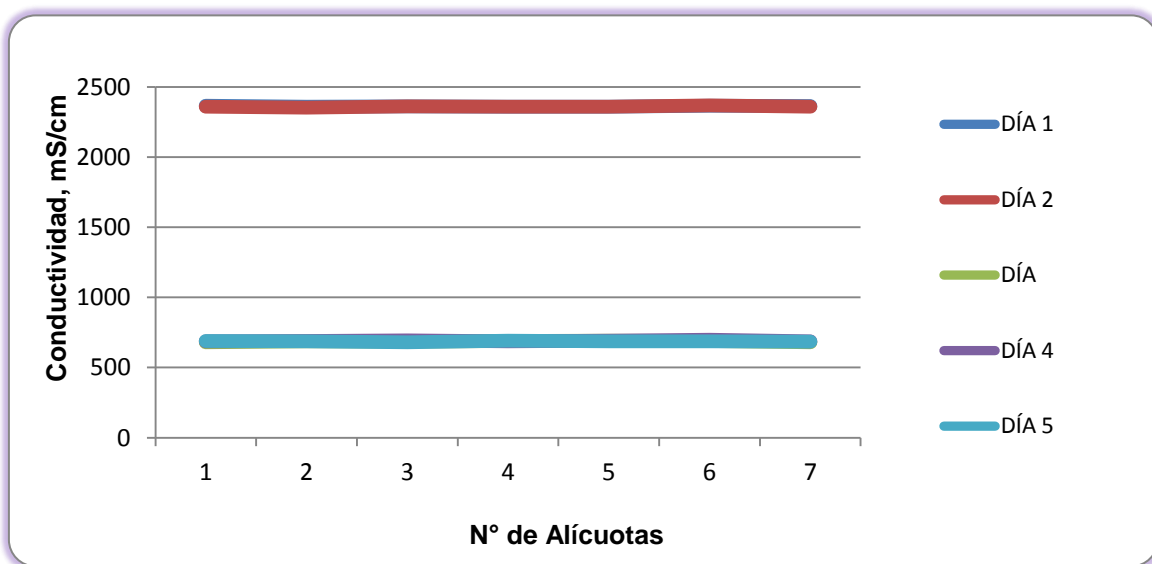


Figura 10-28. Variación de Conductividad. Vertimiento Candelaria.



10.1.7.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-14, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-14 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Candelaria.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 24411-1 | 24411-2 | 24411-3 | 24411-4 | 24411-5 | 24411-6 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 180,00 | 101,00 | 92,00 | 84,00 | 85,00 | 93,00 | 105,83 |
| DQO | mgO ₂ /L | 370,88 | 206,72 | 188,48 | 173,28 | 182,40 | 188,48 | 218,37 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 70,00 | 60,00 | 48,00 | 36,00 | 36,00 | 34,00 | 47,33 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 1,1E+23 | 1,4E+22 | 2,8E+25 | 2E+25 | 5,4E+27 | 1,8E+25 | -- |
| Número más probable de Coliformes fecales | NMP/100mL | 2,6E+22 | 1,4E+21 | 2,8E+25 | 1,7E+25 | 2600000 | 1,8E+25 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.1.8 Vertimiento Villa Olímpica-PTAR Galapa

10.1.8.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-15 se presentan los resultados obtenidos en campo para un punto monitoreado.

Tabla 10-15. Resultados de Campo. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|--------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 30 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:20 | 7,10 | 721 | 4,71 | 63,35 | 30,02 | 30,98 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:20 | 7,09 | 726 | 4,62 | 62,30 | 30,15 | 31,19 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:20 | 7,21 | 730 | 4,65 | 62,76 | 30,20 | 31,22 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:20 | 7,13 | 720 | 3,99 | 53,81 | 30,16 | 31,78 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:20 | 7,20 | 319 | 3,78 | 50,99 | 30,17 | 32,02 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:20 | 7,16 | 715 | 4,09 | 55,22 | 30,22 | 32,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:20 | 7,15 | 732 | 4,50 | 60,75 | 30,21 | 31,74 | AGUA TURBIA |
| ENERO 31 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:02 | 7,96 | 1376 | 5,10 | 68,57 | 30,00 | 30,97 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:02 | 7,78 | 1370 | 5,13 | 69,17 | 30,15 | 30,99 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:02 | 7,86 | 1371 | 4,99 | 67,31 | 30,17 | 30,96 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:02 | 7,80 | 1365 | 4,86 | 65,54 | 30,16 | 31,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:02 | 7,61 | 1367 | 5,22 | 70,55 | 30,27 | 31,19 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:02 | 7,77 | 1369 | 5,27 | 71,11 | 30,19 | 31,52 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:02 | 7,79 | 1357 | 5,31 | 71,54 | 30,11 | 31,79 | AGUA TURBIA |
| FEBRERO 01 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:54 | 8,15 | 919 | 5,40 | 72,02 | 29,51 | 30,75 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:54 | 7,93 | 913 | 5,63 | 88,31 | 29,50 | 30,83 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:54 | 7,95 | 915 | 5,21 | 69,56 | 29,63 | 30,87 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:54 | 7,79 | 920 | 5,33 | 71,68 | 30,01 | 30,99 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:54 | 8,20 | 911 | 5,42 | 73,01 | 30,10 | 31,12 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:54 | 8,23 | 917 | 5,19 | 69,97 | 30,14 | 31,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:54 | 8,10 | 912 | 5,25 | 70,74 | 30,11 | 31,22 | AGUA TURBIA |
| FEBRERO 02 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:15 | 8,05 | 827 | 5,27 | 70,54 | 29,76 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:15 | 7,76 | 820 | 5,21 | 69,76 | 29,78 | 30,79 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:15 | 7,87 | 832 | 5,47 | 73,69 | 30,10 | 30,84 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:15 | 7,93 | 837 | 5,10 | 68,66 | 30,07 | 30,97 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:15 | 7,65 | 834 | 5,07 | 68,44 | 30,21 | 31,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:15 | 7,98 | 847 | 4,87 | 65,62 | 30,11 | 31,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:15 | 7,96 | 821 | 4,95 | 66,78 | 30,18 | 30,99 | AGUA TURBIA |
| FEBRERO 03 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:00 | 8,17 | 1065 | 6,01 | 81,16 | 30,23 | 30,77 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 7,20 | 976 | 4,31 | 54,30 | 30,32 | 30,87 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 6,78 | 983 | 4,13 | 55,96 | 30,41 | 30,95 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 6,79 | 969 | 3,67 | 49,79 | 30,47 | 31,21 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 6,83 | 987 | 3,71 | 50,52 | 30,67 | 31,23 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 6,67 | 968 | 4,05 | 54,99 | 30,52 | 31,37 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 6,77 | 998 | 4,93 | 67,20 | 30,72 | 31,00 | AGUA TURBIA |

Figura 10-29. Variación de pH. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa. Punto 1.

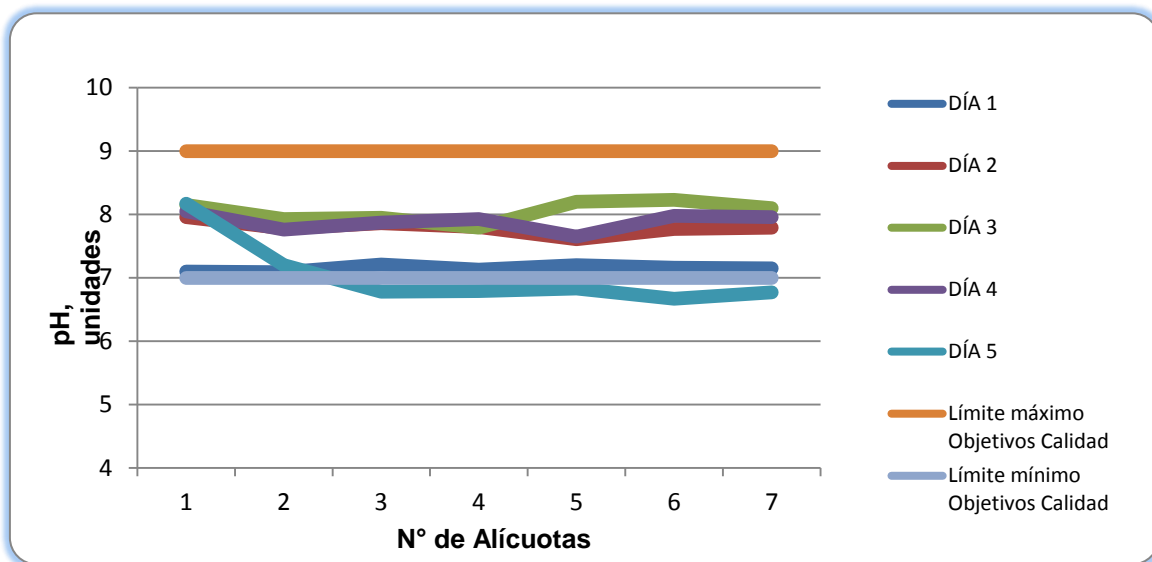


Figura 10-30. Variación de Temperatura. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa. Punto 1.

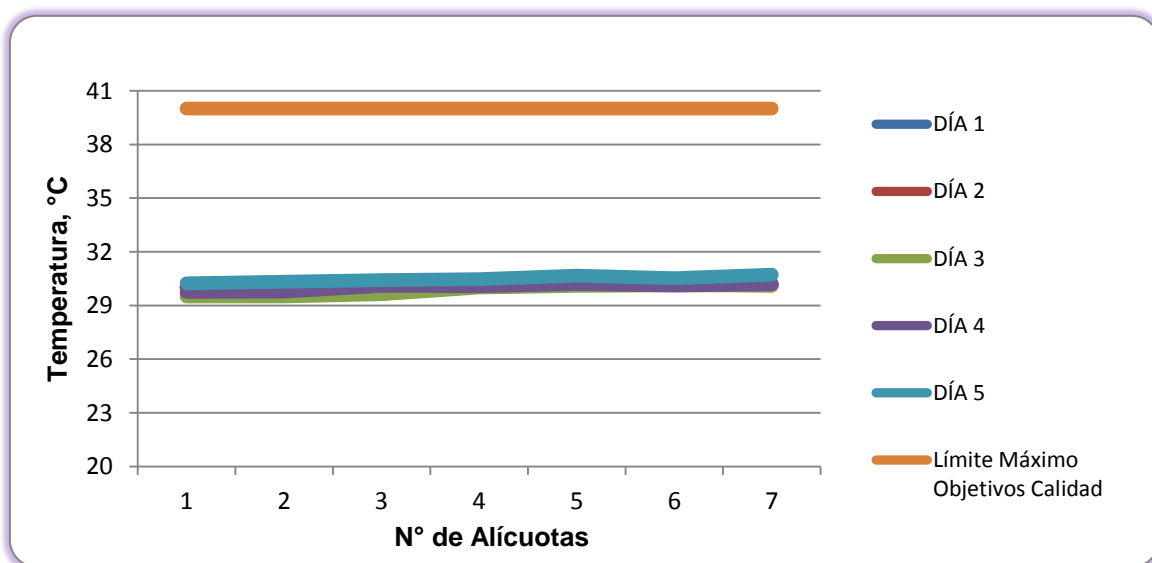


Figura 10-31. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa. Punto 1

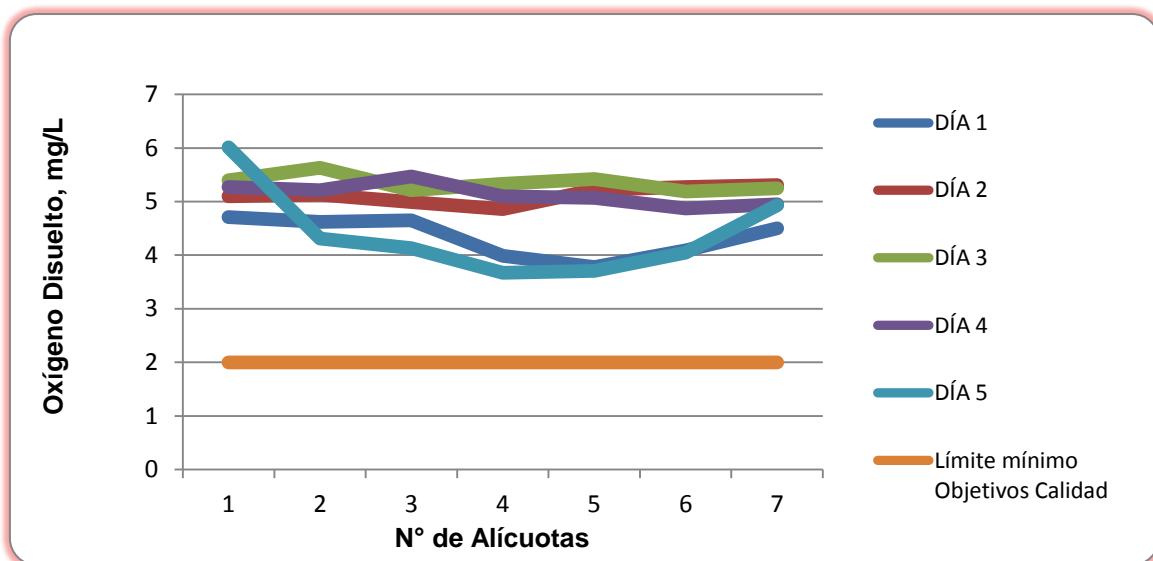
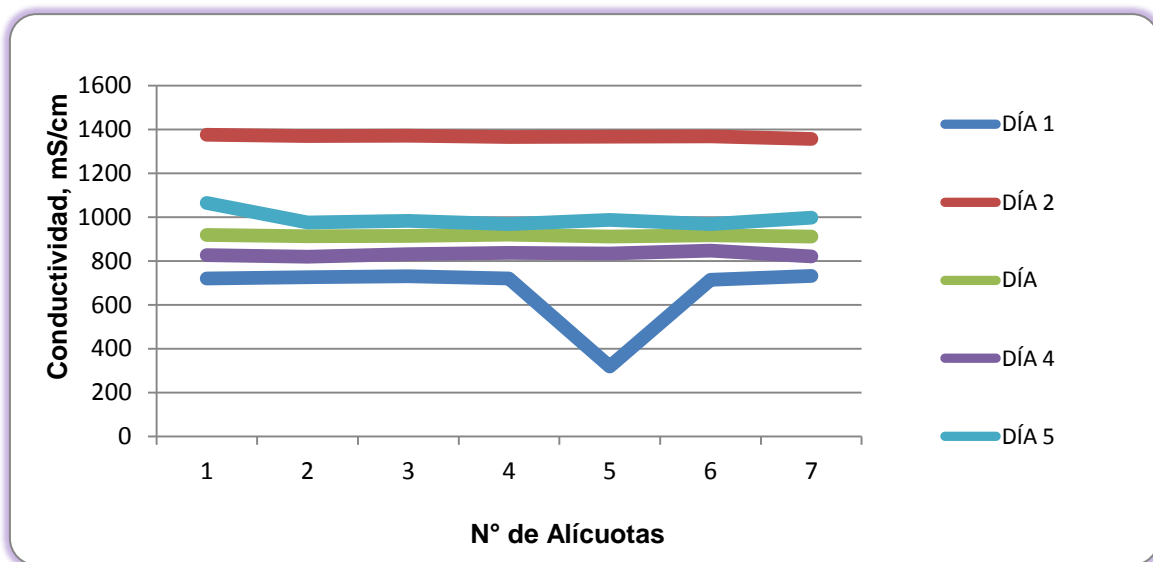


Figura 10-32. Variación de Conductividad. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa. Punto 1.



10.1.8.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-16, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-16 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 24444-1 | 24444-2 | 24444-3 | 24444-4 | 24444-5 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 119,00 | 97,00 | 99,00 | 115,00 | 108,00 | 107,60 |
| DQO | mgO ₂ /L | 258,40 | 212,80 | 218,88 | 249,28 | 234,08 | 234,69 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 115,00 | 142,00 | 58,00 | 51,00 | 300,00 | 133,20 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 1,8E+15 | 9,5E+17 | 9,2E+21 | 2,2E+24 | 9,5E+25 | -- |
| Número más probable de Coliformes fecales | NMP/100mL | 1,8E+15 | 2,6E+17 | 5,4E+21 | 2,4E+23 | 3,3E+25 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.1.9 Vertimiento Agua residual doméstica Santa Lucía

10.1.9.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-17 se presentan los resultados obtenidos en campo para un punto monitoreado.

Tabla 10-17. Resultados de Campo. Vertimiento Santa Lucía

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ENERO 23 DE 2017 | Alicuota 1 | 10:05 | 7,04 | 539 | 1,87 | 25,92 | 31,60 | 33,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:05 | 7,06 | 549 | 1,76 | 24,49 | 31,80 | 33,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:05 | 7,12 | 556 | 2,01 | 28,13 | 32,10 | 33,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:05 | 7,03 | 543 | 1,83 | 25,71 | 32,30 | 33,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:05 | 7,08 | 551 | 1,76 | 24,58 | 32,00 | 32,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:05 | 7,12 | 539 | 1,73 | 24,07 | 31,80 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:05 | 7,15 | 546 | 1,78 | 24,72 | 31,70 | 32,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 24 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:20 | 7,16 | 553 | 1,82 | 25,28 | 31,70 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:20 | 7,21 | 561 | 1,69 | 23,47 | 31,70 | 32,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:20 | 7,18 | 553 | 1,74 | 24,26 | 31,90 | 33,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:20 | 7,11 | 560 | 1,63 | 22,86 | 32,20 | 33,00 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:20 | 7,09 | 549 | 1,71 | 24,12 | 32,50 | 32,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:20 | 7,15 | 551 | 1,68 | 23,65 | 32,40 | 32,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:20 | 7,22 | 564 | 1,74 | 24,40 | 32,20 | 32,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 25 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:15 | 7,09 | 633 | 1,84 | 25,02 | 30,60 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:15 | 7,15 | 646 | 1,93 | 26,35 | 30,80 | 32,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:15 | 7,16 | 703 | 1,86 | 25,54 | 31,10 | 32,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:15 | 7,07 | 694 | 1,94 | 26,74 | 31,30 | 32,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:15 | 7,18 | 686 | 2,01 | 27,65 | 31,20 | 32,80 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:15 | 7,13 | 673 | 1,76 | 24,07 | 30,90 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:15 | 7,17 | 675 | 1,82 | 24,75 | 30,60 | 32,30 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 26 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:50 | 7,19 | 684 | 2,04 | 28,33 | 31,70 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:50 | 7,13 | 677 | 1,96 | 27,43 | 32,10 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:50 | 7,12 | 681 | 1,87 | 26,27 | 32,30 | 32,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:50 | 7,09 | 653 | 1,81 | 25,43 | 32,30 | 33,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:50 | 7,07 | 647 | 1,93 | 27,01 | 32,10 | 33,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:50 | 7,12 | 633 | 1,82 | 25,28 | 31,70 | 32,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:50 | 7,15 | 671 | 1,79 | 24,76 | 31,50 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| ENERO 27 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:20 | 7,17 | 639 | 2,03 | 27,76 | 30,90 | 31,70 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:20 | 7,21 | 647 | 1,91 | 26,32 | 31,30 | 31,90 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:20 | 7,16 | 656 | 1,86 | 25,73 | 31,50 | 32,10 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:20 | 7,09 | 649 | 1,82 | 25,23 | 31,60 | 32,40 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:20 | 7,13 | 663 | 1,84 | 25,50 | 31,60 | 32,60 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:20 | 7,18 | 672 | 1,93 | 26,65 | 31,40 | 32,50 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:20 | 7,16 | 681 | 1,76 | 24,12 | 31,00 | 32,20 | AGUA LIGERAMENTE TURBIA |

Figura 10-33. Variación de pH. Vertimiento Santa Lucia.

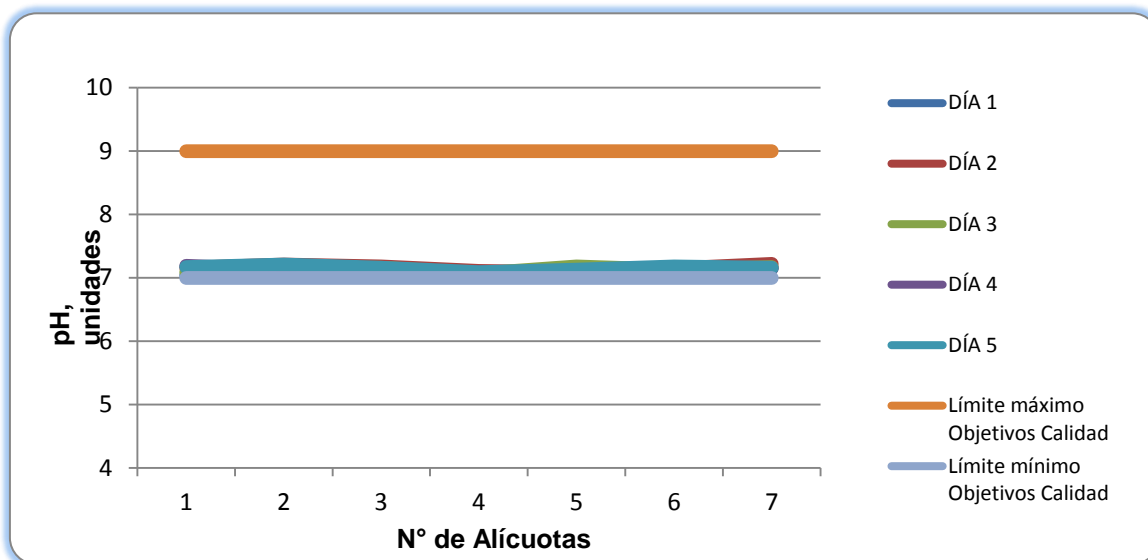


Figura 10-34. Variación de Temperatura. Vertimiento Santa Lucia. Punto 1.

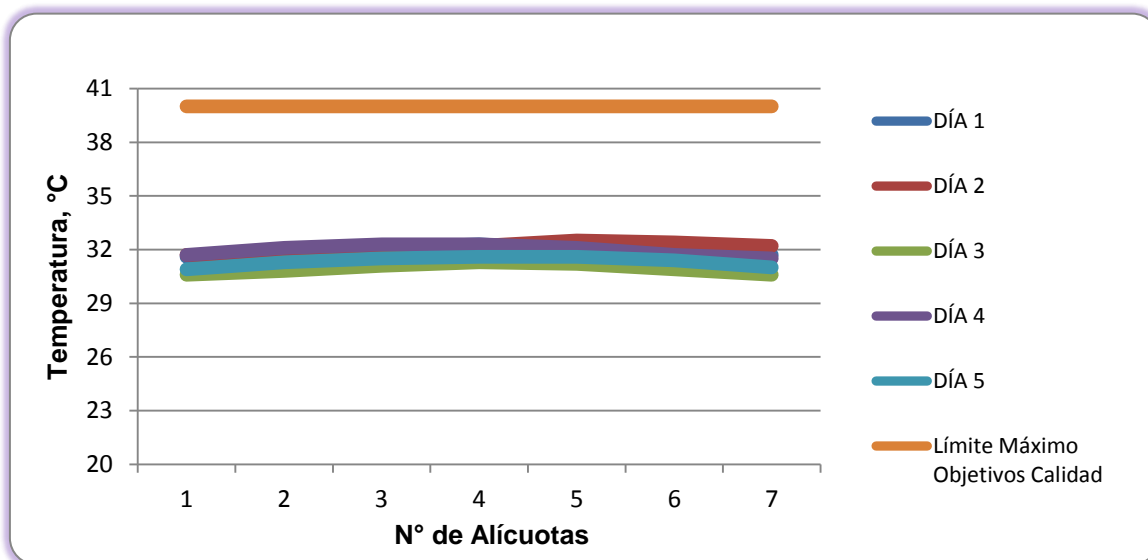


Figura 10-35. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Santa Lucia. Punto 1

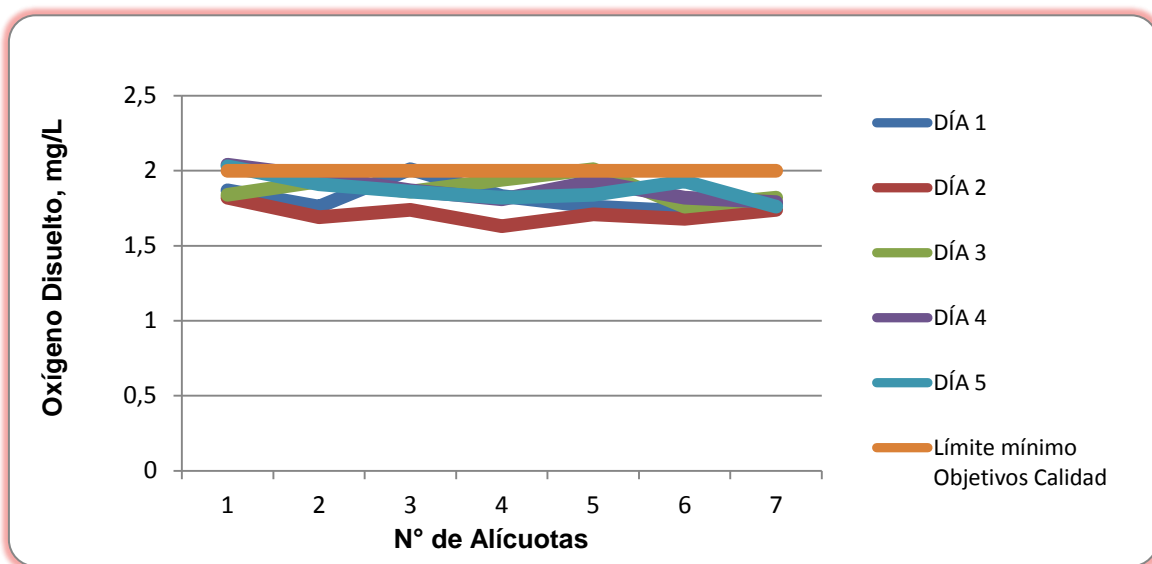
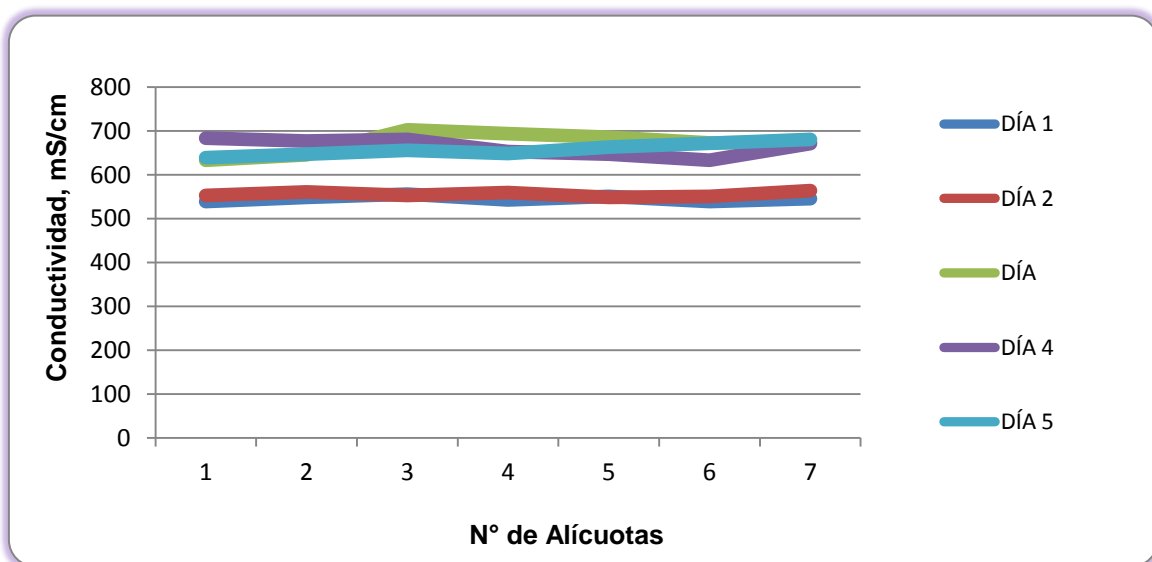


Figura 10-36. Variación de Conductividad. Vertimiento Santa Lucia. Punto 1.



10.1.9.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-18, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, sulfatos, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-18 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Santa Lucía.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 24410-1 | 24410-2 | 24410-3 | 24410-4 | 24410-5 | 24410-6 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 65,00 | 70,00 | 140,00 | 88,00 | 91,00 | 95,00 | 91,50 |
| DQO | mgO ₂ /L | 136,80 | 150,48 | 294,88 | 182,40 | 197,60 | 200,64 | 193,80 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 51,00 | 50,00 | 41,00 | 37,00 | 38,00 | 38,00 | 42,50 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 1,6E+49 | 9,2E+54 | 1,6E+53 | 9,2E+51 | 3,5E+56 | 1,6E+57 | -- |
| Número más probable de Coliformes fecales | NMP/100mL | 1,6E+49 | 5,4E+54 | 350 | 5,4E+51 | 3,5E+56 | 9,2E+56 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.1.10 Vertimiento C.I. Curtiembre del Caribe

10.1.10.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-19 se presentan los resultados obtenidos en campo para un punto monitoreado.

Tabla 10-19. Resultados de Campo. Vertimiento C.I. Curtiembres del Caribe

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 17 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:00 | 7,96 | 16,22 | 2,19 | 27,62 | 26,60 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 7,92 | 16,12 | 2,30 | 29,11 | 26,80 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 8,01 | 15,89 | 2,31 | 31,06 | 30,00 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 8,04 | 15,92 | 2,19 | 28,57 | 28,40 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 7,99 | 16,10 | 2,19 | 28,14 | 27,60 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 7,98 | 16,20 | 2,26 | 29,15 | 27,80 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 7,95 | 16,16 | 2,20 | 27,90 | 26,90 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| ENERO 18 DE 2017 | Alicuota 1 | 10:00 | 7,92 | 16,26 | 2,29 | 29,99 | 28,60 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:00 | 8,01 | 15,84 | 2,31 | 30,14 | 28,40 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:00 | 7,94 | 15,96 | 2,28 | 30,03 | 28,90 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:00 | 8,15 | 16,02 | 2,31 | 30,54 | 29,10 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:00 | 8,10 | 16,12 | 2,30 | 30,35 | 29,00 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:00 | 7,94 | 16,20 | 2,29 | 30,21 | 29,00 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:00 | 7,08 | 15,36 | 2,34 | 31,05 | 29,30 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| ENERO 19 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:30 | 7,92 | 15,26 | 2,92 | 37,38 | 27,40 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:30 | 7,96 | 15,20 | 2,94 | 37,78 | 27,60 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:30 | 7,80 | 15,31 | 2,86 | 36,68 | 27,50 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:30 | 8,01 | 16,02 | 2,93 | 38,22 | 28,40 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:30 | 8,09 | 16,12 | 2,91 | 38,32 | 28,90 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:30 | 7,84 | 16,24 | 2,99 | 39,52 | 29,10 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:30 | 7,99 | 15,89 | 2,89 | 38,49 | 29,50 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| ENERO 20 DE 2017 | Alicuota 1 | 11:00 | 8,02 | 16,15 | 2,24 | 29,22 | 28,40 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:00 | 8,09 | 16,10 | 2,19 | 28,46 | 28,20 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:00 | 8,15 | 16,04 | 2,30 | 30,40 | 29,10 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:00 | 7,94 | 16,12 | 2,21 | 29,16 | 29,00 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:00 | 7,99 | 16,09 | 2,28 | 30,20 | 29,20 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:00 | 8,00 | 16,20 | 2,15 | 28,96 | 30,10 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:00 | 8,17 | 16,18 | 2,18 | 29,53 | 30,40 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| ENERO 21 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:00 | 8,01 | 16,24 | 3,26 | 42,69 | 28,60 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 8,21 | 16,21 | 3,20 | 42,14 | 28,90 | 3,08 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 8,09 | 15,89 | 3,18 | 42,92 | 30,20 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 8,16 | 15,99 | 3,15 | 42,68 | 30,40 | 31,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 8,11 | 16,20 | 3,18 | 42,84 | 30,10 | 31,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 8,00 | 16,18 | 3,21 | 43,57 | 30,50 | 31,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 8,21 | 16,22 | 3,24 | 44,31 | 30,90 | 31,80 | AGUA TURBIA |

Figura 10-37. Variación de pH. Vertimiento C.I. Curtiembre del Caribe.

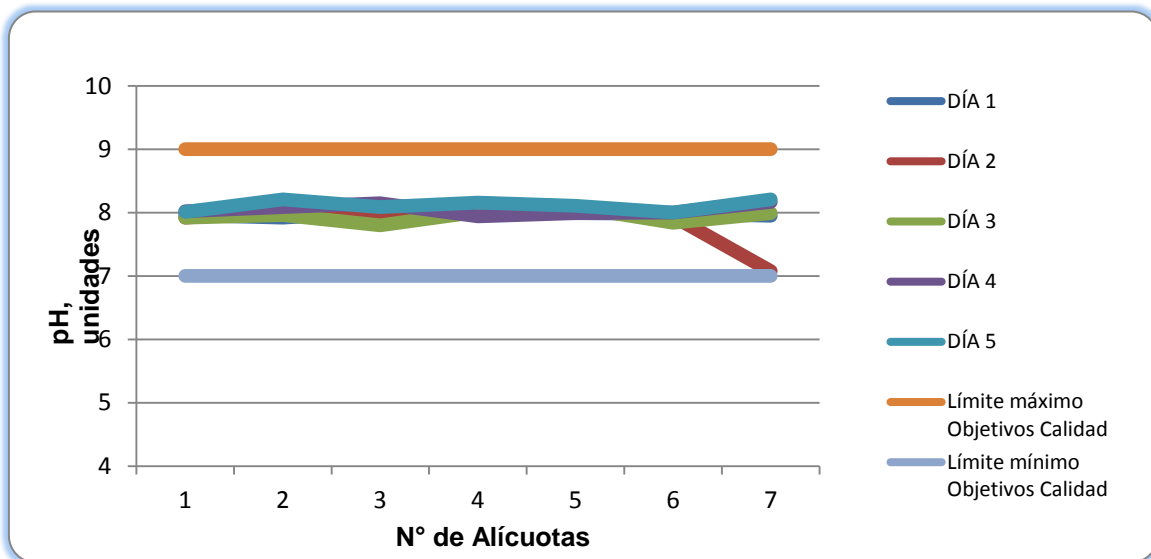


Figura 10-38. Variación de Temperatura. Vertimiento C.I. Curtiembre del Caribe.

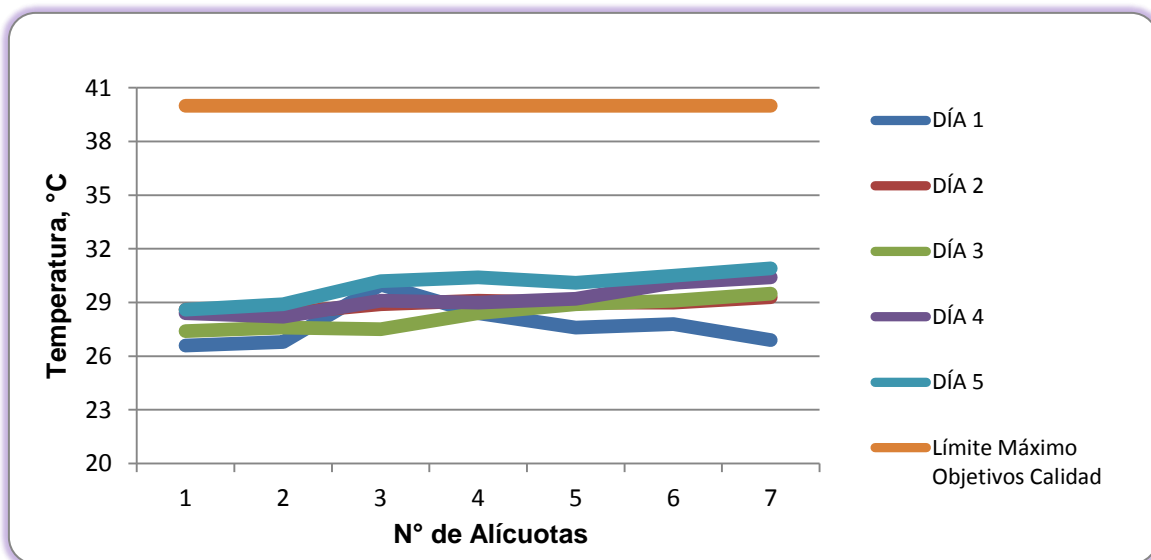


Figura 10-39. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento C.I. Curtiembre del Caribe.

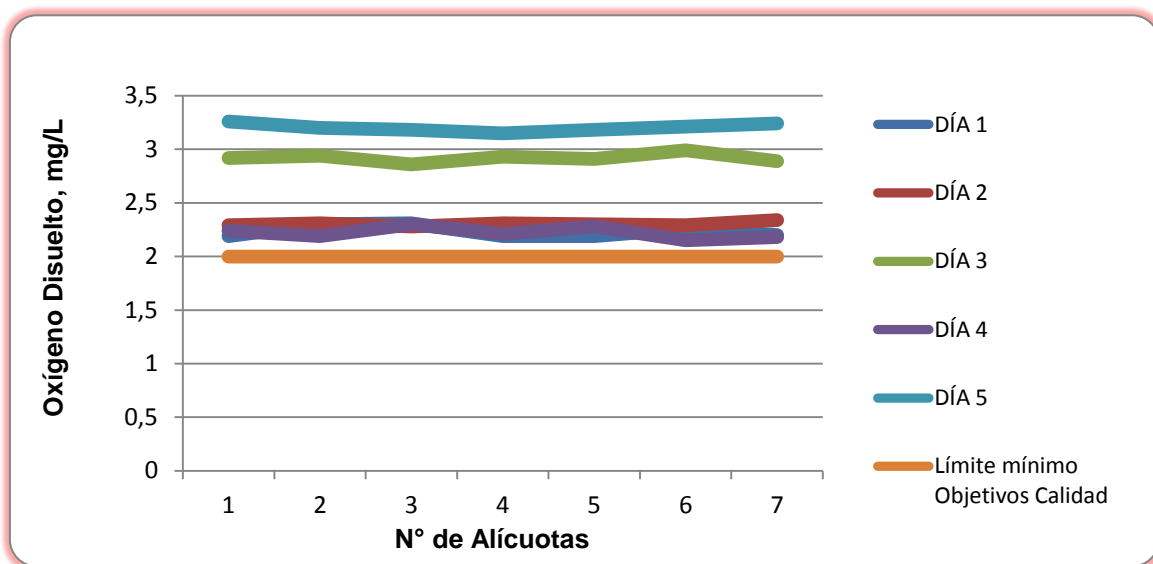
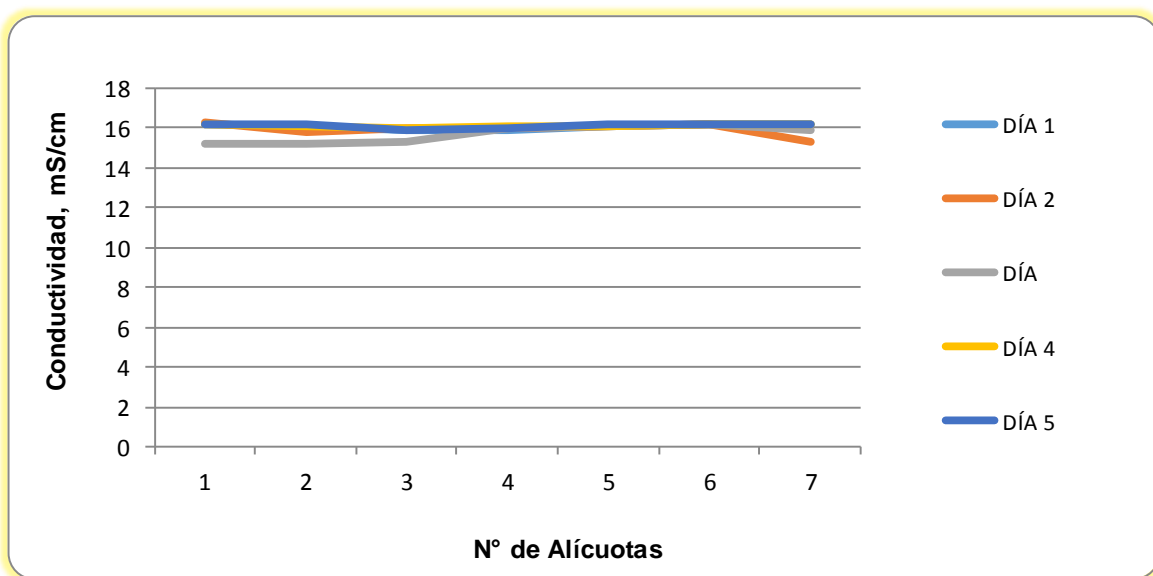


Figura 10-40. Variación de Conductividad. Vertimiento C.I. Curtiembre del Caribe.



10.1.10.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-20, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-20 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento C.I. Curtiembres del Caribe.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 24350-1 | 24350-2 | 24350-3 | 24350-4 | 24350-5 | 24350-6 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 315,00 | 230,00 | 240,00 | 200,00 | 215,00 | 210,00 | 235,00 |
| DQO | mgO ₂ /L | 1124,80 | 820,80 | 836,00 | 699,20 | 775,20 | 760,00 | 836,00 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 190,0 | 146,0 | 114,0 | 128,0 | 140,0 | 137,0 | 142,50 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 1,6E+52 | 5,4E+48 | 7,2E+55 | 2,4E+26 | 2,8E+42 | 1,4E+45 | -- |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 1,6E+52 | 9,5E+47 | 2,4E+55 | 2,4E+26 | 2,8E+42 | 3,3E+44 | -- |
| Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017 | | | | | | | | |

10.1.11 Vertimiento C.I. Camaguey

10.1.11.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-21 se presentan los resultados obtenidos en campo para un punto monitoreado.

Tabla 10-21. Resultados de Campo. Vertimiento C.I. Camaguey

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD mS/cm | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 23 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:00 | 8,95 | 14,06 | 5,29 | 78,23 | 34,90 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 8,98 | 14,17 | 5,12 | 73,78 | 33,60 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 8,75 | 14,29 | 5,36 | 77,69 | 33,90 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 8,65 | 14,36 | 5,18 | 74,64 | 33,60 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 8,49 | 14,18 | 5,20 | 75,22 | 33,80 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 8,36 | 14,35 | 5,30 | 76,52 | 33,70 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 8,56 | 14,21 | 5,16 | 74,35 | 33,60 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| ENERO 24 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:00 | 8,36 | 14,07 | 5,10 | 74,37 | 34,20 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 8,59 | 14,06 | 5,29 | 76,23 | 33,60 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 8,29 | 14,08 | 5,43 | 78,55 | 33,80 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 8,56 | 14,35 | 5,17 | 74,35 | 33,50 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 8,67 | 14,29 | 5,64 | 81,43 | 33,70 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 8,46 | 14,38 | 5,37 | 77,68 | 33,80 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 8,49 | 14,67 | 5,44 | 78,54 | 33,70 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| ENERO 25 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:00 | 8,68 | 14,17 | 5,21 | 76,58 | 34,60 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 8,97 | 14,29 | 5,17 | 75,24 | 34,10 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 8,75 | 14,62 | 5,42 | 79,03 | 34,20 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 8,69 | 14,36 | 5,36 | 77,23 | 33,60 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 8,48 | 14,44 | 5,17 | 75,39 | 34,20 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 8,59 | 14,36 | 5,26 | 76,70 | 34,20 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 8,36 | 14,52 | 5,89 | 84,04 | 33,10 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| ENERO 26 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:00 | 8,67 | 14,12 | 5,26 | 77,78 | 34,90 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 8,42 | 14,65 | 5,44 | 78,39 | 33,60 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 8,37 | 14,82 | 5,36 | 77,69 | 33,90 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 8,59 | 14,36 | 5,55 | 79,97 | 33,60 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 8,67 | 14,92 | 5,02 | 72,48 | 33,70 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 8,91 | 14,36 | 5,36 | 76,93 | 33,40 | 30,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 8,67 | 14,44 | 5,29 | 76,53 | 33,80 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| ENERO 27 DE 2017 | Alicuota 1 | 09:00 | 8,17 | 14,29 | 5,25 | 76,55 | 34,20 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 10:00 | 8,59 | 14,36 | 5,36 | 77,23 | 33,60 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 11:00 | 8,17 | 14,52 | 5,44 | 78,54 | 33,70 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 12:00 | 8,69 | 14,36 | 5,29 | 76,53 | 33,80 | 38,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 13:00 | 8,44 | 14,39 | 5,02 | 72,48 | 33,70 | 33,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 14:00 | 8,56 | 14,44 | 5,26 | 76,24 | 33,90 | 33,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 15:00 | 8,17 | 14,62 | 5,29 | 76,23 | 33,60 | 33,20 | AGUA TURBIA |

Figura 10-41. Variación de pH. Vertimiento C.I. Camaguey.

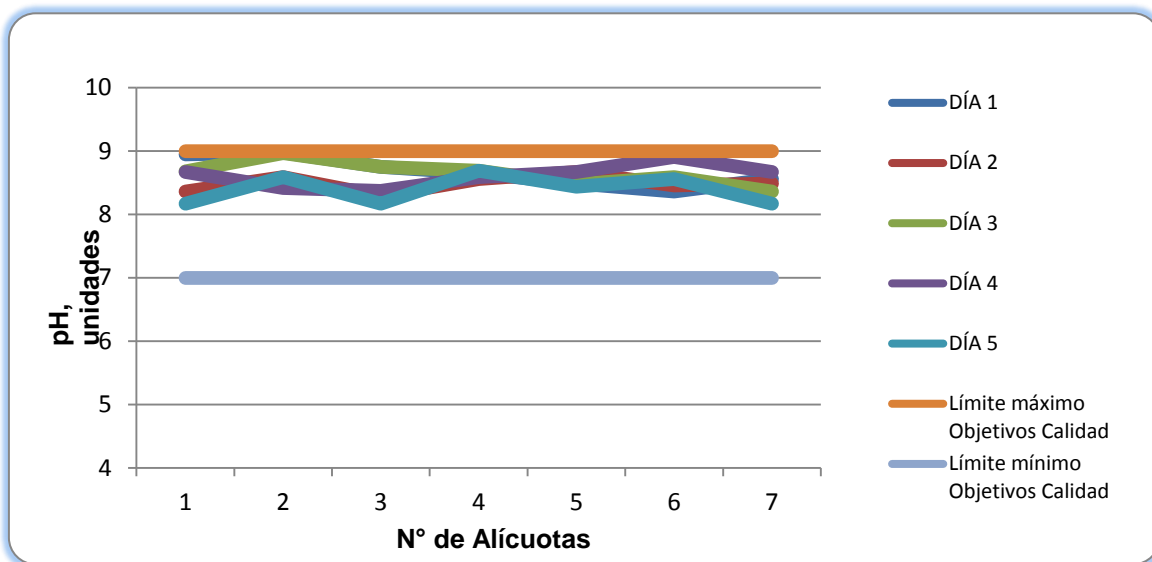


Figura 10-42. Variación de Temperatura. Vertimiento C.I. Camaguey.

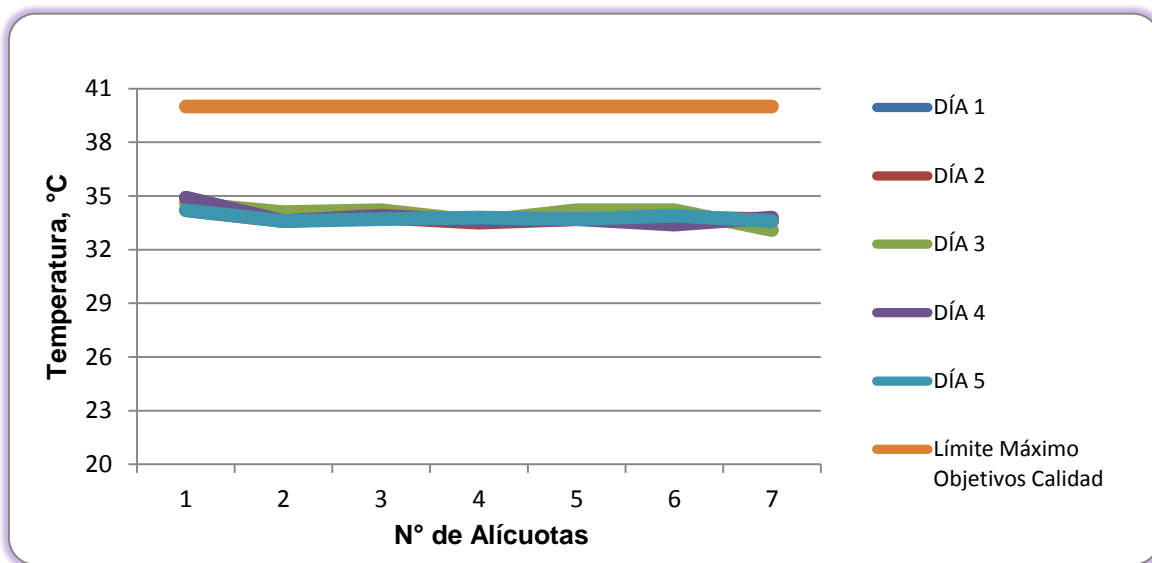


Figura 10-43. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento C.I. Camaguey.

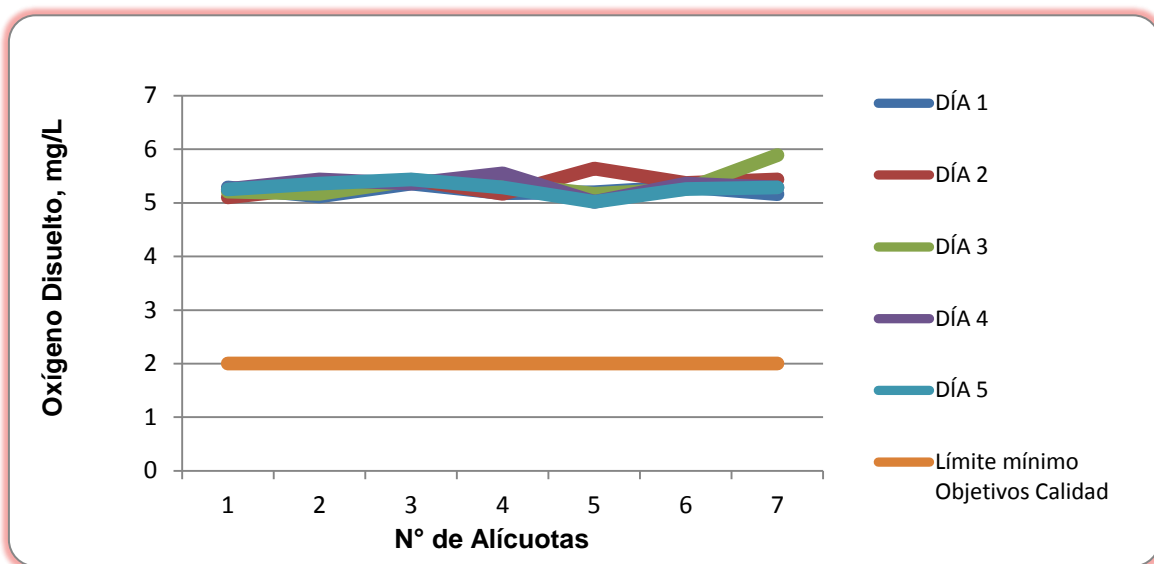
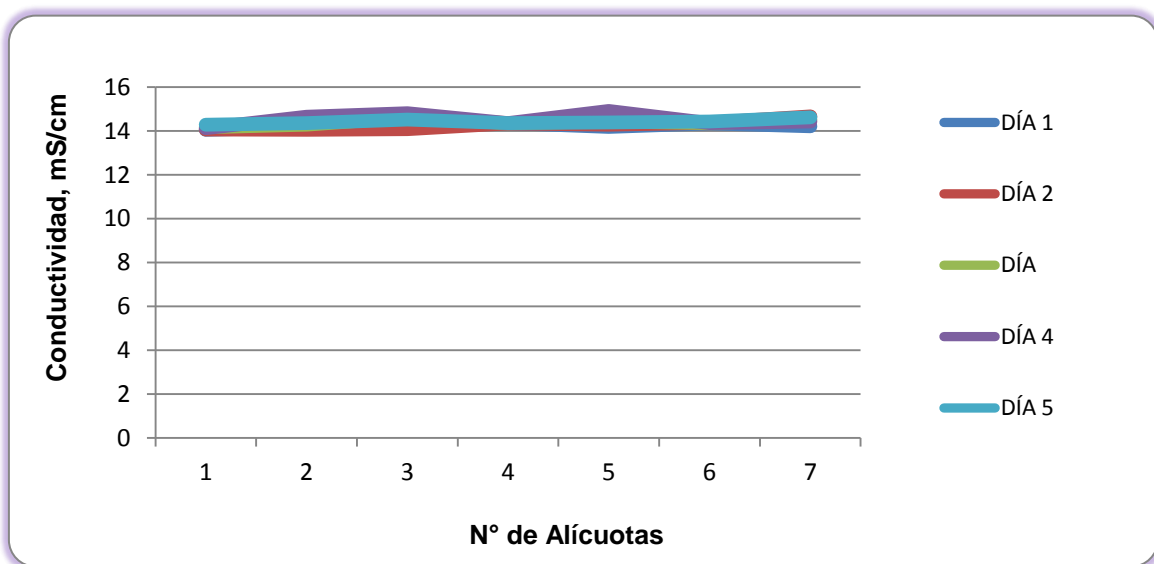


Figura 10-44. Variación de Conductividad. Vertimiento C.I. Camaguey.



10.1.11.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-22, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-22 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento C.I. Camaguey.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| | | 24406-1 | 24406-2 | 24406-3 | 24406-4 | 24406-5 | 24406-6 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 35,00 | 38,00 | 30,00 | 35,00 | 28,00 | 27,00 | 32,17 |
| DQO | mgO ₂ /L | 76,80 | 82,94 | 66,05 | 72,19 | 61,44 | 59,90 | 69,89 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 134,0 | 116,0 | 120,0 | 126,0 | 115,0 | 121,0 | 122,000 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 5400000000 | 2800000000 | 2200000000 | 14000000000 | 22000000000 | 11000000000 | -- |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 460000000 | 1800000000 | 430000000 | 11000000000 | 22000000000 | 1400000000 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.1.12 Vertimiento Lavandería Familiar

10.1.12.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-23 se presentan los resultados obtenidos en campo para un punto monitoreado.

Tabla 10-23. Resultados de Campo. Vertimiento Lavandería Familiar

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 06 DE 2017 | Alicuota 1 | 11:00 | 7,48 | 1158 | 4,50 | 60,62 | 30,10 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:00 | 7,51 | 1150 | 4,29 | 58,12 | 30,40 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:00 | 7,46 | 1139 | 4,38 | 60,02 | 31,00 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:00 | 7,44 | 1142 | 4,21 | 57,58 | 30,90 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:00 | 7,49 | 1140 | 4,55 | 61,41 | 30,20 | 30,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:00 | 7,60 | 1155 | 4,52 | 60,77 | 30,00 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:00 | 7,59 | 1159 | 4,48 | 60,24 | 30,00 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| ENERO 07 DE 2017 | Alicuota 1 | 11:00 | 7,29 | 1124 | 4,26 | 56,42 | 29,20 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:00 | 7,36 | 1130 | 4,02 | 53,04 | 29,00 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:00 | 7,30 | 1150 | 4,12 | 54,77 | 29,40 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:00 | 7,28 | 1120 | 4,16 | 54,99 | 29,10 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:00 | 7,31 | 1124 | 4,21 | 55,76 | 29,20 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:00 | 7,34 | 1122 | 4,25 | 57,14 | 30,00 | 30,30 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:00 | 7,32 | 1126 | 4,20 | 56,90 | 30,40 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| ENERO 08 DE 2017 | Alicuota 1 | 11:00 | 7,46 | 1136,00 | 4,06 | 53,57 | 29,00 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 12:00 | 7,50 | 1130,00 | 4,15 | 54,86 | 29,10 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 13:00 | 7,44 | 1122,00 | 4,08 | 53,83 | 29,00 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 14:00 | 7,41 | 1144,00 | 4,00 | 53,88 | 30,10 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 15:00 | 7,45 | 1131,00 | 4,26 | 57,71 | 30,40 | 31,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 16:00 | 7,59 | 1139,00 | 4,42 | 59,54 | 30,10 | 31,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 17:00 | 7,55 | 1140,00 | 4,31 | 58,61 | 30,60 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| ENERO 09 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,81 | 1120,00 | 3,86 | 49,98 | 28,00 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,80 | 1125,00 | 3,80 | 49,29 | 28,10 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,39 | 1156,00 | 4,00 | 52,38 | 28,60 | 31,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,58 | 1129,00 | 3,92 | 51,72 | 29,00 | 31,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,61 | 1160,00 | 3,99 | 53,75 | 30,10 | 31,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,80 | 1155,00 | 4,09 | 55,41 | 30,40 | 31,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 7,77 | 1148,00 | 3,81 | 51,72 | 30,50 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| ENERO 10 DE 2017 | Alicuota 1 | 10:00 | 7,08 | 1142,00 | 3,15 | 41,25 | 28,60 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 11:00 | 7,00 | 1140,00 | 3,19 | 42,01 | 28,90 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 12:00 | 6,90 | 1136,00 | 3,18 | 42,84 | 30,10 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 13:00 | 6,91 | 1131,00 | 3,51 | 47,37 | 30,20 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 14:00 | 7,15 | 1144,00 | 3,44 | 46,34 | 30,10 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 15:00 | 7,21 | 1151,00 | 3,25 | 44,03 | 30,40 | 30,00 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 16:00 | 7,18 | 1155,00 | 3,36 | 45,43 | 30,30 | 30,30 | AGUA TURBIA |

Figura 10-45. Variación de pH. Vertimiento Lavandería Familiar.

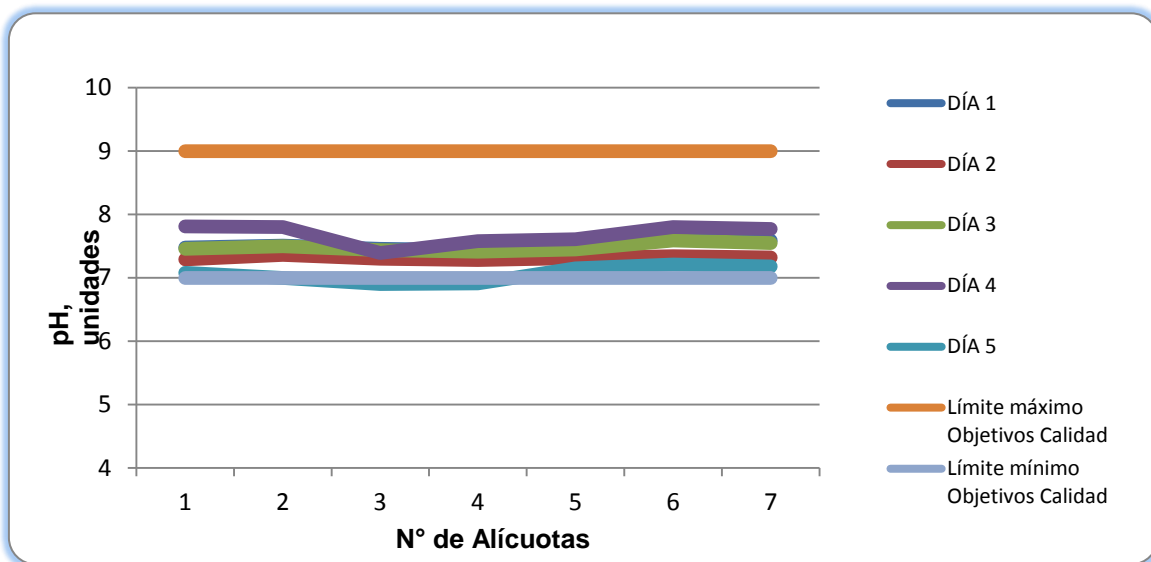


Figura 10-46. Variación de Temperatura. Vertimiento Lavandería Familiar.

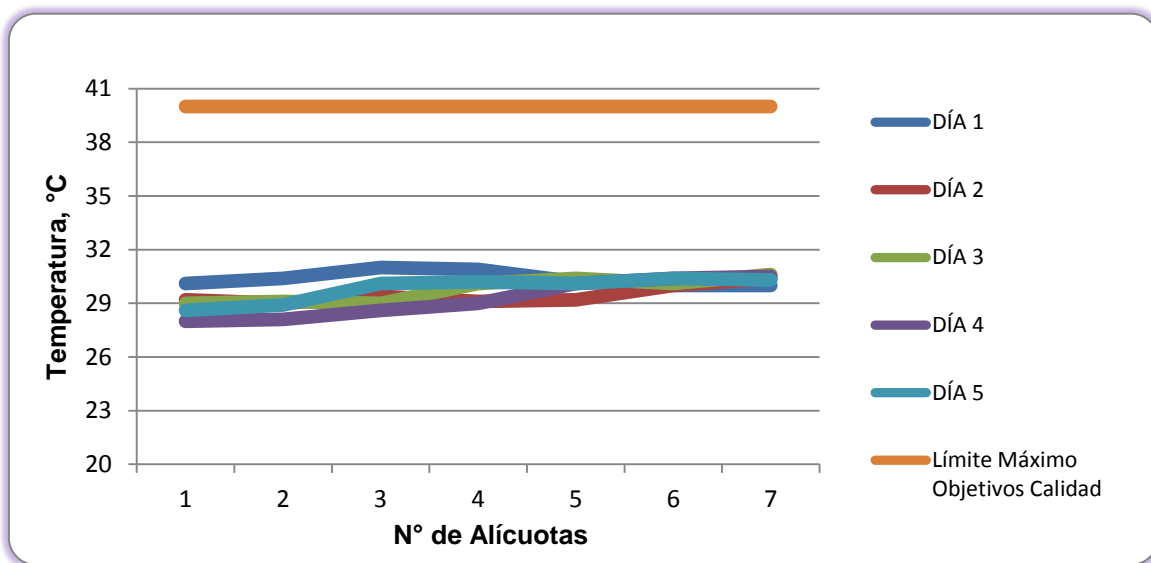


Figura 10-47. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Lavandería Familiar.

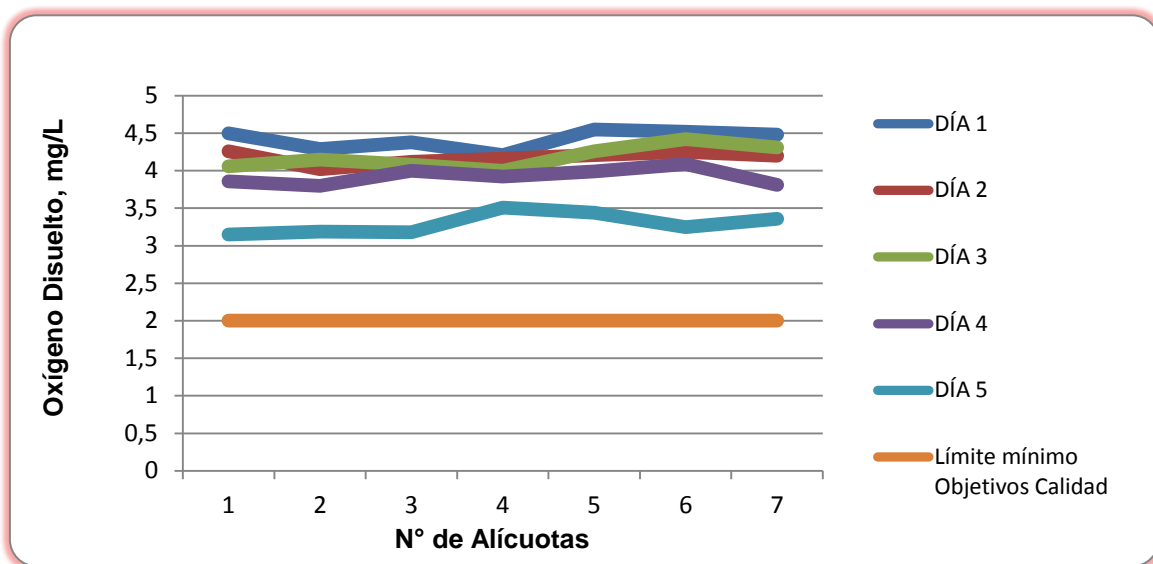
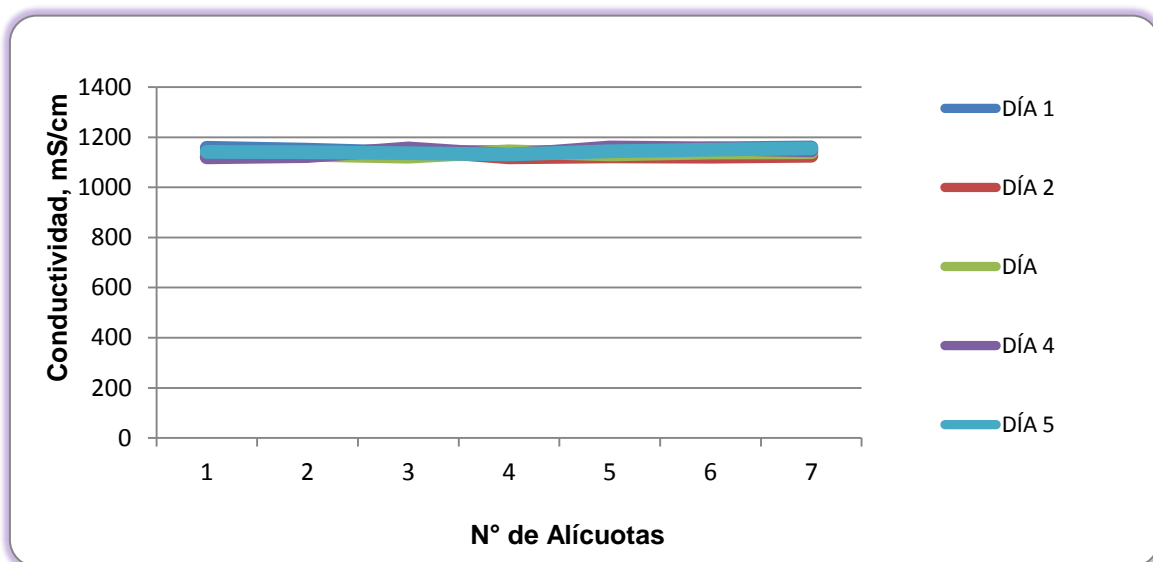


Figura 10-48. Variación de Conductividad. Vertimiento Lavandería Familiar.



10.1.12.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-24, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-24 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Lavandería Familiar.

| Parametros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|----------|----------|---------|---------|----------|
| | | 24509-1 | 24509-2 | 24509-3 | 24509-4 | 24509-5 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 80,00 | 150,00 | 85,00 | 105,00 | 160,00 | 116,00 |
| DQO | mgO ₂ /L | 192,00 | 352,00 | 208,00 | 256,00 | 400,00 | 281,60 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 61,00 | 36,00 | 49,00 | 49,00 | 110,00 | 61,00 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 2200000 | 54000000 | 12000000 | 790000 | 1300000 | -- |
| Número más probable de coliformes fecales | NMP/100mL | 460000 | 13000000 | 4600000 | 170000 | 340000 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.1.13 Vertimiento Gralco S.A

10.1.13.1 Resultados de las mediciones de campo

En la Tabla 10-25 se presentan los resultados obtenidos en campo para un punto monitoreado.

Tabla 10-25. Resultados de Campo. Punto 1-vertimiento Gralco

| | MUESTRA | HORA | pH unidades | CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$ | OXIGENO DISUELTO mg/L | SATURACIÓN DE OXÍGENO % | TEMPERATURA MUESTRA °C | TEMPERATURA AMBIENTE °C | OBSERVACIONES |
|------------------|------------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| ENERO 17 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,87 | 204 | 3,80 | 49,11 | 27,90 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,96 | 206 | 3,90 | 50,97 | 28,50 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,49 | 209 | 3,70 | 47,55 | 27,60 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,86 | 210 | 3,60 | 47,41 | 28,90 | 30,10 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,95 | 216 | 3,80 | 49,76 | 28,60 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,68 | 204 | 3,90 | 51,85 | 29,40 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 7,85 | 206 | 3,70 | 47,55 | 27,60 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| ENERO 18 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,95 | 209 | 3,40 | 43,94 | 27,90 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,46 | 210 | 3,60 | 46,09 | 27,40 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,48 | 215 | 3,40 | 43,36 | 27,20 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,69 | 217 | 3,70 | 47,46 | 27,50 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,86 | 208 | 3,50 | 44,72 | 27,30 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,96 | 209 | 3,80 | 48,65 | 27,40 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 7,79 | 216 | 3,40 | 43,36 | 27,20 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| ENERO 19 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,68 | 207,00 | 3,20 | 41,51 | 28,10 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,89 | 208,00 | 3,70 | 47,55 | 27,60 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,69 | 210,00 | 3,90 | 49,93 | 27,40 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,88 | 217,00 | 3,40 | 43,36 | 27,20 | 30,90 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,95 | 209,00 | 3,80 | 49,76 | 28,60 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,84 | 215,00 | 3,70 | 48,73 | 28,90 | 30,50 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 7,69 | 204,00 | 3,40 | 44,94 | 29,10 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| ENERO 20 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,85 | 208,00 | 3,40 | 44,52 | 28,60 | 30,80 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,86 | 205,00 | 3,70 | 48,36 | 28,50 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,89 | 207,00 | 3,50 | 45,83 | 28,60 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,69 | 206,00 | 3,40 | 43,94 | 27,90 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,87 | 209,00 | 3,40 | 43,69 | 27,60 | 30,70 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,68 | 205,00 | 3,90 | 49,83 | 27,30 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 7,95 | 206,00 | 3,80 | 48,65 | 27,40 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| ENERO 21 DE 2017 | Alicuota 1 | 08:00 | 7,69 | 205,00 | 3,60 | 46,44 | 27,80 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 2 | 09:00 | 7,86 | 209,00 | 3,40 | 44,77 | 28,90 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 3 | 10:00 | 7,49 | 201,00 | 3,90 | 50,59 | 28,10 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 4 | 11:00 | 7,69 | 203,00 | 3,70 | 48,45 | 28,60 | 30,60 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 5 | 12:00 | 7,56 | 204,00 | 3,80 | 50,23 | 29,10 | 30,40 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 6 | 13:00 | 7,88 | 207,00 | 3,90 | 52,04 | 29,60 | 30,20 | AGUA TURBIA |
| | Alicuota 7 | 14:00 | 7,73 | 204,00 | 4,00 | 53,48 | 29,70 | 30,50 | AGUA TURBIA |

Figura 10-49. Variación de pH. Vertimiento Galco.

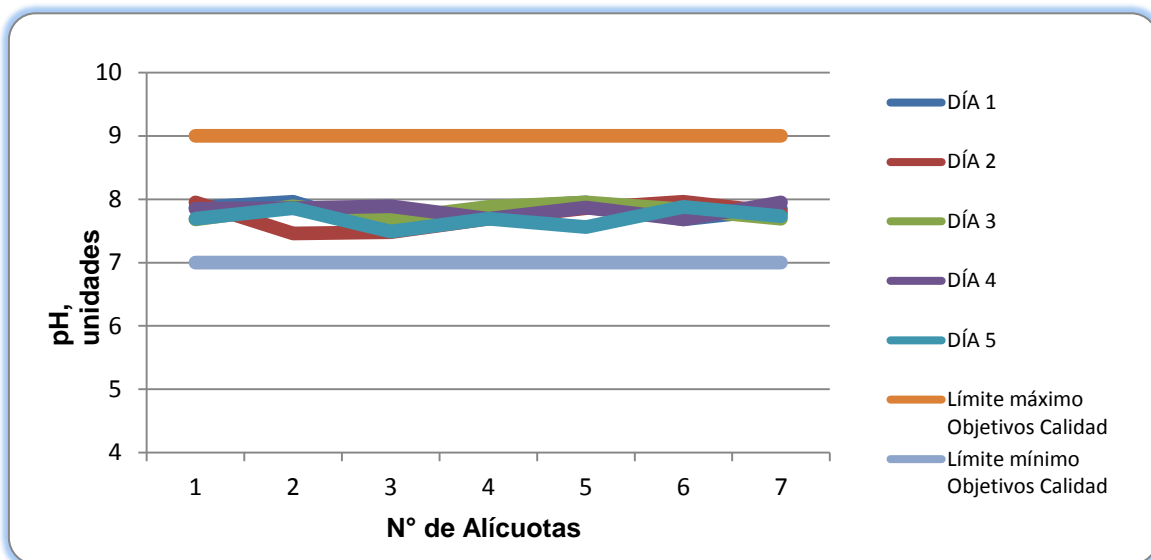


Figura 10-50. Variación de Temperatura. Vertimiento Galco.

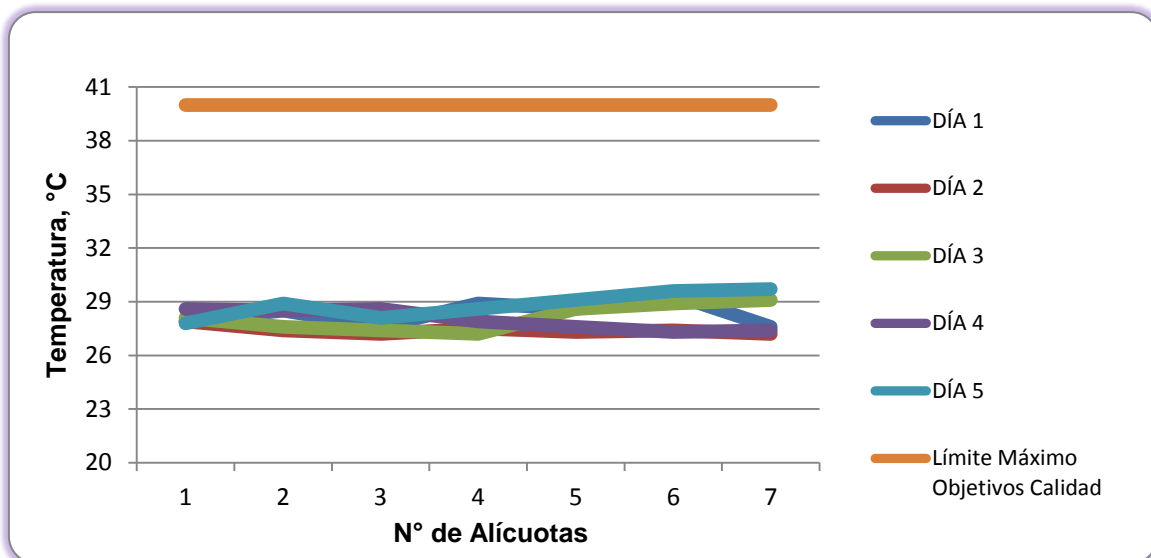


Figura 10-51. Variación de Oxígeno Disuelto. Vertimiento Gralco.

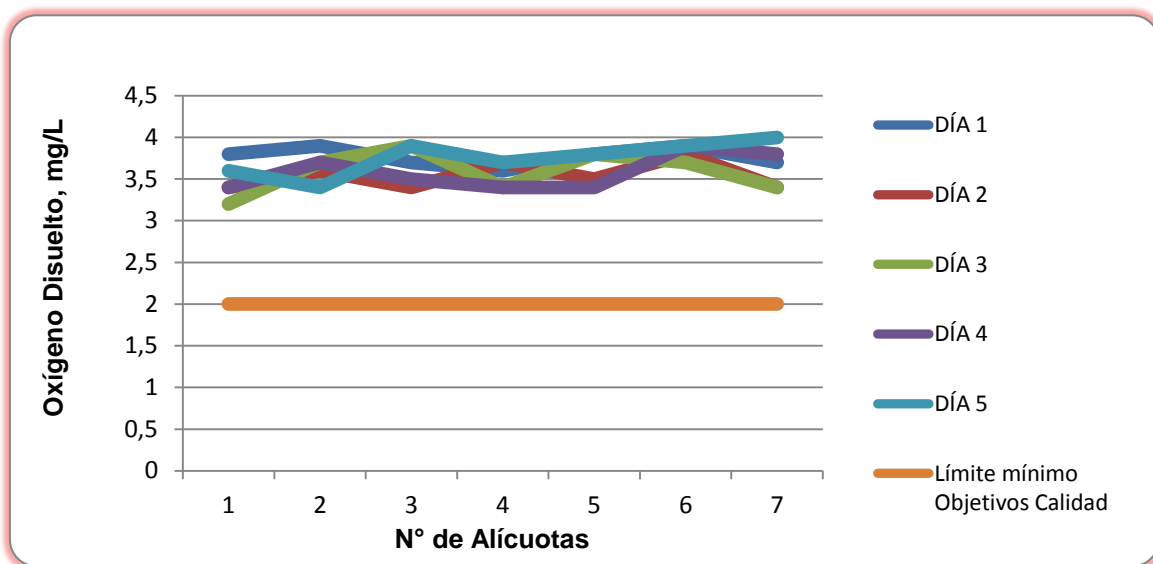
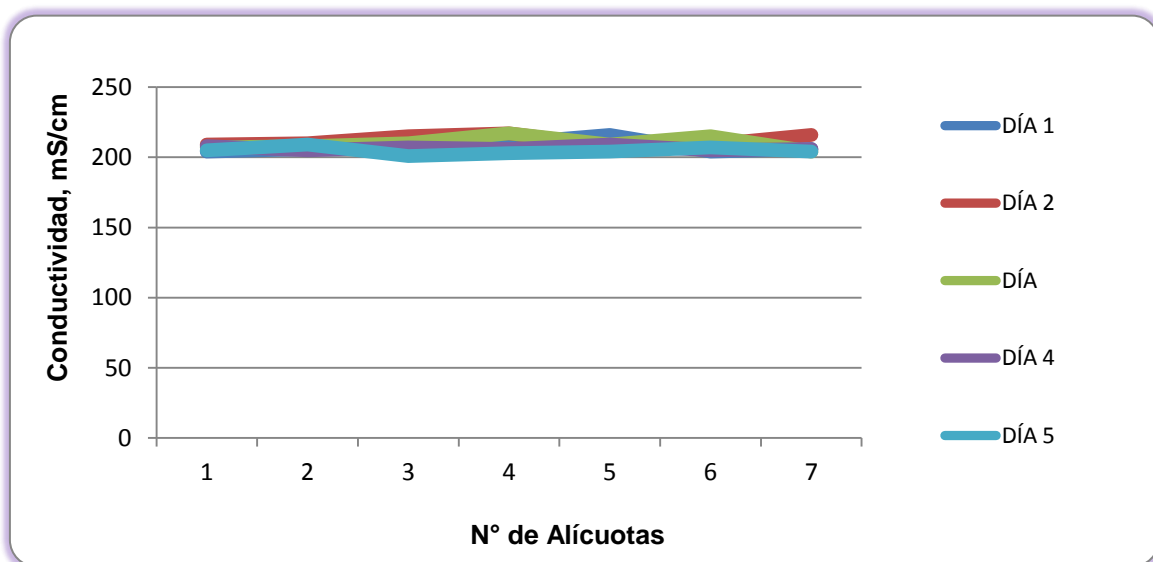


Figura 10-52. Variación de Conductividad. Vertimiento Gralco. Punto 1.



10.1.13.2 Resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

A continuación se presentan en la tabla 10-26, los resultados de los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales de los cinco días de muestreo efectuados en el vertimiento.

Tabla 10-26 Resultados de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. Vertimiento Gralco.

| Parámetros | Unidades | Identificación De La Muestra | | | | | | | Promedio |
|---|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 24373-1 | 24373-2 | 24373-3 | 24373-4 | 24373-5 | 24373-6 | 24373-7 | |
| DBO ₅ | mgO ₂ /L | 275,00 | 295,00 | 310,00 | 341,00 | 365,00 | 373,00 | 360,00 | 331,29 |
| DQO | mgO ₂ /L | 684,00 | 729,60 | 760,00 | 851,20 | 912,00 | 924,40 | 910,00 | 824,46 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 168,00 | 136,00 | 126,00 | 144,00 | 104,00 | 194,00 | <5,0 | 145,33 |
| Número más probable de Coliformes totales | NMP/100mL | 1,8E+31 | 5,4E+35 | 4,3E+44 | 3,5E+56 | 4,3E+60 | 1,6E+63 | <1,8 | -- |
| Número más probable de Coliformes fecales | NMP/100mL | 4,5E+30 | 1,4E+35 | 2,4E+43 | 6,2E+55 | 4,5E+59 | 9,5E+60 | <1,8 | -- |

Fuente de los resultados: LMB S.A.S, 2017

10.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS-CUERPOS DE AGUA

10.2.1 Parámetros medidos en campo.

A continuación en la Tabla 10-27 se presenta un resumen de los resultados medidos en campo.

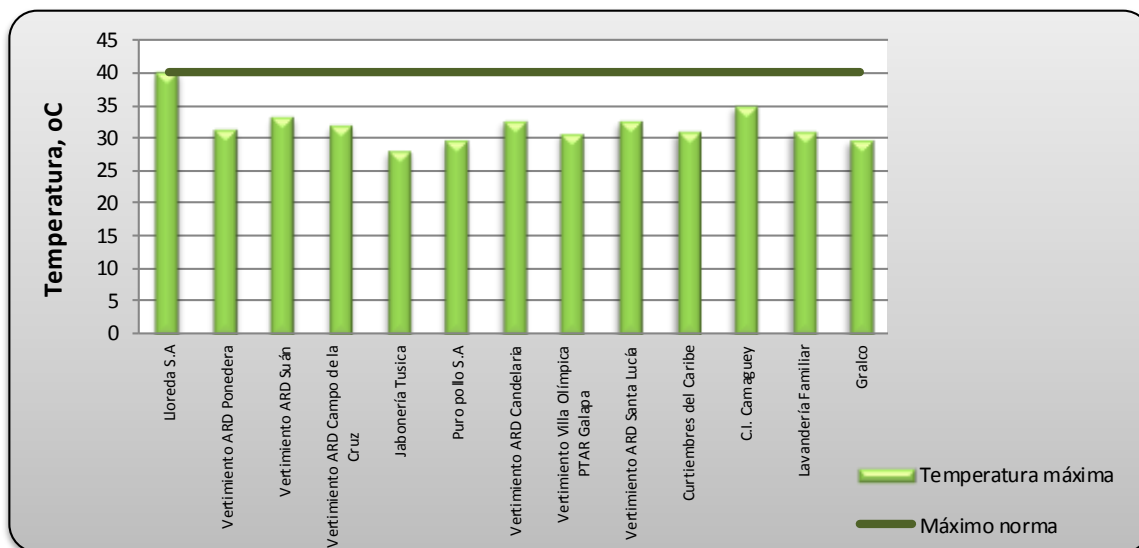
Tabla 10-27. Resumen resultados parámetros medidos en campo. Vertimientos

| Vertimiento | Temperatura máxima, °C | pH mínimo, unidades | pH máximo, unidades | Conductividad mínima, µS/cm | Conductividad máxima, µS/cm |
|----------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Lloreda S.A | 40,0 | 6,88 | 8,52 | 420 | 1305 |
| Vertimiento ARD Ponedera | 31,2 | 6,10 | 7,82 | 984 | 1421 |
| Vertimiento ARD Suán | 33,2 | 7,77 | 8,65 | 944 | 1160 |
| Vertimiento ARD Campo de la Cruz | 31,9 | 7,22 | 8,01 | 936 | 986 |
| Jabonería Tusica | 28,0 | 5,87 | 8,70 | 793 | 1394 |
| Puro pollo S.A | 29,6 | 6,89 | 7,38 | 1676 | 2150 |

| Vertimiento | Temperatura máxima, °C | pH mínimo, unidades | pH máximo, unidades | Conductividad mínima, µS/cm | Conductividad máxima, µS/cm |
|--|------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Vertimiento ARD Candelaria | 32,6 | 6,88 | 7,33 | 680 | 2368 |
| Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa | 30,7 | 6,67 | 8,23 | 319 | 1376 |
| Vertimiento ARD Santa Lucía | 32,5 | 7,03 | 7,22 | 539 | 703 |
| Curtiembre del Caribe | 30,9 | 7,08 | 8,21 | 15200 | 16260 |
| C.I. Camaguey | 34,9 | 8,17 | 8,98 | 14060 | 14920 |
| Lavandería Familiar | 31,0 | 6,90 | 7,81 | 1120 | 1160 |
| Gralco | 29,7 | 7,46 | 7,96 | 201 | 217 |

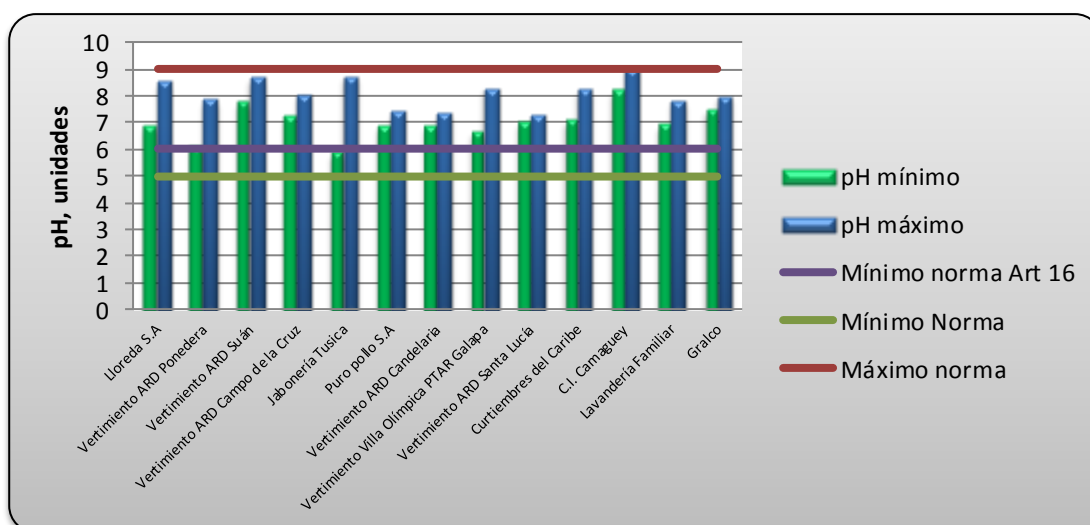
La temperatura máxima encontrada fue 40,0 °C en el vertimiento de Lloreda S.A. El límite máximo permisible según el artículo 5 de la Resolución 0631 de 2015, norma vigente de vertimientos, es precisamente 40 °C. Lo que indica que las temperaturas encontradas en los puntos de vertimientos presentan cumplimiento con esta norma.

Figura 10-53. Temperatura Máxima. Vertimientos



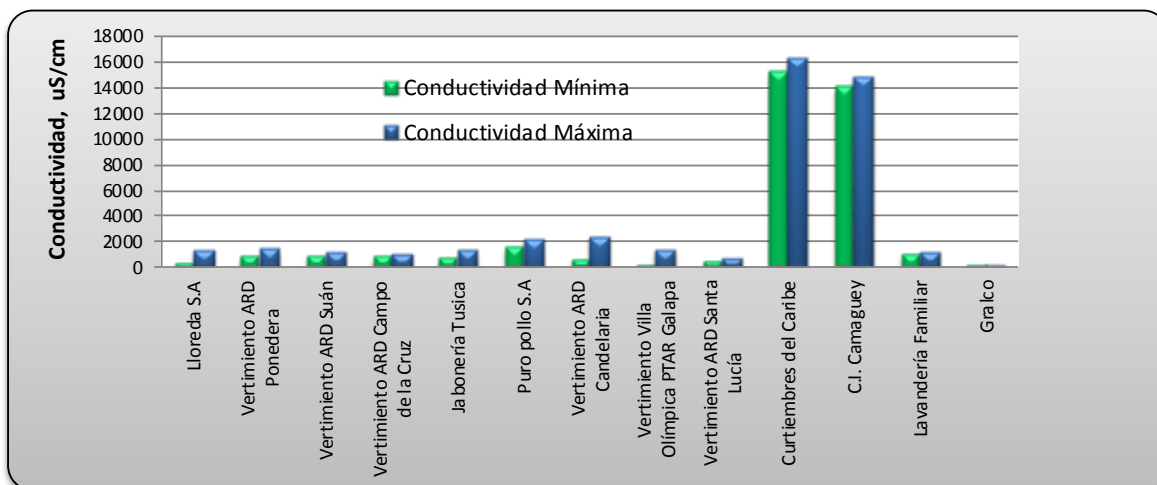
El pH medido osciló entre 5,87 unidades y 8,98 unidades, presentándose el valor más bajo en Jabonería Tusica y el más alto en C. I Camaguey. La resolución 0631 de 2015, en su artículo 16, norma para vertimiento de aguas residuales no domésticas a un alcantarillado público contempla un rango permisible de 5 a 9 unidades. Para vertimientos de agua residual doméstica que van a un cuerpo de agua superficial, el artículo 8 de la presente resolución establece un rango de 6 a 9 unidades. Para vertimientos de agua residual no doméstica a cuerpos de agua superficiales el rango está fijado según la actividad económica de cada empresa, para las actividades monitoreadas el rango sería entre 6 y 9 unidades.

Figura 10-54. Valores Mínimos y Máximos de pH. Vertimientos



La conductividad osciló ampliamente en los vertimientos, se presentan valores entre 201 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 16260 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Encontrándose los valores más bajos en el vertimiento de Gralco y los más altos se registraron en las Curtiembres (Curtiembres del Caribe y C.I Camaguey (Ver figura 9-55). La normatividad vigente para vertimientos, resolución 0631 de 2015, no contempla valores de orientación para conductividad.

Figura 10-55. Valores Mínimos y Máximos de Conductividad. Vertimientos



10.2.2 Parámetros medidos en el laboratorio.

A continuación en la tabla 10-28 se presenta un resumen de los resultados fisicoquímicos obtenidos en los vertimientos.

Tabla 10-28. Resumen resultados parámetros Fisicoquímicos. Vertimientos

| Vertimiento | DBO ₅ promedio, mgO ₂ /L | DQO promedio, mgO ₂ /L | SST promedio, mg/L |
|--|--|-----------------------------------|--------------------|
| Llorede S.A | 147,17 | 1579,44 | 221,83 |
| Vertimiento ARD Ponedera | 718,00 | 1537,02 | 259,04 |
| Vertimiento ARD Suán | 205,00 | 412,83 | 165,87 |
| Vertimiento ARD Campo de la Cruz | 81,20 | 169,63 | 28,20 |
| Jabonería Tusica | 235,60 | 772,16 | 91,67 |
| Puro pollo S.A | 356,83 | 843,60 | 239,06 |
| Vertimiento ARD Candelaria | 105,83 | 218,37 | 47,33 |
| Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa | 107,60 | 234,69 | 133,20 |
| Vertimiento ARD Santa Lucía | 91,50 | 193,80 | 42,50 |
| Curtiembres del Caribe | 235,00 | 836,00 | 142,50 |

| Vertimiento | DBO ₅ promedio, mgO ₂ /L | DQO promedio, mgO ₂ /L | SST promedio, mg/L |
|---------------------|--|-----------------------------------|--------------------|
| C.I. Camagüey | 32,17 | 69,89 | 122,00 |
| Lavandería Familiar | 116,00 | 281,60 | 61,00 |
| Gralco | 331,29 | 824,46 | 145,33 |

10.2.2.1 DBO₅

En la Figura 10-56 se aprecian los promedios de las concentraciones de DBO₅ y DQO de los distintos puntos medidos en los vertimientos.

Agua residual doméstica

La resolución 0631 de 2015, en el artículo 8, normas para vertimiento de agua residual doméstica a un cuerpo de agua, establece el valor máximo de DBO₅ según la carga en Kg/día, como se presenta a continuación:

- Para prestadores del servicio público de alcantarillado con una carga menor o igual a 625 Kg/día, la DBO₅ no puede ser superior a 90 mg O₂/L.
- Para prestadores del servicio público de alcantarillado con una carga mayor a 625 Kg/día y menor o igual a 3000Kg/día, la DBO₅ no puede ser superior a 90 mg O₂/L.
- Para prestadores del servicio público de alcantarillado con una carga mayor a 3000Kg/día, la DBO₅ no puede ser superior a 70 mg O₂/L.

Teniendo en cuenta lo anterior todos los puntos monitoreados de agua residual doméstica correspondientes a los municipios presentan una concentración promedio de DBO₅ superior a 90 mgO₂/L, lo cual no cumple con la norma; excepto el vertimiento de Campo de la Cruz cuyo valor fue 81,20 mgO₂/L.

Agua residual no doméstica

La resolución 0631 de 2015, en el artículo 16, normas para vertimiento de agua residual no doméstica al alcantarillado público, plantea un límite máximo permisible de DBO₅ igual al que se aplica para los vertimientos de aguas residual no doméstica a un cuerpo de agua superficial, multiplicado por 1.5.

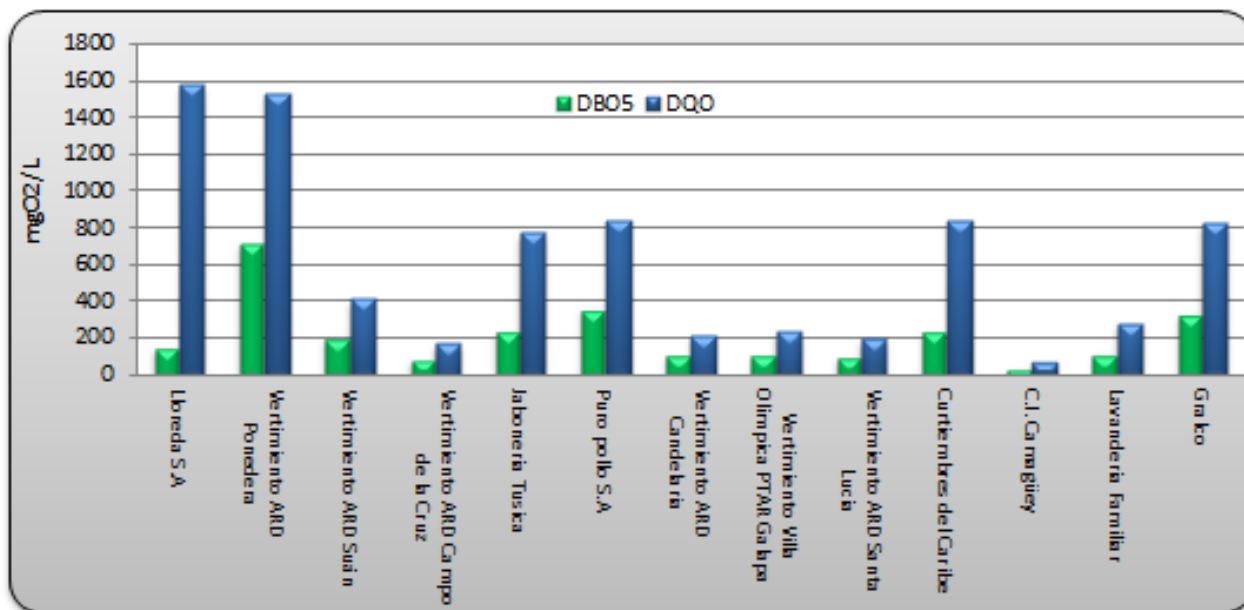
Para vertimientos de agua residual no doméstica a un cuerpo de agua, el valor máximo de DBO₅ está dado por la actividad económica de la empresa que realiza el vertimiento. Según

los vertimientos de agua residual no doméstica monitoreados se tienen las siguientes actividades:

- Extracción de Aceites de origen vegetal (Artículo 9 Resolución 0631 de 2015), DBO₅: Límite máximo permisible: 600 mgO₂/L.
- Fabricación de surfactantes (Artículo 13 Resolución 0631 de 2015), DBO₅: Límite máximo permisible: 100 mgO₂/L.
- Ganadería de aves de corral, incubación y cría (Artículo 9 Resolución 0631 de 2015), DBO₅: Límite máximo permisible: 200 mgO₂/L.
- Ganadería de aves de corral, beneficio (Artículo 9 Resolución 0631 de 2015), DBO₅: Límite máximo permisible: 300 mgO₂/L.
- Fabricación de artículos de piel, curtido y adobo de pieles (Artículo 13 Resolución 0631 de 2015), DBO₅: Límite máximo permisible: 600 mgO₂/L.
- Elaboración de Productos alimenticios (Artículo 12 Resolución 0631 de 2015), DBO₅: Límite máximo permisible: 400 mgO₂/L.
- Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI (Artículo 15 Resolución 0631 de 2015), DBO₅: Límite máximo permisible: 50 mgO₂/L.

Según lo mencionado anteriormente los valores promedio de DBO₅ de los vertimientos de agua residual no doméstica que presentan cumplimiento con la norma son: Lloreda S.A, Curtiembres del Caribe, C. I Camaguey y Gralco.

Figura 10-56. Concentración promedio de DBO5 y DQO. Vertimientos



10.2.2.2 DQO

Agua residual doméstica

La resolución 0631 de 2015, en el artículo 8, normas para vertimiento de agua residual doméstica a un cuerpo de agua, establece el valor máximo de DQO según la carga en Kg/día para DBO₅, como se presenta a continuación:

- Para prestadores del servicio público de alcantarillado con una carga menor o igual a 625 Kg/día de DBO₅, la DQO no puede ser superior a 180 mg O₂/L.
- Para prestadores del servicio público de alcantarillado con una carga mayor a 625 Kg/día de DBO₅ y menor o igual a 3000Kg/día de DBO₅, la DQO no puede ser superior a 180mg O₂/L.
- Para prestadores del servicio público de alcantarillado con una carga mayor a 3000Kg/día de DBO₅, la DQO no puede ser superior a 150 mg O₂/L.

Teniendo en cuenta lo anterior todos los puntos monitoreados de agua residual doméstica correspondientes a los municipios presentan una concentración promedio de DQO superior a 180 mgO₂/L, lo cual no cumple con la norma; excepto el vertimiento de Campo de la Cruz cuyo valor fue 169,63 mgO₂/L.

Agua residual no doméstica

La resolución 0631 de 2015, en el artículo 16, normas para vertimiento de agua residual no doméstica al alcantarillado público, plantea un límite máximo permisible de DQO igual al que se aplica para los vertimientos de aguas residual no doméstica a un cuerpo de agua superficial, multiplicado por 1.5.

Para vertimientos de agua residual no doméstica a un cuerpo de agua, el valor máximo de DQO está dado por la actividad económica de la empresa que realiza el vertimiento. Según los vertimientos de agua residual no doméstica monitoreados se tienen las siguientes actividades:

- Extracción de Aceites de origen vegetal (Artículo 9 Resolución 0631 de 2015), DQO: Límite máximo permisible: 1500 mgO₂/L.
- Fabricación de surfactantes (Artículo 13 Resolución 0631 de 2015), DQO: Límite máximo permisible: 500 mgO₂/L.
- Ganadería de aves de corral, incubación y cría (Artículo 9 Resolución 0631 de 2015), DQO: Límite máximo permisible: 400 mgO₂/L.
- Ganadería de aves de corral, beneficio (Artículo 9 Resolución 0631 de 2015), DQO: Límite máximo permisible: 650 mgO₂/L.
- Fabricación de artículos de piel, curtido y adobo de pieles (Artículo 13 Resolución 0631 de 2015), DQO: Límite máximo permisible: 1200 mgO₂/L.
- Elaboración de Productos alimenticios (Artículo 12 Resolución 0631 de 2015), DQO: Límite máximo permisible: 600 mgO₂/L.
- Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI (Artículo 15 Resolución 0631 de 2015), DQO: Límite máximo permisible: 150 mgO₂/L.

Según lo mencionado anteriormente los valores promedio de DQO de los vertimientos de agua residual no doméstica que presentan cumplimiento con la norma son: Curtiembres del Caribe y C. I Camaguey.

10.2.2.3 Sólidos suspendidos totales

En la Figura 10-56 se aprecian los promedios sólidos suspendidos totales (SST) de los distintos puntos medidos en los vertimientos.

Agua residual doméstica

La resolución 0631 de 2015, en el artículo 8, normas para vertimiento de agua residual doméstica a un cuerpo de agua, establece el valor máximo de SST según la carga en Kg/día de DBO₅, como se presenta a continuación:

- Para prestadores del servicio público de alcantarillado con una carga menor o igual a 625 Kg/día de DBO₅, la concentración de SST no puede ser superior a 90 mg /L.
- Para prestadores del servicio público de alcantarillado con una carga mayor a 625 Kg/día de DBO₅ y menor o igual a 3000Kg/día de DBO₅, la concentración de SST no puede ser superior a 90 mg /L.
- Para prestadores del servicio público de alcantarillado con una carga mayor a 3000Kg/día de DBO₅, la concentración de SST no puede ser superior a 70 mg /L.

Teniendo en cuenta lo anterior los puntos monitoreados de agua residual doméstica correspondientes a los municipios de Campo de la Cruz (28,20 mg/L), Candelaria (47,33 mg/L) y Santa Lucía 842.5 mg/L), presentan cumplimiento con la norma.

Agua residual no doméstica

La resolución 0631 de 2015, en el artículo 16, normas para vertimiento de agua residual no doméstica al alcantarillado público, plantea un límite máximo permisible de SST igual al que se aplica para los vertimientos de aguas residual no doméstica a un cuerpo de agua superficial, multiplicado por 1.5.

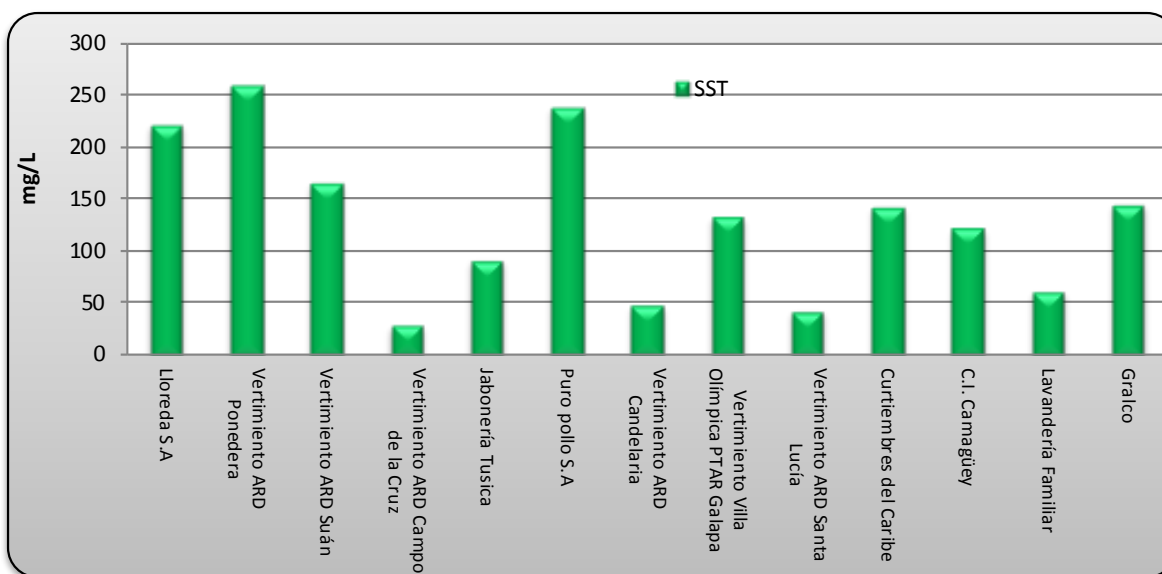
Para vertimientos de agua residual no doméstica a un cuerpo de agua, el valor máximo de SST está dado por la actividad económica de la empresa que realiza el vertimiento. Según los vertimientos de agua residual no doméstica monitoreados se tienen las siguientes actividades:

- Extracción de Aceites de origen vegetal (Artículo 9 Resolución 0631 de 2015), SST: Límite máximo permisible: 400 mg/L.
- Fabricación de surfactantes (Artículo 13 Resolución 0631 de 2015), SST: Límite máximo permisible: 100 mg/L.
- Ganadería de aves de corral, incubación y cría (Artículo 9 Resolución 0631 de 2015), SST: Límite máximo permisible: 200 mg/L.

- Ganadería de aves de corral, beneficio (Artículo 9 Resolución 0631 de 2015), SST: Límite máximo permisible: 100 mg/L.
- Fabricación de artículos de piel, curtido y adobo de pieles (Artículo 13 Resolución 0631 de 2015), SST: Límite máximo permisible: 600 mg/L.
- Elaboración de Productos alimenticios (Artículo 12 Resolución 0631 de 2015), SST: Límite máximo permisible: 200 mgO₂/L.
- Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI (Artículo 15 Resolución 0631 de 2015), SST: Límite máximo permisible: 50 mg/L.

Según lo mencionado anteriormente los valores promedio de SST de los vertimientos de agua residual no doméstica que presentan cumplimiento con la norma son: Lloreda S.A, Jabonería Tusica, Curtiembres del Caribe, C. I Camaguey y Gralco.

Figura 10-57. Concentración promedio de sólidos suspendidos totales. Vertimientos



10.2.3 Parámetros Microbiológicos.

A continuación en la tabla 10-29, se presenta un resumen de los resultados microbiológicos obtenidos en los vertimientos.

Tabla 10-29. Resumen resultados parámetros Microbiológicos. Vertimientos

| Vertimiento | Coliformes Totales , NMP/100 mL Valor mínimo | Coliformes Totales , NMP/100 mL Valor máximo | Coliformes Fecales, NMP/100 mL Valor mínimo | Coliformes Fecales , NMP/100 mL Valor máximo |
|--|--|---|--|---|
| Lloreda S.A | 2,E+07 | 2,E+38 | 3,E+06 | 2,E+37 |
| Vertimiento ARD Ponedera | 2,E+29 | 2,E+34 | 1,E+29 | 2,E+34 |
| Vertimiento ARD Suán | 2,E+14 | 5,E+25 | 3,E+13 | 3,E+25 |
| Vertimiento ARD Campo de la Cruz | 2,E+03 | 7,E+03 | 8,E+02 | 7,E+03 |
| Jabonería Tusica | 2,E+47 | 2,E+79 | 2,E+45 | 2,E+49 |
| Puro pollo S.A | 3,E+36 | 3,E+54 | 2,E+36 | 3,E+54 |
| Vertimiento ARD Candelaria | 1,E+22 | 5,E+27 | 3,E+06 | 3,E+25 |
| Vertimiento Villa Olímpica PTAR Galapa | 2,E+15 | 1,E+26 | 2,E+15 | 3,E+25 |
| Vertimiento ARD Santa Lucía | 2,E+49 | 2,E+57 | 4,E+02 | 9,E+56 |
| Curtiembres del Caribe | 2,E+26 | 7,E+55 | 2,E+26 | 2,E+55 |
| C.I. Camaguey | 2,E+09 | 2,E+10 | 4,E+08 | 2,E+10 |
| Lavandería Familiar | 8,E+05 | 5,E+07 | 2,E+05 | 1,E+07 |
| Gralco | <1,8 | 2,E+63 | <1,8 | 1,E+61 |

Los valores más altos de coliformes totales y fecales se presentan en los vertimientos de agua residual doméstica como era de esperarse. La norma vigente para vertimientos, resolución 0631 de 2015, no establece valores límites máximos permisibles para dichos microorganismos solo contempla en el artículo 6 que deben ser monitoreados.

11 CONCLUSIONES

11.1 Ciénaga El Convento

- Los valores de pH medidos en los puntos 1, 2 y 3 de esta ciénaga presentan cumplimiento con el rango fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA; donde se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. Para cuencas y tramos de clase III, se tiene establecido un rango de pH entre 7 y 9 unidades.
- En los puntos 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 se encontraron mediciones de pH por fuera del rango establecido en la resolución mencionada. El valor más alto de pH se obtuvo en el punto 8 (9,92 unidades). Estos valores indican que las aguas en estos puntos tienen tendencia alcalina.
- En todos los diez puntos medidos en esta ciénaga se presentaron valores de oxígeno disuelto superiores a 2,0 mgO₂/L, criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase III. En los puntos 5 a 10 se presentaron valores de sobresaturación de oxígeno, esto puede ser generado por una alta tasa de actividad fotosintética.
- La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase III, presentando cumplimiento.
- Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011.
- Las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales presentaron cumplimiento con los valores de orientación en todos los puntos, excepto en el punto 6, en el cual se encontraron tres mediciones que superan los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase III.
- Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación alta por materia orgánica, de baja a media por sólidos suspendidos totales y existen contaminación alta y muy alta por pH.
- Se realizó la colecta y análisis de las comunidades hidrobiológicas en la ciénaga el Convento, con el fin de entregar resultados concernientes a la composición y abundancia de los taxones encontrados.

- La comunidad fitoperifítica estuvo representada por 50 morfoespecies clasificadas en 5 divisiones, de las cuales Cyanobacteria reportó los mayores valores de riqueza y abundancia. Los índices ecológicos de esta comunidad mostraron equidades medias y altas, mientras que la dominancia arrojó valores bajos en la mayoría de los puntos, y de acuerdo al análisis de bioindicación, se presentan procesos de eutrofia en toda la ciénaga. Mediante el análisis de similitud de Bray-Curtis se evidenció que la comunidad presenta variaciones entre los puntos de muestreo mostrando heterogeneidad en este cuerpo de agua, lo cual también puede ser visto en el ACP. El fitoplancton por su parte, reportó 73 taxones distribuidos en 6 divisiones; Chlorophyta presentó los mayores valores de riqueza, mientras que Cyanobacteria fue la más abundante. Los índices ecológicos mostraron valores medios de equidad y dominancia, y de acuerdo al análisis de bioindicación, la eutrofia fue el proceso predominante en los puntos y horarios de muestreo. El dendograma de similitud y el análisis ACP indican que a diferencia de la comunidad perifítica, el fitoplancton tiene un comportamiento homogéneo en la ciénaga. Por otro lado, se reportaron 17 morfoespecies de macrófitas acuáticas, siendo *Eichhornia* spp la que presentó mayor promedio de porcentaje de cobertura, y *Lemna aequinoctialis* quien tuvo la mayor frecuencia. Los biotopos más frecuentes en los puntos analizados fueron Helophyta y Acropleustophyta.
- Respecto al grupo de los consumidores, la comunidad del zooplancton estuvo representada por 35 taxones pertenecientes a 5 clases, siendo Eurotatoria la más abundante y con mayor valor de riqueza. Los índices de diversidad arrojaron valores medios tanto de equidad como de dominancia, mientras que el análisis de bioindicación muestra que los procesos predominantes en la ciénaga son la estratificación y la eutrofia. Los análisis de similitud y de ACP, muestran que la comunidad es heterogénea en al menos dos zonas de la ciénaga. Los macroinvertebrados reportaron 7 taxones distribuidos en 4 clases, siendo Insecta dominante tanto en la riqueza como en la abundancia. La mayoría de los puntos mostró equidades medias y bajas, así como dominancias medias y altas, siendo esto consistente con los valores del BMWP/co, oscilantes entre 1 y 5, lo que indica “aguas contaminadas”. El dendograma de similitud mostró heterogeneidad en la comunidad, lo que se corrobora con el ACP.
- La Ictiofauna estuvo representada por 17 organismos de la especie *Oreochromis niloticus*, y un individuo denominado Poeciliidae (Morfoespecie 1). Los organismos capturados presentan tallas entre 160 y 195 mm, correspondiendo a juveniles, ya que no sobrepasan la talla mínima de madurez gonadal reportada para la ciénaga grande de Santa Marta (21,3 cm de LT, Cadavid *et al* 2011; Narváez *et al*, 2008; Ibarra *et al* 2013). Las especies no se encuentran reportadas en el listado de especies silvestres amenazadas en el territorio nacional (resolución 192 del 2014)

11.2 Ciénaga de Sabanagrande

- Los valores de pH medidos en los puntos 1 a 5 presentan valores inferiores al rango fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA; donde se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. Para cuencas y tramos de clase III, se tiene establecido un rango de pH entre 7 y 9 unidades. En todos los puntos se encontraron mediciones por debajo de 7 unidades. El valor má bajo de pH se encontró en el punto 3 (6,04 unidades). Teniendo como referencia el Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.3.3.9.10, transitorio, todos los valores obtenidos presentarían cumplimiento con los criterios de calidad para preservación de flora.
- Todos los valores obtenidos de oxígeno disuelto están por debajo del valor mínimo fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, para cuencas y tramos de clase II (Mínimo 2 mg O₂/L).
- La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase III, presentando cumplimiento.
- Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011.
- Todas las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales encontradas en los puntos 1 y 5, presentaron cumplimiento con los valores de orientación. En los puntos 2,3 y 4 se presentaron mediciones superiores a los límites máximos establecidos en la resolución 258 de 2011, por la cual se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020.
- Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación alta por materia orgánica, pero no se presenta contaminación por sólidos suspendidos totales ni por pH
- Se realizó la colecta y análisis de las comunidades hidrobiológicas en la ciénaga de Sabanagrande, con el fin de entregar resultados concernientes a la composición y abundancia de los taxones encontrados.

- La comunidad fitoperifítica estuvo mayormente representada tanto en riqueza como en abundancia por los organismos de la División Bacillariophyta. La comunidad estuvo compuesta por 36 taxa, pertenecientes a 28 familias. Los índices de diversidad mostraron equidades altas y dominancias bajas, mientras que los procesos más bioindicados fueron eutrofia y pH neutro a ligeramente ácido, entre otras. El dendograma muestra que los puntos son similares respecto a la abundancia de la comunidad fitoperifítica, mientras que el ACP indica ligeras diferencias entre los puntos. El fitoplancton estuvo integrado por 53 taxones pertenecientes a 6 divisiones; Chlorophyta presentó la mayor riqueza, mientras que Cyanobacteria fue la más abundante. Los índices ecológicos mostraron altos valores de equidad y bajos de dominancia, y el proceso mejor bioindicado fue eutrofia. Tanto el dendograma como el análisis de componentes principales muestran heterogeneidad en la comunidad respecto a los puntos y horarios de muestreo. Por su parte, la comunidad de macrófitas acuáticas estuvo representada por 10 morfoespecies, de las que *Eichhornia crassipes* (20,9%), *Ludwigia* sp (20,4%) y *Eichhornia* sp (20,3%) presentaron los mayores porcentajes de cobertura, mientras que *Pistia stratiotes* y *Ludwigia* sp fueron las más frecuentes, el biotopo más representativo fue Acropleustophyta, o de plantas errantes sobre la superficie del agua.
- En el grupo de los consumidores, el zooplancton estuvo integrado por 25 morfoespecies pertenecientes a 5 Clases, de las cuales Eurotatoria presentó la mayor abundancia y riqueza. Esta comunidad presentó valores altos de equidad y bajos de dominancia. El proceso más bioindicado en los puntos y horarios de muestreo fue estratificación, seguido de eutrofia; de acuerdo al dendograma realizado y al análisis ACP, se presentan variaciones en las abundancias de la comunidad respecto a esos factores, observándose que el Punto 1, de las horas de la mañana es diferente a los puntos restantes. Por otra parte, los macroinvertebrados bentónicos reportaron 2 taxones pertenecientes a 2 clases que compartieron la misma riqueza, Clitellata e Insecta, sin embargo Clitellata fue la más abundante. Los índices de diversidad muestran alta dominancia en esta comunidad, lo que es corroborado con los valores del índice BMWP/Col, con valores entre 1 y 5, que indican “aguas contaminadas”. El dendograma muestra que la comunidad no presenta variaciones en los dos puntos donde se analizó la comunidad, y lo mismo ocurre con el ACP.
- Para la comunidad íctica, y a pesar del esfuerzo realizado, no se obtuvo una captura efectiva de organismos durante las jornadas de pesca.

11.3 Ciénaga de Luisa

- Los valores de pH medidos en los puntos 7, 8, 9 y 10 de esta ciénaga presentan cumplimiento con el rango fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA; donde se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. Para cuencas y tramos de clase III, se tiene establecido un rango de pH entre 7 y 9 unidades.
- En el punto 6 se encontraron mediciones de pH por fuera del rango establecido en la resolución mencionada, oscilando el pH entre 8,13 y 6,93 unidades.
- En los puntos 6 y 7, todos los valores obtenidos de oxígeno disuelto están por debajo del valor mínimo fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, para cuencas y tramos de clase II (Mínimo 2 mg O₂/L). En los puntos 8, 9 y 10 los valores de oxígeno presentan cumplimiento con esta norma de referencia.
- La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase III, presentando cumplimiento.
- Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011.
- Todas las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales encontradas en los puntos 8, 9 y 10, presentaron cumplimiento con los valores de orientación. En los puntos 6 y 7 se presentaron mediciones superiores a los límites máximos establecidos en la resolución 258 de 2011, por la cual se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020.
- Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación alta-muy alta por materia orgánica y ninguna contaminación por sólidos suspendidos totales ni por pH.
- Se realizó la colecta y análisis de las comunidades hidrobiológicas en la ciénaga de Luisa, con el fin de entregar resultados concernientes a la composición y abundancia de los taxones encontrados.
- El fitoperifiton reportó 26 taxones pertenecientes a 6 divisiones; la división Bacillariophyta tuvo la mayor representación en la riqueza, mientras que Cyanobacteria lo hizo en la abundancia total. Los índices ecológicos mostraron que la comunidad tiene valores altos de equidad y bajos de dominancia, mientras que el

análisis de bioindicación evidencia procesos de eutrofia en todos los puntos de la ciénaga. Los dendogramas y el ACP muestran variabilidad entre los puntos de muestreo. El fitoplancton estuvo representado por 63 taxones clasificados en 6 divisiones, siendo Chlorophyta la que más aportó a la riqueza, y Cyanobacteria a la abundancia. La equidad mostró valores medios en la mayoría de las muestras, mientras que la dominancia fue baja. El proceso más bioindicado por los organismos reportados fue eutrofia. Los análisis multivariados evidenciaron que esta comunidad se comportó de manera heterogénea entre los puntos y horarios de muestreo. Respecto a la comunidad de macrófitas, se registraron 12 morfoespecies, de las cuales *Eichhornia crassipes* presentó el mayor promedio de porcentaje de cobertura, mientras que *Neptunia* spp fue la más frecuente, así mismo los biotopos predominantes fueron Acropleustophyta, o plantas flotantes o errantes y Helophyta o grupo de plantas pasa gradualmente a la vegetación terrestre.

- En el grupo de los consumidores, el zooplancton estuvo integrado por 34 taxa pertenecientes a 5 clases, de las cuales Eurotatoria aportó la mayor riqueza y abundancia. Los valores arrojados por el índice de equidad fueron altos en la mayoría de las muestras analizadas, mientras que la dominancia reportó valores bajos. El proceso más bioindicado fue estratificación y eutrofia entre otros. Los análisis multivariados permiten evidenciar la heterogeneidad de esta comunidad en función de los puntos y horarios de muestreo, con diferencias entre los Puntos 6 y 7 y los puntos restantes. El bentos reportó 8 morfoespecies pertenecientes a 3 clases; Clitellata aportó la mayor riqueza y abundancia a la comunidad. Los índices de equidad fueron de medios a altos y más se observó una dominancia media, el índice BMWP/Col arrojó valores entre 3 y 6, evidenciando “aguas contaminadas”. El dendograma muestra variación en la comunidad entre los puntos analizados, sobre todo en los Puntos 6 y 7, más el análisis ACP evidencia que son mayores las diferencias del Punto 7, sobre todo por la composición de la comunidad.
- El esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, dio como resultado la colecta de 37 organismos pertenecientes a 6 especies, de las cuales las más abundantes fueron *Astyanax magdalenae* y *Caquetaia kraussii* con 14 y 13 individuos respectivamente. *A. magdalenae* también fue la especie que tuvo más frecuencia. Se encontró referencia de talla mínima de madurez para *Trichogaster* sp (Arévalo *et al.* 2010), *C. kraussii* (Solano-Peña *et al.* 2013) y *Andinoacara pulcher* (Olaya-Nieto *et al.* 2010), y en base a éstas, se infiere que los organismos colectados de las dos primeras especies fueron individuos maduros, mientras que los especímenes de *A. pulcher* era aún juvenil. De las especies reportadas, solo a *C. kraussii* se le halló talla mínima de captura (AUNAP, sin año), siendo ésta mayor a la que presentó el individuo. No se encontraron coincidencias al momento de revisar el listado de especies silvestres amenazadas brindado por la resolución 192 del 2014.

11.4 Ciénaga Mallorcaín

- Los valores de pH medidos en los puntos monitoreados en esta ciénaga oscilaron entre 6,07 y 9,07 unidades, ambos valores extremos están por fuera del rango fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA; donde se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. Para cuencas y tramos de clase III, se tiene establecido un rango de pH entre 7 y 9 unidades.
- Todos los valores obtenidos de oxígeno disuelto están por debajo del valor mínimo fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase II (Mínimo 2 mg O₂/L) y para cuencas y tramos de clase I (Mín 3 mgO₂/L). Los cuerpos de agua de clase I se definen como aquellos cuyo potencial de uso es prioritariamente para preservación de flora y fauna y los de clase II como aquellos cuyo potencial de uso es prioritariamente para consumo humano y doméstico con tratamiento convencional. En esta ciénaga se presentaron valores de saturación de oxígeno mayor a 100%, lo cual indica que se presenta una alta actividad fotosintética.
- La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.
- Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011, para cuencas y tramos de clase III, cuyo potencial de uso es prioritariamente para uso Industrial.
- En esta ciénaga se presentaron concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales superiores a los límites máximos establecidos en la resolución 258 de 2011.
- Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación alta por materia orgánica, media-muy alta por sólidos suspendidos totales y existe contaminación media por pH
- Se realizó la colecta e identificación de las comunidades hidrobiológicas en la ciénaga Mallorcaín, con el fin de entregar resultados concernientes a la composición y abundancia de los taxones encontrados.
- No se pudo realizar la colecta de organismos de la comunidad fitoperifítica por la falta de sustratos en esta ciénaga. La comunidad fitoplanctónica por su parte, estuvo compuesta por 28 morfoespecies, de las cuales el 42,9% pertenecientes a la división

Bacillariophyta; igualmente la riqueza estuvo dominada por esta división. Los índices ecológicos muestran una dominancia baja y equidades medias en la mayoría de los puntos evaluados, mientras que el proceso más bioindicado fue eutrofia. Los dendogramas y el ACP demuestran separación espacial, más no temporal, de los puntos de analizados, siendo los puntos 3 y 4 los que presentan comportamientos diferentes, indicando que pueden haber diferentes zonas en la ciénaga debido a las variaciones de salinidad, como es normal en este tipo de ambientes. No se encontraron macrófitas en este cuerpo de agua.

- En el grupo de los consumidores, el zooplancton estuvo integrado por 27 morfoespecies pertenecientes a 6 Clases; Eurotatoria aportó el 59,3% de la riqueza, así como el 65,5% de la abundancia total. Los índices ecológicos muestran valores de equidad y dominancia medias. El proceso más bioindicado fue eutrofia y pH alcalino entre otros. Los dendogramas indican que el punto 3 disímil respecto a los demás puntos de muestreo. El ACP indicó que el oxígeno se correlacionó más con el punto 4 y 2, mostrando mayor diferencia por parte del Punto 3. La comunidad de macroinvertebrados bentónicos reportó 5 taxa pertenecientes a 3 Clases, reportando organismos solo en los Puntos 1 y 4. Polychaeta contribuyó en mayor medida tanto a la riqueza como a la abundancia. Los índices ecológicos solo pudieron ser calculados para el punto 1, el cual mostró valores de equidad y dominancia medios. El análisis de similitud indicó que los puntos presentan comunidades bentónicas diferentes, lo que pudo ser corroborado en el ACP, el cual mostró diferencias entre los puntos causados por el porcentaje de saturación de oxígeno y la concentración de organismos de la familia Spionidae.
- El esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, dio como resultado la colecta de un solo espécimen de *Ariopsis bonillai* de 8 cm de LT que de acuerdo a Moreno *et al.* (2001) En: Sandoval-Londoño *et al.* (2015), correspondió a un espécimen juvenil. Esta especie se encuentra como “amenazada” en Colombia de acuerdo a la resolución 192 de 2010.

11.5 Ciénaga Los Manatíes

- Los valores de pH medidos en esta ciénaga presentan cumplimiento con el rango fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA; donde se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. Para cuencas y tramos de clase III, se tiene establecido un rango de pH entre 7 y 9 unidades.

- En todos los diez puntos medidos en esta ciénaga se presentaron valores de oxígeno disuelto superiores a 4,0 mgO₂/L, criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase II.
- La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.
- Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011, para cuencas y tramos de clase III..
- Las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales presentaron cumplimiento con los valores de orientación para cuencas y tramos de Clase I y III.
- Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación alta por materia orgánica, baja por sólidos suspendidos totales y baja por pH
- Se realizó la colecta e identificación de las comunidades hidrobiológicas en la ciénaga de los Manatíes, con el fin de entregar resultados concernientes a la composición y abundancia de los taxones encontrados.
- No se pudo realizar la colecta de organismos de la comunidad fitoperifítica por la falta de sustratos en esta ciénaga. La comunidad fitoplanctónica por su parte, estuvo compuesta por 24 morfoespecies. La división Bacillariophyta reportó la mayor riqueza, mientras que Miozoa la mayor abundancia. El cálculo de los índices mostró equidades bajas y dominancias altas en todas las muestras. Los procesos más bioindicados fueron sucesión planctónica (punto 1) y eutrofia (punto 2). El análisis de similitud evidencia que las muestras analizadas son similares en un 70%, aunque el ACP no muestra correlación entre ellos. No se encontraron macrófitas en este cuerpo de agua.
- En el grupo de los consumidores, el zooplancton estuvo integrado por 8 morfoespecies pertenecientes a 3 Clases; Eurotatoria reportó los mayores valores de riqueza y abundancia en las muestras. Los índices ecológicos muestran valores altos de equidad y de dominancia bajos y medios. El proceso más bioindicado fue eutrofia, pH alcalino y alto contenido de carbonatos, cloruros, sulfatos y calcio. En el dendograma y análisis ACP se evidencia que no se presentan variaciones entre los puntos y horarios de muestreo. La comunidad bentónica reportó 5 morfoespecies; la clase Polychaeta la dominan ante tanto en la abundancia como en la riqueza total. Esta comunidad presentó valores de equidad altos y de

dominancia bajas, además, el análisis de similaridad mostró que los puntos son similares entre sí. El ACP mostró que la familia Spionidae se correlacionó con temperatura, conductividad y el porcentaje de saturación de oxígeno, mientras que la familia Cyprididae y Spionidae morfoespecie 3 se relacionaron con el pH y oxígeno disuelto.

- A pesar del esfuerzo de muestreo, no se obtuvo captura efectiva de la comunidad íctica en las áreas de muestreo.

11.6 Ciénaga El Rincón

- Los valores de pH medidos en esta ciénaga presentan cumplimiento con el rango fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA; donde se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. Para cuencas y tramos de clase III, se tiene establecido un rango de pH entre 7 y 9 unidades.
- En todos los puntos medidos en esta ciénaga se presentaron valores de oxígeno disuelto superiores a 4,0 mgO₂/L, criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase II.
- La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.
- Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III.
- Las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales presentaron cumplimiento con los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase II.
- Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación media por materia orgánica, ninguna por sólidos suspendidos totales y existe contaminación baja por pH
- Se realizó la colecta e identificación de las comunidades hidrobiológicas en la ciénaga el Rincón, con el fin de entregar resultados concernientes a la composición y abundancia de los taxones encontrados.

- No se pudo realizar la colecta de organismos de la comunidad fitoperifítica por la falta de sustratos en esta ciénaga. La comunidad fitoplanctónica por su parte, estuvo compuesta por 29 morfoespecies. La riqueza estuvo caracterizada por el predominio de organismos de la división Chlorophyta, mientras que la abundancia lo estuvo con la división Cyanobacteria seguida y Chlorophyta. Esta comunidad presentó valores altos de equidad, y bajos de dominancia, en todas las muestras analizadas. El proceso más bioindicado fue eutrofia. El dendograma muestra que se presentaron variaciones notables durante el día en el punto 1, mientras que en el punto 2, el comportamiento fue uniforme. Esto es corroborado con el ACP. Respecto a las macrófitas, se reportan solo en el punto 1, con dos especies, *Lemna aequinoctialis* y *Pistia stratiotes*, siendo la primera la que presenta la mayor cobertura, con predominio de especies pertenecientes al biotopo Acropleustophyta o de plantas errantes o flotantes.
- De las comunidades consumidoras, el zooplancton estuvo integrado por 10 morfoespecies. Los organismos pertenecientes a la clase Eurotatoria presentaron las mayores riquezas y abundancias. Los índices ecológicos mostraron una comunidad con alta equidad y baja dominancia. El proceso que presentó mayor bioindicación fue la estratificación, en ambos puntos. El dendograma realizado, muestra variaciones en la comunidad, entre los puntos y horarios de muestreo, lo que es corroborado por el ACP. El bentos, por su parte, reporta 5 morfoespecies pertenecientes a 3 clases, siendo Insecta la que presentó mayor riqueza y abundancia. Los índices ecológicos calculados, solo para el punto 1, mostraron alta equidad y baja dominancia, mientras en el punto 2 se observó la dominancia de una sola morfoespecie. Los valores del índice BMWP/Col indican aguas con calidad muy crítica en la ciénaga. El dendograma indicó que la comunidad tiene comportamientos diferentes en ambos puntos, lo que se ratifica en con el ACP, donde se evidencia mayor correlación entre los Chironomidae y el Punto 2 y entre los tubificidos y el Punto 1.
- A pesar del esfuerzo de realizado durante las faenas de muestreo, no se obtuvo una captura efectiva de integrantes de la comunidad íctica en las áreas de muestreo.

11.7 Ciénaga del Totumo

- Los valores de pH medidos en esta ciénaga oscilaron entre 6,03 y 8,19 unidades, presentándose resultados por fuera del rango fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA; donde se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. Para

cuencas y tramos de clase I, II y III, se tiene establecido un rango de pH entre 7 y 9 unidades.

- En todos los puntos medidos en esta ciénaga se presentaron valores de oxígeno disuelto superiores a 4,0 mgO₂/L, criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase II.
- La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.
- Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase I y III.
- Las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales presentaron cumplimiento con los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase I y III.
- Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación baja por materia orgánica y ninguna contaminación por sólidos suspendidos totales ni pH.
- Se realizó la colecta e identificación de las comunidades hidrobiológicas en la ciénaga del Totumo, con el fin de entregar resultados concernientes a la composición y abundancia de los taxones encontrados.
- No se pudo realizar la colecta de organismos de la comunidad fitoperifítica por la falta de sustratos en esta ciénaga. La comunidad fitoplanctónica por su parte, estuvo representada por 52 taxa pertenecientes a 6 divisiones; Cyanobacteria y Chlorophyta presentaron la mayor riqueza, mientras que la abundancia estuvo dominada por organismos de las divisiones Bacillariophyta y Cyanobacteria. Los índices de diversidad mostraron una comunidad con alta equidad y baja dominancia, la cual indicó principalmente procesos de eutrofia en los cuatro puntos. El análisis de similitud mostró poca semejanza entre las muestras de los puntos 1 y 2 con respecto a los puntos restantes. Así mismo el ACP muestra que el punto 2 presenta comportamientos diferentes marcados por especies del horario del medio día. Respecto a las macrófitas acuáticas, no se registraron especímenes en el área.
- En el grupo de los consumidores, el zooplancton estuvo integrado por 26 morfoespecies pertenecientes a 5 Clases; Eurotatoria reportó los mayores valores

de riqueza y abundancia en las muestras. Los índices ecológicos muestran valores altos de equidad y de dominancia bajos. El proceso más bioindicado fue el de estratificación, seguido de eutrofia. El dendograma realizado muestra que no hay variaciones entre los puntos y los horarios de muestreo, sin embargo, el ACP muestra que existen diferencias entre los 1 y 4, con los puntos 2 y 3. El bentos reportó solo una especie, colectada solo en los puntos 1 y 4. No se pudieron calcular los índices, ni realizar el análisis de similitud; el BMWP/Col arrojó un valor de 2 para ambos puntos, indicando la presencia de aguas fuertemente contaminadas.

- A pesar del esfuerzo realizado durante las faenas de pesca, no se obtuvo captura efectiva de peces.

11.8 Ciénaga de Tocagua

- Los valores de pH medidos en esta ciénaga oscilaron entre 7,01 y 7,93 unidades, cumpliendo con el rango fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA; donde se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. Para cuencas y tramos de clase I, II y III, se tiene establecido un rango de pH entre 7 y 9 unidades.
- En todos los puntos medidos en esta ciénaga se presentaron valores de oxígeno disuelto entre 1,90 y 5.73 mgO₂/L. El criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase III es 2 mgO₂/L (Uso industrial prioritariamente).
- La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.
- Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III.
- Las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales presentaron cumplimiento con los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase I y III.
- Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación media por materia orgánica y ninguna contaminación por sólidos suspendidos totales ni pH.

- Se realizó la colecta e identificación de las comunidades hidrobiológicas en la ciénaga de Tocagua, con el fin de entregar resultados concernientes a la composición y abundancia de los taxones encontrados.
- La comunidad del fitoperifiton estuvo compuesta por 19 taxones, clasificados en 3 divisiones, siendo Bacillariophyta la que presentó la mayor riqueza y abundancia. Los índices ecológicos muestran valores de equidad entre medios y bajos, y dominancia media. La comunidad registró mayores bioindicaciones a la eutrofia, y de acuerdo a los análisis de similitud y de componentes principales, presentó variaciones en el punto 4, debido a la concentración de organismos pertenecientes a la división Cyanobacteria. El fitoplancton reportó 43 morfoespecies clasificadas en 6 divisiones, de las cuales Chlorophyta presentó la mayor abundancia y la riqueza. Esta comunidad presentó alta equidad y una dominancia baja, sin embargo, su proceso más bioindicado fue la eutrofia. El análisis de similitud mostró que los puntos 3 y 4 son poco similares respecto a los otros, fenómeno corroborado por el ACP. Respecto a la comunidad de macrófitas acuáticas se reportó solo en los puntos 1 y 2, la especie *Pistia stratiotes* fue la que presentó la mayor cobertura, seguida de *Lemna aequinoctialis* en el punto 1 y *Neptunia* sp en el punto 2. Predominó el biotopo Acropleustophyta o de plantas flotantes.
- La comunidad del zooplancton estuvo representada por 24 taxones pertenecientes a 5 clases, de las cuales Eurotatoria reportó los mayores valores de riqueza y abundancia, y cuyos índices ecológicos mostraron que presentan alta equidad y baja riqueza. El proceso mejor bioindicado fue el de estratificación, mientras que el análisis de similitud muestra que no hubo variaciones entre los puntos y horarios de muestreo, aunque el ACP mostró que los grupos 3 y 4 se separan de los otros. El bentos, por su parte, reportó 4 morfoespecies, repartidas en 2 clases, siendo Insecta la que presenta los mayores valores de riqueza y abundancia. Los índices ecológicos muestran una comunidad con dominancias altas a medias, y un valor de BMWP/Col entre 1 y 5, indicando aguas fuertemente contaminadas. Dicha comunidad presenta variaciones entre los puntos analizados, lo que es corroborado por el ACP.
- La ictiofauna estuvo representada por 5 individuos de las especies *Oreochromis niloticus* y *Prochilodus magdalenae*. De acuerdo a las tallas mínimas de madurez sexual reportada en la bibliografía (Cadavid *et al.*, 2011), estos especímenes se encontraban en estadio juvenil. De las dos especies, solo *P. magdalenae* aparece en la lista de la resolución 0192 de 2014 catalogada en peligro crítico, y para ella, el INPA, 2001 estableció como talla mínima de captura 25cm, lo que indica que el espécimen capturado se encontró por debajo de dicha talla.

11.9 Ciénaga de Balboa

- Los valores de pH medidos en esta ciénaga oscilaron entre 8,18 y 8,59 unidades, cumpliendo con el rango fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA; donde se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. Para cuencas y tramos de clase I, II y III, se tiene establecido un rango de pH entre 7 y 9 unidades.
- En todos los puntos medidos en esta ciénaga se presentaron valores de oxígeno disuelto presentaron cumplimiento con el criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III.
- La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.
- Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III.
- Las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales presentaron cumplimiento con los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase I, II y III.
- Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación media por materia orgánica y contaminación baja por sólidos suspendidos totales y por pH.
- Se realizó la colecta e identificación de las comunidades hidrobiológicas en la ciénaga de Balboa, con el fin de entregar resultados concernientes a la composición y abundancia de los taxones encontrados.
- La comunidad del fitoperifiton estuvo compuesta por 15 taxones, clasificados en 3 divisiones, siendo las diatomeas las de más riqueza y abundancia. El punto 1 presentó equidad y dominancia con valores medios, mientras que el punto 2 presentó una equidad baja y dominancia de media. El proceso con mayor peso en la bioindicación fue eutrofia; el análisis de similitud muestra que la comunidad varía entre un punto y otro, debido a la presencia de colonias de los géneros *Parlibellus* y *Berkeleya* que aumentan la densidad en el punto 2, lo cual es confirmado con el

ACP. El fitoplancton por su parte reportó 33 taxones pertenecientes a 5 divisiones, de estas, Bacillariophyta presentó los mayores valores de riqueza y abundancia. Los índices ecológicos muestran una comunidad con equidad y dominancia medias, con los procesos de pH neutro o ligeramente ácido y eutrofia como los más bioindicados. El análisis de similitud y el ACP muestra que la comunidad se comportó de manera uniforme en ambos puntos. Por otro lado, no se registraron macrófitas en los puntos analizados.

- En el grupo de los consumidores, el zooplancton estuvo integrado por 7 morfoespecies pertenecientes a 4 Clases; Maxillopoda reportó los mayores valores de riqueza y abundancia en las muestras. Los índices ecológicos muestran valores altos de equidad y de dominancia bajos y medios. El proceso más bioindicado fue estratificación e hipoxia entre otros. En el dendograma y en el análisis de componentes principales, se evidencia que no se presentan variaciones entre los puntos y horarios de muestreo. La comunidad bentónica reportó 10 morfoespecies, distribuidas en 2 clases, siendo Polychaeta la dominante en tanto la abundancia como en la riqueza total. Esta comunidad presentó valores de equidad altos y de dominancia bajas en el Punto 1 y equidad y dominancia medias en el Punto 2, y según el análisis de similitud y el ACP, se comporta de manera heterogénea entre los puntos analizados.
- A pesar del esfuerzo de muestreo, no se obtuvo captura efectiva de la comunidad íctica en las áreas de muestreo.

11.10 Ciénaga de Luruaco

- Los valores de pH medidos en esta ciénaga oscilaron entre 7,68 y 8,89 unidades, cumpliendo con el rango fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA; donde se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. Para cuencas y tramos de clase I, II y III, se tiene establecido un rango de pH entre 7 y 9 unidades.
- En todos los puntos medidos en esta ciénaga se presentaron valores de oxígeno disuelto presentaron cumplimiento con el criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III.

- La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.
- Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase I y III.
- En esta ciénaga se presentaron concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales que sobrepasan los valores máximos fijados para cuencas y tramos de Clase I, II y III.
- Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación alta por materia orgánica, ninguna contaminación por sólidos suspendidos totales y existen contaminación baja por pH
- Se realizó la colecta e identificación de las comunidades hidrobiológicas en la ciénaga de Luruaco, con el fin de entregar resultados concernientes a la composición y abundancia de los taxones encontrados.
- La comunidad del fitoperifiton estuvo compuesta por 21 taxones clasificados en 4 divisiones; Bacillariophyta fue la que presentó mayor abundancia y junto con ella, Cyanobacteria predominó en la riqueza. Los índices ecológicos mostraron equidades medias y altas, mientras que la dominancia arrojó valores bajos en la mayoría de los puntos. Según el análisis de bioindicación, el proceso predominante en los 3 puntos evaluados fue eutrofia, mientras que el dendograma y el ACP muestran la separación del punto 4, correlacionado con las densidades de las Bacillariophyta. El fitoplancton reportó 61 morfoespecies clasificadas en 6 divisiones; Chlorophyta presentó la mayor riqueza, mientras que Cyanobacteria fue la más abundante. Se presentaron valores altos de equidad, y bajos de dominancia, y de acuerdo al análisis de bioindicación, la eutrofia se encuentra predominando en todos los puntos y horarios de muestreo. El análisis de similitud indica como la comunidad fitoplanctónica presenta variaciones entre los puntos y horarios de muestreo, mostrando heterogeneidad en el cuerpo de agua, lo cual también puede ser visto en el ACP. Respecto a las macrófitas, se reportan 5 especies, encontrándose de *Lemna* spp fue la que presentó mayor promedio general de cobertura, mientras que *Ipomoea aquatica* fue la más frecuente, siendo Helophyta el biotopo predominante en todos los puntos de muestreo, siendo el grupo de plantas pasa gradualmente a la vegetación terrestre.
- El zooplancton estuvo representado por 41 taxones distribuidos en 5 clases, de las cuales Eurotatoria presentó los mayores valores de riqueza y abundancia. Los

índices de diversidad mostraron equidades altas en todos los puntos, así como bajas dominancias, y de acuerdo al análisis de bioindicación, los procesos predominantes en todos los puntos fueron estratificación y eutrofia. El dendograma y el ACP, muestran heterogeneidad de la comunidad entre los puntos de muestreo. Por su parte, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos reportó 4 morfoespecies pertenecientes a 2 clases, siendo Insecta la que presentó la mayor abundancia y riqueza, presente en ocho de los 14 puntos evaluados. La mayoría de los puntos analizados presentaron una morfoespecie, por lo que el valor de la equidad no pudo ser calculado y la dominancias fue máxima, mientras que el BMWP/Col arrojó valores entre 0 y 4, indicando “aguas fuertemente contaminadas”. El análisis de similitud muestra que el bentos presenta gran variabilidad en este cuerpo de agua, pudiéndose inferir que no es uniforme, lo cual puede ser corroborado en el ACP, observándose correlaciones entre los puntos 8, 3 y 2, con las variables físicoquímicas de temperatura, porcentaje de saturación de oxígeno y conductividad.

- A pesar del esfuerzo realizado durante las actividades de campo, no se obtuvo captura efectiva de peces en los puntos evaluados.

11.11 Embalse del Guájaro

- Los valores de pH medidos en este cuerpo de agua oscilaron entre 6,58 y 8,70 unidades, cumpliendo con el rango fijado por la resolución 258 del 13 de abril de 2011, expedida por la CRA; donde se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de la jurisdicción para el período 2011-2020. Para cuencas y tramos de clase I, II y III, se tiene establecido un rango de pH entre 7 y 9 unidades.
- En este cuerpo de agua se presentaron valores de oxígeno disuelto inferiores al criterio mínimo fijado en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III.
- La temperatura medida en todos los puntos fue inferior a 40 °C, criterio establecido en la resolución 238 de abril de 2011 para cuencas y tramos de clase I, II y III, presentando cumplimiento.
- Los valores promedio obtenidos para DBO₅ y sólidos suspendidos totales, en todos los puntos, presentan cumplimiento con los criterios fijados por la resolución 0258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III.

- En los puntos 15 y 16 las concentraciones de Coliformes totales y coliformes fecales presentaron valores superiores a los máximos fijados para cuencas y tramos de Clase I, II y III. Los demás puntos presentan cumplimiento con los criterios para clase III.
- Los resultados de los índices de contaminación indican que en esta ciénaga se presenta contaminación media-alta por materia orgánica y ninguna contaminación por sólidos suspendidos totales ni pH.
- Se realizó la colecta e identificación de las comunidades hidrobiológicas en el embalse del Guájaro, con el fin de entregar resultados concernientes a la composición y abundancia de los taxones encontrados.
- La comunidad del fitoperifiton estuvo compuesta por 31 taxones clasificados en 6 divisiones; Cyanobacteria presentó la mayor abundancia y junto con ella, Bacillariophyta predominó en la riqueza. Los índices ecológicos mostraron equidades altas y bajas dominancias en la mayoría de los puntos analizados. El proceso más bioindicado fue el de eutrofia, mostrando que este fenómeno se está presentando en el embalse de manera generalizada, aunque el dendograma de similitud indica que la comunidad presenta variaciones entre los puntos, lo que también puede ser visto en análisis de componentes principales. Para el fitoplancton se registraron 68 morfoespecies, agrupadas en 7 divisiones, siendo Chlorophyta y Bacillariophyta las que presentaron mayores valores de riqueza y abundancia, respectivamente. Los valores de equidad fueron altos en la mayoría de las muestras analizadas, mientras que los de dominancia fueron bajos. Según el análisis de bioindicación, el proceso predominante en el embalse fue eutrofia siendo coincidente con otras comunidades, mientras que el análisis de similitud y el ACP indican que se presentaron variaciones entre los puntos analizados. Respecto a las macrófitas, se registraron 11 morfoespecies, de las cuales *Nelumbo* spp presentó el mayor promedio de porcentaje de cobertura, mientras que las especies *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* fueron las más frecuentes. Los biotopos más frecuentes fueron Helophyta y Acropleustophyta.
- El zooplancton estuvo representado por 49 taxones distribuidos en 6 clases, de las cuales Eurotatoria presentó los mayores valores de riqueza y abundancia. Los índices de diversidad mostraron equidades altas y medias en todos los puntos, así como bajas dominancias en la mayoría; de acuerdo al análisis de bioindicación, el proceso predominante en todos los puntos fue el de estratificación, seguido de eutrofia. El dendograma y el ACP, muestran variabilidad de la comunidad entre los puntos y horarios de muestreo, debido posiblemente a que las condiciones en el embalse no son uniformes, separándose tres zonas del sector sur del embalse, en la zona oriental de Repelón y la zona entre Repelón y Rotinet, separados de la zona

norte del embalse. Por su parte, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos reportó 5 morfoespecies pertenecientes a 2 clases, siendo Insecta la que presentó los mayores valores de abundancia y riqueza. La mayoría de los puntos analizados mostraron no fue posible evaluar la equidad, debido a la presencia de una única especie, igualmente la dominancia fue máxima, mientras que el BMWP/Col arrojó valores de 1, 2, 3, 9 y 12, indicando todos “aguas fuertemente contaminadas”. El análisis de similitud indica que la comunidad presenta gran variabilidad entre los puntos evaluados, lo cual puede ser también corroborado en el ACP.

- La Ictiofauna estuvo representada por 6 especies, de las cuales *Oreochromis niloticus* presentó la mayor abundancia y frecuencia. Se encontraron tallas mínimas de madurez para la especie antes mencionada (213 mm) descrita por Cadavid *et al* (2011), Narváez *et al* (2008), e Ibarra *et al* (2013); así como para *Pimelodus grosskopfii* (321 mm), especies para las cuales los organismos colectados eran juveniles; igualmente para *A. pulcher* (90 mm, Olaya-Nieto *et al.*, 2010), correspondiendo los organismos colectados a adultos. Se evidenció que talla mínima de captura solo ha sido establecida para *P. grosskopfii*, (TML= 200 mm AUNAP-UNIMAGDALENA, 2013) observándose que el individuo colectado se encontraba por debajo de dicha talla. La búsqueda en el listado de especies amenazadas en el territorio colombiano suministrado por la resolución 192 de 192 de 2014, indicó que la especie *P. grosskopfii*, se encuentra catalogada como vulnerable.

11.12 VERTIMIENTOS DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

- Los valores de pH obtenidos en los vertimientos de Ponedera, Suán, Campo de la Cruz, Candelaria, Santa Lucía y la Villa Olímpica en Galapa, presentan cumplimiento con el rango fijado en el artículo 8 de la resolución 0631 de 2015 (entre 6 y 9 unidades), para vertimientos de aguas residuales domésticas que van a un cuerpo de agua.
- Los valores de temperatura obtenidos en los vertimientos de Ponedera, Suán, Campo de la Cruz, Candelaria, Santa Lucía y la Villa Olímpica en Galapa, presentan cumplimiento con el valor máximo fijado en el artículo 5 de la resolución 0631 de 2015 (Máx 40 °C), para vertimientos de aguas residuales domésticas que van a un cuerpo de agua.
- Todos los puntos monitoreados de agua residual doméstica correspondientes a los municipios presentan una concentración promedio de DBO₅ superior a 90 mgO₂/L y una concentración promedio de DQO superior a 180 mgO₂/L, lo cual no cumple

con la norma; excepto el vertimiento de Campo de la Cruz cuyo valor de DBO5 fue 81,20 mgO₂/L y de DQO fue 169,63 mgO₂/L.

- Los resultados de sólidos suspendidos totales en los vertimientos de agua residual doméstica correspondientes a los municipios de Campo de la Cruz (28,20 mg/L), Candelaria (47,33 mg/L) y Santa Lucía 842.5 mg/L), presentan cumplimiento con la norma.

11.13 VERTIMIENTOS DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA

- Los valores de pH obtenidos en los vertimientos de Lloreda S.A, Puro pollo, Curtiembres del Caribe, C.I Camaguey, Lavandería Familiar y Gralco presentan cumplimiento con el rango fijado por la resolución 0631 de 2015, para vertimientos de agua residual no doméstica a un cuerpo de agua (entre 6 y 9 unidades). En el vertimiento de Jabonería Tusica se registraron algunos valores de pH inferiores al rango fijado por la norma, siendo el valor más bajo de 5.87 unidades.
- Todos los valores de temperatura no superaron los 40 °C, valor máximo fijado en el artículo 5 de la resolución 0631 de 2015 para vertimientos de aguas residuales no domésticas que van a un cuerpo de agua. En el vertimiento de Lloreda se registró un valor de temperatura exactamente de 40 °C.
- Los valores promedio de DBO5 de los vertimientos de agua residual no doméstica que presentan cumplimiento con la norma son: Lloreda S.A, Curtiembres del Caribe, C. I Camaguey y Gralco.
- Los valores promedio de DQO de los vertimientos de agua residual no doméstica que presentan cumplimiento con la norma son: Curtiembres del Caribe y C. I Camaguey.
- Los valores promedio de SST de los vertimientos de agua residual no doméstica que presentan cumplimiento con la norma son: Lloreda S.A, Jabonería Tusica, Curtiembres del Caribe, C. I Camaguey y Gralco.

12 RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar realizando este tipo de estudios en distintas épocas hidrológicas, orientados a evaluar la calidad tanto de los vertimientos como de los cuerpos de agua influenciados por actividades contaminantes, de tal forma que se conviertan en una alternativa práctica y complementaria para el control de la contaminación de los cuerpos de agua y así generar las bases que permitan establecer nuevas metas de descontaminación. Es necesario además que en este estudio se realice la medición de los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto en la columna de agua, lo que permite analizar las relaciones energéticas dentro del cuerpo de agua, y entre éste y su entorno
- Mantener una base de datos asociada a un Sistema de Información Geográfica (SIG) de manera que se permita realizar análisis estadísticos y de tendencias teniendo en cuenta diferencias temporales y geográficas. Esto servirá como una excelente herramienta de gestión ya que los SIG permiten dar un contexto geográfico a la evaluación de tendencias de manera que se toman mejores decisiones de gestión sobre las cuencas.
- Se recomienda efectuar un modelo matemático de la calidad de los cuerpos de agua, siendo ésta una herramienta que facilita la determinación de las cargas máximas que cada empresa puede vertir a un determinado cuerpo de agua.
- Se recomienda evaluar las comunidades planctónicas en el la columna de agua lo que permite observar la formación de estratificación en el cuerpo de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBAYES H. DES. *et al.* 1989 Botánica Vegetales inferiores. Editorial Reverté S.A. Barcelona. 712 p
- ACOSTA, *et al.*, 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (cera) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. ISSN 0213-8409, vol. 28, nº. 1, 2009.
- APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 22 (2012)
- ARRIETA VERA, Liliana y DE LA ROSA MUÑOZ, Joel. 2003. Estructura de la comunidad íctica de la ciénaga Mallorquín, Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras No. 32. Santa Marta, Colombia. Pág 231-242
- BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D. & STRIBLING, J. B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. US EPA; Office of Water; Washington, D.C.
- BOUCHARD, R.W. Jr. 2004. Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN. 208 pp.
- CRA 2012. Plan de acción 2012-2015. Desarrollo con sostenibilidad ambiental. Capítulo II, Síntesis ambiental. Disponible en <http://www.crautonomia.gov.co/documentos/Planes/2013/4%20Síntesis%20Ambiental.pdf>. Consultado 2015-07-30
- EIGENMANN C. H. 1922. The fishes of western South America, Part 1: The fresh-water fishes of northwestern South America, including Colombia, Panama, and the Pacific slopes of Ecuador and Peru, together with an appendix upon the fishes of the Rio Meta in Colombia. Memoirs of the Carnegie Museum 9:1-346, 38 plates
- Escolar Vega, Alberto. 2007. Ecosistemas acuáticos del departamento del Atlántico. PAT 2007-2009. Corporación Autónoma Regional del Atlántico. Disponible en https://guayacan.uninorte.edu.co/divisiones/Ingenierias/IDS/upload/File/Ponencias/Pdf/ECOSISTEMAS_ACUATICOS_DEL_DPTO_DEL_ATLANTICO.pdf. Consultado 2015-07-30

- FERNÁNDEZ, Fernando; ANDRADE, M. y AMAD, Germán (Editores). 2004. Insectos de Colombia Volumen tres. Eds Fernando Fernández-C, M. Gonzalo Andrade-C., Germán Amad-G. – Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2004. 604p
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2015. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2015).
- GALVIS et al. 1989. Peces de los Andes de Colombia.
- GALVIS G., MOJICA J.I., PROVENZANO F, LASSO C., TAPHORN D., ROYERO R., CASTELLANOS, GUTIÉRREZ A., GUTIÉRREZ M.A., LÓPEZ Y., MESA L., SÁNCHEZ P., CIPAMOCHA C. 2007. Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Eds. A. I. Sanabria-Ochoa, P. Victoria-Daza, I. C. Beltrán. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, INCODER, Universidad Nacional de Colombia - Departamento de Biología - Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia, 425pp
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2015. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 28 July 2015.
- LASSO Y MANCHADO-ALLISON (2000), Ictiofauna de la cuenca del río Cuyuní en Venezuela.
- Maldonado-Ocampo, J. A., A. Ortega-Lara., J. S. Usma., G. Galvis., F. A. Villa Navarro., L. Vásquez., S. Prada-Pedrerros y C.Ardila. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. – Colombia. 346 pp
- MORENO, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- ROLDÁN PEREZ, GABRIEL y RAMIREZ RESTREPO, JHON JAIRO. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. 2ª Edición. Colección Ciencia y Tecnología. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. Agosto 2008.
- ROLDÁN PÉREZ, Gabriel. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Medellín, Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Colección Ciencia y Tecnología. 175p.
- ROLDAN PEREZ, Gabriel; 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia, Uso del método BWMP/Co; Editorial Universidad Antioquia; Antioquia – Medellín; Colección de Ciencia y Tecnología Junio de 2003

- ROLDÁN, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo para la protección del medio ambiente “Jose Celestino Mutis” FEN Colombia, Fondo Colombiano de investigaciones científicas y proyectos especiales “Francisco Jose de Caldas” Colciencias y Universidad de Antioquia. 217 p.
- ROLDÁN, G. 1989. Manual de limnología. Editorial Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias. Medellín.
- ROSKOV Y., KUNZE T., ORRELL T., ABUCAY L., CULHAM A., BAILLY N., KIRK P., BOURGOIN T., BAILLARGEON G., DECOCK W., DE WEVER A., Eds. 2014. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 30th May 2014. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.
- RUIZ-MORENO, Jeanet Liliana; OSPINA-TORRES, Rodolfo y RISS, Wolfgang. 2000. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. II Subfamilia Chironominae. *Caldasia* 22 (1): 15-33.
- SCHMIDT-MUMM, U. 1988. Vegetación acuática y palustre de la parte alta de la hoya del río Namay (Albán, Cundinamarca). *Pérez-Arbelaezia*, 2(6-7): 9-41.
- STREBLE, Heinz & KRAUTER, Dueter. 1987. Atlas de los microorganismos de agua dulce. La vida en una gota de agua. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 337p.
- VIDAL VELÁSQUEZ. Luis Alfonso. 2010. Manual de fitoplancton hallado en la ciénaga grande de Santa Marta y cuerpos aledaños. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 2010. 384p
- Wetzel. 1983 (ed). *Periphyton of freshwater ecosystems*. La Haya. Dr: W. Junk Publisher.
- Wetzel. 1991. *Limnological analysis*. 3ª ed. Bserlín, Springer Verlag.
- Páginas de internet:
<http://www.ucm.es/info/ecologia/Descriptiva/Rios1/Rios1.htm> Consultado 01-2011
<http://www.catalogueofLife.com/algaeBASE>.

Revisó

ADRIANA CIRO
Directora Técnica

JUAN MIGUEL CASTILLO
Biólogo Marino

FIN DEL INFORME FINAL

Estos resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas en los parámetros analizados, estos resultados no pueden ser reproducidos parcialmente y/o totalmente sin la autorización por escrito del laboratorio. El plazo límite para aceptar observaciones con respecto a los resultados de los análisis es de 8 días siguientes a la entrega de este informe, tiempo de custodia de las muestras. Si no se reciben observaciones se da por aceptada la conformidad con el informe y se procederá a la devolución de las muestras al cliente para que éste se encargue de la disposición final de las mismas. La confidencialidad de los informes transmitidos por vía fax queda sujeta a la responsabilidad del cliente. El personal de LMB se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones a cerca de los resultados, salvo solicitud expresa del cliente.