

8 RESULTADOS Y ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICOS

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. El fitoperifiton es una comunidad donde se representan los principales productores primarios de la red trófica (Wetzel 2001), constituye la base alimenticia de muchas especies acuáticas, especialmente algunos peces de importancia económica como 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 son 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, en su mayoría 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 inter fase 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 de origen animal 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 especies 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 físico - químicas 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 la Clase Piscies. 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 especies 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.

8.1 CUERPOS DE AGUA DEL ATLÁNTICO (HUMEDALES)

8.1.1 Ciénaga el Rincón o Lago del Cisne

En esta ciénaga se evaluaron las comunidades hidrobiológicas de productores primarios y consumidores, cuyas muestras correspondieron a las órdenes de entrada 17807 durante la Primera Fase; más durante la Segunda Fase, el espejo de agua encontrado meses antes ya se había evaporado, por lo que no se pudo realizar la comparación entre épocas climáticas, por lo que lo que la Corporación solicitó reubicar los puntos de monitoreo, para obtener la misma cantidad solicitada en los términos de referencia.

8.1.1.1 Comunidades de productores primarios

8.1.1.1.1 Fitoperifiton

Solo pudo ser caracterizada la comunidad Fitoperifítica del Punto 1 durante la Primera Fase, debido a la carencia de sustratos en el otro sitio de muestreo. Esta comunidad presentó 21 morfoespecies, agrupadas en 18 Familias, 13 Órdenes, 6 Clases y 5 Divisiones. La División que presentó el mayor aporte a la riqueza total fue Bacillariophyta, con un 38,1% (8 morfoespecies), seguida de la División, Cyanobacteria representando el 28,6%. (6 morfoespecies). Las Divisiones Charophyta y Chlorophyta presentaron cada una proporciones de 14,3% (3 morfoespecies), mientras que Dinophyta, presentó un aporte de 4,8%, con solo una morfoespecie (Tabla 8-1).

Tabla 8-1. Composición de la comunidad Fitoperifítica en la Ciénaga Rincón, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa			
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp 15</i> <i>Nitzschia sp 5</i>			
				Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp 2</i>			
				Naviculaceae	<i>Navicula sp 1</i>			
				Pinnulariaceae	<i>Pinnularia gibba</i>			
				Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp 1</i>			
			Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora sp 1</i>			
				Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp 1</i>	
			Dinophyta	Dinophyceae	ND	ND	<i>Dinoflagelado sp 4</i>	
					Chroococcales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp 1</i>	
			Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp</i>
Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>							
Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya cf. nostocorum</i> <i>Leptolyngbya sp 2</i> <i>Leptolyngbya sp 3</i>						
Plantae	Charophyta	Conjugatophyceae				Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium navicula</i>
							Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp 2</i>
						Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp 1</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp 1</i>				
		Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum simplex</i>				
		Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp 1</i>				

Cyanobacteria tuvo la mayor contribución a la abundancia relativa, siendo esta del 75,1% (1062,6 Células/cm²), seguida de la División Bacillariophyta, con un 28,7% (429,3 Células/cm²). Las divisiones Dinophyta, Charophyta y Chlorophyta tuvieron las menores representatividades en la abundancia relativa, con 0,25% (3,8 Células/cm²), 0,19% (2,8 Células/cm²) y 0,07% (1,1 Células/cm²) respectivamente (Figura 8-1 y Tabla 8-1).

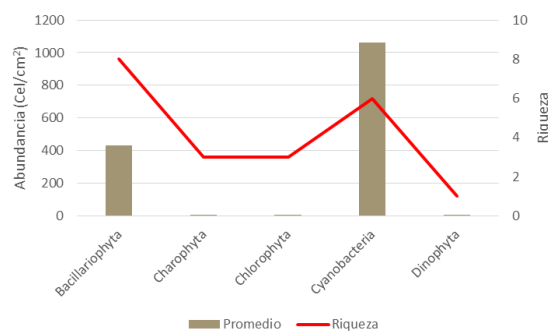


Figura 8-1. Contribución a la abundancia y a la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

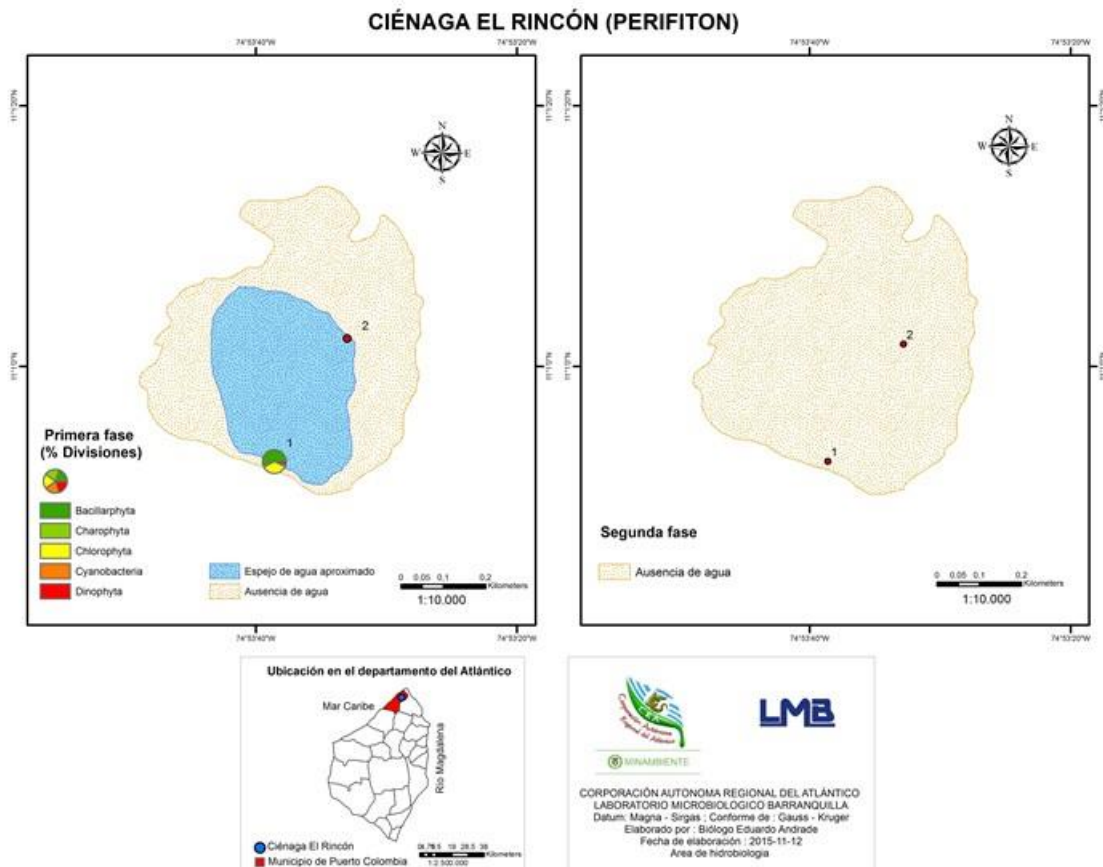


Figura 8-2. Distribución de los organismos del Fitoperifíticos (AR% por clase) en la Ciénaga El Rincón, Primera y Segunda Fase

Al realizar el análisis de los índices de Diversidad, se pudo observar que existe una tendencia a la Dominancia, de acuerdo con el índice de Simpson (0,79); sin embargo, el índice de Pielou muestra una equidad media, con un valor de 0,61. Por su parte, el índice de Shannon-Wiener, arroja un valor de 1,86 bits/individuo que, de acuerdo con Roldán y Ramírez (2008), permite indicar un ecosistema con “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-2)

Tabla 8-2. Índices ecológicos del Fitoperifiton en la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
Índices ecológicos	S	J'	H'(Loge)	A'
Punto 1	21	0,61	1,86	0,79

No se pudo realizar el análisis de Kruskal Wallis, ya que este estadístico requiere mínimo dos puntos de muestreo para la comparación; igualmente. Por su parte, el análisis de la bioindicación, basados en la referencia de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad para cada uno de los puntos evaluados; para esto se realizaron dos análisis, de manera general, por época climática y de manera puntual. Debido a que solo un punto de muestreo presentó representantes, solo fue posible analizar la bioindicación del punto; así las cosas, durante la Primera Fase, el punto 1 presentó predominancia de aguas con mezcla y turbulencia (58,8%), seguido de aguas con sedimentos y conductividad altos (13,3%) y resistencia a pesticidas (8,8%), con otras bioindicaciones que se presentaron en menor proporción, las cuales se observan en la Figura 8-3.

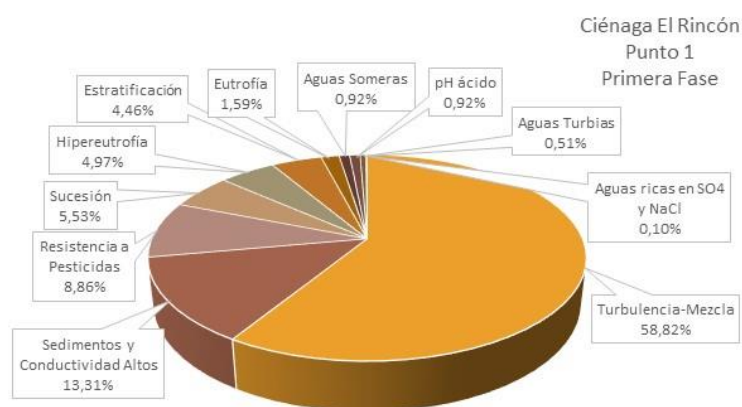


Figura 8-3. Procesos bioindicados por el Fitoperifiton en el punto 1 de muestreo en la ciénaga el Rincón, Primera Fase

El análisis muestra procesos que indican de contaminación en el sistema, tales como los sedimentos y conductividad altos, la sucesión, eutrofia e hipereutrofia, pH ácido, sucesión, y resistencia a pesticidas. Los índices de diversidad muestran una dominancia alta, debido posiblemente a los cambios que ocurren en el medio, los cuales provocan un aumento en la abundancia de varios organismos, como las cianobacterias en este caso, disminuyendo consigo los valores de equidad en la comunidad. La causa puede ser el proceso de desecación por la que pasó el espejo de agua.

8.1.1.1.2 Fitoplancton

La comunidad del Fitoplancton presentó 17 morfoespecies, pertenecientes a 8 familias, 8 órdenes. 3 clases y 2 Divisiones. De estas, Bacillariophyta presentó los mayores valores de riqueza, con 12 morfoespecies, representando esto el 70,6%; las 5 morfoespecies restantes pertenecieron a Cyanobacteria, es decir el 29,4% (Tabla 8-3 y Figura 8-5).

Tabla 8-3. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sigma</i>	
					<i>Caloneis sp 4</i>	
					<i>Gyrosigma sp 1</i>	
					<i>Gyrosigma sp 4</i>	
					<i>Gyrosigma spp</i>	
				Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Entomoneis sp 1</i>
				Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora sp 1</i>
						<i>Amphora sp 2</i>
						<i>Chaetoceros distans</i>
						<i>Chaetoceros sp 1</i>
		Mediophyceae	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	<i>Cyclotella sp 4</i>	
				<i>Cyclotella spp</i>		
				<i>Oscillatoria sp 1</i>		
				<i>Oscillatoria sp 5</i>		
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Leptolyngbya sp 1</i>	
					<i>Leptolyngbya sp 2</i>	
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya sp 3</i>	

Se presentó una abundancia total de 38,0 Células/mL, observándose que el 80,3% de este valor correspondió a la abundancia de la División Bacillariophyta, es decir 30,5 Células/mL. Las Cyanobacteria presentaron una abundancia de 7,5 Células/mL, representando el 19,7% del total (Tabla 8-3 y Figura 8-5).

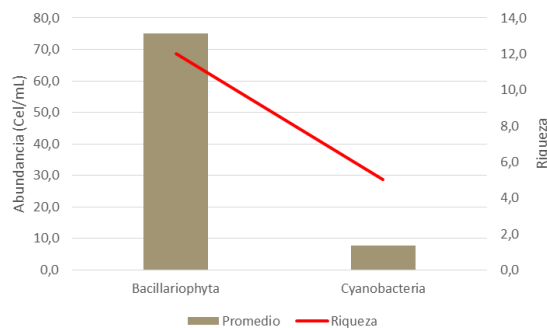


Figura 8-4. Contribución a la abundancia y a la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga de Rincón

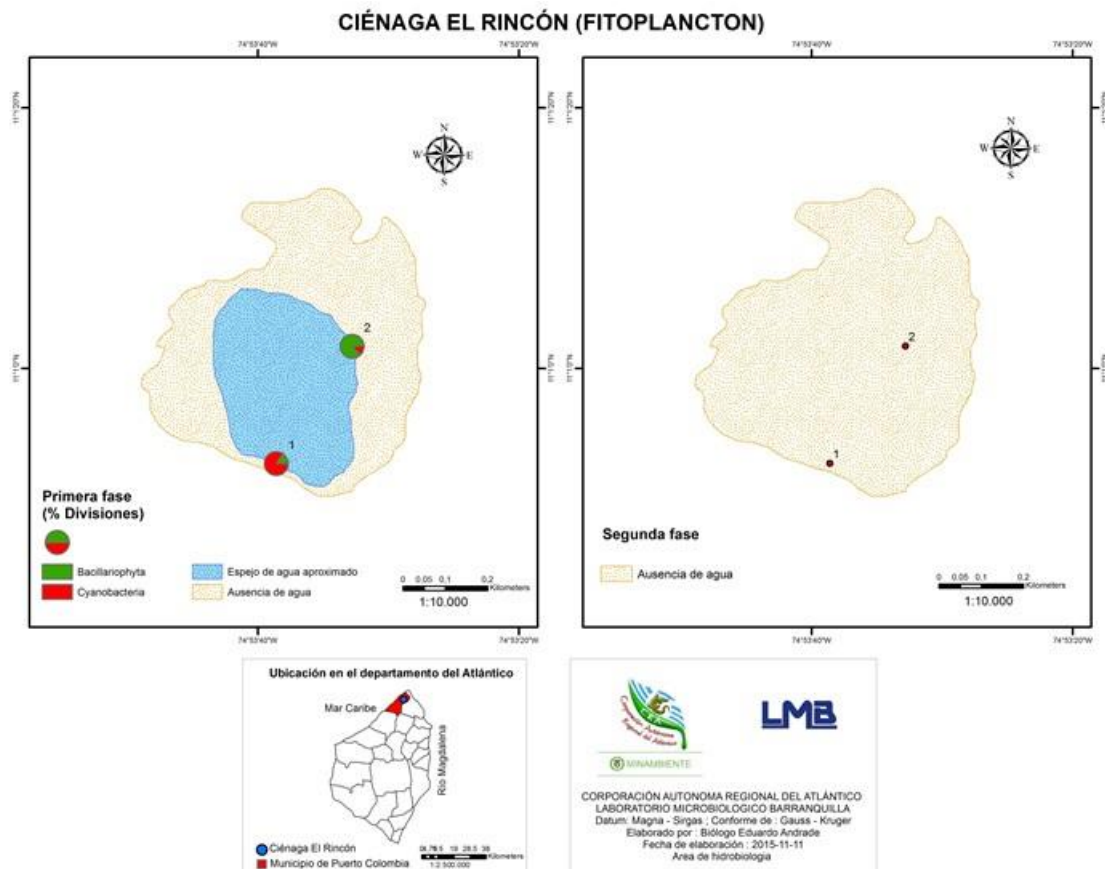


Figura 8-5. Distribución de los organismos del fitoplanctónicos (AR% por clase) en la Ciénaga El Rincón, Primera y Segunda Fase

Los índices de Diversidad muestran una baja equidad en los dos puntos analizados de acuerdo al índice de Pielou ($J'=38$ y $J'=0,47$ para el Punto 1 y Punto 2 respectivamente), lo cual es consistente con el valor arrojado por el índice de Shannon-Wiener ($H'= 0,88$ y $1,08$ para cada punto). Estos últimos valores se asocian, de acuerdo con Roldán y Ramírez (2008), con "Aguas muy Contaminadas". Esto también es consistente con el índice de Simpson, el cual permite apreciar dominancias altas y medias en ambos puntos, tal y como se puede ver en la Tabla 8-4.

Tabla 8-4. Índices ecológicos del Fitoplancton en la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	A'
Punto 1	10	0,38	0,88	0,63
Punto 2	10	0,47	1,08	0,55

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados en la Primera Fase ($p=0,9125$). El análisis clúster utilizando el índice de Bray-Curtis, determinó que no existen similitudes entre las dos muestras analizadas, formando claramente dos grupos (Figura 8-6).

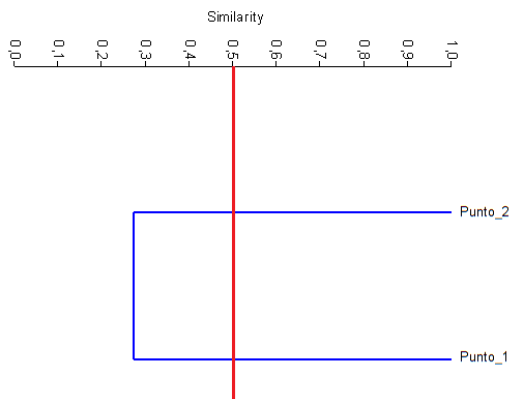


Figura 8-6. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton entre los puntos de muestreo de la Ciénaga de Rincón

El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad, para esto se realizaron dos análisis, de manera general, por época climática y de manera puntual. Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó el predominio de la turbulencia y mezcla en los dos sitios de muestreo (96%, Punto 1 y 94%, Punto 2), así como para la ciénaga en general (95%) (Figura 8-7 y Figura 8-8).

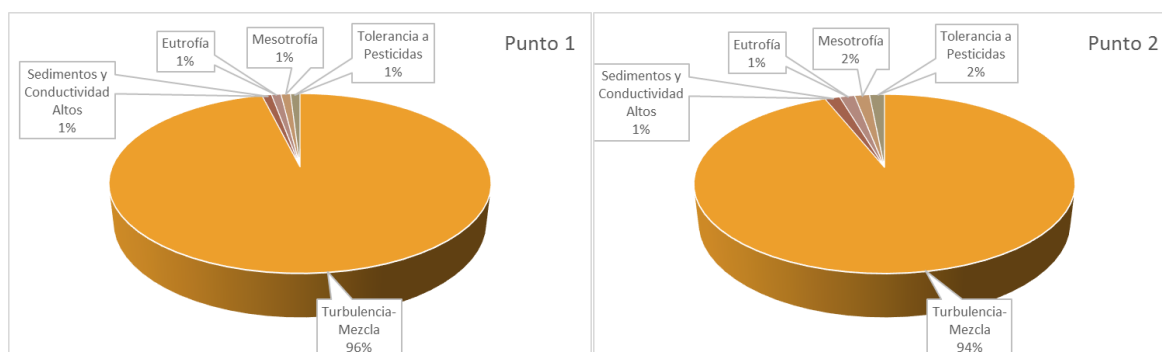


Figura 8-7. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga el Rincón, Primera Fase

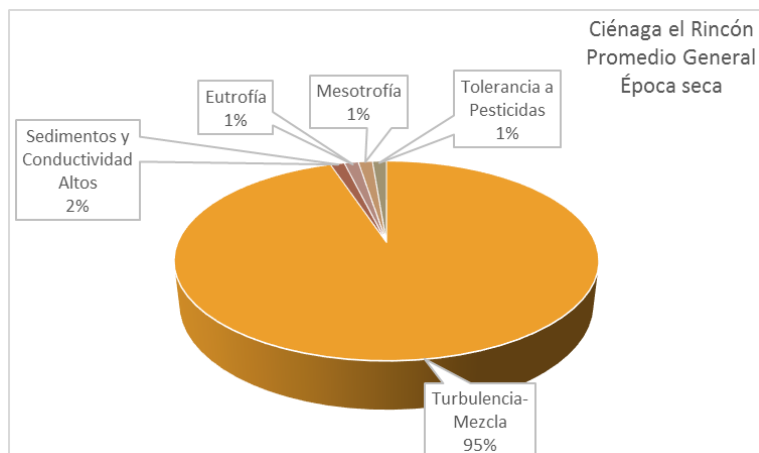


Figura 8-8. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga el Rincón durante la Primera Fase

La comunidad del fitoplancton en la ciénaga de Rincón, presentó una alta dominancia y baja equidad, con valores del índice de Shannon-Wiener que indicaron la presencia de “aguas muy contaminadas”; al tener en cuenta además los procesos bioindicados, se evidencia que la remoción del sedimento, causada por el viento es la mayor causa de contaminación en una ciénaga que se encuentra en proceso de desecación, tal como sucedió con éste cuerpo de agua, llegada la Segunda Fase de muestreo

8.1.1.1.3 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga de Rincón, durante las faenas de campo, no se reportaron macrófitas acuáticas en los sitios de muestreo, debido posiblemente a las condiciones de sequía que se presentan en el ecosistema.

8.1.1.2 Comunidades de consumidores

8.1.1.2.1 Zooplancton

Se reportaron 29 morfoespecies en la comunidad del zooplancton de la Ciénaga de Rincón. Estas se encuentran taxonómicamente agrupadas en 19 familias, 11 órdenes, 8 clases, 5 Phylum y 2 Reinos. El Phylum que más reportó morfoespecies fue Arthropoda, con 16, es decir el 55,2%, seguido del Phylum Rotifera con 8 taxones, representando esto el 27,6%. El Phylum Protozoa NA tuvo una representatividad del 10,3%, con tres taxones, mientras que Animalia ND y Echinodermata aportaron cada una el 3,4% de la riqueza total, con un taxón (Tabla 8-5 y Figura 8-10).

Tabla 8-5. Composición de la comunidad del Zooplancton en la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa		
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphnia sp		
			ND	ND	Morfoespecie 1		
		Decapoda	ND	ND	ND	Branchiopoda Morfoespecie 1	
			ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1	
		Maxillopoda	Calanoida	Calanoida	Acartiidae	Acartia sp	
				ND	ND	Calanoida Morfoespecie 1	
			Cyclopoida	Cyclopidae	Ergasilus sp1		
				ND	ND	Macrocyclus fuscus	
			Harpacticoida	ND	ND	Cyclopoida Morfoespecie 1	
				ND	ND	Larva Nauplio Copépoda	
			ND	ND	ND	ND	Attheyella sp
							Canthocamptus staphylinus
			ND	ND	ND	ND	Harpacticoida Morfoespecie 2
							Larva Cypris
		Echinodermata	Echinoidea	ND	ND	Larva Pluteus	
Animalia ND	ND	ND	ND	Larva Trocófora sp1			
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	Brachionus angularis			
				Brachionus calyciflorus			
				Brachionus caudatus (morfortipo 1)			
				Brachionus plicatilis			
				Brachionus rubens			
				Brachionus rutundiformis			
				Brachionus urceolaris			
				Brachionus urceus			
				Arcellidae	Arcella vulgaris		
				Centropyxidae	Centropyxis aculeata		
Centropyxis sp 1							

La Ciénaga reporta una densidad total de 447,1 Organismos/L, de los cual Rotifera registra una abundancia de 269,9 Organismos/L, siendo este el 66,4%. Así mismo, Arthropoda presentó una abundancia de 109,9 Organismos/L, es decir el 24,6%. Protozoa NA aportó el 6% de la abundancia total, con 26,9 Organismos/L, Echinodermata el 1,9 Organismos/L, con 8,6 Organismos/L, y por último Animalia ND que tuvo una representatividad del 1,1%, con una densidad de 4,7 Organismos/L (Figura 8-9).

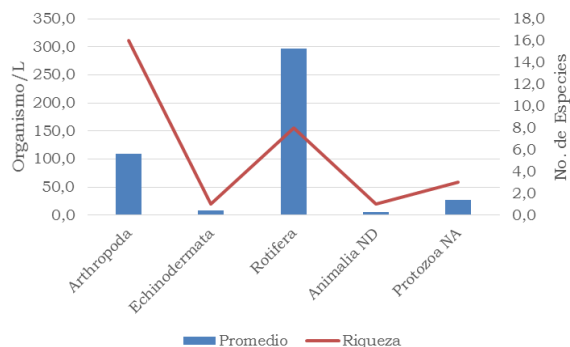


Figura 8-9. Contribución a la abundancia y a la riqueza del Zooplancton en la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

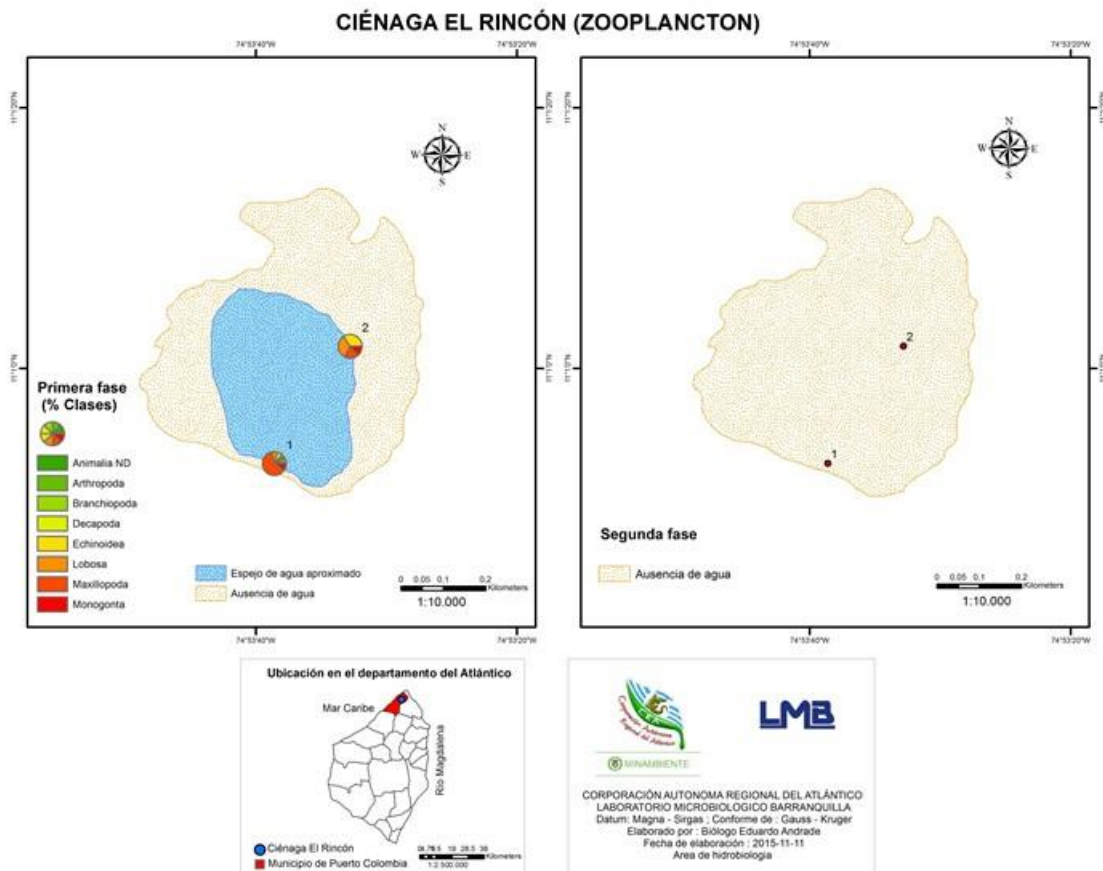


Figura 8-10. Distribución de los organismos del Zooplancton (AR% por clase) en la Ciénaga El Rincón, Primera y Segunda Fase

Los indicadores ecológicos que se aplicaron en el zooplancton, revelan diversidad media en ambos puntos de muestreo. El índice de Pielou, arrojó valores de 0,67 y 0,84 para los puntos 1 y 2, mostrando equidades medias y altas, respectivamente. Por su parte, el cálculo del índice de Simpson permite deducir bajas dominancias, siendo esto consistente con el índice de Pielou. Por último, de acuerdo a Roldán y Ramírez, el índice de Shannon-Wiener permite indicar “aguas medianamente contaminadas” al ubicarse los valores arrojados por este índice en el rango de 1,5 a 3,0 bits/individuo (Tabla 8-6).

Tabla 8-6. Índices ecológicos del Zooplancton en la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	26	0,67	2,17	0,21
Punto 2	8	0,84	1,75	0,22

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados ($p=0,9125$). El análisis de Bray-Curtis con el clúster de similaridad, muestra que los dos puntos analizados son poco similares, con límite del 50%, formando claramente dos grupos (Figura 8-11).

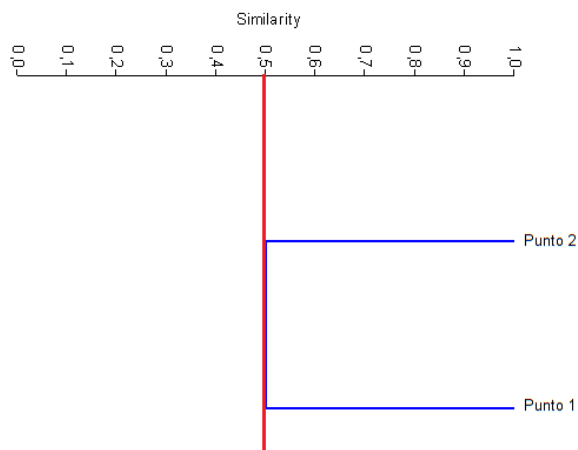


Figura 8-11. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de Zooplancton entre los puntos de muestreo de la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó el predominio de la eutrofia en todos los sitios de muestreo (Punto 1, 36% y Punto 2, 33%), seguido de pH alcalino (Punto 1, 33% y Punto 2, 29%) y altos contenidos de sales (Punto 1, 27% y Punto 2, 29%); al igual que para el promedio general de la ciénaga, eutrofia, 36%, pH alcalino, 32% y altos contenidos de sales, 28% (Figura 8-12 y Figura 8-13).

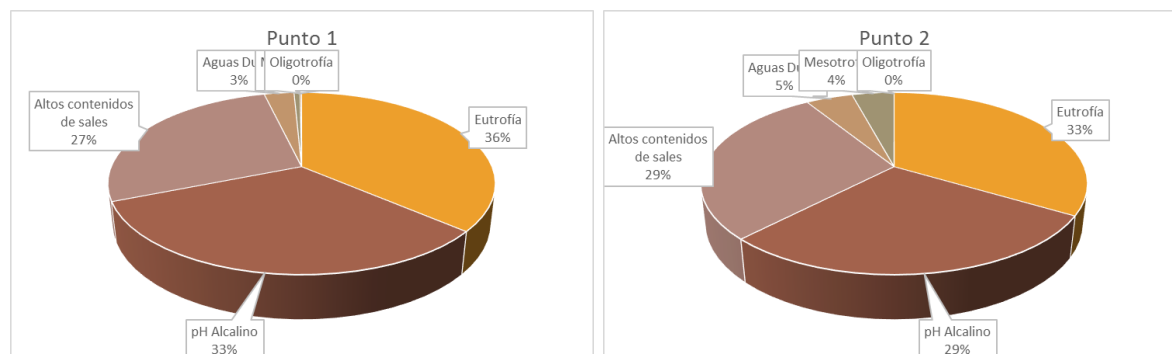


Figura 8-12. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la Ciénaga el Rincón, Primera Fase

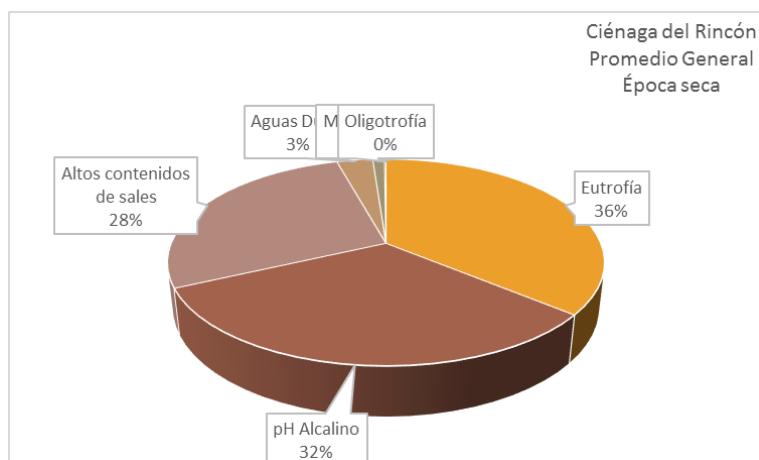


Figura 8-13. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la Ciénaga el Rincón, durante la Primera Fase

8.1.1.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de Rincón, estuvieron representados por tres taxones, agrupados en 3 familias, 3 órdenes, 1 clase y 1 Phylum. Los organismos colectados pertenecieron a la clase Insecta en estado larval, siendo esto común en este tipo de ambientes. En la Tabla 8-7 se muestra la clasificación taxonómica de los organismos reportados, pudiéndose observar que pertenecen a órdenes diferentes.

Tabla 8-7. Composición de la comunidad del Macroinvertebrados Bentónicos en la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	Corixidae Morfoespecie 1
			Lepidoptera	Psychidae	Psychidae Morfoespecie 1
			Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp

Diptera y Hemiptera registraron abundancias de 177,8 Organismos/m² cada uno, representando por separado el 36,4% de la abundancia total. El orden Lepidoptera presentó una abundancia de 133,3 Organismos/m², siendo esto el 27,3% del total. La densidad total de organismos colectados fue de 488,9 Organismos/m² (Figura 8-14 y Figura 8-15).

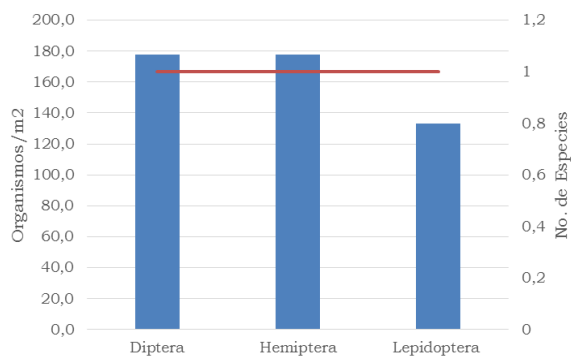


Figura 8-14. Contribución a la abundancia y a la riqueza del Macroinvertebrados Bentónicos en la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

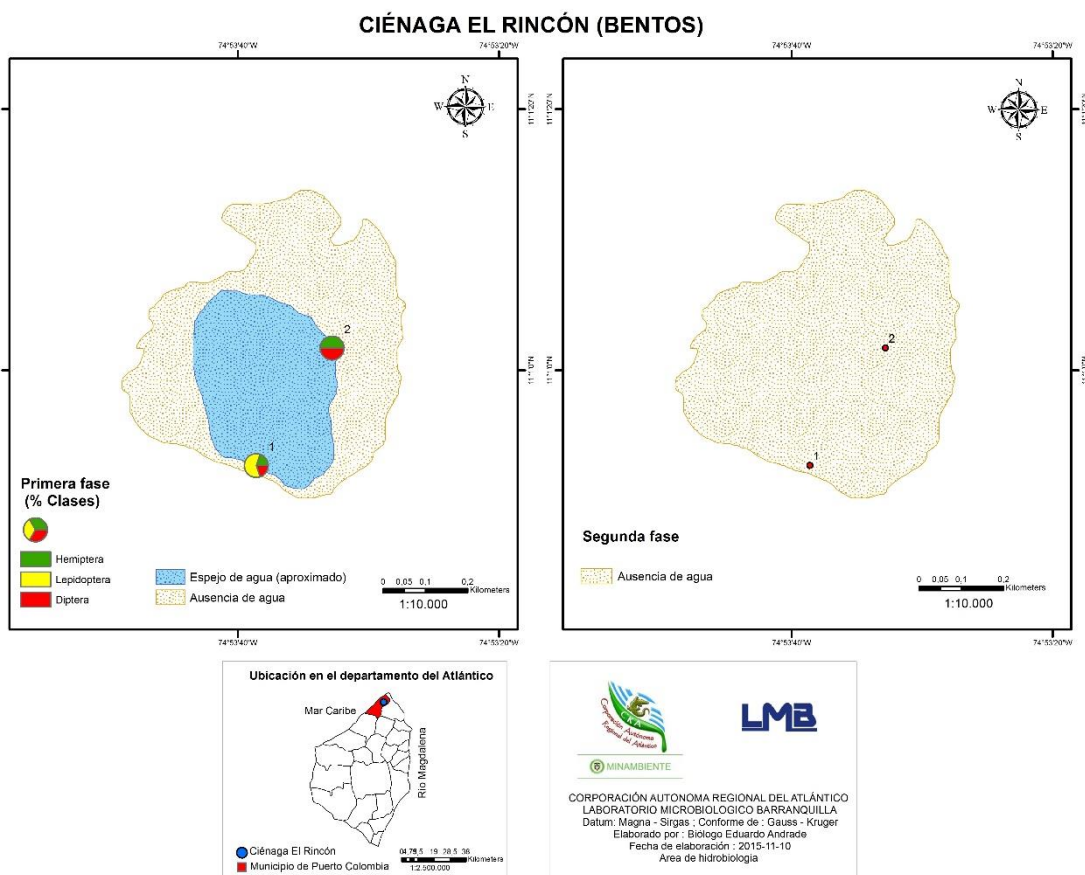


Figura 8-15. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en la Ciénaga El Rincón, Primera y Segunda Fase

Respecto a los indicadores de diversidad, se puede observar que los dos puntos presentaron alta equidad, de acuerdo con el índice de Pielou, con valores de $J' = 0,86$ para el Punto 1 y $J' = 1,0$ para el segundo punto de muestreo. Esto es consistente de igual forma, con los valores arrojados por el índice de Simpson ($\lambda' = 0,44$ y $\lambda' = 0,50$), que muestran una dominancia media. Por último, los valores del índice de Shannon se encuentran en el rango de 0,0 a 1,5 bits/individuo, lo que permite indicar según Roldán y Ramírez (2008) “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-8).

Tabla 8-8. Índices ecológicos del Macroinvertebrados Bentónicos en la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
Índices ecológicos	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	3	0,86	0,95	0,44
Punto 2	2	1,00	0,69	0,50

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados ($p=0,9663$). De las especies reportadas, dos se encuentran listadas en el índice BMWP/Co, permitiendo arrojar un valor de 15 en cada estación de muestreo, indicando aguas muy contaminadas (Figura 8-16). Sin embargo, al hacer el análisis del índice ASPT, se arroja un valor de 7,5, mostrando aguas no contaminadas. Se puede inferir entonces que existe una leve contaminación, posiblemente por presencia de materia orgánica. Debido a la ausencia de Plecópteros, Tricópteros y Efemerópteros, no se pudo realizar el análisis de los índices EPT (Tabla 8-9).

Tabla 8-9. Valores de los índices BMWP y ASPT en la Ciénaga de Rincón para los Macroinvertebrados Bentónicos, Primera Fase

	Punto 1	Punto 2
Familias que puntúan	2	2
Índice BMWP/Col	15	15
Valor ASPT	7,5	7,5
EPT	0,0	0,0
EPT:C	0,0	0,0
EPT:Total	0,0	0,0

CIÉNAGA EL RINCÓN (BMWP/Col)

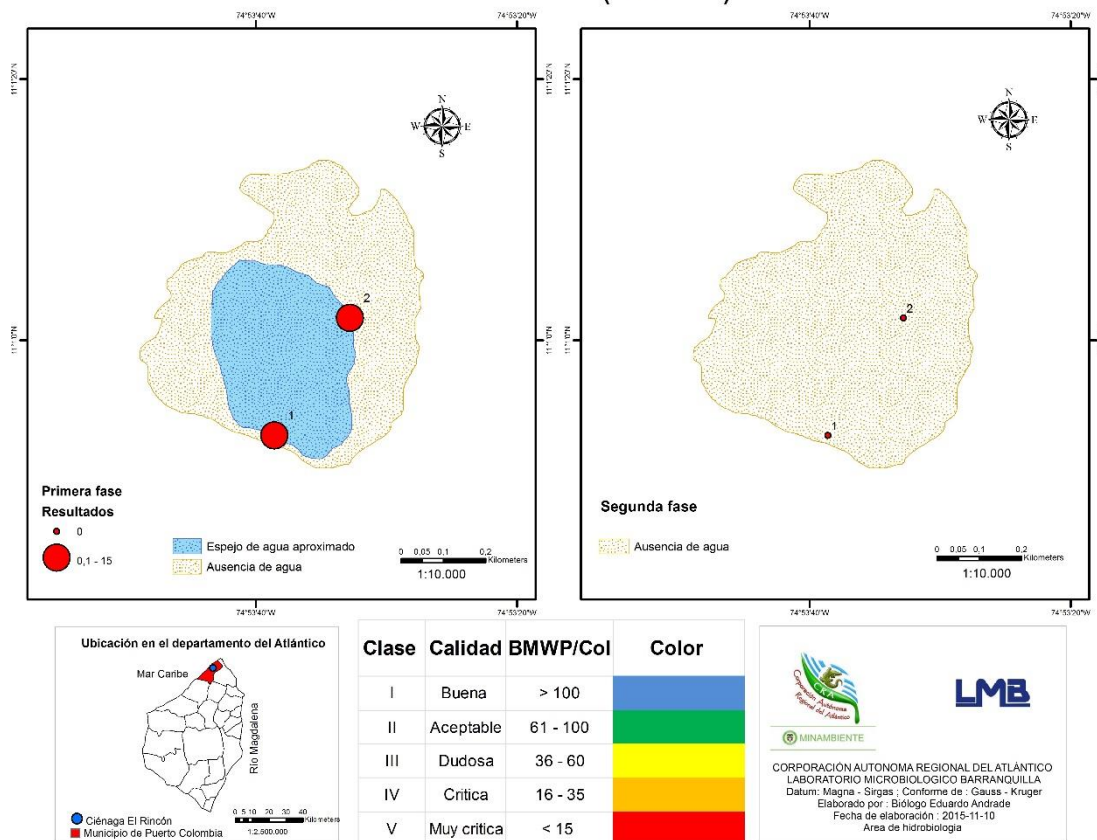


Figura 8-16. Índice BMWP/Col para los puntos de muestreo en la ciénaga el Rincón, durante las dos fases de muestreo

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad los macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados, de la Primera Fase ($p=0,8659$). El dendrograma de realizado con el índice de Bray-Curtis mostró que existe un 50% de similitud entre los dos puntos analizados (Figura 8-17).

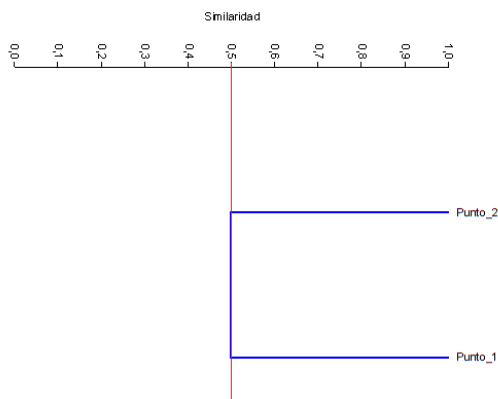


Figura 8-17. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de fitoplancton entre los puntos de muestreo de la Ciénaga de Rincón, Primera Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que tan solo la familia Simulidae contribuyó, presentándose aguas limpias tanto en los dos sitios de muestreo, como en el promedio general de la ciénaga (Figura 8-18 y Figura 8-19).

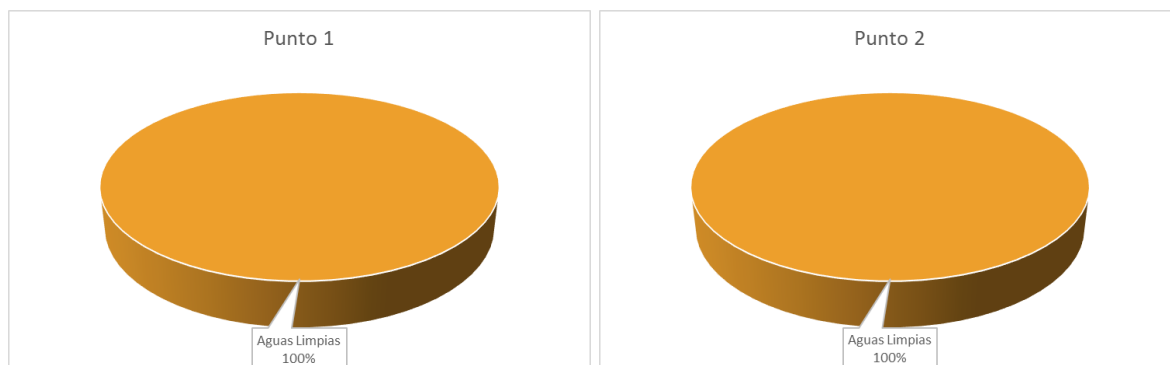


Figura 8-18. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga el Rincón, Primera Fase

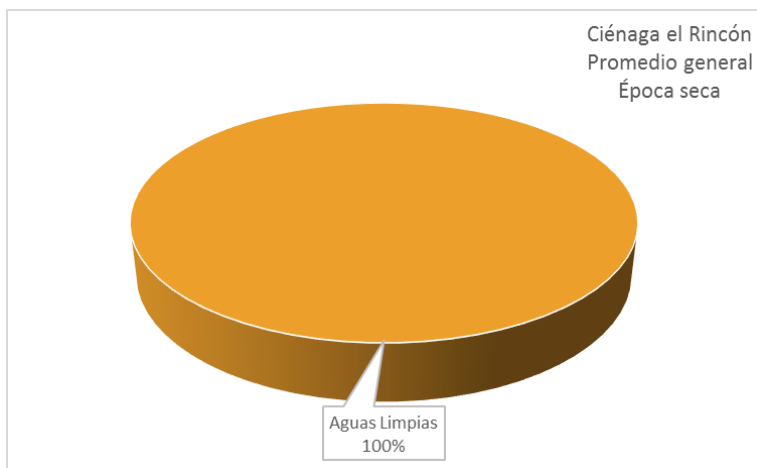


Figura 8-19. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga el Rincón durante la Primera Fase

8.1.1.2.3 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.

8.1.2 Ciénaga de Mallorquín

En esta ciénaga se evaluaron las comunidades hidrobiológicas de productores primarios y consumidores, cuyas muestras correspondieron a las órdenes de entrada 17804 durante la Primera Fase y 18744 durante la Segunda Fase.

8.1.2.1 Comunidades de productores primarios

8.1.2.1.1 Fitoperifiton

La escases de sustratos naturales adecuados para la implantación y desarrollo de las comunidades perifíticas hizo que en el interior de la Ciénaga de Mallorquín, más específicamente en el área de cada uno de los sitios de muestreo, la comunidad fitoperifítica no pudiera ser colectada para su análisis, durante las dos fases de muestreo.

8.1.2.1.2 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en la Ciénaga de Mallorquín durante la primera fase estuvo compuesta por 92 especies, que pertenecen a 40 familias, 26 Órdenes, 11 Clases y 6 Divisiones de 4 Reinos. De las 92 especies reportadas, la División Bacillariophyta aportó la mayor proporción, 38,0% de la riqueza total (35 especies), seguida por la División Chlorophyta con 27,2% de la riqueza (25 especies) y la División Cyanobacteria con 25,0% (23 especies); las Divisiones cuyo aporte a la riqueza fue menor, correspondieron a Euglenozoa con 5,4% (5 especies), Charophyta con 3,3% (3 especies) y Dinophyta con 1,1% (1 especie) (Tabla 8-10). En la Segunda Fase, la comunidad se conformó por 21 especies, pertenecientes a 18 familias, 15 Órdenes, 7 Clases y 6 Divisiones de 4 Reinos. De las 21 especies reportadas, la División Bacillariophyta aportó la mayor proporción, 47,6% de la riqueza total (10 especies), seguida por la División Cyanobacteria con 28,6% de la riqueza (6 especies), las Divisiones restantes aportaron en menor medida a la riqueza, la División Chlorophyta con 9,5% (2 especies), Euglenozoa, Charophyta y Dinophyta se encontraron en igual porcentaje (4,8%) con solo una especie representante (Tabla 8-10).

Tabla 8-10. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Mallorquín durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca closterium</i>
					<i>Cylindrotheca sp 1</i>
					<i>Hantzschia sp</i>
					<i>Nitzschia amphibia</i>
					<i>Nitzschia palea</i>
					<i>Nitzschia sigma</i>
					<i>Nitzschia sp 1</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Nitzschia sp 10</i>
					<i>Nitzschia sp 5</i>
			Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>
					<i>Cymbella sp 3</i>
				Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp 1</i>
					<i>Caloneis sp 1</i>
					<i>Caloneis sp 2</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Caloneis sp 4</i>
					<i>Gyrosigma sp 1</i>
					<i>Gyrosigma sp 2</i>
					<i>Gyrosigma sp 3</i>
					<i>Entomoneis sp 1</i>
			Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora sp 1</i>
		Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp 1</i>
					<i>Aulacoseira sp 3</i>
			Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp 3</i>
		Fragilariophyceae			<i>Fragilaria sp 9</i>
			Rhaphoneidales	Rhaphoneidaceae	<i>Asterionellopsis sp 1</i>
			Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma sp 1</i>
			Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros sp 3</i>
		Mediophyceae	Eupodisciales	Eupodiscaceae	<i>Odontella sp 1</i>
			Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp 1</i>
					<i>Cyclotella sp 2</i>
		NA	NA	NA	<i>Bacillariophyta sp 1</i>
	Dinophyta	Dinophyceae	Gonyaulacales	Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax sp 3</i>
				Chroococcaceae	<i>Chroococcus dispersus</i>
					<i>Chroococcus sp 1</i>
			Chroococcales		<i>Chroococcus turgidus</i>
				Cyanobacteriaceae	<i>Aphanothece sp 1</i>
				Microcystaceae	<i>Microcystis sp 2</i>
				Spirulinaceae	<i>Spirulina sp 1</i>
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena flosaquae</i>
					<i>Anabaena spiroides</i>
				Rivulariaceae	<i>Calothrix spp</i>
				Borziaceae	<i>Komvophoron sp 1</i>
				Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp 1</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae			<i>Arthrospira sp 1</i>
			Oscillatoriales		<i>Phormidium sp 1</i>
				Phormidiaceae	<i>Phormidium sp 2</i>
					<i>Phormidium sp 3</i>
					<i>Phormidium spp</i>
					<i>Leptolyngbya cf. nostocorum</i>
					<i>Leptolyngbya sp 1</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya sp 2</i>
					<i>Leptolyngbya sp 4</i>
					<i>Pseudanabaena sp 1</i>
					<i>Pseudanabaena sp 2</i>
					<i>Micrasterias sp 1</i>
	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp 2</i>
			Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp 3</i>
				Chlorococcaceae	<i>Chlorococcum sp 1</i>
					<i>Chlorococcum sp 2</i>
Plantae			Chlamydomonadales	Haematococcaceae	<i>Chlorogonium sp 1</i>
	Chlorophyta	Chlorophyceae			<i>Eudorina sp 1</i>
				Volvocaceae	<i>Pandorina sp 1</i>
					<i>Chlorophyceae sp 1</i>
			NN	NN	<i>Chlorophyceae sp 3</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Chlorophyceae sp 4</i>
					<i>Chlorophyceae sp 5</i>
					<i>Chlorophyceae sp 6</i>
					<i>Chlorophyceae sp 8</i>
					<i>Chlorophyceae sp 9</i>
				Characiaceae	<i>Actinastrum sp 1</i>
					<i>Actinastrum sp 2</i>
					<i>Scenedesmus acutus</i>
			Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus arcuatus</i>
					<i>Westella sp</i>
					<i>Ankistrodesmus sp 1</i>
					<i>Ankistrodesmus sp 2</i>
				Selenastraceae	<i>Monoraphidium sp</i>
					<i>Monoraphidium sp 1</i>
					<i>Oocystis sp</i>
					<i>Oocystis sp 1</i>
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp 2</i>
					<i>Oocystis sp 4</i>
					<i>Oocystis sp 5</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp 1</i>
					<i>Euglena sp 4</i>
					<i>Euglena sp 6</i>
				Phacaceae	<i>Lepocinclis sp 1</i>
					<i>Lepocinclis sp 2</i>

Tabla 8-11. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Mallorquín durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca spp</i>
					<i>Nitzschia spp</i>
			Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis sp</i>
			Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia spp</i>
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae			<i>Gyrosigma spp</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
				Sellaphoraceae	<i>Sellaphora spp</i>
				Entomoneidaceae	<i>Entomoneis spp</i>
			Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella spp</i>
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Raphidiopsis spp</i>
			Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae		Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i>
					<i>Leptolyngbya spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena spp</i>
			Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia spp</i>
Plantae	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum spp</i>
	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
			Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium griffithii</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>

En cuanto a la abundancia la División Cyanobacteria contribuyó en gran medida en la ciénaga, con 10,48 Célula/mL, lo que representó un 44,5% de la Abundancia Relativa, seguida de la División Chlorophyta cuya contribución ascendió a 8,94 Células/mL (38,0% de AR); y de la División Bacillariophyta, con 3,22 Células/mL (13,7% de AR). Las Divisiones Euglenozoa, Charophyta y Dinophyta contribuyeron en menor cuantía, 3,5%, 0,3% y 0,04% respectivamente, proporciones que correspondieron a abundancias de 0,818, 0,06 y 0,01 Células/mL (Figura 8-20). Para la Segunda Fase, la División Cyanobacteria contribuyó de manera predominante en la ciénaga, con 0,198 Célula/mL, lo que representó un 73,6% de la Abundancia Relativa, del 26,4% faltante el mayor porcentaje lo ocupó de la División Euglenozoa con 0,031 Células/mL (11,6% de AR); seguido por las Divisiones Bacillariophyta, con 0,016 Células/mL (5,8% de AR), Chlorophyta con 0,012 Células/mL (4,4% de AR), Charophyta con 0,008 Células/mL (3,1,% de AR) y la División Dinophyta en menor cuantía con 0,004 Células/mL (1,5% de AR) (Figura 8-206). Las tablas de abundancias por punto de muestreo se observan en el Anexo F, más la representación gráfica de las abundancias relativas por División, se encuentran en la Figura 8-21.

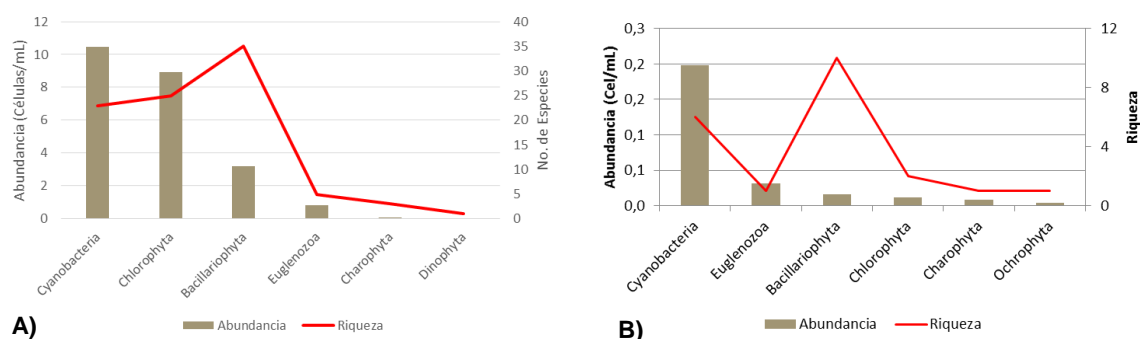


Figura 8-20. Contribución a la abundancia y a la riqueza del fitoplancton en la Ciénaga de Mallorquín. A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Los índices de diversidad para la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Mallorquín, durante la Segunda Fase, y más exactamente, los índices de dominancia permitieron evidenciar sitios con dominancias medias, Puntos 1 y 2 y 4, así como un sitio con dominancias con tendencia a altas, Punto 3 ($J'=0,88$); igualmente los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), para el Punto 3 indica que es el más diverso y con “aguas limpias”, de los Puntos 1 y 2 permite asegurar la presencia de “aguas medianamente contaminadas”, mientras que del Punto 4 indica la presencia de “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-12). Por su parte, el índice de dominancia de Simpson permitió evidenciar dominancias muy bajas en los Puntos 1 al 3 y medias en el Punto 4. Así mismo se evaluaron los índices durante la Segunda Fase, permitieron evidenciar sitios con comunidades medianamente equilibrada del 1 al 3 y equilibrada en el

punto 4 ($J'=0,82$), igualmente los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), el Punto 3 continua siendo el de mayor diversidad y con “aguas medianamente contaminadas”, a diferencia del resto de puntos con “aguas muy contaminadas”, el índice de Simpson mostro dominancias muy bajas en todos los puntos (Tabla 8-13).

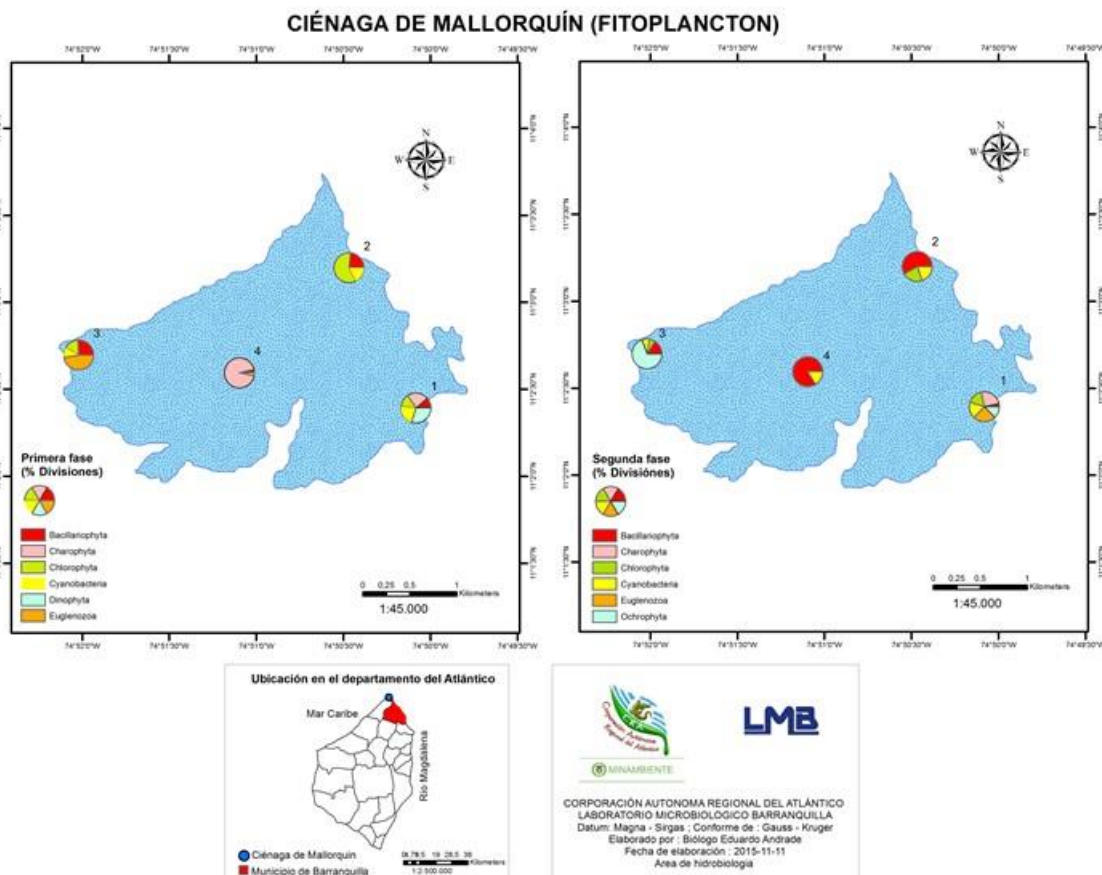


Figura 8-21. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Mallorca, Primera y Segunda Fase

Tabla 8-12. Índices ecológicos del fitoplancton en la Ciénaga de Mallorca, Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	21	0,68	2,08	0,11
Punto 2	29	0,47	1,58	0,18
Punto 3	52	0,88	3,49	0,04
Punto 4	11	0,62	1,49	0,41

Tabla 8-13. Índices ecológicos del fitoplancton en la Ciénaga de Mallorquín, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	9	0,52	1,14	0,09
Punto 2	8	0,68	1,41	-2,70
Punto 3	14	0,59	1,55	-
Punto 4	6	0,82	1,47	-

El análisis de Kruskal Wallis, permitió indicar que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la densidad fitoplanctónica de los puntos de muestreo durante los días evaluados durante la Primera Fase ($p=0,5135$) y la Segunda Fase ($p=0,9796$). El análisis tipo cluster o dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, determinó que existen diferencias entre los puntos evaluados durante la Primera Fase, formándose, con un 50% de similaridad, 2 grupos; el primer de ellos unitario, conformado por el Punto 4, mientras que el segundo, conformado por los puntos restantes (Figura 8-22, A). Mientras que durante la Segunda Fase, se conformaron 3 grupos, dos de ellos unitarios, los Puntos 3 y 4 (Figura 8-22, B).

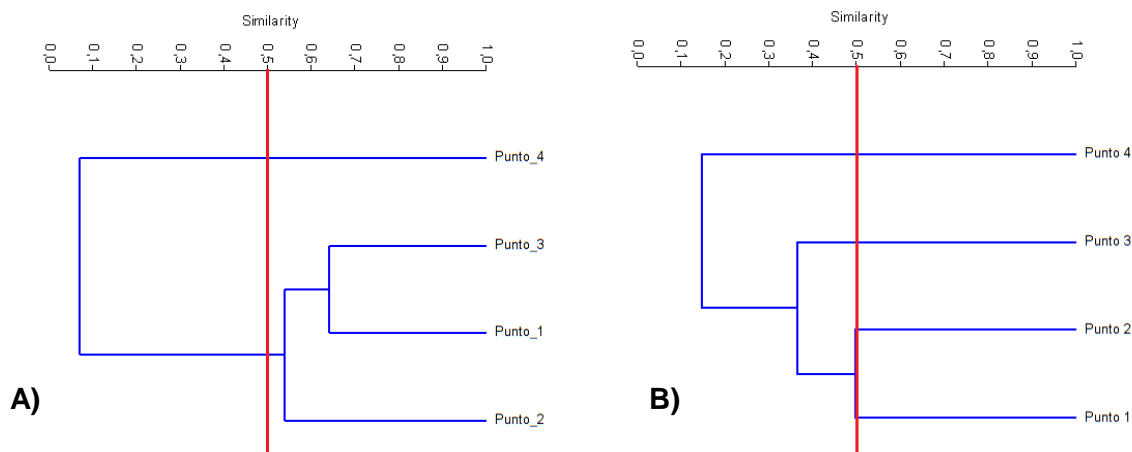


Figura 8-22. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de fitoplancton entre los puntos de muestreo de la Ciénaga Mallorquín. A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Los análisis realizados en la ciénaga de Mallorquín develaron que la composición de la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase está altamente influenciada por la entrada del agua del mar Caribe que ingresa por la(s) boca(s) (naturales o artificiales), presentando gran variedad de organismos de las clases Bacillariophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria, sobre todo en los Puntos 1 al 3; con mayores abundancias en estos puntos, siendo el Punto 4, una zona de baja productividad fitoplanctónica, lo cual se reflejó en el

dendrograma de similaridad de Bray-Curtis realizado para esta fase; mientras que durante la Segunda Fase, cuando transcurría una época de lluvias con un marcado déficit pluviométrico, se evidenció una homogenización de las aguas de la ciénaga, con evidente pérdida de riqueza abundancia de las especies fitoplanctónicas con predominio generalizado de la Cianobacterias, evidente tanto por medio del dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, como en la homogenización de las diversidades (índice de Shannon-Wiener), el cual, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), indicó una transición entre la Primera y la Segunda Fase, para los Puntos 1 y 2, de aguas medianamente contaminadas a aguas muy contaminadas; así como para el Punto 3, de aguas muy limpias a aguas medianamente contaminadas, mientras que el Punto 4 mantuvo las características de aguas muy contaminadas.

8.1.2.1.3 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga de Mallorquín, durante las faenas de campo no se reportaron macrófitas acuáticas en los sitios de muestreo; esto se debe probablemente a las características estuarinas que presenta la ciénaga, lo cual inhibe el crecimiento de este grupo.

8.1.2.2 Comunidades de consumidores

8.1.2.2.1 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Mallorquín estuvo constituida por 43 morfoespecies pertenecientes a 26 Familias, 12 Ordenes, 8 Clases y 5 Phylum; de éstos últimos el que mayor contribuyó a la riqueza de la comunidad fue Clases Maxillopoda 20 morfoespecies aportando el (46,5%) de la riqueza total, seguido de Branchiopoda 5 especies (11.6%), Eurotatoria 5 especies (11.6%), Lobosa 5 especies (11.6%), Arthropoda-ND 3 taxas (7.0%), Malacostraca 3 morfoespecies (7.0%), Animalia-ND 1 especie (2.3%) y Polychaeta 1 especie (2.3%) (Tabla 8-14). Por su parte, en la Segunda Fase se encontraron 13 especies, repartidos en 7 Familias, 7 Órdenes, 5 Clases y 3 Phylum (Tabla 8-15).

Tabla 8-14 .Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Mallorquín, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Animalia ND	Animalia ND	ND	ND	Larva Trocófora
	Annelida	Polychaeta	ND	ND	Larva Polychaeta Morfoespecie 1
	Branchiopoda	Cladocera	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina sp1</i>
				Chydoridae	<i>Alona spp</i>
				Daphniidae	<i>Daphnia sp</i>
				NA	<i>Camptocercus sp</i>
	Decapoda	ND	ND	ND	Morfoespecie 1
				ND	Larva cipris

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					Larva Nauplio
					Larva Nauplio I Camarón
					Larva Zoea
			Amphipoda	ND	Morfoespecie1
				Acartiidae	<i>Acartia sp</i>
				Diaptomidae	<i>Diaptomus sp</i>
			Calanoida		Calanoida Morfoespecie 1
				ND	Larva Nauplio N2 Calanoida
					Copepodito Calanoida
					Morfoespecie 1
					Copepodito I
				Cyclopidae	<i>Ectocyclops sp</i>
					<i>Macrocyclops fuscus</i>
					<i>Paracyclops spp</i>
			Cyclopoida		Copepodito Morfoespecie 1
				ND	Larva Nauplio Copépoda
					Cyclopoida Morfoespecie 1
					Larva Nauplio Cyclops
					Morfoespecie 2
				Canthocamptidae	<i>Canthocamptus staphylinus</i>
				Euterpinidae	<i>Euterpina acutifrons</i>
			Harpacticoida		Harpacticoida Morfoespecie 2
				ND	Harpacticoida Morfoespecie 3
					Harpacticoida sp 1
					Larva Copepodito I
		Arthropoda- ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1
					Larva Nauplio Morfoespecie 2
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna sp</i>
					<i>Brachionus angularis</i>
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus sp</i>
				Synchaetidae	<i>Polyarthra sp 1</i>
					<i>Arcella gibbosa</i>
					<i>Arcella discoides</i>
Protozoa	Protozoa NA	Lobosa	Arcellinida	Centropxyidae	<i>Centropxyxis aculeata</i>
				Nebelidae	<i>Nebela sp</i>
				ND	<i>Bullinularia indica</i>

Tabla 8-15 Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Mallorquín, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Annelida	Polychaeta	ND	ND	Larva Polychaeta Morfoespecie 1
		Malacostraca	Decapoda	ND	Larva Zoea
					<i>Diaptomus sp</i>
			Calanoida	Diaptomidae	<i>Eudiaptomus sp</i>
					<i>Eucyclops sp</i>
					<i>Macrocyclops fuscus</i>
					<i>Macrocyclops sp</i>
			Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Megacyclops sp</i>
			Harpacticoida	Euterpinidae	<i>Euterpina spp</i>
		Arthropoda-ND			Larva Nauplio Morfoespecie 2
			ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1
					<i>Brachionus angularis</i>
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus plicatilis</i>

La riqueza para la Segunda Fase se muestran en la Figura 8-23, los mayores valores de riqueza los aportó la Clase Maxillopoda con 7 especies (53,8%), en segundo lugar se ubicaron Eurotatoria y la Clase no determinada de Arthropoda-ND con 2 especies cada uno que equivalen un (30,8%), por último se ubican las Clases Malacostraca 1 taxón y Polychaeta 1 morfoespecie contribuyendo con un 7,7% cada uno de la riqueza total. El análisis de la abundancia para la Primera Fase permitió evidenciar el dominio del grupo Maxillopoda con 70,68 Organismos/L (56,6%), seguido de Arthropoda-ND 16,01 Organismos/L (12,8%), Animalia-ND 10,35 Organismos/L (8,3%), Eurotatoria 8,56 Organismos/L (6,9%), Lobosa 6,92 Organismos/L (5,5%), Branchiopoda 6,44 Organismos/L (5,2%), Polychaeta 4,52 Organismos/L 3,2% y en último lugar y con solo un 1% se ubicó la Clase Malacostraca con una densidad de 1,27 Organismos/L (Figura 8-23-A)

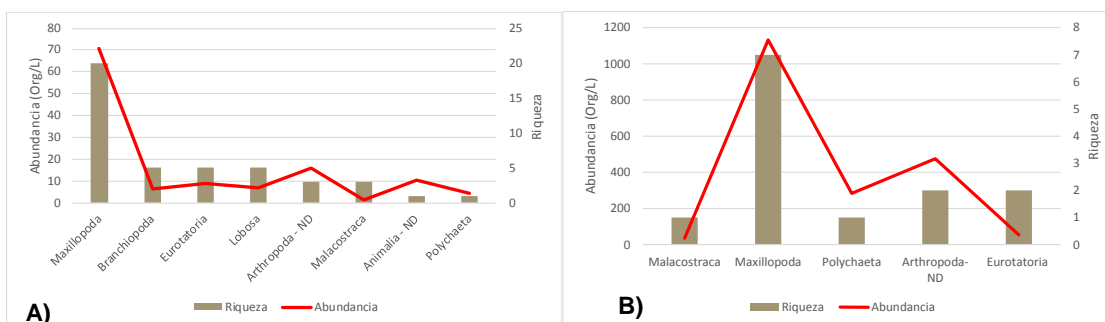


Figura 8-23. Contribución a la abundancia y a la riqueza del zooplancton en la Ciénaga de Mallorquín. A) Primera Fase y B) Segunda Fase

En cuanto a las abundancias de la Segunda Fase los Maxilopodos fueron dominantes cuantitativamente 1132,52 Organismos/L, representando un (57,2%) de la densidad total de zooplancton, seguidos de la Clase no determinada Arthropoda-ND 475,1 Organismos/L, (24%), Polychaeta 283,6 Organismos/L (14,3%), Eurotatoria 53,37 Organismos/L (2,7%) y Malacostraca 35,39 Organismos/L (1,8%) (Figura 8-23 B).

Los índices ecológicos que evalúan la composición de la comunidad desde el punto de vista de la equidad, permitieron evidenciar que la comunidad de los Puntos 2 y 4 se encuentra muy equilibrada ($J=0,90$), mientras la comunidad de los Puntos 1 y 3, aunque está equilibrada, es menor que en los puntos anteriores ($J'=0,88$ y $0,81$ respectivamente); igualmente los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en todos los puntos. Por otra parte, al observar la estructura de la comunidad desde la dominancia se evidenció que es muy baja en todos los puntos, siendo mayor en el Punto 2 ($\lambda'=0,13$) (Tabla 8-16).

Tabla 8-16. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de Mallorquín, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Punto 1	20	0,88	2,64	0,07
Punto 2	10	0,90	2,08	0,13
Punto 3	17	0,81	2,29	0,12
Punto 4	26	0,90	2,93	0,05

Tabla 8-17 Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de Mallorquín, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
P1	12	0,94	2,34	0,10
P2	11	0,97	2,32	0,10
P3	11	0,94	2,25	0,11
P4	11	0,92	2,21	0,12

Para la Segunda Fase Tabla 8-17, se observó que los índices ecológicos en función de la riqueza (S) se comportaron de forma similar del punto P2 al P4 con 11 especies, y presentaron un leve aumento en el punto P1 de 12 especies, el índice equidad J' se correlacionó con los valores de la riqueza mostrando valores cercanos a uno que dan cuenta similitud entre los puntos de muestreo, índice de Shannon-Wiener, según la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) podrían indicar “aguas medianamente contaminadas” en todos los puntos, mientras que la dominancia Λ' presento valores en el rango de 0,10 a 0,12 los cuales indicaron dominancias muy bajas en los puntos de muestreo.

Como el comportamiento de los datos no siguió una distribución normal, se aplicó un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis, el cual permitió indicar que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la densidad zooplanctónica de los puntos de muestreo durante los días evaluados en la Primera Fase ($p=0,513$) y la Segunda Fase ($p=0,60$).

Por otra parte, no se pudieron establecer los procesos bioindicados por las especies del zooplancton, debido a que la literatura usada para realizar este análisis solo comprende ecosistemas dulceacuícolas y la ciénaga de Mallorquín se comporta como un ecosistema estuarino.

Con el fin de determinar si los puntos de muestreo presentan diferencias en la composición de las especies encontradas durante la Primera Fase, se realizó un dendrograma de similaridad, utilizando como índice el similaridad de Bray-Curtis, con el cual se evidenció la

formación de 3 grupos, con un análisis al 50% de similitud, dos de los cuales fueron grupos unitarios (Punto 1 y Punto 4) (Figura 8-24 A).

El análisis tipo cluster o dendrograma de similitud también se realizó para la Segunda Fase, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, este determinó que no existen diferencias entre los puntos evaluados durante la Segunda Fase, formándose 3 grupos, con más de un 80% de similitud Figura 8-24 B.

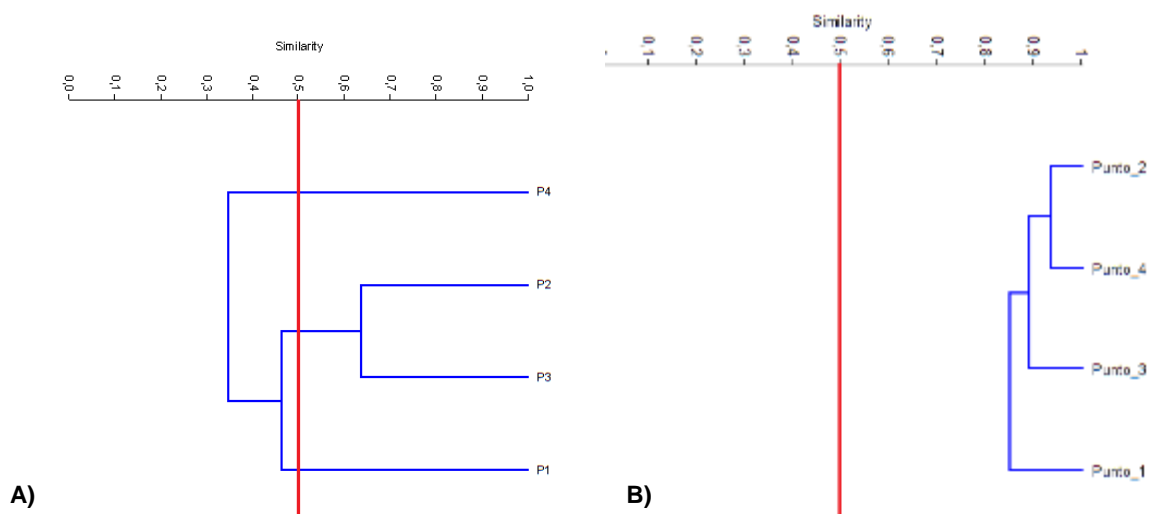


Figura 8-24. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga de Mallorquín A) Primera Fase y B) Segunda Fase

En lo que concierne a la variación de la composición de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga Mallorquín, en las fases de muestreo se formaron dos grandes grupos (Figura 8-25). El primer grupo se encuentra constituido por los puntos del 1 al 4 de la Primera Fase, con una similitud del 73%, el segundo grupo está conformado por los puntos del 1 al 4 de la Segunda Fase, con una similitud mayor al 80%.

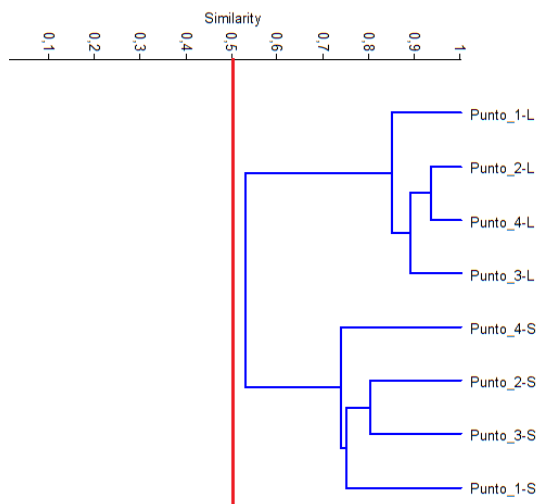


Figura 8-25 Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga de Mallorquín, S) Primera Fase L) Segunda Fase

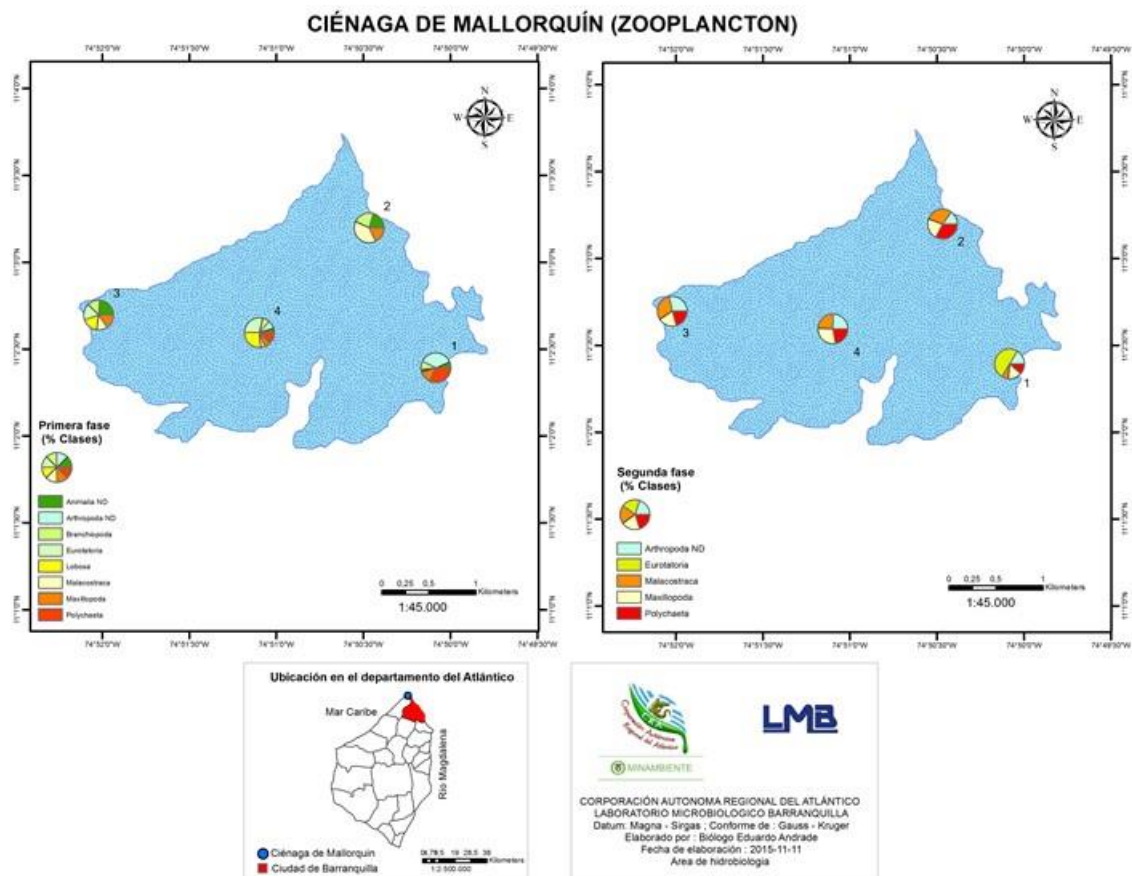


Figura 8-26. Distribución de los organismos zooplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Mallorquín, Primera y Segunda Fase

8.1.2.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de Mallorquín durante la Primera Fase fue representadas por 28 morfoespecies pertenecientes a 23 familias, 15 Ordenes, 7 Clases y 4 Phylum, de los cuales el que mayor aporte a la riqueza relativa lo realizó Annelida con 53,6% (15 morfoespecies), seguido de Mollusca con 25,0% (7 morfoespecies), Arthropoda 17,9% (5 morfoespecies) y en menor proporción, el Phylum Platyhelminthes con 3,6% (1 morfoespecie) (Tabla 8-18). Para las Clases, Polychaeta contribuyó en mayor medida a la riqueza, con 13 especies (46,4%), seguido de las Clases Bivalvia y Malacostraca con 5 y 4 especies (17,9 y 14,3% respectivamente) y en menor proporción las Clases Clitellata, Gastropoda (2 morfoespecies, 7,1% cada una), Insecta y Turbellaria (1 morfoespecie, 3,6% cada una). Durante la Segunda Fase se obtuvo un total de 10 morfoespecies, pertenecientes a 10 familias, 9 Ordenes, 5 Clases y 3 Phylum; siendo la Clase Polychaeta la que contribuyó en mayor proporción a la riqueza total, 4 morfoespecies (14,3%), seguido de la Clase Clitellata y Gastropoda, las cuales aportaron 2 morfoespecies (7,1%) cada una, y las Clases Bivalvia y Malacostraca, que contribuyeron con 1 morfoespecie (3,6%) cada una (Tabla 8-19 y Figura 8-27).

Tabla 8-18. Composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de Mallorquín, Primera Fase

REINO	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa		
Animalia	Annelida	Clitellata / Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 1		
				Tubificidae	Morfoespecie 1		
				Eunicidae	Morfoespecie 1		
		Polychaeta	Eunicida	Lumbrineridae	Morfoespecie 1		
				Capitellidae	Morfoespecie 1		
				NA	Morfoespecie 1		
				Paraonidae	Morfoespecie 3		
					Morfoespecie 8		
					Morfoespecie 1		
			Phyllodocida	Glyceridae	Morfoespecie 1		
				Nereididae	Nereididae Morfoespecie		
				Pilargidae	morfoespecie 1		
				Spionida	Spionidae		Morfoespecie 1 (<i>Streblospio</i> sp1)
							Morfoespecie 2 (<i>Streblospio</i> sp2)
						Terebellida	Ampharetidae
Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	<i>Culex</i> sp			
			Lysianassidae	Morfoespecie 1			
	Malacostraca	Amphipoda	Amphipoda ND	Morfoespecie 1			
			Isopoda	Isopoda ND	Morfoespecie 1		
			Tanaidacea	Tanaidacea ND	Morfoespecie 1		
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Mytiloidea	Mytilidae	<i>Mytilus</i> sp		
			solecurtidae	<i>Tagelus plebeius</i>			
			Tellinidae	<i>Tellina angulosa</i>			
			Veneridae	<i>Anomalocardia</i> sp			
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Neritidae	<i>Neritina virginea</i>			
				<i>Protothaca pectorina</i>			
			Cerithiidae	<i>Cerithium eburneum</i>			

REINO	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Platyhelminthes	Turbellaria	Neorhabdoceola	Neorhabdoceola ND	Morfoespecie

Tabla 8-19. Composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de Mallorquín, Segunda Fase

REINO	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Animalia	Annelida	Clitellata / Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 1	
				Tubificidae	Morfoespecie 1	
		Polychaeta	Amphinomida	Amphinomidae	Morfoespecie 100	
			NA	Paraonidae	Morfoespecie 3	
			Phyllodocida	Glyceridae	Morfoespecie 1	
			Spionida	Spionidae	Morfoespecie 1 (<i>Streblospio</i> sp1)	
		Arthropoda	Malacostraca	Tanaidacea	ND	Morfoespecie 1
		Mollusca	Bivalvia	Mytiloidea	Mytilidae	<i>Mytilus</i> sp
			Gastropoda	Caenogastropoda	Hydrobiidae	<i>Pyrgophorus</i> sp
				Neotaenioglossa	Cerithiidae	<i>Cerithium eburneum</i>

El análisis de las abundancias permitió indicar que el Phylum Arthropoda contribuyó en mayor proporción, 39,4% (321,6 Organismo/m²), seguido del Phylum Mollusca, con el 38,2% (311,2 Organismos/m²), del Phylum Annelida, con el 21,7% (177,3 Organismos/m²) y por último del Phylum Platyhelminthes, con 0,7% (5,3 Organismos/m²) (Figura 8-27). Las tablas de abundancias por punto de muestreo se observan en el Anexo F.

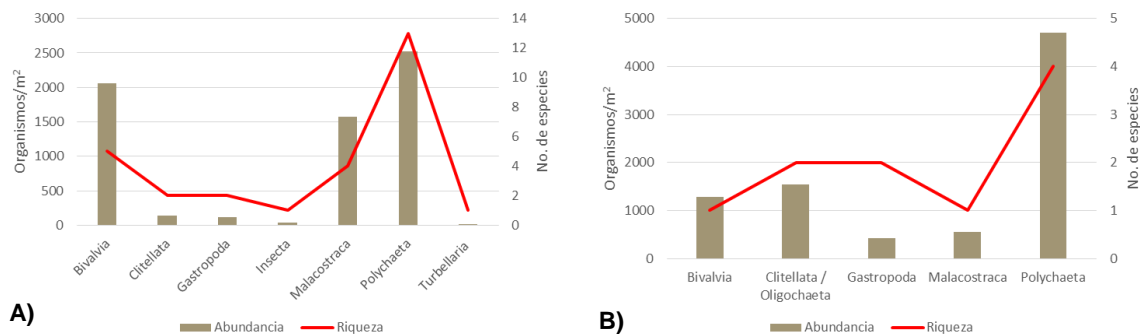


Figura 8-27. Contribución a la abundancia y a la riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Mallorquín A) Primera Fase B) Segunda Fase

La estructura de la comunidad vista desde el punto de vista de la equidad demostró que esta característica es mayor en el Punto 2 ($J'=0,93$), seguido del Punto 1 ($J'=0,81$), lo que indica que los valores de abundancias de las especies fueron muy similares en sí para cada uno de los puntos, mientras que en el Punto 4, indicaron una comunidad con equidad medio alta y en el Punto 3, equidad media; bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), el

índice Shannon-Wiener puso en evidencia que los Puntos 4, 2 y 1 presentan valores que permiten catalogar el agua como “medianamente contaminada”, mientras que los valores del Punto 3 indican un “agua muy contaminada”. Por su parte, al observar la estructura de la comunidad desde la dominancia se evidenció que es mayor en el Punto 4 ($\lambda'=0,83$) y el Punto 2 ($\lambda'=0,82$), indicando dominancias con tendencias altas, mientras en el Punto 3 fue menor ($\lambda'=0,49$), indicando dominancias medias (Tabla 8-20). Los índices ecológicos durante la Segunda Fase pusieron en evidencia que el punto de mayor riqueza de especies fue el Punto 4 (9 especies), seguido del Punto 2, 1 y 3 (4, 2 y 1 morfoespecie), así mismo el Punto 3, y debido a que aportó solo una morfoespecie, presentó un valor muy alto de dominancia ($\lambda'=1$), seguido del Punto 1 con una dominancia media ($\lambda'=0,58$) y de los Puntos 2 y 4 cuyas dominancia fueron bajas ($\lambda'=0,29$ y $0,17$ respectivamente); desde el punto de vista de la equidad, todos los puntos exhibieron altos valores; mientras que índice Shannon-Wiener indicó la presencia de “aguas medianamente contaminadas” en el Punto 4 y “aguas muy contaminadas” en los puntos restantes (Tabla 8-21).

Tabla 8-20. Índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Mallorquín, Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	7	0,81	1,58	0,74
Punto 2	7	0,93	1,81	0,82
Punto 3	11	0,50	1,20	0,49
Punto 4	19	0,78	2,28	0,83

Tabla 8-21. Índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Mallorquín, Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	2	0,88	0,61	0,58
Punto 2	4	0,94	1,30	0,29
Punto 3	1		0,00	1,00
Punto 4	9	0,87	1,92	0,17

Al intentar evaluar la bioindicación se observó que Pinilla, 2000, hace referencia a bioindicaciones para sistemas loticos y lenticos; más siendo la ciénaga de Mallorquín un sistema estuarino, razón por la cual los organismos obtenidos no fueron del todo coincidentes con los indicados por el autor, por tal motivo se obvió dicho análisis. Así mismo, el índice BMWP/Col es utilizado para caracterizar sistemas loticos y lenticos, y no se encontró referencia que indique su uso para sistemas estuarinos, razón por la cual no se incluyó como base de discusión.

Para determinar si hay diferencias entre las medias por día de muestreo durante la Primera Fase; y debido a que los resultados se comportaron como procedentes de una normal (estandarizado y la curtosis estandarizada presentaron valores entre -2 y 2); se utilizó un análisis de Anova simple, con la cual se evidenció que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados ($p=0,4696$) con un nivel del 95,0% de confianza. Durante la Segunda Fase, los datos presentaron desviaciones de la normalidad, por lo que se utilizó un análisis de Kruskal Wallis, determinando que no existen diferencias estadísticamente significativas durante la Segunda Fase entre las medianas de los puntos ($p=0,3107$) con un nivel del 95,0% de confianza. Igualmente para determinar las diferencias entre los sitios de muestreo, se utilizó el análisis de similaridad de Bray-Curtis, con un nivel de confianza del 50%, así las cosas, durante la Primera Fase se formaron 3 grupos, el primero conformado por los Puntos 1 y 2 y los otros puntos formaron grupos independientes, indicando diferencias entre los sitios de muestreo; más durante la Segunda Fase, el Punto 3 fue similar a los puntos (Figura 8-28).

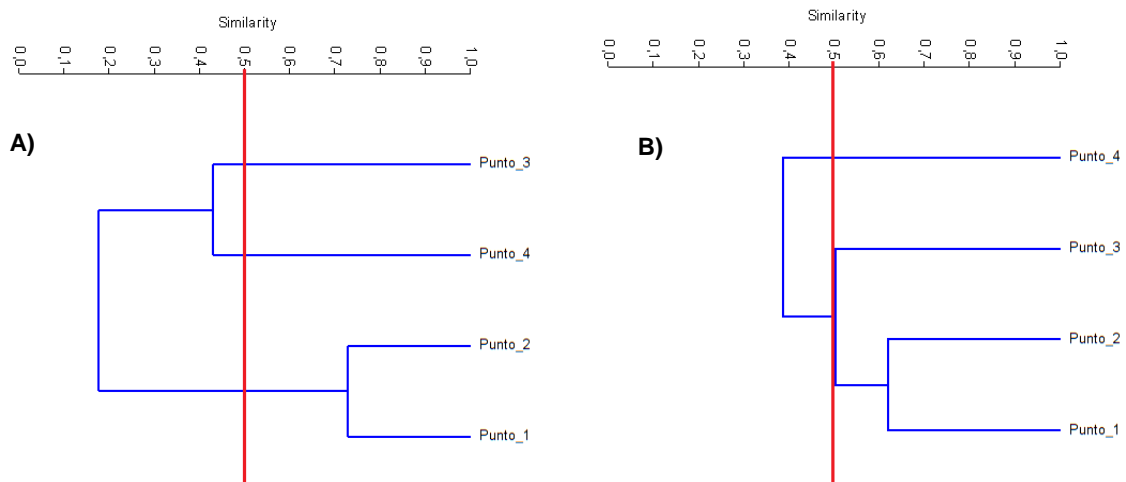


Figura 8-28. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Mallorquín, Primera Fase

Los análisis realizados en la ciénaga de Mallorquín develaron que la composición de la comunidad bentónica durante la Primera Fase está altamente influenciada por la entrada del agua del mar Caribe que ingresa por la(s) boca(s) (naturales o artificiales), presentando gran diversidad de organismos de las clases Bivalvia y Polychaeta; los efectos de la entrada de agua marina se acentúan en los Puntos 4 y 3, los cuales estuvieron ubicados más cerca de la boca de comunicación entre la ciénaga y el mar; una comparación general permitió evidenciar que durante el paso de la Primera Fase a la Segunda Fase, los Puntos 3 y 4 son

los que presentan mayor cambio en la estructura de la comunidad, asociada a la riqueza y abundancia de poliquetos en Punto 3 y de Bivalvos y malacostráceos en el Punto 4, resultados que se reflejaron en el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis . Por otro lado, en la Segunda Fase, se incrementa el flujo de agua de escorrentía y agua de lluvia que ingresa a la ciénaga por el Arroyo Grande, lo cual influyó negativamente en la diversidad y la dominancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, mientras que los valores de equidad aumentaron. El detrimento en la calidad del agua se observa en el cambio de los valores del índice de Shannon-Wiener, en Primera Fase señala la presencia de aguas “aguas medianamente contaminadas” en el mayoría de la ciénaga, excepto en el Punto 3, donde se catalogaron como “aguas muy contaminadas”, coincidiendo este punto con la desembocadura de arroyo Grande; en contraste durante la Segunda Fase, solo el punto 4 presentó “aguas medianamente contaminadas”, mientras que el resto de los puntos la calidad fue de “aguas muy contaminadas”.

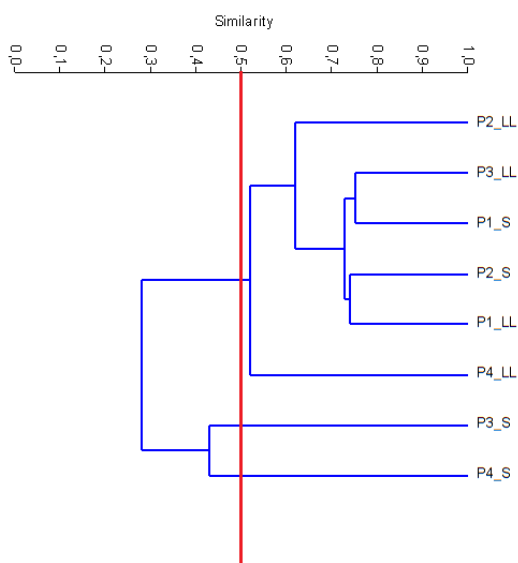


Figura 8-29. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Mallorquín, durante las dos épocas climáticas

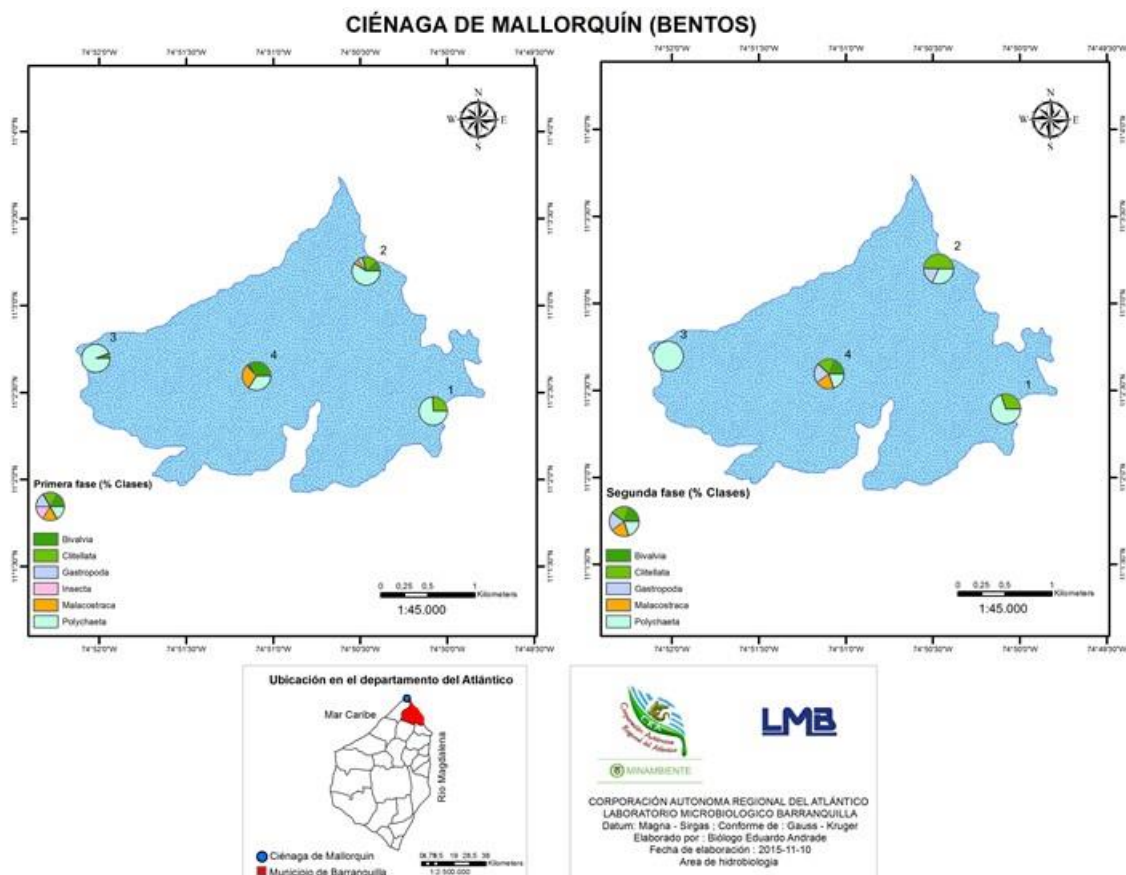


Figura 8-30. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por Clase) en la Ciénaga de Mallorca

8.1.2.2.3 Especies ícticas

Durante la Primera Fase se obtuvo un total de 30 individuos pertenecientes a 5 familias, 4 Ordenes, 1 Clase y 1 Phylum de peces comúnmente conocidos en el departamento del Atlántico (Tabla 8-22). El orden que mayor número de especies aportó a la riqueza fue Perciformes, con el 40% de la riqueza total (2 especies), mientras que los demás Ordenes aportaron el 20% (1 especie) cada uno. Por su parte los aportes a la abundancia fueron liderados por el Orden Mugiliformes, con un 73,3% a la abundancia total, seguido por el orden Perciformes con el 13,3%, Siluriformes con el 10% y Pleuronectiformes con el 3,3% (Figura 8-31-A). Así, al transcurrir el monitoreo de la Segunda Fase, se obtuvo un total de 15 individuos pertenecientes a 5 familias, 4 Ordenes, 1 Clase y 1 Phylum, cada Orden aportó la misma cantidad de especies, mientras que el Orden Siluriformes contribuyó con la mayor abundancia, 46,7% (7 individuos), seguido del Orden Mugiliformes con el 40% (6 individuos) y por último los Ordenes Pleuronectiformes y Perciformes con el 6,7% cada uno (1 individuo) (Tabla 8-23 y Figura 8-31-B).

Tabla 8-22. Composición de la comunidad íctica en la Ciénaga de Mallorquín, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	Lisa
			Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>	Lenguado
			Siluriformes	Ariidae	<i>Ariopsis bonillai</i>	Chivo Cabezón
			Perciformes	Gerreidae	<i>Eugerres plumieri</i>	Mojarra Blanca
Carangidae	<i>Oligoplites saurus</i>	Siete Cueros				

Tabla 8-23. Composición de la comunidad íctica en la Ciénaga de Mallorquín, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	Lisa
			Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo
			Siluriformes	Ariidae	<i>Ariopsis bonillai</i>	Chivo cabezón, mapale
			Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>	Lenguado

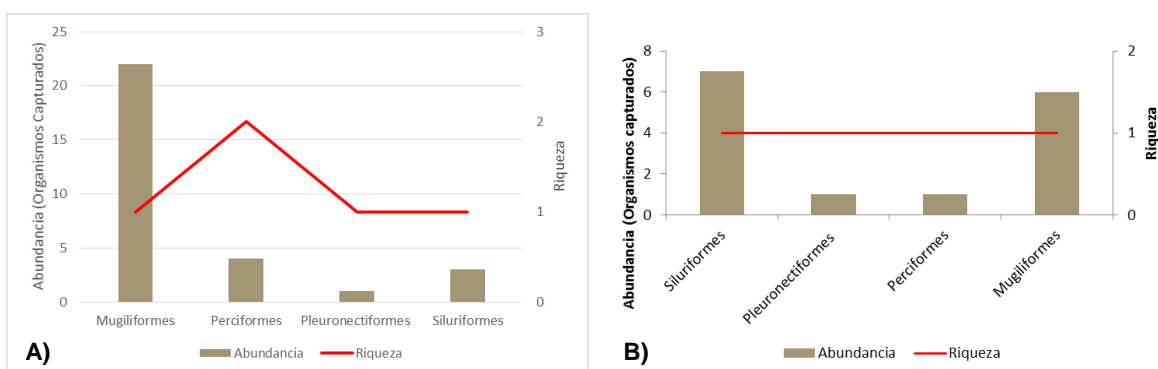


Figura 8-31. Contribución a la abundancia y a la riqueza y abundancia de la ictiofauna en la Ciénaga de Mallorquín, A) Primera Fase B) Segunda Fase

En la Costa Caribe colombiana se han identificado tres especies de mugilidos, el *Mugil insilis*, el *Mugil curema* y el *Mugil liza*, conocido como lebranche o liza, éste último se diferencia de los anteriores por presentar 8 radios blandos en la aleta anal, así como por tener de 29 a 34 hileras verticales de escamas en los flancos, y por no tenerlas cubiertas por escamas secundarias más pequeñas. Alberi y Araujo (2010) evaluaron la biología reproductiva del *M. liza*, colectando machos con longitudes entre 28,5 y 50,0 cm, y hembras entre 32,5 y 69,0 cm, para los cuales determinaron que la longitud L50, de maduración de las hembras fue de 35,0 cm. Además, estudios realizados por Ospina-Arango *et al.*, 2008 en la bahía de Cartagena, determinaron lograron la captura de una hembra desovada, con una longitud de 48,5 cm durante el mes de diciembre; obteniendo capturas de *M. liza* con

tallas entre 27,0 a 48,5 cm, y pesos entre 300 y 2250 g. Velasco-Mora & Villegas-Rodríguez (1985) En: Ospina-Arango *et al.*, 2008 observaron que la época de reproducción de los mugilidos (desove en mar abierto) se presenta entre noviembre y marzo (Primera Fase), por lo que es fácil encontrar individuos de los primeros estados gonadales y juveniles que van a protegerse y a alimentarse en las zonas de crianza.

Al observarse la distribución de tallas en los especímenes colectados de *M. liza*, durante la Primera Fase, en los Anexos C y F y mediante el histograma de frecuencias se evidencia la presencia de una sola población, con tallas entre 165 y 226 mm, con un promedio de 184,9 mm; por lo que se considera que los especímenes colectados son juveniles, además todos ellos pueden pertenecer a una cohorte (Tabla 8-24 y Figura 8-32). Más durante la Segunda Fase, los individuos capturados de *M. liza*, estuvieron entre 170 y 200 mm, con un promedio de 180,7 mm de LT, con una distribución de tallas muy homogénea, lo que permitió considerar que todos los individuos son juveniles que pertenecen a una sola cohorte (Tabla 8-25 y Figura 8-33). No se evidenció la determinación de una talla mínima de captura para la zona por parte de la autoridad ambiental competente.

Tabla 8-24. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la ciénaga Mallorquín, Primera Fase

Nombre científico	Longitud Total (mm)			Total capturado
	Mínimo	Máximo	Promedio	
<i>Mugil liza</i>	165	226	184,9	23
<i>Achirus lineatus</i>	80	80	80,0	1
<i>Ariopsis bonillai</i>	153	176	163,0	3
<i>Eugerres plumieri</i>	115	133	126,0	3
<i>Oligoplites saurus</i>	150	150	150,0	1

Tabla 8-25. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la ciénaga Mallorquín, Segunda Fase

Nombre científico	Longitud Total (mm)			Total capturado
	Mínimo	Máximo	Promedio	
<i>Mugil liza</i>	170	200	180,7	6
<i>Centropomus undecimalis</i>	185	185	185,0	1
<i>Ariopsis bonillai</i>	100	142	126,7	7
<i>Achirus lineatus</i>	149	149	149,0	1

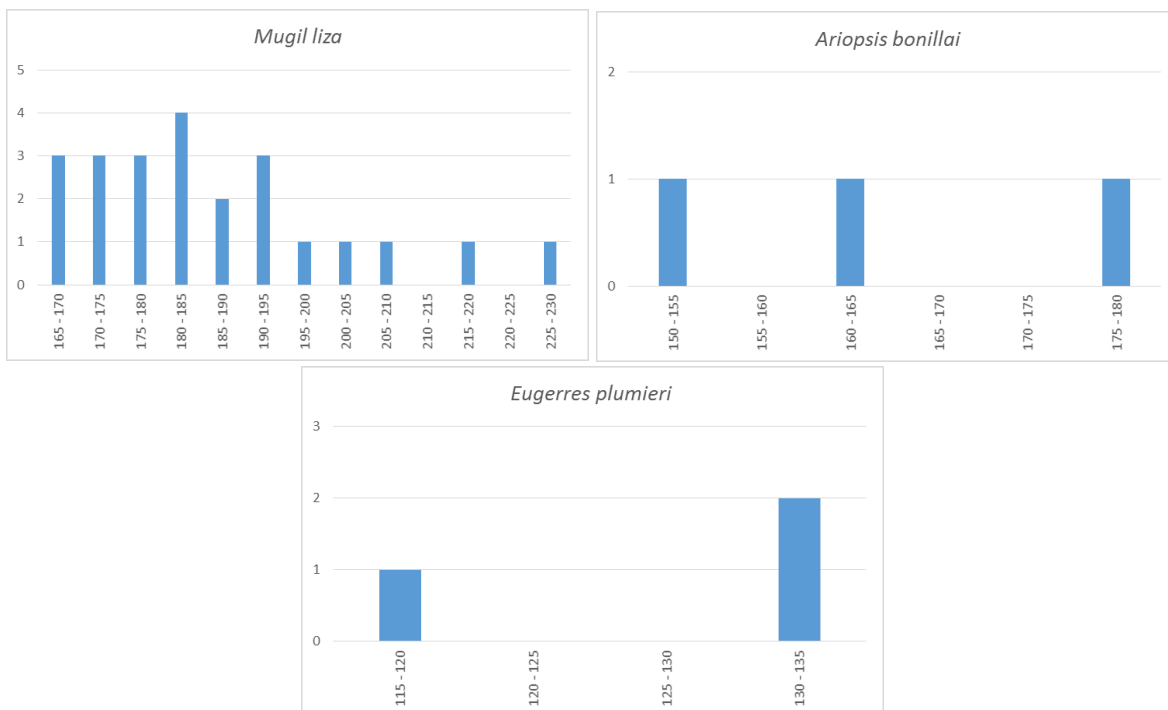


Figura 8-32. Histogramas de frecuencia de tallas para las especies de peces colectados en la ciénaga de Mallorquín, Primera Fase

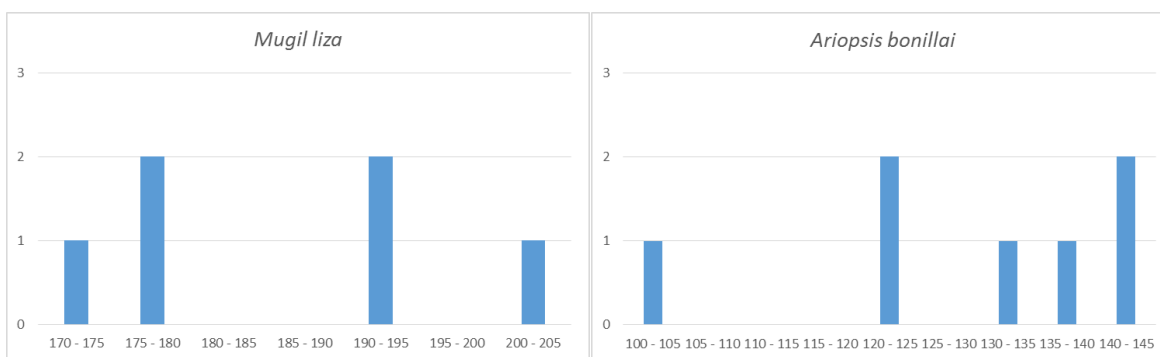


Figura 8-33. Histogramas de frecuencia de tallas para las especies de peces colectados en la ciénaga de Mallorquín, Segunda Fase

El chivo cabezón, *Ariopsis bonillai*, presenta dimorfismo sexual en la talla. Se han reportado hembras hasta de 46 cm LT (Galvis, 1984; Acero, 2002 EN Olaya-Nieto, 2007) y machos hasta de 38 cm LT (Acero, 2002 EN Olaya-Nieto, 2007) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, siendo la talla aproximada de madurez sexual de 250 mm de longitud estándar (LT) (Moreno *et al.*, 2001 EN; Sandoval-Londoño *et al.*, 2015), con desove durante todo el año, siendo mayor entre abril y julio. Las hembras tienen baja fecundidad (24-36 huevos por

hembra madura) y los machos progenitores exhiben cuidado parental, mediante la incubación bucal durante 50-70 días (Galvis 1983 EN: Sandoval-Londoño *et al.*, 2015). La especie se distribuye geográficamente en la costa noroeste de Colombia y Venezuela (Acero, 2002), aunque Cervigón (1991) y Cervigón *et al.* (1992) no la reportan como nativa del último país, por lo que es prácticamente endémica de Colombia, en donde, además, es considerada amenazada por la IUCN debido a su endemismo y a la fuerte presión pesquera artesanal a que es sometida. No se registran estadísticas pesqueras desagregadas para la especie, la cual es capturada principalmente con línea de mano y chinchorro playero (Acero, 2002). Durante el muestreo de la Primera Fase se colectaron tres individuos de esta especie, con tallas entre 153 y 176 mm de LT, muy por debajo de la talla de maduración sexual (250 mm LS, Moreno *et al.*, 2001 EN: Sandoval-Londoño *et al.*, 2015), por lo que se consideró que estos fueron juveniles (Figura 8-34). Durante la Segunda Fase, se colectó un total de 7 individuos de esta especie, presentando tallas entre 100 y 142 mm de LT, con un promedio de 126,7 mm, siendo tallas inferiores a las colectadas durante la Primera Fase, lo que también indica la presencia de especímenes juveniles, cuyas tallas presentan un coeficiente de variación menor a 30%, indicando una distribución homogénea (Tabla 8-25 y Figura 8-33); esta es otra especie para la cual no se evidenció la determinación de una talla mínima legal de captura para la zona por parte de la autoridad ambiental competente.

Otra de las especies colectada fue el *Achirus lineatus* o lenguado, según Carpenter, K.E. (ed.) 2002, este es un pez que crece hasta los 23 cm de Longitud, aunque comúnmente se le encuentra hasta 17 cm, se presenta en aguas salobres con fondos de arena y barro y en lagunas hipersalinas, así mismo indicó que el desoven en el Golfo de México se presenta entre abril y noviembre, cuando la temperatura del agua aumenta. Para el lago de Maracaibo Gonzáles, *et al.*, 1997, indicó una longitud estándar promedio de 77,2 mm, colectando individuos entre los 20 y los 118 mm. De esta especie poco se conoce en Colombia, siendo reportado en tallas superiores a los 10 cm, siendo mayor su proporción en las tallas de 10 a 12 cm (Barreto *et al.*, EN: FAO, 2001). Durante la Primera Fase se colectó un espécimen cuya longitud total fue de 80 mm; mientras que para la Segunda Fase, se colectó un individuo de 149 mm LT; adicionalmente se buscó información sobre la indicación de una talla mínima legal de captura para la zona, sin encontrar evidencia de su determinación para la zona, por la autoridad ambiental competente.

Por su parte para la Mojarra blanca, *Eugerres plumieri*, Narváez *et al.*, 2008, indicó que en las pesquerías del Caribe colombiano se han capturado especímenes desde 9 hasta 45,5 cm de LT, así mismo para la especie Rueda M. y A. Santos-Martínez. 1999, determinaron la talla mínima de madurez sexual (TMM) en 20 cm; de los tres individuos colectados durante la Primera Fase ninguno alcanzó la talla mínima de madurez sexual, siendo colectados entre 115 y 133 mm LT, con promedio de 126 mm LT. Durante la Segunda Fase, no se capturaron especímenes de esta especie. No se evidenció la determinación de una talla mínima legal de captura para la zona por parte de la autoridad ambiental competente.

Para la especie *Oligoplites saurus*, conocida como Siete cueros, Ospina-Arango, *et al.*, 2008, indicaron que las tallas mínimas de maduración en la bahía de Cartagena fueron: para hembras de 195 mm de longitud estándar y 70 g de peso (estado III), y en machos de 195 mm de longitud estándar y 100 g de peso, durante la Primera Fase de muestreo, se colectó solo un individuo, cuya longitud total fue de 150 mm, lo que indicó que el espécimen colectado era un juvenil o adulto inmaduro (Figura 8-34); mas durante la Segunda Fase, no se obtuvieron capturas de esta especie (Tabla 8-25). Adicionalmente, no se evidenció la determinación de una talla mínima legal de captura para la zona por parte de la autoridad ambiental competente.

En la Barra San Pedro, Centla, México, al sur del Golfo de México, la especie *Centropomus undecimalis* fue evaluada por Perera-García, *et al.*, 2008, quienes estimaron la longitud estándar (L50) de madurez en hembras y machos en 85 y 68 cm respectivamente, mientras que la longitud estándar de madurez sexual (L100) fue estimada en 100 cm para hembras y 90 cm en machos. Para la zona Caribe colombiana la talla de madurez gonadal estimada es de 66 cm de LT, presentándose entre abril y mayo la mayor proporción de individuos maduros (CCI y Minagricultura. 2007). Esta especie solo se colectó durante la Segunda Fase, con un individuo, el cual presentó una talla de 185 mm LT, lo que indica un espécimen juvenil (Tabla 8-25). Así mismo, no se evidenció la determinación de una talla mínima legal de captura para la zona por parte de la autoridad ambiental competente.

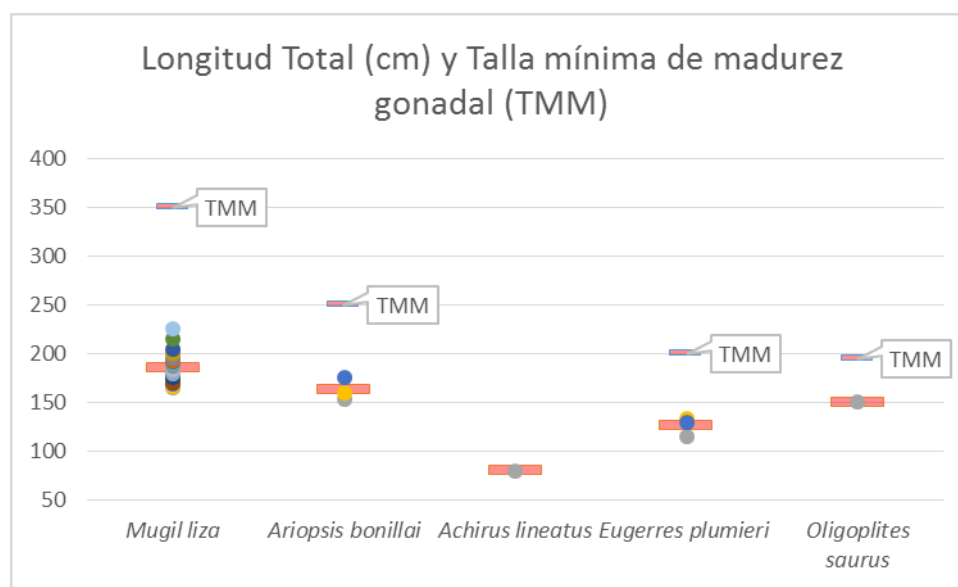


Figura 8-34. Longitud total y talla mínima de madurez gonadal (TMM) para las especies colectadas en la ciénaga de Mallorquín durante la Primera Fase

Para finalizar en análisis de la comunidad, se determinaron las “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”, según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, siendo *Mugil liza* y *Ariopsis bonillai*, especies catalogadas en peligro (EN), mientras que *Eugerres plumieri* y *Centropomus undecimalis*, son reportadas como especies vulnerables (VU).

Sobre el “chivo cabezón” *Ariopsis* sp. (aff. *assimilis*), se aclara que es una especie estuarina endémica de la costa Caribe colombiana y del Oeste venezolano, pero está en peligro de extinción debido a la presión por pesca artesanal. El “chivo cabezón” o “New Granada sea catfish”, *Ariopsis* sp. (aff. *assimilis*) es una especie estuarina que por falta de información molecular, que permita la comparación de las especies del género *Ariopsis* en el Caribe, no tiene nombre aceptado taxonómicamente y ha sido confundido con el “bagre cazón” *Notarius bonillai* (Miles, 1965) que es dulceacuícola (Acero y Betancur-R. 2006). El chivo cabezón es endémico de la costa Caribe colombiana y del Oeste venezolano, y está en peligro de extinción debido a la presión por pesca artesanal [referenciado como *Ariopsis bonillai* (Miles, 1945)] (Mejía y Acero 2002, International Union for Conservation of Nature 2012), pero a pesar de su importancia y su inclusión en la lista roja de peces marinos colombianos, poco se sabe de su biología y ecología.

Los análisis realizados en sobre la ictiofauna de la ciénaga de Mallorquín indican que la composición de la ciénaga durante la Primera Fase fue de 5 especies peces, mientras que durante la Segunda Fase fue de 4 especies; igualmente, la especie más abundante durante la Primera Fase fue *Mugil liza* (23 individuos), seguida de *Ariopsis bonillai* y *Eugerres plumieri* (con 3 individuos cada una), así como *Achirus lineatus* y *Oligoplites saurus* (con 1 individuo cada una), mientras que durante la Segunda Fase fue *Ariopsis bonillai* (7 individuos), seguida de *M. liza* (6 individuos), *Achirus lineatus* y *Centropomus undecimalis* (1 individuo cada una). Se reportó la presencia tanto durante la Primera, como durante la Segunda Fase, de individuos de las seis especies indicadas anteriormente, con tallas que no sobrepasan la talla mínima de madurez sexual (L50), lo que indica que son individuos en estado juvenil, lo que permite resaltar la importancia ecológica de la ciénaga ya que es utilizada frecuentemente por poblaciones ícticas, como zona de crianza. Igualmente no se encontró referencia sobre la determinación de la talla mínima legal de captura por parte de la autoridad ambiental competente para las especies colectadas. Para finalizar, se revisó el listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”, según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, encontrando a *Mugil liza* y *Ariopsis bonillai*, reportadas como especies en peligro (EN) y a *Eugerres plumieri* y *Centropomus undecimalis*, como especies vulnerables (VU), dando cuenta de la importancia de la preservación de la ciénaga para la conservación de estas especies.

8.1.3 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Segunda Fase de ciénaga correspondió al 17806 y para la Segunda Fase 19203.

8.1.3.1 Comunidades de productores primarios

8.1.3.1.1 Fitoperifiton

Solo pudo ser caracterizada la comunidad fitoperifítica de la Ciénaga de Balboa del Punto 2, debido a que el Punto restante no presentó sustratos sobre los cuales evaluarla. Dicha comunidad estuvo conformada por 8 morfoespecies, pertenecientes a 6 familias, 6 Órdenes, 3 Clases y 3 Divisiones. La División que mayor número de especies aportó a la riqueza fue Bacillariophyta, contribuyendo con el 50% de la riqueza relativa (4 especies), seguida de Cyanobacteria, con un aporte del 37,5% (2 especies) y de Chlorophyta con un aporte de 12,5% (1 especie) (Tabla 8-26). Durante la Segunda Fase se reportan 9 especies, pertenecientes a 9 Familias, 6 órdenes, 3 Clases y 2 Divisiones (Tabla 8-27). La División Bacillariophyta aportó 7 especies, representando el 77% y Cyanobacteria contribuyó con especies, es decir, el 22% de la riqueza total.

Tabla 8-26. Composición de la comunidad fitoperifítica en la Ciénaga de Balboa, Primera Fase.

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sigma</i> <i>Nitzschia sp 5</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp 8</i>
			Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora sp 2</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya spp</i> <i>Oscillatoria sp 1</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya sp 1</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaeropleaceae	<i>Radiofilum sp 1</i>

Tabla 8-27. Composición de la comunidad fitoperifítica en la Ciénaga de Balboa, Segunda Fase.

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
			Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella spp</i>
				Gomphonemataceae	<i>Gomphonema spp</i>
			Naviculales	Berkeleyaceae	<i>Berkeleya spp</i>
				Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
			Sellaphoraceae	<i>Sellaphora spp</i>	

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
		Coscinodiscophyceae	Biddulphiales	Biddulphiaceae	<i>Terpsinoë spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>

El análisis de la contribución a la abundancia en la Primera Fase permitió observar que la División Cyanobacteria fue la que más aportó con un 96,9% a la abundancia relativa (148,2 Células/cm²), seguida de los representantes de la División Bacillariophyta con un 3,65% de AR (5,6 Células/cm²) y la Chlorophyta con un 0,26% de AR. En la Segunda Fase las bacilariofitas presentaron una abundancia promedio de 72,4 Células/cm² representando el 88% de la abundancia promedio total, y las cianobacterias aportaron 9,8 Células/cm², es decir el 12% (Figura 8-36). Las relaciones entre los atributos de abundancia y riqueza se muestran en la Figura 8-35. Las abundancias de la comunidad fitoperifítica registrada se observan en el Anexo F.

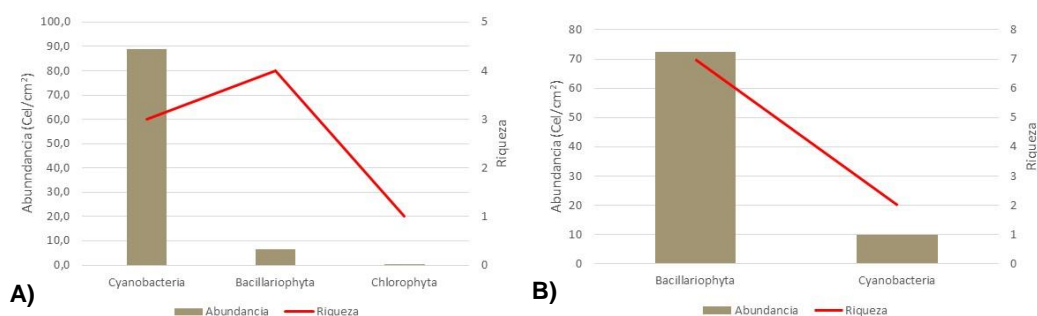


Figura 8-35. Contribución a la abundancia y la riqueza del fitoperifiton en la Ciénaga de Balboa. A) Primera Fase B) Segunda Fase.

Para la primera fase, la determinación de los índices de equidad mostraron que la comunidad no se encuentra equilibrada ($J'=0,35$) y que la comunidad fitoperifítica indica la presencia de aguas muy contaminadas, según la interpretación del índice de Shannon-Wiener realizada por Roldán y Ramírez (2008); por su parte, la estructura de la comunidad, al observar la dominancia permitió evidenciar que la comunidad posee una dominancia media ($\lambda'=0,69$) (Tabla 8-28). En la Segunda Fase, el índice de Simpson λ' muestra una disminución en la dominancia, con un valor de 0,21; esto es consistente con los aumentos en los valores de los índices de equidad de Shannon y de Pielou ($H=1,76$ y $J'=0,8$) dejando entrever un aumento de la diversidad, teniendo en cuenta además la interpretación del índice de Shannon-Wiener de acuerdo con Roldán y Ramírez (2008), mostrando aguas medianamente contaminadas (Tabla 8-29).

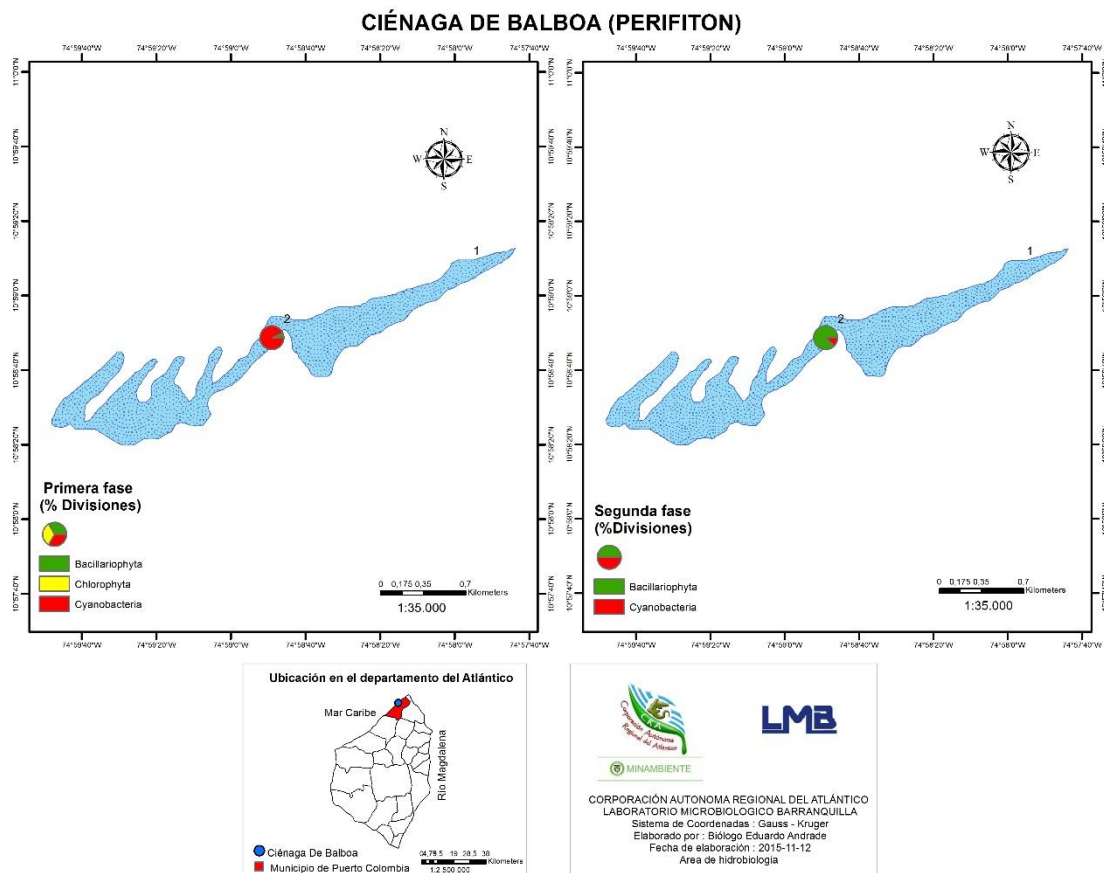


Figura 8-36. Distribución del perifiton (AR% por Clase) en la Ciénaga de Balboa

Tabla 8-28. Índices ecológicos para el Fitoperifiton de la Ciénaga de Balboa, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Punto 2	8	0,350	0,729	0,697

Tabla 8-29. Índices ecológicos para el Fitoperifiton de la Ciénaga de Balboa, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Punto 2	9	0,80	1,76	0,21

No se pudieron establecer las diferencias entre los días de muestreo, debido a que los estadísticos usados requieren al menos 2 puntos de muestreo.

Por otra parte, no se pudieron establecer los procesos bioindicados por los géneros del fitoperifiton, debido a que la literatura disponible solo comprende ecosistemas dulceacuícolas.

Al comparar la composición de la comunidad, se puede notar que en la Primera Fase las diatomeas tuvieron una representatividad del 50% de la riqueza y el 3.85% en la abundancia, mientras que en la Segunda, representaron el 77% y el 88% respectivamente, indicando esto un incremento de la incidencia de las aguas marinas en el ecosistema. Esto último es consistente con la presencia en la Segunda Fase de *Berkeleya*, género presente la mayoría de las veces en aguas marinas, y de géneros como *Sellaphora* y *Cymbella*, con especies representantes en este tipo de ambientes, teniendo en cuenta que estos organismos no se presentaron en la Primera Fase. En esta, se presentaron géneros dulceacuícolas, como *Oscillatoria*, *Lyngbya* y *Radiophilum*, no encontrados en la Segunda Fase. Estos cambios en la diversidad de especies del fitoperifiton muestra la forma como estos organismos responden a los cambios ambientales, posicionándolos como buenos indicadores.

8.1.3.1.2 Fitoplancton

En la Primera Fase en la ciénaga de Balboa, la comunidad de fitoplancton se caracterizó por presentar 17 especies, pertenecientes a 10 familias, 9 Ordenes, 5 clases y 4 Divisiones; de éstas, la que contribuyó en mayor proporción a la riqueza fue Bacillariophyta con 64,7% de la riqueza (11 especies), seguida de Chlorophyta con 23,5% (4 especies), y las Divisiones Cyanobacteria y Charophyta contribuyeron con 5,9% de la riqueza cada una (1 especie) (Tabla 8-30). Durante la Segunda Fase, la comunidad se caracterizó por presentar 15 especies, pertenecientes a 12 familias, 10 Ordenes, 4 clases y 4 Divisiones; de éstas, la que contribuyó en mayor proporción a la riqueza fue Cyanobacteria con 46,7% de la riqueza (7 especies), aumentando su proporción con respecto a la Primera Fase, seguida de Bacillariophyta con 40,0% (6 especies) y las Divisiones Chlorophyta y Dinophyta contribuyeron con 6,7% de la riqueza cada una (1 especie) (Tabla 8-30).

Tabla 8-30. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Balboa, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca sp 1</i>
					<i>Nitzschia sigma</i>
					<i>Nitzschia sp 1</i>
			Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp 1</i>
					<i>Caloneis sp 4</i>
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae			<i>Gyrosigma sp 1</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp 2</i>
					<i>Navicula sp 1</i>
				Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp1</i>
			Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Entomoneis sp 1</i>
			Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora sp 2</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Borzia sp 1</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Plantae	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sebaldii</i>
					Chlorophyceae sp 1
	Chlorophyta	Chlorophyceae	ND	ND	Chlorophyceae sp 2
					Chlorophyceae sp 3
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp 2</i>	

ND: No Determinado

Tabla 8-31. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Balboa, Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca spp</i> <i>Nitzschia spp</i>
			Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium spp</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma spp</i> <i>Navicula spp</i>
			Thalassiosiphales	Catenulaceae	<i>Amphora spp</i>
	Dinophyta	Dinophyceae	Gonyaulacales	Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax spp</i>
			Chroococcales	Spirulinaceae	<i>Spirulina spp</i>
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Borzia spp</i> <i>Komvophoron spp</i>
				Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
				Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Carteria spp</i>

En relación a la abundancia, para la Primera Fase, la División Bacillariophyta contribuyó en gran medida a la abundancia de la ciénaga, con 29,3 Célula/mL, lo que representó un 80,0% de la Abundancia Relativa, seguida de la División Chlorophyta cuya contribución ascendió a 7,3 Células/mL (19,8% de AR); y las Divisiones Cyanobacteria y Charophyta en igual medida con 0,04 Células/mL (0,1% de AR) (Figura 8-37). Durante la Segunda Fase 17 especies, pertenecientes a 10 familias, 9 Ordenes, 5 clases y 4 Divisiones; de éstas, la que contribuyó en mayor proporción a la riqueza fue Bacillariophyta con 64,7% de la riqueza (11 especies), seguida de Chlorophyta con 23,5% (4 especies), y las Divisiones Cyanobacteria y Charophyta contribuyeron con 5,9% de la riqueza cada una (1 especie) (Tabla 8-30). Por otro lado, la Abundancia Relativa de la comunidad estuvo conformada en un 63,4% por la División Bacillariophyta con 22,3 Célula/mL, seguida de la División Cyanobacteria cuya contribución ascendió a 12,0 Células/mL (34,2% de AR), Dinophyta con 0,44 Células/mL (1,3% de AR) y Chlorophyta con 0,38 Células/mL (1,1% de AR) (Figura 8-37). Las tablas de abundancias por punto de muestreo se observan en el Anexo F.

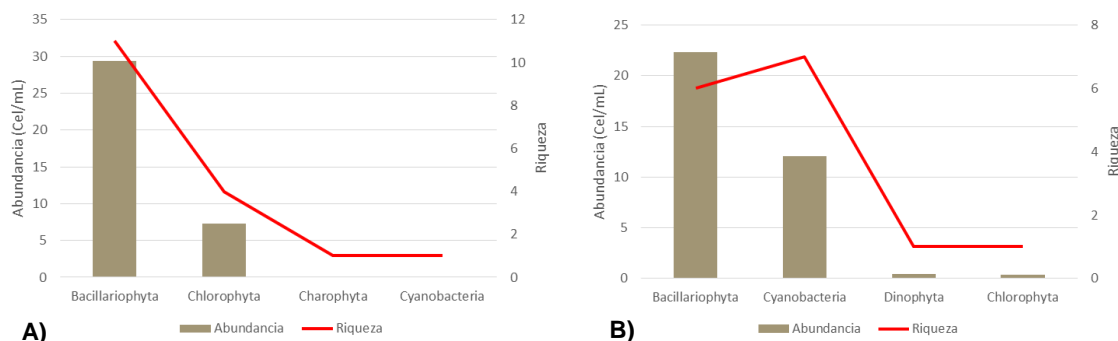


Figura 8-37. Contribución a la abundancia y la riqueza del fitoplancton en la Ciénaga de Balboa. A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Los índices ecológicos que evalúan la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la equidad, permitieron evidenciar que el Punto 1 presentó una comunidad más equilibrada que el Punto 2 ($J' = 0,78$ y $0,62$, respectivamente), aunque los valores obtenidos dan cuenta de equidades medias en ambos puntos; así mismo, los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas”. Por su parte, al observar la estructura de la comunidad desde la dominancia se evidenció que es mayor en el Punto 2 ($\lambda' = 0,23$), siendo muy baja en toda la ciénaga (Tabla 8-32). Durante la Segunda Fase, se encontró una comunidad con baja equidad, los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas muy contaminadas” y una dominancia mayor en el punto 1 y 2 ($\lambda' = 0,40$ y $0,59$, respectivamente), en comparación con la Primera Fase.

Tabla 8-32. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga de Balboa, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	7	0,78	1,52	-0,09
Punto 2	17	0,62	1,76	0,23

Tabla 8-33. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga de Balboa, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	13	0,45	1,15	0,40
Punto 2	14	0,35	0,91	0,59

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p=0,844$), como en la Segunda Fase

($p=0,765$). Por medio de un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, formándose, con un 50% de similaridad, dos grupos; el primero integrado por el Punto 1; el segundo por el Punto 2 (Figura 8-38). En cambio, la situación varió en la Segunda Fase y se formó un grupo, indicando que no existían diferencias significativas entre los puntos.

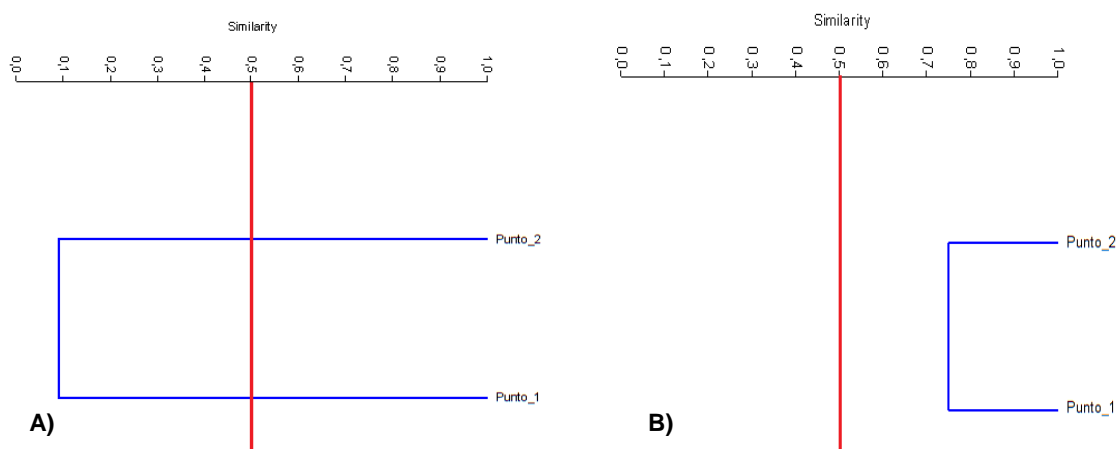


Figura 8-38. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de fitoplancton en la Ciénaga de Balboa. A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Para resumir, el fitoplancton de la ciénaga de Balboa presentó una variación en la composición de la comunidad, pasando de presentar una riqueza de 17 especies, gran parte de ellas pertenecientes a la División Bacillariophyta, una equidad medio alta, una dominancia baja y una diversidad alta, a constituirse en una comunidad de 15 especies, gran parte pertenecientes a las Divisiones Cyanobacteria y Bacillariophyta; siendo la abundancia consecuente con el comportamiento de la riqueza, excepto en la Segunda Fase, cuando las Bacillariophyta contribuyeron en mayor proporción. Para la Segunda Fase también se resalta la aparición de los representantes de la División Dinophyta, organismos comunes de aguas marinas y estuarinas, lo que es indicador de la apertura de la boca durante esta fase.

8.1.3.1.3 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga de Balboa, durante las faenas de campo no se reportaron macrófitas acuáticas en los sitios de muestreo; esto se debe probablemente a las características estuarinas que presenta la ciénaga, lo cual inhibe el crecimiento de este grupo.

8.1.3.2 Comunidades de consumidores

8.1.3.2.1 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Balboa en la Primera Fase estuvo constituida por 35 especies agrupadas en 20 Familias, 13 Ordenes, 8 Clases y 5 Phylum; de los cuales la Clase Maxillopoda mostro la mayor diversidad con 12 especies (34,3%), seguido de Eurotatoria 11 especies (31,4%), Branchiopoda 4 morfoespecies (11,4%), Animalia-ND 2 morfoespecies (5,7%), Malacostraca 2 taxas (5,7%), Polychaeta 2 morfoespecies (5,7%), Arthropoda –ND y Lobosa con una especie cada una son los grupos con menor riqueza y juntas suman el (5,6%) de la riqueza (Tabla 8-34). Mientras que en la Segunda Fase es evidente una disminución en la diversidad de registrándose solo 3 morfoespecies pertenecientes a 3 Familias, 3 Órdenes, 3 Clases y 2 Phylum (Tabla 8-35).

Tabla 8-34 .Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Balboa, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	ND	ND	ND	ND	Larva Trocófora sp1 Larva Trocófora sp2
	Annelida	Polychaeta	ND	ND	Larva Polychaeta Morfoespecie 1 Larva Trocophora Polychaeta
		Arthropoda-ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1
			Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia sp</i>
		Branchiopoda		Moinidae	<i>Moina sp</i>
			Diplostraca/Cladocera	ND	Morfoespecie 1
			N.D.	ND	Branchiopoda Morfoespecie 1
		Decapoda	ND	ND	Larva Nauplio Larva Zoea
				Acartiidae	<i>Acartia sp</i>
	Arthropoda		Calanoida	ND	Calanoida Morfoespecie 1 Copepodito I <i>Ergasilus sp1</i>
				Cyclopidae	<i>Macrocyclus fuscus</i> <i>Paracyclus spp</i>
Animalia		Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Morfoespecie 1 Larva Nauplio Cyclops Morfoespecie 2
				Canthocamptidae	<i>Canthocamptus staphylinus</i>
			Harpacticoida	Euterpinidae	<i>Euterpina acutifrons</i>
				N.D.	Harpacticoida Morfoespecie 2
			ND	ND	Larva Nauplio Copepoda
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i> <i>Asplanchna sp</i>
					<i>Brachionus angularis</i> <i>Brachionus calyciflorus</i> <i>Brachionus plicatilis</i> <i>Brachionus rubens</i> <i>Brachionus rutundiformis</i> <i>Brachionus urceolaris</i> <i>Brachionus urceus</i>
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Lecane bulla bulla</i> <i>Lecane elsa</i>
				Lecanidae	<i>Bullinularia indica</i>
Protozoa	Protozoa NA	Lobosa	Arcellinida	N.D.	

ND: No determinado NI: No indicado

Tabla 8-35 Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Balboa, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Polychaeta	ND	ND	Larva Polychaeta Morfoespecie 1
	Arthropoda	Maxillopoda	Harpacticoida	ND	Harpacticoida spp
		Arthropoda ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1

ND: No determinado

La riqueza para la Segunda Fase se muestran en la Figura 8-39 B, los valores de riqueza se distribuyen en solo 3 grupos Maxillopoda, Polychaeta y la clases no determinada Arthropoda-ND presentaron igual número de especies 1 por cada clase lo que equivale al 33,3% por Clase.

El análisis de la abundancia para la Primera Fase por Clase determinó que Maxillopoda fue el grupo que mayor contribuyó con 171 Organismos/L (49,6%) seguido de Eurotatoria 113,25 Organismos/L (32,7%), Lobosa 23,25 Organismos/L (6,7%), Branchiopoda 14,48 Organismos/L (4,2%), Malacostraca 8,75 Organismos/L (2,5%), Animalia Clase-ND 6,88 Organismos/L (2,0%), Polychaeta 5,70 Organismos/L (1,7%) y Arthropoda-ND 2,07 Organismos/L (0,6%)

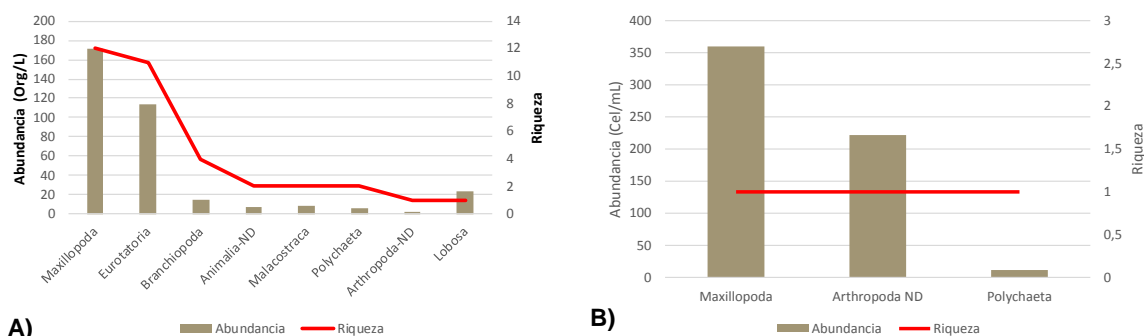


Figura 8-39. Contribución a la abundancia y a la riqueza del zooplancton en la Ciénaga de Balboa. A) Primera Fase y B) Segunda Fase

En cuanto a las abundancias de la Segunda Fase los Maxilopodos fueron dominantes cuantitativamente 359,67 Organismos/L, representando un (60,7%) de la densidad total del zooplancton, seguidos de la Clase no determinada Arthropoda-ND 221,83 Organismos/L, (37,4%), y Polychaeta 11,40 Organismos/L (1,9%)

Los índices ecológicos que evalúan la composición de la comunidad en la Primera Fase desde el punto de vista de la equidad, permitieron evidenciar que el Punto 2 presentó una comunidad más equilibrada que el Punto 1 ($J' = 0,90$ y $0,69$, respectivamente), siendo muy equilibrada en el Punto 2 y medianamente equilibrada en el Punto 1. Por su parte, los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en los dos puntos monitoreados. Por su parte, al observar la estructura de la comunidad desde la dominancia se evidenció que es mayor en el Punto 2 ($\lambda' = 0,94$), siendo alta en toda la ciénaga (Tabla 8-36).

Tabla 8-36. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de Balboa, Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	17	0,69	1,95	0,81
Punto 2	27	0,90	2,96	0,94

Tabla 8-37 Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de Balboa, Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	3	0,70	0,77	0,49
Punto 2	3	0,70	0,77	0,49

Para la Segunda Fase (Tabla 8-37), se observó que los índices ecológicos en función de la riqueza (S) se comportaron de forma similar el punto 1 y 2 con 3 especies, el índice equidad J' se correlacionó con los valores de la riqueza mostrando valores de equidad intermedios que dan cuenta similitud entre los puntos de muestreo, índice de Shannon-Wiener, según la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) podrían indicar “aguas muy contaminadas” en todos los puntos, mientras que la dominancia λ' presento igual valor (0,49) en los puntos de muestreo.

Como el comportamiento de los datos no siguió una distribución normal, se aplicó un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis, el cual permitió indicar que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la densidad zooplanctónica de los puntos de muestreo durante los días evaluados en la Primera Fase ($p=0,84$) y la Segunda Fase ($p=0,17$).

Por otra parte, no se pudieron establecer los procesos bioindicados por las especies del zooplancton, debido a que la literatura usada para realizar este análisis solo comprende ecosistemas dulceacuícolas y la ciénaga de Balboa se comporta como un ecosistema estuarino.

Para determinar las diferencias entre los Puntos de muestreo evaluados en la Primera Fase se realizó un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con el cual se evidenció, con un 70% de similitud, la formación de dos grupos; el primero integrado por el Punto 1; el segundo por el Punto 2. (Figura 8-40 A).

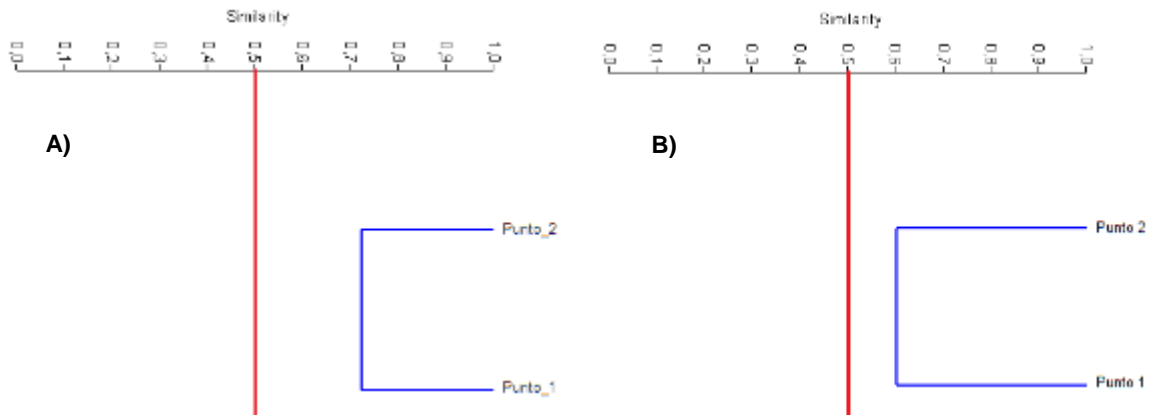


Figura 8-40. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga de Balboa. A) Primera Fase y B) Segunda Fase

El análisis tipo cluster o dendrograma de similaridad también se realizó para la Segunda Fase, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, este determinó que no existen diferencias entre los puntos evaluados durante la Segunda Fase, formándose 2 grupos, con más del 50% de similitud.

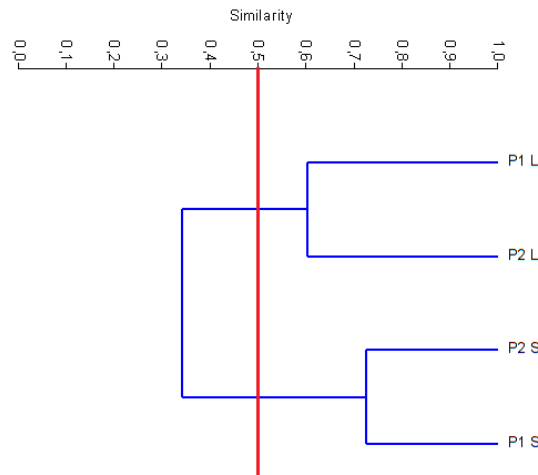


Figura 8-41 Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga de Balboa S) Primera Fase L) Segunda Fase

En lo que concierne a la variación de la composición de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga de Balboa en las dos fases de muestreo, se puede observar que se formaron dos grandes grupos (Figura 8-41). El primer grupo se encuentra constituido por los puntos del P1L y P2L de la Segunda Fase, con una similitud cerca al 60%, el segundo grupo está conformado por los puntos del P1S y P2S de la Primera Fase, con una similitud por encima del 70%.

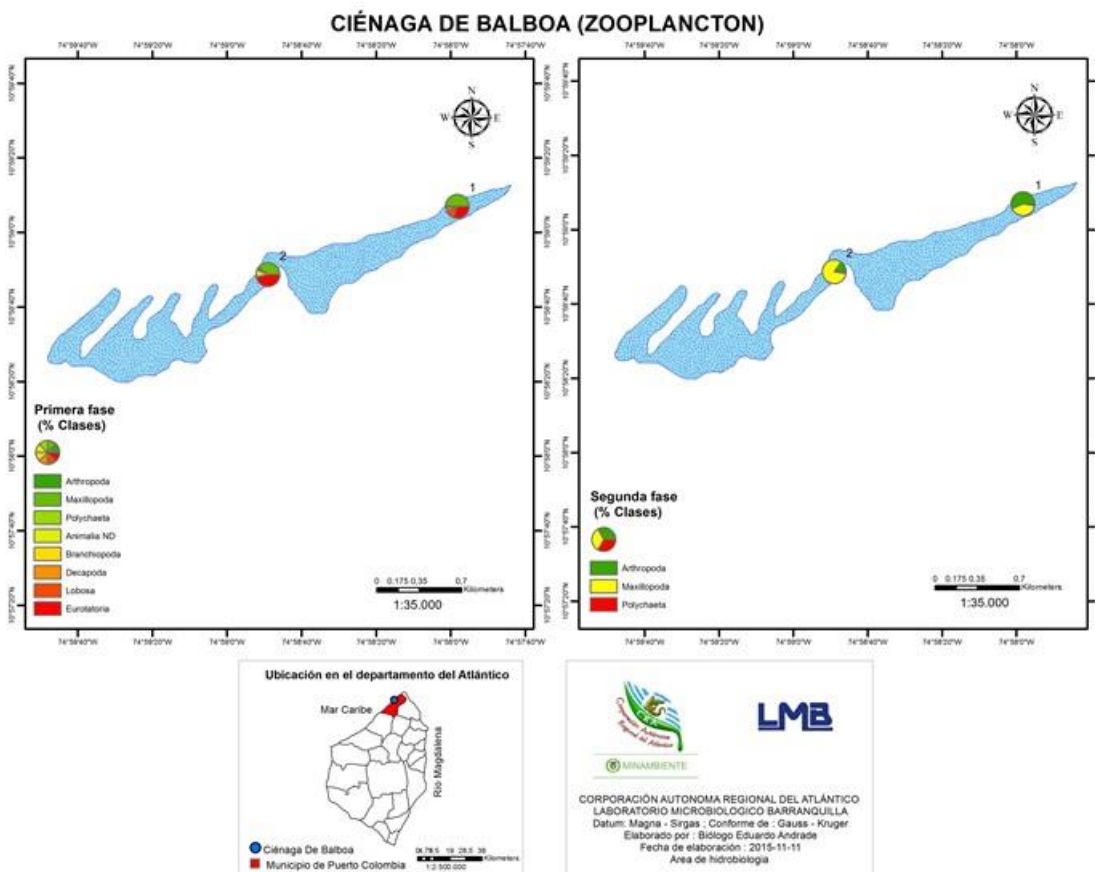


Figura 8-42. Distribución de los organismos zooplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Balboa, Primera y Segunda Fase

Al comparar la composición de riqueza y abundancia de la comunidad zooplanctónica, se pudo notar que en la Primera Fase la diversidad estuvo representada por 35 especies, mientras que en la Segunda Fase solo se encontraron 3 morfoespecies, es posible que la incidencia de las aguas marinas en este ecosistema esté relacionado con el declive de la diversidad, pues se sabe que algunos organismos son sensibles y pueden responder a cambios en las condiciones ambientales ya sean variaciones de tipo físicas o químicas. En tanto que la abundancia fue mayor en la Segunda Fase, hecho que se puede explicar con el incremento sustancial de una morfoespecie en particular Harpacticoida spp pertenecen a la Clase Maxillopoda la cual se pudo ver favorecido con la entrada de aguas marinas permitiendo así el incremento de la densidad y abundancia de esta especie en la ciénaga Balboa.

Por otra parte teniendo en cuenta el índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) se puede inferir que en la ciénaga de Balboa paso de tener “aguas

medianamente contaminadas” en la Primera Fase a “aguas muy contaminadas” en la Segunda Fase, suceso que también pudo influir en la disminución de la diversidad y aumento de la densidad de especies puntuales en el cuerpo de agua.

8.1.3.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de Balboa estuvieron representados por 3 morfoespecies pertenecientes a 3 familias, 3 Ordenes, 3 Clases y 2 Phylum (Tabla 8-38); la contribución a la riqueza por clase fue equitativa, mientras que para la abundancia la Clase Clitellata contribuyó con el 50% de la abundancia total (64,1 Organismos/m²), seguido de las Clases Insecta y Polychaeta, con un aportes individuales de 25% (32,1 Organismos/m²) (Figura 8-43-A). Durante la Segunda Fase también se presentó una comunidad integrada por 3 taxas, 3 familias, 3 Ordenes, 3 Clases y 2 Phylum, contribuyendo en mayor proporción a la riqueza de especies la Clase Insecta, con 2 morfoespecies (66,7%), precedida de la Clase Gastropoda con 1 morfoespecie (33,7%); así mismo, la Clase Insecta contribuyó en mayor cuantía con la abundancia total, con 82,9 Organismos/m², precedida de la Clase Gastropoda con 32,1 Organismos/m² (17,1% AR) (Tabla 8-39 y Figura 8-43-A).

Tabla 8-38. Composición de la comunidad de macroinvertebrados Bentónicos de la Ciénaga de Balboa, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata / Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	Morfoespecie 1
		Polychaeta	Spionida	Spionidae	Morfoespecie 1 (<i>Streblospio</i> sp1)
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Morfoespecie larva

Tabla 8-39. Composición de la comunidad de macroinvertebrados Bentónicos de la Ciénaga de Balboa, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	Morfoespecie 1 Ninfa
	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Hydrobiidae	<i>Pyrgophorus</i> sp

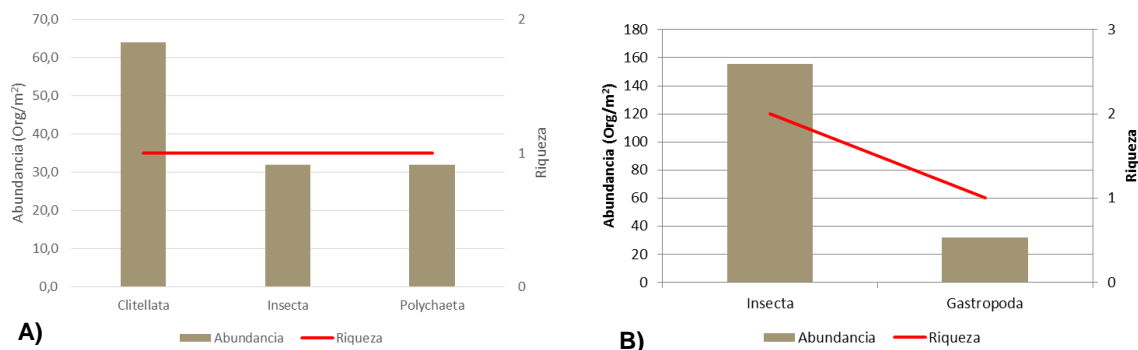


Figura 8-43. Contribución a la abundancia y a la riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Balboa A) Primera Fase B) Segunda Fase

Los índices ecológicos que evalúan la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la equidad, no pudieron ser evaluados en el Punto 1 debido a la presencia de una sola especie, mientras que los valores calculados en el Punto 2 dan cuenta de una comunidad altamente equilibrada y con dominancias medias, con valores del índice de Shannon-Wiener, que bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-40). Igualmente para la Segunda Fase, se evaluaron los índices ecológicos,

Tabla 8-40. Índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Balboa, Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson Λ'
Punto 1	1		0	1
Punto 2	2	0,92	0,64	0,55

Tabla 8-41. Índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Balboa, Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson Λ'
Punto 1	2	0,99	0,69	0,50
Punto 2	3	0,95	1,04	0,36

Al intentar evaluar la bioindicación se observó que Pinilla, 2000, no posee bioindicaciones para sistemas estuarinos, razón por la cual los resultados obtenidos no eran consistentes con las anteriores comunidades y prefirió obviarse este análisis para esta comunidad. Así mismo, el índice BMWP/Col es utilizado para caracterizar sistemas loticos y lenticos, y no se encontró referencia que indique su uso para sistemas estuarinos, razón por la cual no se incluyó como base de discusión. Se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de los días, durante la Primera Fase

($p=0,793$) ni durante la Segunda Fase ($p=0,653$), más el análisis de similaridad entre los puntos de muestreo, utilizando el índice de Bray-Curtis, demostró que existen diferencias entre los puntos durante la Primera Fase, con un 50% de similaridad (Figura 8-44-A), pero durante la Segunda Fase se comportan de manera similar (Figura 8-44-B).

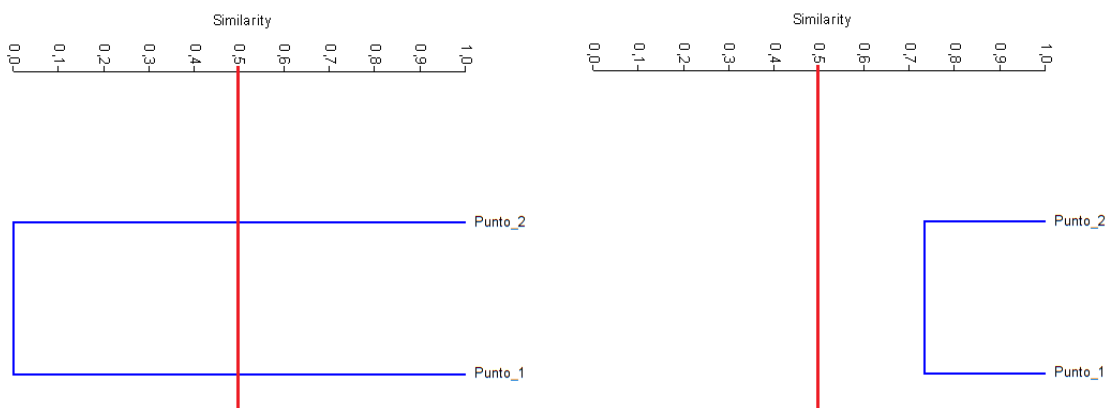


Figura 8-44. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Balboa

Se evidenció que durante la Primera Fase la ciénaga presenta una comunidad integrada por poliquetos (en el Punto 1), indicativo de la influencia de aguas marinas en el interior de la ciénaga, aunque no se evidenció la presencia de boca (natural o artificial) en la barra que la separa del mar Caribe, mientras que la zona el Punto 2 presentó una comunidad con características de sistema lentic. Para la Segunda Fase, cuando el flujo de agua de escorrentía aumenta, se observó un efecto positivo en la diversidad y la dominancia, mientras que los valores de equidad fueron mayores. Al puntualizar en los valores del índice de Shannon-Wiener durante la Primera Fase, se evidenció la presencia de “aguas muy contaminadas” en el Punto 2, mientras que en el Punto 1 no se pudo determinar el índice; por su parte durante la Segunda Fase, los dos puntos reflejaron “aguas muy contaminadas”. Es posible que decremento esperado de la salinidad, así como incremento esperado de material alóctono hiciera que la composición de la comunidad se afectara produciendo un aumento en riqueza de especies, lo que se evidenció en los dendrogramas de similaridad realizados para cada época climática. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos sufre un cambio en su composición general a lo largo y ancho de la ciénaga, con cada cambio de época climática, lo que permite considerar a cada una de las comunidades presentes en cada época, como pioneras, las cuales pueden servir como indicadores, ante aumentos del estrés causado por la intervención antrópica (Figura 8-45).

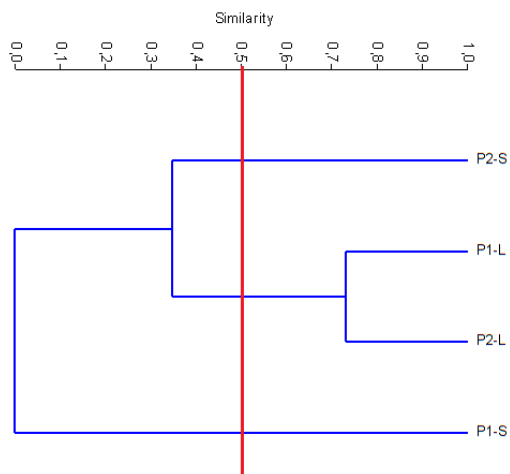


Figura 8-45. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Balboa, durante las dos fases de muestreo

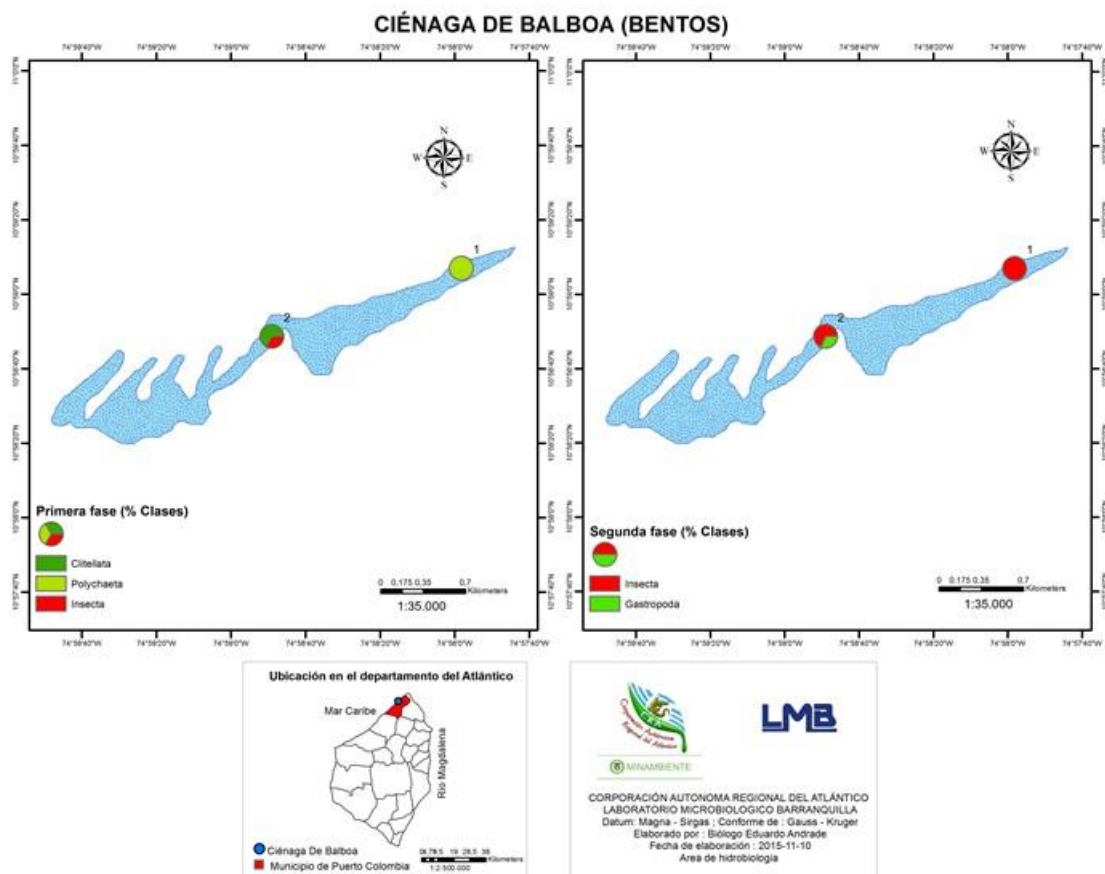


Figura 8-46. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Balboa

8.1.3.2.3 Especies ícticas

Durante la Primera Fase se reporta la captura de 5 individuos de la especie *Mugil liza*, la cual es muy común en este tipo de ambientes estuarinos. La clasificación taxonómica de esta especie se muestra en la Tabla 8-42. Durante la Segunda Fase, a pesar del esfuerzo muestreal realizado, no se obtuvo la captura de especímenes en la ciénaga. Según la discusión realizada anteriormente, en la Ciénaga de Mallorquín, y al observar la distribución de tallas en los especímenes colectados, la cual fluctuó entre 180 y 230 mm (Tabla 8-43), y el histograma de frecuencias de tallas (Figura 8-48), se evidenció que la población observada en la ciénaga, correspondió a juveniles que no han alcanzado la talla mínima de madurez gonadal.

Tabla 8-42. Composición de la comunidad del Zooplancton en la Ciénaga de Balboa

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	Lisa

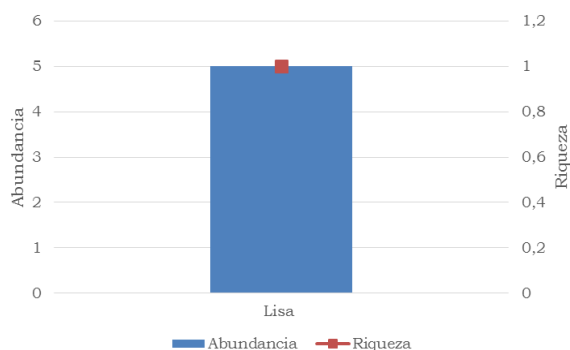


Figura 8-47. Contribución a la riqueza y abundancia de la ictiofauna en la Ciénaga de Balboa

Tabla 8-43. Longitud de los peces capturados en la ciénaga de Balboa, Primera Fase

Nombre científico	Longitud Total (mm)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Total capturado
<i>Mugil liza</i>	180	230	210,4	5

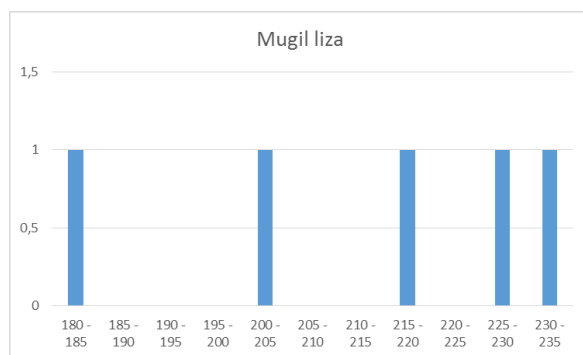


Figura 8-48. Histograma de frecuencias de tallas para los peces colectados en la ciénaga de Balboa

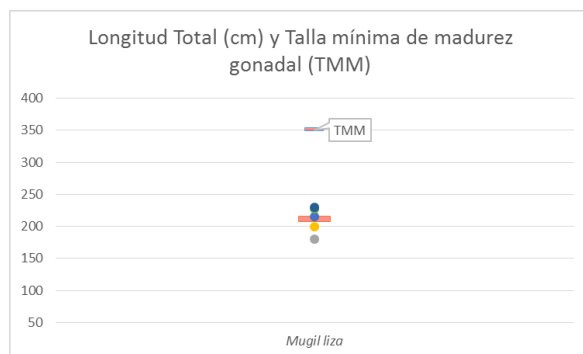


Figura 8-49. Distribución de tallas de los peces colectados en la ciénaga de Balboa

Para finalizar, se revisó la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, con la cual se determinaron las “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”, encontrando que *M. lisa* se encuentra catalogada como En Peligro (EN), lo que indica que se deben llevar a cabo actividades tendientes a la conservación de esta especie. El análisis realizado a la ictiofauna de la ciénaga de Balboa permitió evidenciar que en la Primera Fase la comunidad estuvo compuesta por 5 especímenes, con tallas entre 180 y 230 mm, las cuales son menores a la talla mínima de madurez sexual (L50), indicando que son individuos juveniles, permitiendo resaltar la importancia ecológica de la ciénaga, ya que es utilizada por poblaciones ícticas como zona de crianza, así mismo alerta que la presión realizada por la comunidad de pescadores puede estar atentando en la sostenibilidad de la especie. Por otra parte, no se encontró referencia sobre la determinación de la talla mínima legal de captura por parte de la autoridad ambiental competente, hecho que se agudiza ya que ésta es una especie que se encuentra En Peligro (EN), por lo que se deben llevar a cabo actividades tendientes a su conservación.

8.1.4 Ciénaga de los Manatíes

En esta ciénaga se evaluaron las comunidades hidrobiológicas de productores primarios y consumidores, cuyas muestras correspondieron a las órdenes de entrada 17805 durante la Primera Fase y 19204 durante la Segunda Fase.

8.1.4.1 Comunidades de productores primarios

8.1.4.1.1 Fitoperifiton

No pudo ser caracterizada la comunidad fitoperifítica de la Ciénaga de los Manatíes debido a que los sitios de muestreo no presentaron sustratos sobre los cuales se diera una fijación y crecimiento de las microalgas de esta comunidad.

8.1.4.1.2 Fitoplancton

Para la ciénaga de los Manatíes la comunidad fitoplanctónica estuvo compuesta durante la Primera Fase por 18 especies, pertenecientes a 13 familias, 13 Ordenes, 7 Clases y 4 Divisiones (Tabla 8-44). De las cuales la División Bacillariophyta contribuyó con el 72,2% de la riqueza total (13 especies), Cyanobacteria con el 16,7% (3 especies) y las divisiones Chlorophyta y Dinophyta con el 5,6% y una especie cada una (Tabla 8-44). En la Segunda Fase, la ciénaga de los Manatíes la composición de comunidad fitoplanctónica se presentó de la siguiente forma: 12 especies, pertenecientes a 12 familias, 11 Ordenes, 5 Clases y 5 Divisiones (Tabla 8-44). De las cuales las Divisiones con una contribución mayor a la riqueza total fueron Bacillariophyta y Cyanobacteria con el 33,3% y 4 especies cada una y las Divisiones de menor aporte, Dinophyta y Ochrophyta presentaron un proporción igual con el 8,3% y una especie (Tabla 8-44).

Tabla 8-44. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de los Manatíes

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Cylindrotheca sp 1</i>
			Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp 5</i>
		Bacillariophyceae			<i>Tryblionella sp 1</i>
					<i>Tryblionella sp 2</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp 1</i>
					<i>Gyrosigma sp 4</i>
Chromista	Bacillariophyta		Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Entomoneis sp 1</i>
		Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus sp 4</i>
			Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria capucina</i>
		Fragilariophyceae			<i>Asterionellopsis sp 1</i>
			Rhaphoneidales	Rhaphoneidaceae	

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
		Mediophyceae	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros distans</i>
					<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
	Dinophyta	Dinophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp 5</i>
			Gonyaulacales	Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax sp 3</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena flos-aquae</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya sp 1</i>
			Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp 1</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum simplex</i>

Tabla 8-45. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de los Manatíes

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Dinophyta	Dinophyceae	Gonyaulacales	Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax spp</i>
			Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
			Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Entomoneis sp</i>
			Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora spp</i>
	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>
			Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Leibleinia spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
				Leptolyngbyaceae	<i>Planktolyngbya spp</i>
			Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
			Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium spp</i>

La contribución a la abundancia fue precedida por la División Bacillariophyta con el 92,6% de la abundancia relativa (10,1 Células/L), seguida de la División Cyanobacteria con el 7,2% de AR (0,8 Células/L), siendo las Divisiones Dinophyta y Chlorophyta las que contribuyeron en menor proporción, con aportes del 0,11% (0,12 Células/L) y 0,08% (0,009 Células/L) respectivamente (Figura 8-50). La contribución a la abundancia fue precedida por la División Bacillariophyta con el 43,5% de la abundancia relativa (0,96 Células/L), seguida de la División Dinophyta con el 24,2% de AR (0,54 Células/L), siendo la División Chlorophyta la que tuvo el menor aporte, 0,91% (0,02 Células/L) (Figura 8-50).

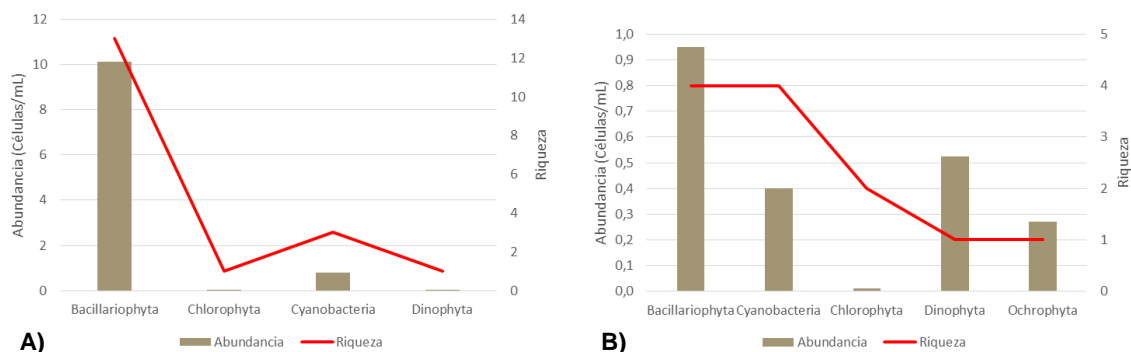


Figura 8-50. Contribución a la abundancia y a la riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Balboa. A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Los índices de diversidad que evalúan la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la equidad determinaron que la comunidad fitoplanctónica de la ciénaga tiene muy baja equidad, con valores de $J'=0,37$ en el Punto 2 y de $J'=0,30$ en el Punto 1; igualmente los valores del índice de Shannon-Wiener indicaron bajas diversidades, más bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas muy contaminadas” en los dos puntos monitoreados. Por su parte la dominancia, como medida de la estructura de la comunidad, indicó ser muy dominante en el Punto 1 y con baja dominancia en el Punto 2 (Tabla 8-46). En la Segunda Fase, se obtuvo una comunidad equilibrada según el índice de Pielou en el punto 1 y 2 ($J'=0,85$ y $J'=0,82$ respectivamente), también se evidenciaron cambios en el índice de Shannon-Wiener según el cual, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), existían “aguas medianamente contaminadas” y el índice de Simpson señaló una baja dominancia, esto para los dos puntos.

Tabla 8-46. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga de los Manatíes Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson K'
Punto 1	12	0,30	0,75	-1,28
Punto 2	10	0,37	0,85	0,37

Tabla 8-47. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga de los Manatíes Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson K'
Punto 1	9	0,85	1,87	-0,16
Punto 2	10	0,82	1,89	

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p=0,841$), como en la Segunda Fase ($p=0,693$). Para evaluar las diferencias entre los sitios de muestreo, se realizó un dendrograma de similitud de Bray-Curtis, con el cual se formaron 2 grupos con un 50% de similitud, lo que indicó diferencias significativas en la composición de la comunidad tanto en la Primera Fase como en la Segunda Fase (Figura 8-51 y Figura 8-52).

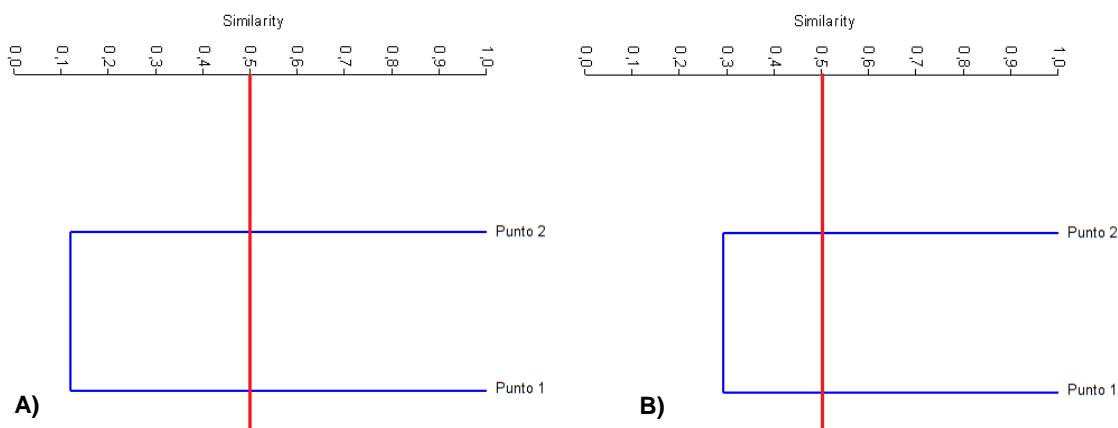


Figura 8-51. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad fitoplanctónica de la Ciénaga de los Manatíes A) Primera Fase B) Segunda Fase

CIÉNAGA LOS MANATÍES (FITOPLANCTON)

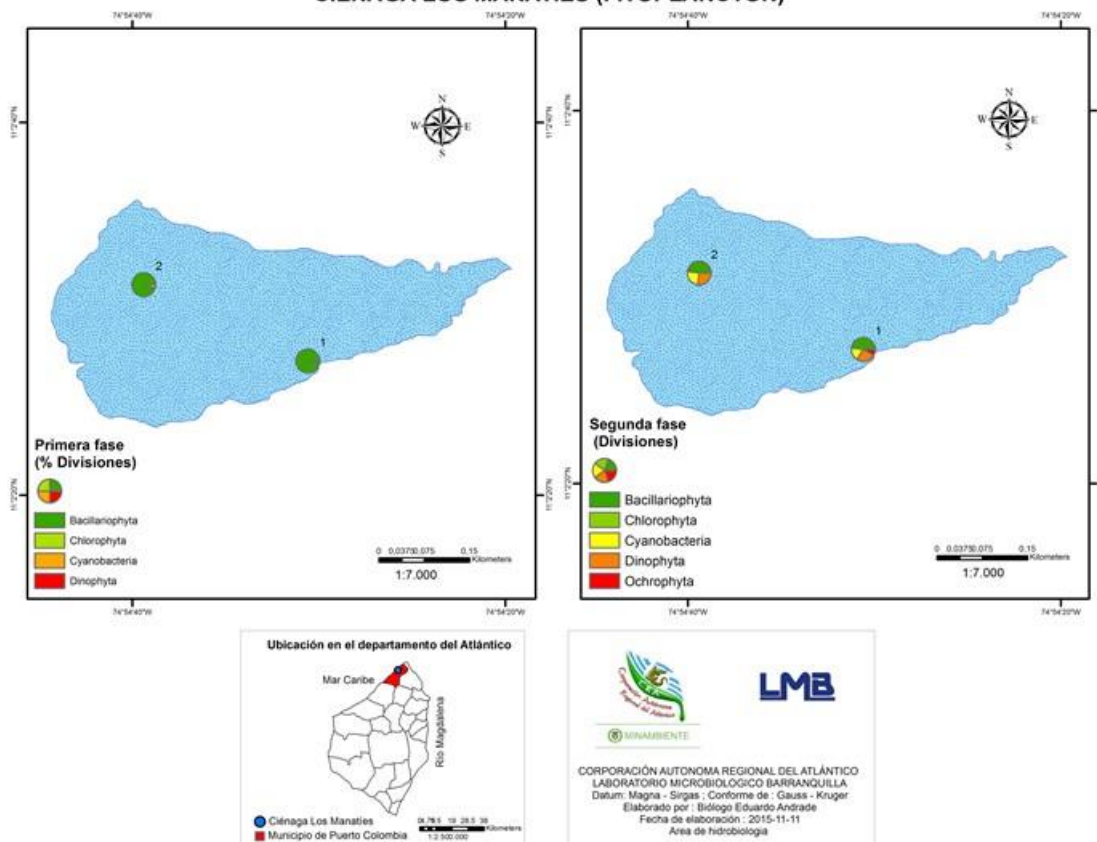


Figura 8-52. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en la Ciénaga de los Manatíes, Primera y Segunda Fase

8.1.4.1.3 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga de los Manatíes, durante las faenas de campo no se reportaron macrófitas acuáticas en los sitios de muestreo; esto se debe probablemente a las características estuarinas que presenta la ciénaga, lo cual inhibe el crecimiento de este grupo.

8.1.4.2 Comunidades de consumidores

8.1.4.2.1 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de los Manatíes para la Primera Fase estuvo constituida por 26 morfoespecies pertenecientes a 13 familias, 9 Órdenes, 6 Clases y 4 Phylum (Tabla 8-48), la riqueza por Clase estuvo regida por Maxillopoda con 11 especies (42,3%), procedido de Eurotatoria 7 especies (26,9%), Arthropoda-ND 3 Morfoespecie

(11,5%), Malacostraca 2 taxas (7,7%), Polychaeta 2 taxas (7,7%) y Animalia-ND 1 morfoespecie (3,8%) Figura 8-53 A. Entre tanto la Segunda Fase se registraron 15 especies pertenecientes a 8 Familias, 7 Órdenes, 5 Clases y 3 Phylum (Tabla 8-49). La riqueza en función de las clases estuvieron gobernadas por los Maxilopodos con 7 especies que representaron un (46,7%) de la riqueza total, seguido de Eurotatoria 4 especies (26,7%), Arthropoda-ND 2 taxas (13,3%) y por último Polychaeta 1 especie y Ostracoda 1 especie (6,67%) de la riqueza por cada Clase Figura 8-53 B.

Tabla 8-48 .Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de los Manatíes, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Animalia- ND	Animalia – ND	ND	ND	Larva Trocophora
	Annelida	Polychaeta	ND	ND	Larva Polychaeta Morfoespecie 1 Larva Trocophora Polychaeta
		Malacostraca	ND	ND	Larva Nauplio Larva Zoea
			Calanoida	Acartiidae	<i>Acartia sp</i>
				ND	Calanoida Morfoespecie 1
				Cyclopidae	<i>Eucyclops sp</i> <i>Macrocyclus fuscus</i>
					Cyclopoida Morfoespecie 1
	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Morfoespecie 2 Larva Nauplio Copépoda
					Larva Nauplio Cyclops Morfoespecie 2
Animalia				Cyclopidae	<i>Megacyclops sp</i>
			Harpacticoida	Canthocamptidae	<i>Canthocamptus staphylinus</i>
				ND	Harpacticoida Morfoespecie 2
					Larva Nauplio Morfoespecie 1
		Arthropoda-ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 2 Larva Nauplio Morfoespecie 3
			Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna sp</i>
					<i>Brachionus angularis</i>
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus havanaensis</i> <i>Brachionus plicatilis</i> <i>Brachionus rubens</i> <i>Brachionus rutundiformis</i>

Tabla 8-49Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de los Manatíes, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Annelida	Polychaeta	ND	ND	Larva Polychaeta Morfoespecie 1
Animalia			Calanoida	Diaptomidae	<i>Diaptomus sp</i>
	Arthropoda	Maxillopoda			<i>Eudiaptomus sp</i>
			Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Eucyclops sp</i>

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Macrocyclus fuscus</i>
					<i>Macrocyclus sp</i>
					<i>Megacyclus sp</i>
			Harpacticoida	Euterpinidae	<i>Euterpina spp</i>
	Arthropoda-ND	ND	ND		Larva Nauplio Morfoespecie 2
					Larva Nauplio Morfoespecie 1
	Ostracoda	ND	ND		Ostracoda spp
					<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus rubens</i>
					<i>Brachionus urceolaris</i>
Rotifera	Eurotatoria	Ploima		Brachionidae	
				Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>

El análisis de las abundancias en función de las clases para la Primera Fase evidenció que la Clase Maxillopoda presento la mayor densidad 109,5 Organismos/L (48,8%), fueron seguidos por Arthropoda-ND 38,1 Organismos/L (16,9%), Eurotatoria 28, 6 Organismos/L (12,7%), Animalia-ND 17,5 Organismos/L (7,8%). Malacostraca 16,7 Organismos/L (7,4%), Polychaeta 14,6 (6,5%).

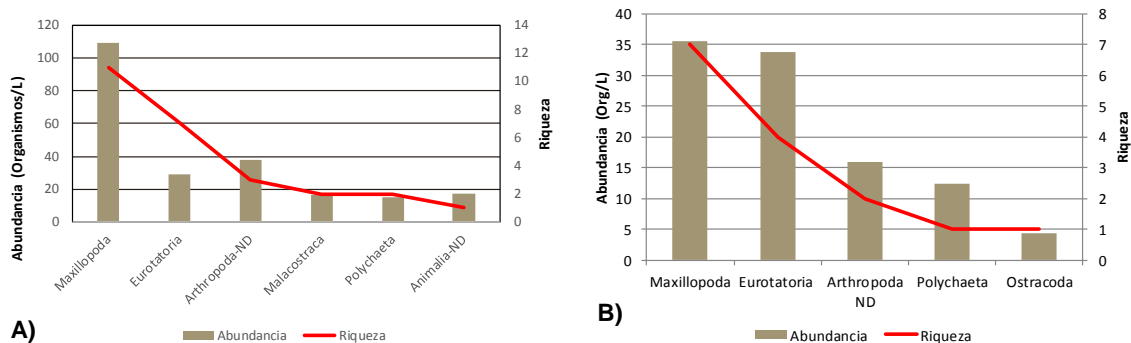


Figura 8-53. Contribución a la abundancia y la riqueza del zooplancton en la Ciénaga de los Manatíes A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Para la Segunda Fase las abundancias siguieron dominadas por Clase Maxillopoda 35,63 Organismos/L (34,9%), seguido de Eurotatoria 33,87 (33,1%), Arthropoda-ND 16 Organismos/L (15,7%), Polychaeta 12,35 Organismos/L (12,1%) y Ostracoda 4,36 Organismos/L (4,3%)

Los índices ecológicos que evalúan la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la equidad indicaron que la comunidad es muy equitativa, siendo mayor en el Punto 2 ($J'=0,98$) que en el Punto 1 ($J'=0,90$); igualmente la interpretación del índice de Shannon-Wiener realizada por Roldán y Ramírez (2008) indicó que los Puntos de muestreo presentan

“aguas medianamente contaminadas”; mientras que la estructura de la comunidad observada desde el punto de vista de la dominancia mediante el índice de Pielou, puso en evidencia que existen especies dominantes en los dos sitios de muestreo, siendo mayor el valor del índice en el Punto 2 ($\lambda'=0,94$) que en el Punto 1 ($\lambda'=0,93$) (Tabla 8-50).

Tabla 8-50. Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de los Manatíes, Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	24	0,90	2,85	0,93
Punto 2	16	0,98	2,72	0,94

Tabla 8-51 Índices ecológicos para el zooplancton en la ciénaga de los Manatíes, Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	12	0,91	2,27	0,11
Punto 2	13	0,91	2,32	0,11

Para la Segunda Fase Figura, se observó que los índices ecológicos en función de la riqueza (S) se comportaron de forma similar, 12 especies en el punto 1 y 13 especies en el punto 2, el índice equidad J' se correlacionó con los valores de la riqueza mostrando valores de 0,91 en ambos puntos que dan cuenta de la similitud entre los puntos de muestreo, el índice de Shannon-Wiener, según la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) podrían indicar “ medianamente contaminadas” en todos los puntos, mientras que la dominancia λ' presento valores de 0,11, se puede considerar como dominancia intermedias que se dio en los puntos de muestreo.

Como el comportamiento de los datos no siguió una distribución normal, se aplicó un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis, el cual permitió indicar que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la densidad zooplanctónica de los puntos de muestreo durante los días evaluados en la Primera Fase ($p=0,19$) y la Segunda Fase ($p=0,32$).

Por otra parte, no se pudieron establecer los procesos bioindicados por las especies del zooplancton, debido a que la literatura usada para realizar este análisis solo comprende ecosistemas dulceacuícolas y la ciénaga de los Manatíes se comporta como un ecosistema estuarino.

Al analizar las diferencias entre los puntos de muestreo mediante el índice de similitud Bray-Curtis, se pudo determinar que con más 60% de similitud los puntos evaluados conforman un grupo, indicando que no existen diferencias entre ellos (Figura 8-54 A).

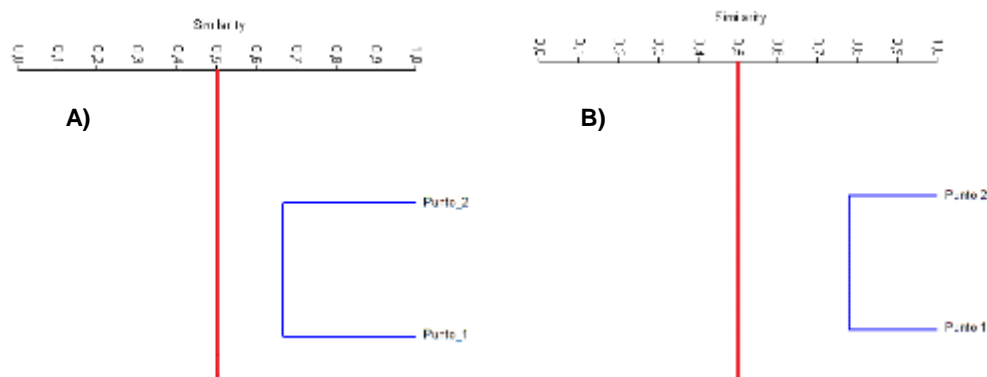


Figura 8-54. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga de los Manatíes A) Primera Fase y B) Segunda Fase

En lo que concierne a la variación de la composición de la comunidad zooplanctónica de la Segunda Fase Figura 8-54 B, se formaron 1 conglomerado o grupo, con más del 70% de similitud.

La ciénaga de los Manatíes es un sistema acuático que presento comportamientos homogéneo las dos fases en función a la riqueza por clases, manteniendo la mayoría Clases en la Primera y Segunda Fase, con la exclusión de la Clase Animalia-ND que fue un nivel taxonómico indeterminado registrado solo en la Primera Fase, en cuanto a las abundancias se puede concluir que la Clase Maxillopoda ejerció un dominio en las dos fases del estudio, aunque la densidad de la concentraciones en Organismos/L presento un descenso en la Segunda Fase (Figura 8-55).

Aun este cuerpo de agua es estuarino, para las dos fases de este estudio se registraron algunas especies del zooplancton que se han considerado indicadoras de ciertas condiciones ambientales. Granados-Ramírez y Álvarez-Del Ángel (2003a) en Gomez-Marquez *et al*, (2013) afirman que el género *Brachionus*, registrado en la Primera y Segunda Fase de esta investigación, es típico de aguas alcalinas y duras, tanto en regiones templadas como tropicales, predominando en ambientes mesotróficos o eutróficos, por tanto la presencia de la *Brachionus* que pertenece a la Clase Eurotatoria podría considerarse para la ciénaga de Balboa como un indicador de los procesos antes mencionados.

CIÉNAGA LOS MANATÍES (ZOOPLANCTON)

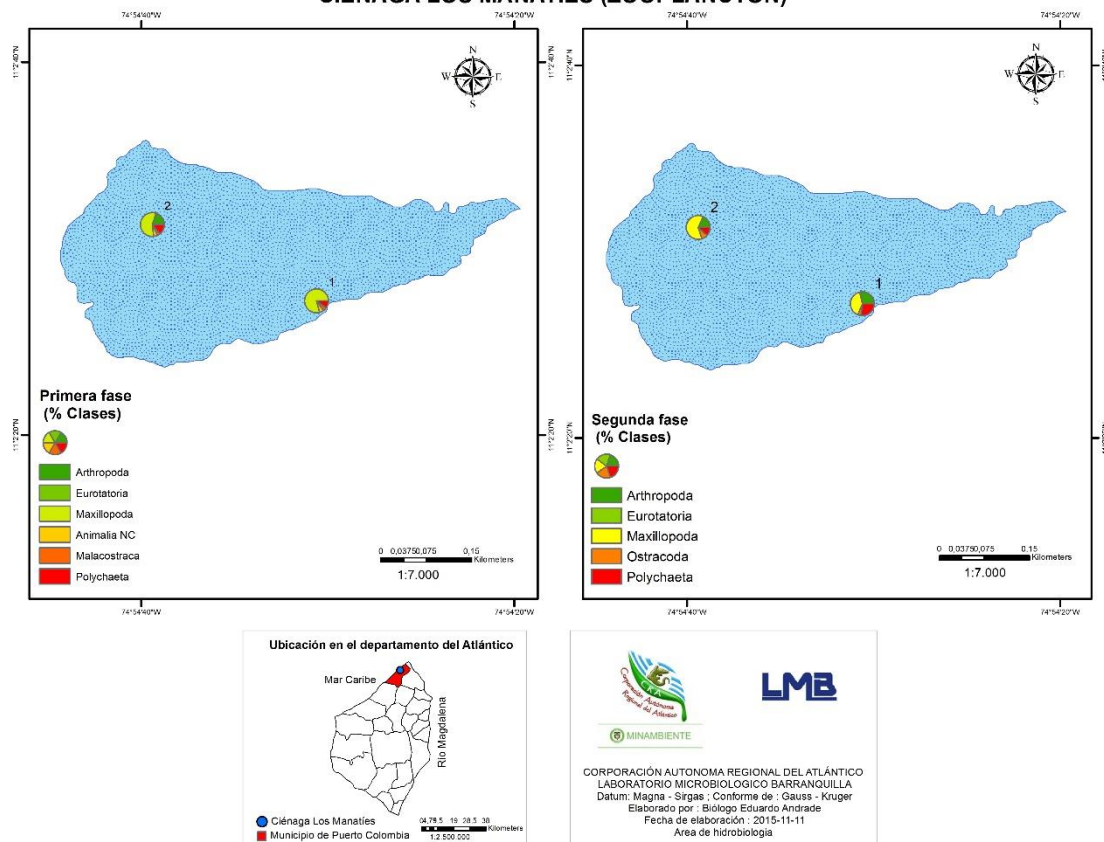


Figura 8-55. Distribución de los organismos zooplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de los Manatíes, Primera y Segunda Fase

8.1.4.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de Los Manatíes estuvo integrada por 9 morfoespecies pertenecientes a 7 Familias, 4 Ordenes, 2 Clases y 2 Phylum (Tabla 8-52). La mayor contribución a la riqueza fue realizada por la Clase Polychaeta, la cual aportó el 88,9% de la riqueza total (8 morfoespecies), seguido de la Clase Mollusca con 11,1% (1 morfoespecie). Mientras las contribuciones a la abundancia fueron lideradas por la Clase Polychaeta con el 86,1% de la Abundancia total, equivalente a 1066,6 Organismos/m², seguido de Bivalvia con el 13,9% de la abundancia, lo que corresponde a 172,3 Organismos/m² (Figura 8-56-A). Durante la Segunda Fase la comunidad estuvo constituida por 4 morfoespecies pertenecientes a 4 Familias, 4 Ordenes, 3 Clases y 3 Phylum (Tabla 8-53); la clase que contribuyó en mayor proporción a la riqueza fue Polychaeta, con 2 morfoespecies (50%), precedida por las clases Bivalvia y una clase no determinada de Nemertea, con una morfoespecie cada una (25% respectivamente); igualmente la abundancia aportada por la Clase Polychaeta fue mayor (3961,9

Organismos/m², 97,6%), que la suministrada por las clases Bivalvia (64,1 Organismos/m², 1,6%) y una clase no determinada de Nemertea (32,1 Organismos/m², 0,8%) (Figura 8-56-B).

Tabla 8-52. Composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de los Manatíes, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Veneridae	<i>Anomalocardia sp</i>
				Arenicolidae	Morfoespecie 17
			NA	Capitellidae	Morfoespecie 1
				Paraonidae	Morfoespecie 3
	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Glyceridae	Morfoespecie 1
				Magelonidae	Morfoespecie
			Spionida	Spionidae	Morfoespecie 1 (<i>Streblospio sp1</i>) Morfoespecie 103 Morfoespecie 2 (<i>Streblospiosp2</i>)

Tabla 8-53. Composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de los Manatíes, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Polychaeta	NA	Paraonidae	Morfoespecie 3
			Spionida	Spionidae	Morfoespecie 1 (<i>Streblospio sp1</i>)
	Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Veneridae	<i>Anomalocardia sp</i>
	Nemertea	N.D.	N.D.	N.D.	Morfoespecie 1

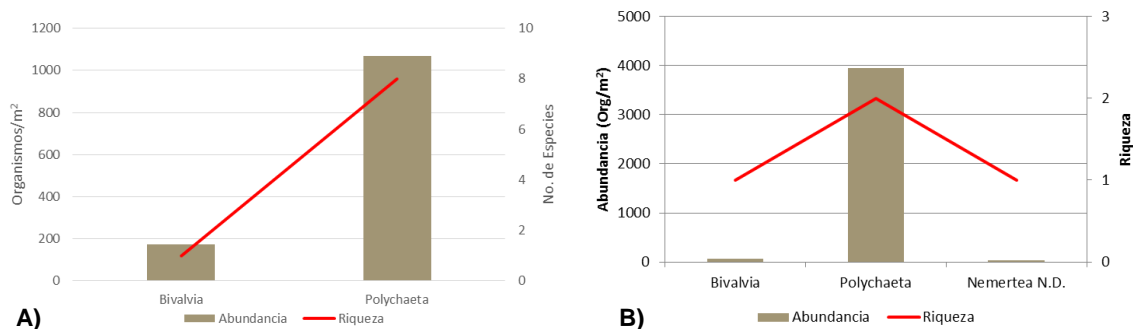


Figura 8-56. Composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de los Manatíes A) Primera Fase B) Segunda Fase

Al observar los índices ecológicos de la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la equidad, se evidenció que durante la Primera Fase, los puntos de muestreo presentan una equidad alta, siendo mayor en el valor del índice en el Punto 2 ($J'=0,86$) que en el Punto

1 ($J'=0,76$); así mismo la dominancia fue baja en los dos puntos, siendo menor en el Punto 2 ($\lambda'=0,19$) y mayor en el Punto 1 ($\lambda'=0,34$); por su parte los valores obtenidos por el índice de Shannon-Wiener dan cuenta de una población poco diversa, mientras que la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008), indicó la presencia de “aguas muy contaminadas” en el Punto 1 y “aguas medianamente contaminadas” en el Punto 2 (Tabla 8-54). Así mismo, durante la Segunda Fase, se evidenció una equidad muy baja y una dominancia muy alta en todos los puntos, siendo el Punto 1 el que obtuvo los menores valores de equidad y dominancia ($J'=0,11$ y $\lambda'=0,95$) (Tabla 8-55). La riqueza en Primera Fase fue mayor que durante la Segunda Fase, presentando alternancia en el punto de mayor contribución, siendo en Primera Fase el Punto 2 (8 morfoespecies) y en Segunda Fase el Punto 1 (4 morfoespecies).

Tabla 8-54. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de los Manatíes, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	5	0,76	1,22	0,34
Punto 2	8	0,86	1,78	0,19

Tabla 8-55. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de los Manatíes, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	4	0,11	0,15	0,95
Punto 2	2	0,13	0,09	0,96

El análisis del índice BMWP/Col es utilizado para caracterizar sistemas loticos y lenticos, por lo que no fue aplicable a la ciénaga de los Manatíes y no se incluyó como base en la discusión, ya que ésta posee un ecosistema estuarino. Al intentar evaluar la bioindicación se observó que Pinilla, 2000, no posee bioindicaciones para sistemas estuarinos, razón por la cual los resultados obtenidos no eran coherentes con las anteriores comunidades y prefirió obviarse este análisis para esta comunidad.

Se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p=0,096$), como en la Segunda Fase ($p=0,81$); al realizar el dendrograma de similaridad, para determinar si existen diferencias entre los

puntos evaluados se evidenció, con una confianza del 50% de similitud, que durante la Primera Fase se forma un solo grupo, indicando que no existen diferencias entre los sitios de muestreo, mientras que durante la Segunda Fase se presentaron dos grupos, indicando diferencias entre los puntos evaluados (Figura 8-57).

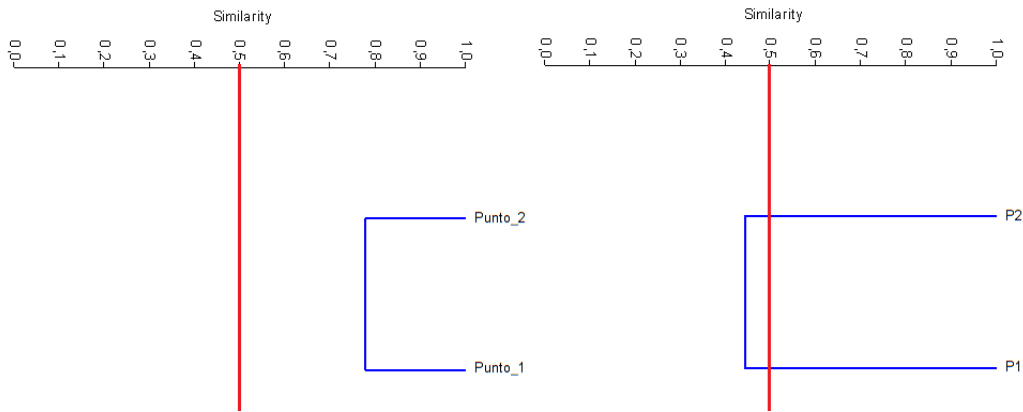


Figura 8-57. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de los Manatíes

Se evidenció que durante la Primera Fase la ciénaga presenta una comunidad compuesta por una alta riqueza de poliquetos, indicativo de la influencia de aguas marinas en el interior de la ciénaga, aunque no se evidenció la presencia de boca (natural o artificial) en la barra que la separa del mar Caribe. Para la Segunda Fase, cuando el flujo de agua de escorrentía aumenta, se observó un efecto negativo en la diversidad y la equidad, mientras que los valores de dominancia fueron muy altos. Al puntualizar en los valores del índice de Shannon-Wiener durante la Primera Fase, se evidenció la presencia de “aguas medianamente contaminadas” en el Punto 2 y “aguas muy contaminadas” en el Punto 1; mientras que durante la Segunda Fase, los dos puntos reflejaron “aguas muy contaminadas”. Es posible que decremento esperado de la salinidad, así como incremento esperado de material alóctono hiciera que la composición de la comunidad se afectara disminuyendo también la riqueza de especies, sobretodo en el Punto 2, al pasar de 8 especies en la Primera Fase a 2 morfoespecies en la Segunda Fase, lo que se evidenció en los dendrogramas de similitud realizados para cada época climática. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad del Punto 1, durante la Segunda Fase, presenta diferencias las cuales se deben muy probablemente a la gran cantidad de poliquetos que se reportaron en este punto, la cual fue casi 8 veces más que la reportada durante la Primera Fase (Figura 8-59 y Figura 8-59).

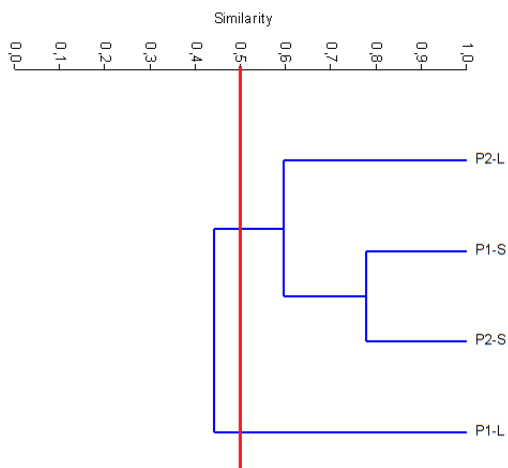


Figura 8-58. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Mallorquín, durante las dos épocas climáticas

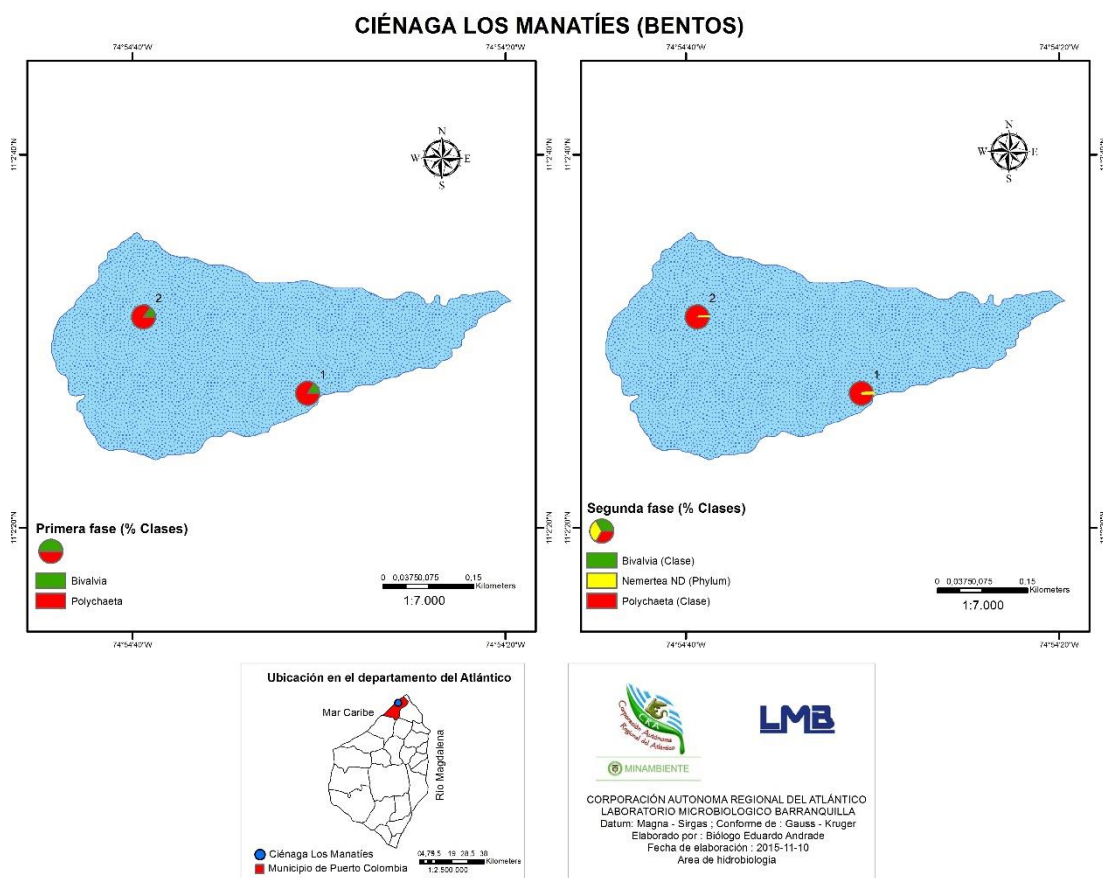


Figura 8-59. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en la ciénaga de los Manatíes

8.1.4.2.3 Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca realizadas durante la Primera y la Segunda Fase, 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.

8.1.5 Ciénaga del Totumo

En la ciénaga de Totumo 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 del estado trófico de este sistema. Como se indicó en el capítulo 4, en esta ciénaga se reubicaron cuatro puntos de los sitios de muestreo de los encontrados secos durante la Primera Fase. El código de orden de entrada para las muestras de la Segunda Fase de ciénaga correspondió al 18062 y para la Segunda Fase 18910.

8.1.5.1 Comunidades de productores primarios

8.1.5.1.1 Fitoperifiton

La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y desarrollo de las comunidades perifíticas hizo que en el área de cada uno de los sitios de muestreo, la comunidad fitoperifítica no pudiera ser colectada para su análisis.

8.1.5.1.2 Fitoplancton

En la Ciénaga del Totumo, la comunidad de fitoplancton se caracterizó por presentar 35 especies, pertenecientes a 27 familias, 18 Ordenes, 10 clases y 6 Divisiones; de éstas, contribuyeron en mayor proporción a la riqueza, Cyanobacteria con 37,1% de la riqueza (13 especies) y Chlorophyta con 31,4% (11 especies), seguida de la División Bacillariophyta 17,1% (6 especies), las divisiones restantes realizaron aportes menores, con 5,7% (2 especies) cada una, Euglenozoa y Ochrophyta y por último la División Charophyta con 2,9% de la riqueza (1 especie) (Tabla 8-56. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga del Totumo, Primera Fase). Durante la Segunda Fase se encontraron 29 especies, representadas en 20 familias, 14 Ordenes, 8 clases y 5 Divisiones; nuevamente, la División Cyanobacteria, Bacillariophyta y Chlorophyta fueron las que aportaron en mayor medida con el 93,1% de la riqueza total, en primer lugar la División Cyanobacteria con 37,9% (11 especies) y las dos siguientes en igual proporción, 27,6% (8 especies), en menor cuantía las Divisiones Euglenozoa y Ochrophyta con el 3,4% (1 especie) cada una (Tabla 8-57).

Tabla 8-56. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga del Totumo, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa				
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>				
			Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium spp</i>				
			Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella spp</i>				
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>				
	Ochrophyta	Chrysophyceae	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria spp</i>			
			Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>			
			Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>			
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>				
				Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria spp</i>				
				Microcystaceae	<i>Gloeocapsa spp</i>				
			Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis spp</i>				
				Nostocaceae	<i>Raphidiopsis spp</i>				
			Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Borzia spp</i>				
				Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i> <i>Phormidium spp</i>				
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i> <i>Pseudanabaena spp</i>				
					Leptolyngbyaceae	<i>Planktolyngbya spp</i>			
			Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa spp</i> <i>Merismopedia spp</i>				
					Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium spp</i>
			Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium spp</i>
							Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp 1</i>	
Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acuminatus</i>								
Selenastraceae	Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i> <i>Kirchneriella spp</i>							
	<i>Monoraphidium circinale</i> <i>Monoraphidium contortum</i> <i>Monoraphidium griffithii</i>								
	Trebouxiophyceae	Chlorellales				Chlorellaceae	<i>Gloeotila spp</i> <i>Micractinium pusillum</i>		
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae				Euglenales	Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i> <i>Euglena spp</i> <i>Trachelomonas spp</i>	

ND: No Determinado

Tabla 8-57. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga del Totumo, Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i> <i>Tryblionella spp</i>	
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma spp</i> <i>Navicula spp</i>	
			Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella spp</i>	
			Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria spp</i>
	Ochrophyta	Synurophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra spp</i>	
			Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
			Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>	
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>	

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
				Cyanobacteriaceae	<i>Aphanothece spp</i>
					<i>Cyanothece spp</i>
			Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Borzia spp</i>
				Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
					<i>Pseudanabaena spp</i>
			Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Planktolyngbya spp</i>
				Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa spp</i>
				Synechococcaceae	<i>Synechococcus spp</i>
				Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>
					<i>Monoraphidium circinale</i>
					<i>Monoraphidium contortum</i>
					<i>Monoraphidium griffithii</i>
					<i>Monoraphidium irregulare</i>
					<i>Monoraphidium komarkovae</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Dictyosphaerium spp</i>
					<i>Oocystis spp</i>
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Oocystis spp</i>
				Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>

La abundancia de la comunidad estuvo conformada en un 99,1% por organismos de las Divisiones Bacillariophyta (37,8%; 6,43 Células/L), Chlorophyta (33,6%; 5,20 Células/L) y Cyanobacteria (30,6%; 5,20 Células/L), seguidos de las demás Divisiones, con un aporte menor, la División Euglenozoa con 0,4% (0,06 Células/L), Ochrophyta con 0,3% (0,05 Células/L) y Charophyta con 0,2% (0,04 Células/L). A diferencia de la Primera Fase en la Segunda Fase, la División Cyanobacteria cobro mayor importancia, en relación a la proporción de la abundancia ocupada en la comunidad evaluada, presentando la mayoría de los organismos con el 61% (38,83 Células/L), en segundo lugar según los aportes quedo la División Bacillariophyta con 20,4 % (12,87 Células/L), seguida por la División Chlorophyta 17,4 % (10,97 Células/L), en último orden con menos del 1% de los aportes, las Divisiones Euglenozoa (0,3 %; 0,18 Células/L) y Ochrophyta (0,2 %; 0,11 Células/L). Las tablas de abundancias por punto de muestreo se observan en el Anexo F

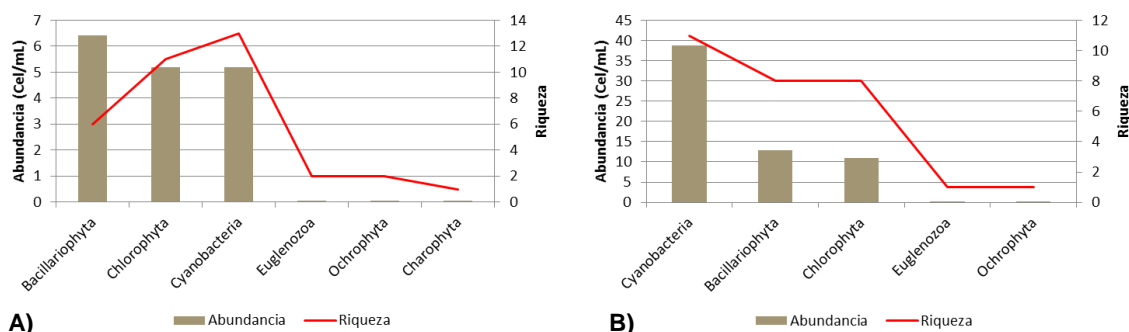


Figura 8-60. Contribución a la abundancia y la riqueza del fitoplancton en la Ciénaga del Totumo

Los índices ecológicos que evalúan la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la equidad, permitieron evidenciar en la Primera Fase que en todos los puntos los valores obtenidos dan cuenta de equidades medias siendo superior en el punto 2 ($J' = 0,85$) y más baja en el punto 4 ($J' = 0,54$), así mismo, los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en los puntos 1, 2 y 5 y el resto de puntos “aguas muy contaminadas”. Por su parte, al observar la estructura de la comunidad desde la dominancia presento valores bajos en toda la ciénaga (Tabla 8-58).

Tabla 8-58. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga del Totumo, Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson K'
Punto 1	15	0,73	1,98	-0,41
Punto 2	7	0,85	1,64	0,12
Punto 3	10	0,58	1,33	-0,30
Punto 4	11	0,54	1,29	0,42
Punto 5	20	0,65	1,95	0,19
Punto 6	13	0,58	1,50	0,31

Para determinar si hay diferencias entre las medias por día de muestreo; y debido a que el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada presentaron valores entre -2 y 2, que no hay desviaciones de la normalidad; se utilizó un análisis de Anova simple y no un análisis de Kruskal-Wallis, con la cual se evidenció que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la comunidad de fitoplancton con un nivel del 95,0%, durante los días evaluados, en Primera Fase ($p=0,958$) y en Segunda Fase ($p=0,931$).

Los índices ecológicos que evalúan la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la equidad, los valores de equidad aumentaron en contraste con la Primera Fase, se encontraron valores que indican equidades altas en los puntos 7, 4 y 2 ($J' = 0,88$, $J' = 0,83$ y $J' = 0,81$; respectivamente), el resto de los puntos manifestaron equidades medias; también, los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas”, un cambio de categorización en la calidad de agua con respecto a la Fase anterior, al aplicarse dicho criterio a todos los puntos. En el caso de la dominancia, se siguieron presentando valores bajos en toda la ciénaga (Tabla 8-59).

Tabla 8-59. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga del Totumo, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	13	0,77	1,97	0,15
Punto 2	11	0,81	1,95	0,17
Punto 3	13	0,78	2,00	0,18
Punto 4	13	0,83	2,14	0,13
Punto 5	14	0,74	1,95	0,17
Punto 6	15	0,63	1,71	0,23
Punto 7	11	0,88	2,11	-
Punto 8	15	0,69	1,86	0,17
Punto 9	11	0,72	1,73	0,18
Punto 10	11	0,65	1,56	0,20
Punto 11	8	0,77	1,60	0,18

Por medio de un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, formándose, con un 50% de similaridad, dos grupos; el primero integrado por el Punto 2, 4, 5 y 6; el segundo por el Punto 1 y 3; el punto 2 se encontraba más cerca de los puntos antes nombrados, esto en concordancia con la bajas abundancias presente en tales puntos, separándose el punto 2 por ser el más abundante de los tres. (Figura 8-61-A). En la Segunda Fase se encontró una relación similar entre los puntos anteriormente mencionados, de los puntos adicionales todos se agruparon con los primeros tres puntos, menos el punto 10 donde la proporción de la Divisiones de la comunidad fitoplanctónica fue diferente por el predominio de la División Cyanobacteria. Además, el 7 mostro una mayor diferencia entre los puntos y fue el punto con la menor abundancia (Figura 8-61-B y Figura 8-62).

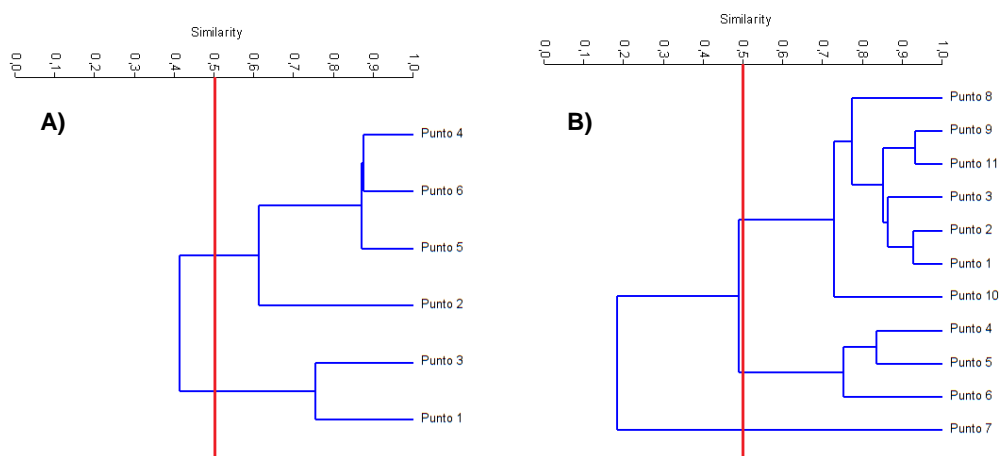


Figura 8-61. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de fitoplancton en la Ciénaga del Totumo

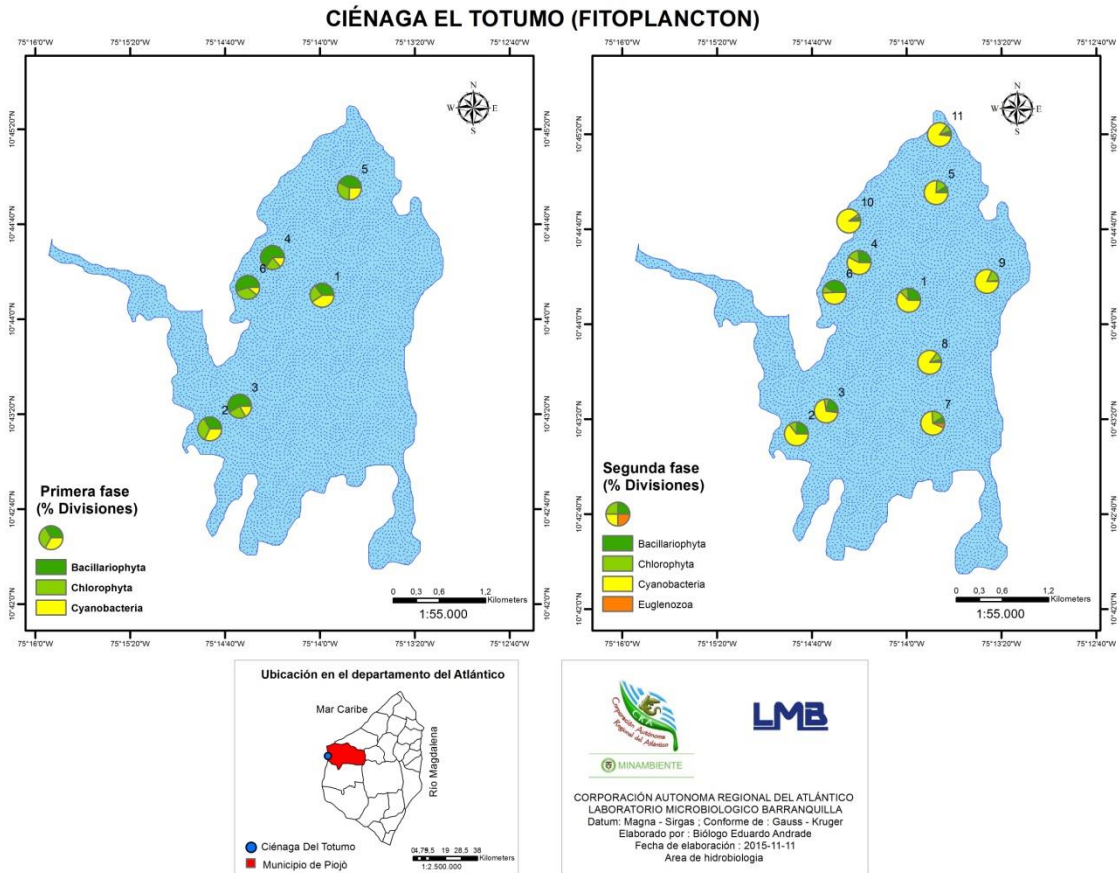


Figura 8-62. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en la Ciénaga El Totumo, Primera y Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó uniformidad en la ciénaga caracterizada por la predominancia de la turbulencia y mezcla con un porcentaje cercano al 50% cada uno, solo el Punto 2 no tuvo otras bioindicaciones y en los demás puntos estas representaron menos del 1%, excepto en el Punto 1 y 5, con 16,8% y 4,6%. De manera general, se repitió el mismo patrón observado en las fases de muestreo con las bioindicaciones de turbulencia y mezcla ocupando un papel mayoritario y dejando el 1,9% distribuido en 18 bioindicaciones (Figura 8-63 y Figura 8-64).

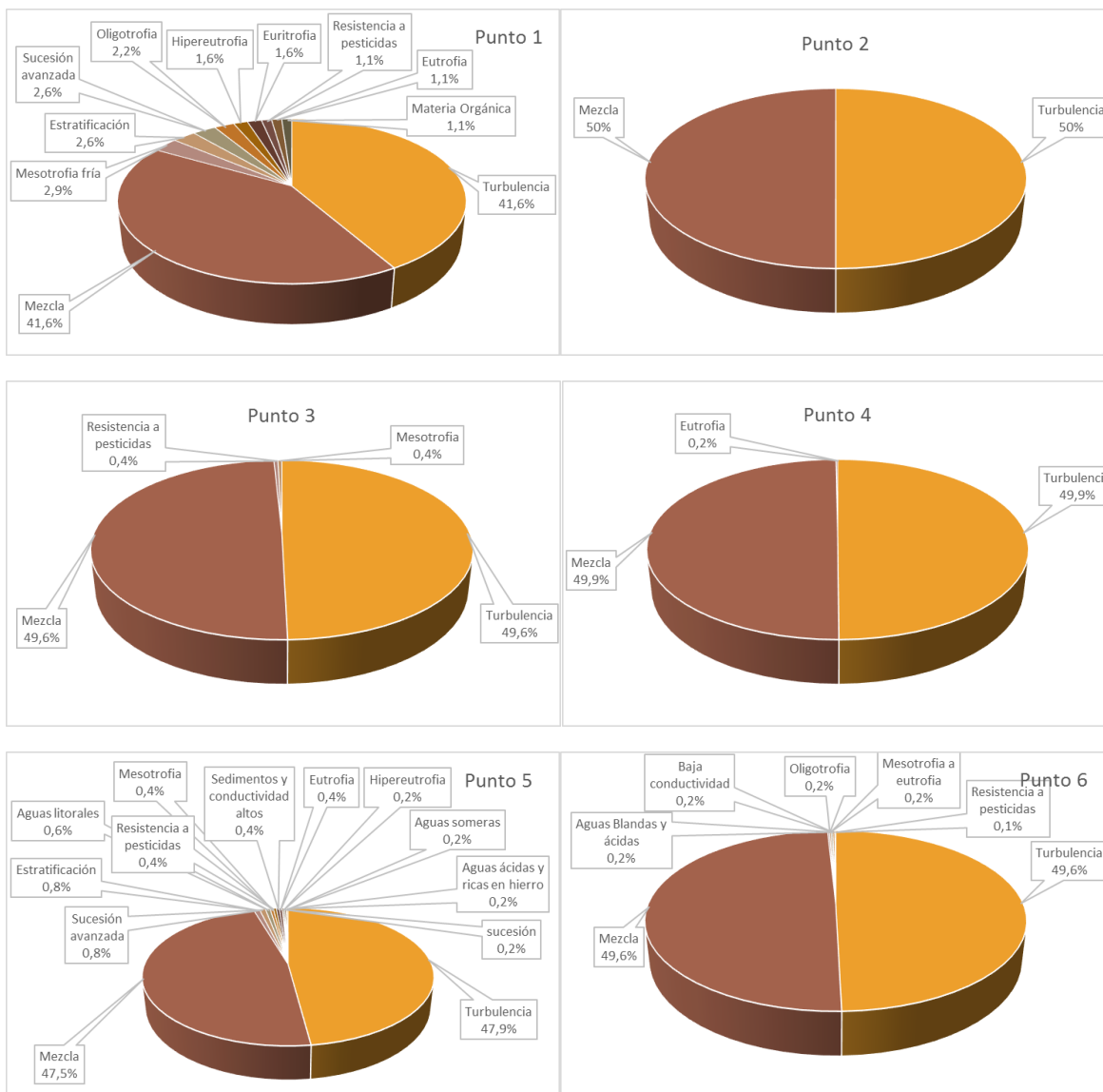


Figura 8-63. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la Ciénaga del Totumo, Primera Fase

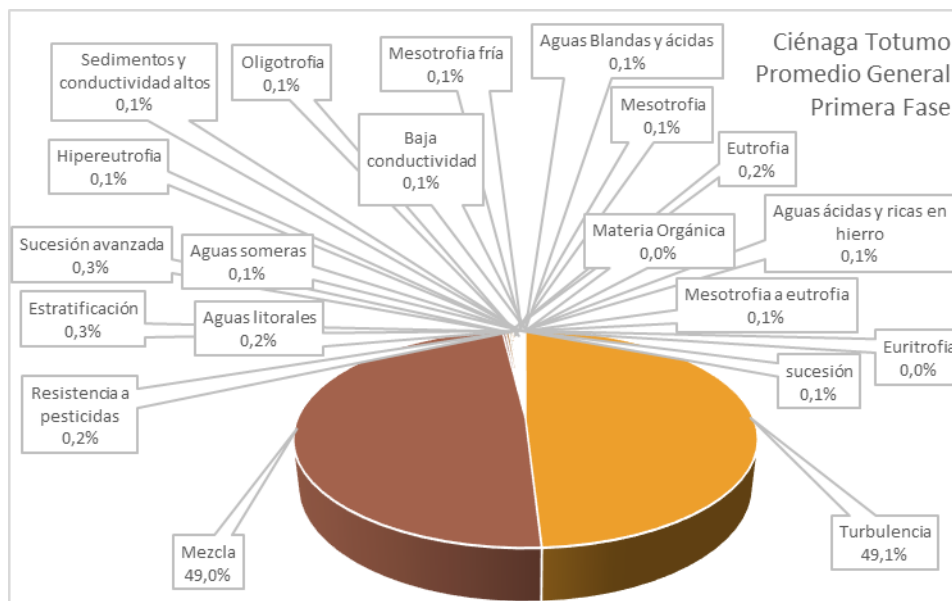
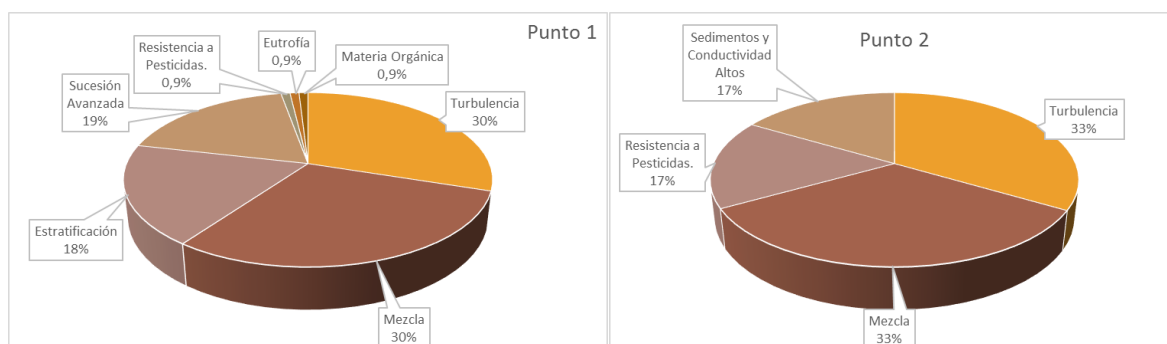
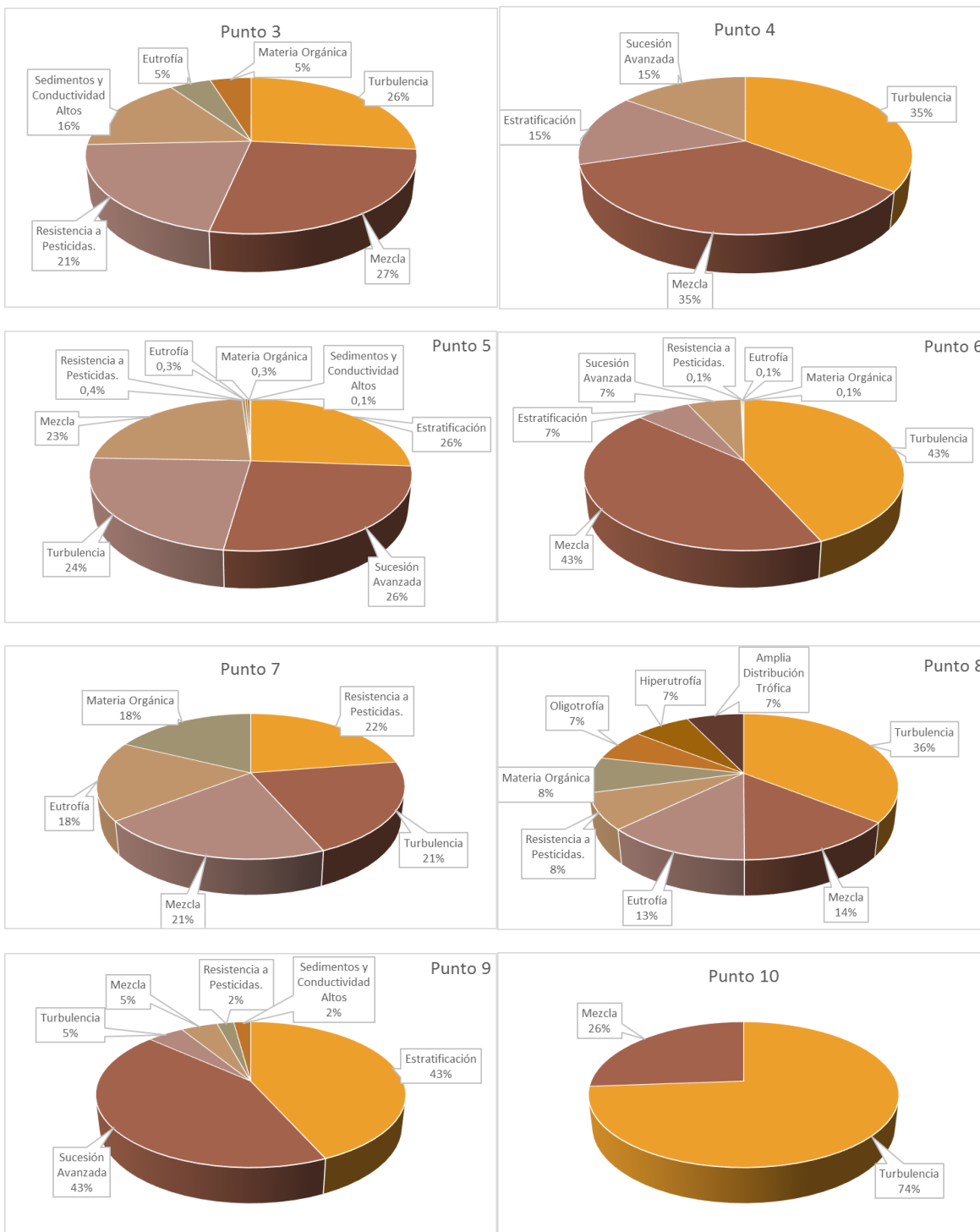


Figura 8-64. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la Ciénaga del Totumo, Primera Fase

A pesar de que durante la Segunda Fase las bioindicaciones de mezcla y turbulencia permanecieron como componentes importantes en la ciénaga las proporciones variaron entre los puntos, representando al menos más del 40% de las bioindicaciones en conjunto, exceptuando el punto 9, en el cual, la estratificación y la sucesión avanzada ocuparon el 86% de las bioindicaciones.





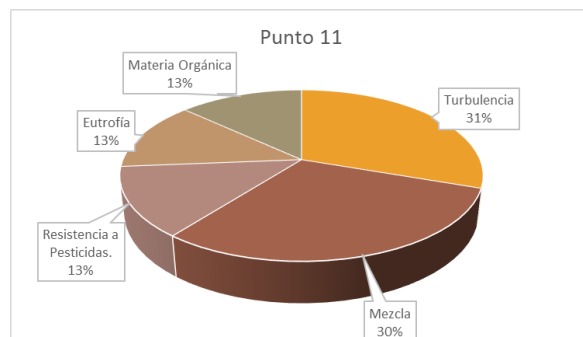


Figura 8-65. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la Ciénaga del Totumo, Segunda Fase

En consecuencia, el promedio general de las bioindicaciones refleja la tendencia global de los puntos debido a que en la mayoría las bioindicaciones de turbulencia y mezcla representaban alrededor del 40% del total de las bioindicaciones, juntas. Adicionalmente se aprecian otras bioindicaciones relevantes como la estratificación y sucesión avanzada con 13% ambas (Figura 8-66).

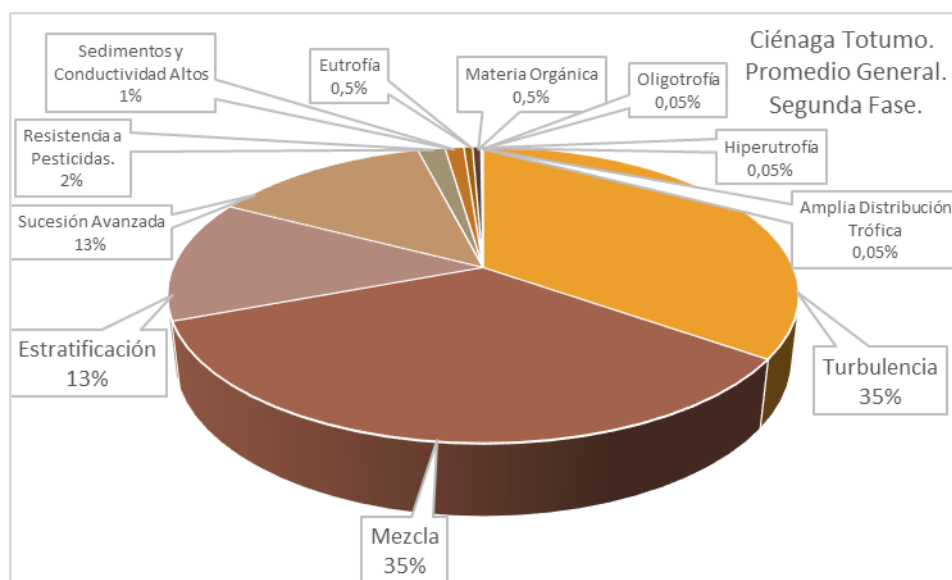


Figura 8-66. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la Ciénaga del Totumo, Segunda Fase

El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase en la ciénaga del Totumo estuvo distribuida en tres divisiones principalmente (Chlorophyta,

Cyanobacteria y Bacillariophyta), mientras en la Segunda Fase lo marcó la presencia mayoritaria de Cianobacterias (Figura 8-62). Se observó un aumento de riqueza en los puntos comunes para las dos Fases del muestreo, excepto en los puntos 1 y 5, los cuales en la Primera Fase fueron los de mayor riqueza; por su parte la equidad se mantuvo media a alta y la dominancia baja en ambas fases. Por su parte el índice de Shannon-Wiener presentó valores más altos en toda la ciénaga con respecto a la Primera Fase aplicándose la categoría de “aguas mediamente contaminadas” a todos los puntos, una mejora en comparación con la fase anterior (Figura 8-67) lo que permite inferir que en la Segunda Fase, pese a el déficit pluviométrico presentado, se evidencia el efecto de las lluvias en las comunidades fitoplanctónicas; se aprecia, dicho efecto en la uniformidad observada en el dendrograma de similaridad, la cual fue generalizada para los puntos evaluados, presentándose diferencias en los puntos con mayores o menores abundancias relativas, los cuales conformaron grupos separados, Puntos 4, 5 y 6 en la Segunda Fase y 3 y 1 de la Primera Fase con el Punto 7 de la Segunda (Figura 8-67).

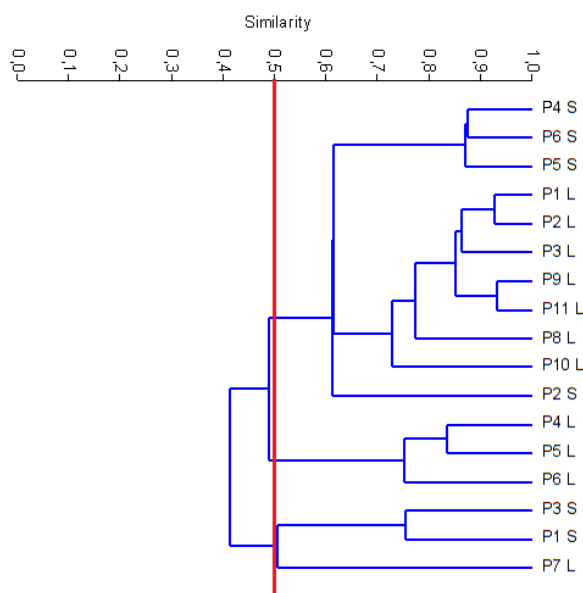


Figura 8-67. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de Fitoplancton en la Ciénaga de El Totumo, durante las dos fases. S) Primera Fase L) Segunda Fase

8.1.5.1.3 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga del Totumo, durante las faenas de campo de la Primera Fase, se encontraron 3 especies, agrupadas en 3 Familias, 2 Órdenes, 1 Clase y 1 División; estas especies fueron reportadas sólo en el Punto 3. Por su parte, en la Segunda Fase se reportaron 5 especies,

pertenecientes a 4 Familias, 2 Órdenes, 1 Clase y 1 División, en los Puntos 3, 7 y 10 (Tabla 8-60 y Tabla 8-61).

La Familia Typhaceae presentó la mayor Abundancia Relativa Promedio, en los dos muestreos analizados (4 en la Primera Fase, y 1,6 en la Segunda Fase).

Tabla 8-60. Composición de las Macrófitas Acuáticas en la Ciénaga del Totumo, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Alismataceae	<i>Sagittaria sp</i>	Batatilla
			Poales	Poaceae	Morfoespecie 2	Hierba
				Typhaceae	<i>Typha spp</i>	Enea

Tabla 8-61. Composición de las Macrófitas Acuáticas en la Ciénaga del Totumo, Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Alismataceae	<i>Sagittaria sp</i>	Batatilla
				Araceae	<i>Lemna sp</i>	Lenteja de Agua
					<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga de Agua
			Poales	Poaceae	Morfoespecie 2	Hierba
				Typhaceae	<i>Typha sp</i>	Enea

Se determinaron los Biotopos para cada taxón, de acuerdo a los criterios de Schmidt-Mumm (1988). Para la Primera Fase, 2 de las especies fueron catalogadas como Helófitas (plantas enraizadas cuya parte vegetativa se encuentra fuera del agua, y absorben CO₂ atmosférico); estas plantas pasan gradualmente a ser parte de la vegetación terrestre (Tabla 8-62 y Figura 8-68-A). En la Segunda Fase, se clasificaron 2 especies como Helófitas, y 2 como Acropleustofitas. Ésta última clasificación hace referencia a las plantas que se encuentran flotando sobre la superficie del agua y usan en CO₂ atmosférico (Tabla 8-63 y Figura 8-68-B).

Tabla 8-62. Biotopos para las Macrófitas Acuáticas reportadas en la Ciénaga del Totumo, Primera Fase.

Familia	Taxón	Biotopo
Alismataceae	<i>Sagittaria sp</i>	ND
Poaceae	Morfoespecie 2	Helófitas
Typhaceae	<i>Typha spp</i>	Helófitas

Tabla 8-63. Biotopos para las Macrófitas Acuáticas reportadas en la Ciénaga del Totumo, Segunda Fase.

Familia	Taxa	Biotopo
Alismataceae	<i>Sagittaria sp</i>	ND
Araceae	<i>Lemna sp</i>	Acropleustophyta
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Acropleustophyta
Poaceae	Morfoespecie 2	Helófitas

Familia	Taxa	Biotopo
Typhaceae	<i>Typha sp</i>	Helófitas

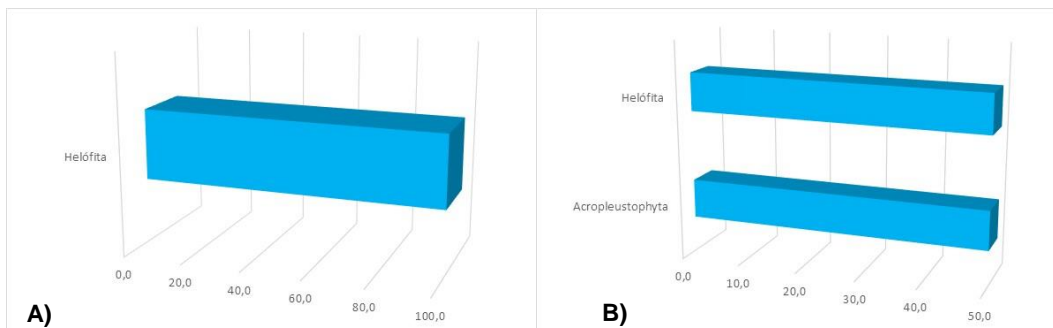


Figura 8-68. Espectro biotipológico de las proporciones de especies en las diferentes formas de vida (biotopos) A) Primera Fase B) Segunda Fase

8.1.5.2 Comunidades de consumidores

8.1.5.2.1 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica de la Ciénaga del Totumo estuvo constituida por 31 morfoespecies agrupadas en 12 familias, 6 Ordenes, 3 Clases y 2 Phylum en la primera fase; la Clase Eurotatoria contribuyó mayormente a la riqueza, con 54,3% de la riqueza relativa (17 morfoespecies) seguido por la Clase Maxillopoda con 41,9% (13 morfoespecies), y por una Clase no determinada del Phylum Arthropoda aportando 3,2% (1 morfoespecie) (Tabla 8-64). Durante la Segunda Fase se registraron 33 morfoespecies, clasificadas en 18 Familias, 9 Órdenes, 6 Clases y 3 Phylum. La Clase Eurotatoria aportó 19 morfoespecies, representando el 57,6%, seguida de Maxillopoda con 6 morfoespecies, siendo el 18,2% de la riqueza total. Branchiopoda presentó 4 morfoespecies (12,1%), la Clase no determinada de Arthropoda registró 2 morfoespecies (6,1%), mientras que Ostracoda y Polychaeta aportaron cada uno 1 morfoespecie (3%) (Tabla 8-65).

Tabla 8-64 .Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga del Totumo, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	Acartiidae	<i>Acartia sp</i>
				ND	Copepodito I
				ND	Copepodito II
				ND	Copepodito III
				ND	<i>Ergasilus sp1</i>
			Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Eucyclops sp</i>
				ND	<i>Macrocyclops fuscus</i>
				ND	<i>Megacyclops sp</i>
				ND	Larva Nauplio <i>Cyclops</i> Morfoespecie 1
				ND	

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					Larva Nauplio <i>Cyclops</i> Morfoespecie 2
				Euterpinidae	<i>Euterpina acutifrons</i>
			Harpacticoida	ND	Larva Copepodito I
					Larva Copepodito II
		ND	ND	ND	Larva Nauplio
			Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna sp 2</i>
					<i>Asplanchna priodonta</i>
					<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus falcatus falcatus</i>
					<i>Brachionus havanaensis</i>
					<i>Brachionus havanaensis</i>
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus mirux f. angustus</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus rubens</i>
					<i>Brachionus urceus</i>
					<i>Keratella americana</i>
				Dicranophoridae	<i>Encentrum sp 1</i>
					<i>Encentrum sp2</i>
				Synchaetidae	<i>Polyarthra sp 1</i>
					<i>Polyarthra spp</i>

Tabla 8-65. Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga del Totumo, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Annelida	Annelida ND	ND	ND	Larva Anélido Morfoespecie 1
				Acantholeberidae	<i>Acantholeberis sp</i>
				NA	<i>Ceriodaphnia</i>
		Branchiopoda	Diplostraca	NA	<i>Diaphanosoma sp1</i>
				Macrothricidae	<i>Macrothrix sp</i>
			Calanoida	Diaptomidae	<i>Eudiaptomus sp</i>
					<i>Eucyclops sp</i>
	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclops fuscus</i>
					<i>Macrocyclops sp</i>
					<i>Megacyclops sp</i>
			Harpacticoida	Euterpinidae	<i>Euterpina spp</i>
		Arthropoda ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 2
					Larva Nauplio Morfoespecie 1
		Ostracoda	ND	ND	Ostracoda spp
Animalia				Flosculariaceae	<i>Filinia longiseta</i>
					<i>Filinia terminalis</i>
				Hexarthridae	<i>Hexarthra spp</i>
					<i>Asplanchna sp 2</i>
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i>
					<i>Asplanchna sieboldi</i>
					<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus calyciflorus</i>
	Rotifera	Eurotatoria			<i>Brachionus caudatus</i> (Morfortipo 2)
			Ploima		<i>Brachionus falcatus falcatus</i>
				Brachionidae	<i>Brachionus havanaensis</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus urceolaris</i>
					<i>Keratella americana</i>
					<i>Keratella tropica</i>
				Dicranophoridae	<i>Encentrum sp</i>

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
				Gastropodidae	<i>Gastropus spp</i>
				Lecanidae	<i>Lecane bulla bulla</i>
				Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>

El análisis de abundancia por Clase determinó que Eurotatoria fue la más abundante durante la primera fase con 651 Organismo/L (62,8% de la abundancia total). A esta clase le siguieron Maxillopoda con 336,4 Organismo/L (32,4%) y Arthropoda ND con 49,4 Organismo/L (4,8%). En la segunda fase, la clase dominante fue Eurotatoria con 488,8 Organismo/L (67,8%), seguida de Maxillopoda con una densidad de 122 Organismo/L (16,9%), Branchiopoda con 44,5 Organismo/L (6,2%), Arthropoda ND con 58,3 Organismo/L (8,1%) Ostracoda con 4,4 Organismo/L (0,6 %) y Polychaeta con 3,2 (0,4%). Las relaciones entre los atributos de abundancia y riqueza se muestran en la Figura 8-69. Las abundancias de la comunidad fitoperifítica registrada se observan en el Anexo F.

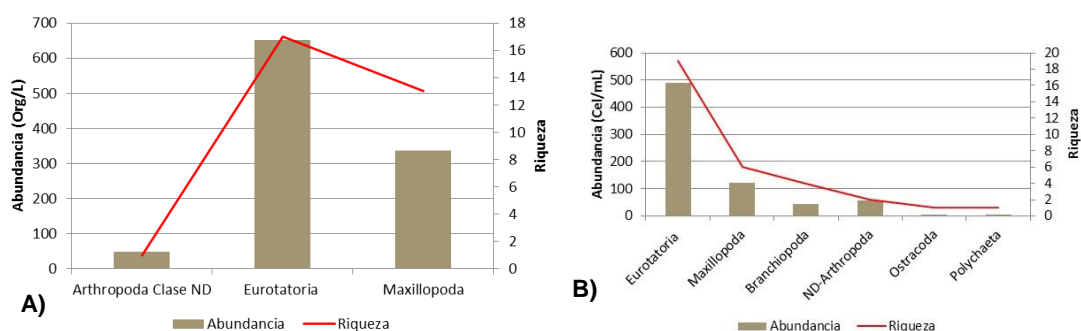


Figura 8-69. Contribución a la abundancia y a la riqueza del zooplancton en la Ciénaga del Totumo

De acuerdo a los índices ecológicos analizados, la comunidad de zooplancton en la Primera Fase presentó una alta equidad en todos los puntos, con valores entre $J'=0,86$ a $0,97$, y $H'=2,44$ y $2,64$; de igual manera, la dominancia fue baja en todos los puntos, con λ' máxima de $0,1$. La interpretación del índice de Shannon mostró “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-66). Durante la Segunda Fase se presentó la misma situación, evidenciándose una alta diversidad en todos los puntos, con valores en los índices de equidad entre $J'=0,81$ y $0,98$, y $H'=2,07$ y $2,97$, y en los valores de dominancia entre $\lambda'=0,20$ y $0,06$. La interpretación del índice de Shannon-Wiener mostró “aguas medianamente contaminadas”, aunque el punto 1 presentó un valor cercano a 3, que lo catalogaría como “aguas limpias” (Tabla 8-67).

Tabla 8-66. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga del Totumo, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	16	0,94	2,60	0,08
Punto 2	15	0,97	2,63	0,08
Punto 3	13	0,95	2,44	0,10
Punto 4	18	0,91	2,64	0,08
Punto 5	17	0,90	2,54	0,09
Punto 6	20	0,86	2,59	0,09

Tabla 8-67. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga del Totumo, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	23	0,95	2,97	0,06
Punto 2	19	0,94	2,76	0,07
Punto 3	20	0,95	2,85	0,06
Punto 4	17	0,98	2,77	0,06
Punto 5	18	0,91	2,62	0,09
Punto 6	17	0,96	2,72	0,07
Punto 7	13	0,93	2,38	0,10
Punto 8	18	0,94	2,71	0,08
Punto 9	13	0,94	2,42	0,10
Punto 10	13	0,81	2,07	0,20
Punto 11	14	0,89	2,34	0,13

Se determinó (Kruskal Wallis) la falta de diferencias estadísticamente significativas entre los días de muestreo, tanto en la Primera ($p=0,9958$), como en la Segunda Fase ($p=0,9441$). Los dendrogramas de similitud muestran que los puntos analizados tuvieron una similitud mayor al 50%, para las dos fases (Figura 8-70 y Tabla 8-65).

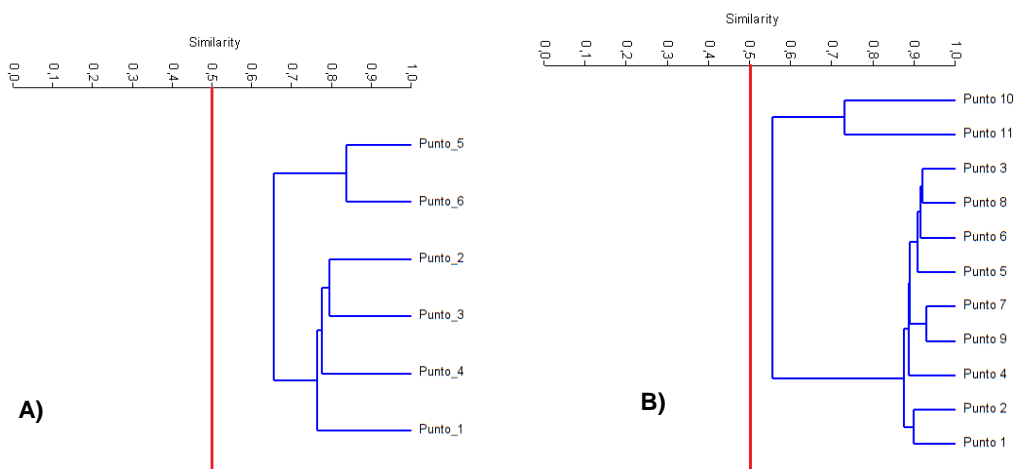


Figura 8-70. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga del Totumo A) Primera Fase B) Segunda Fase.

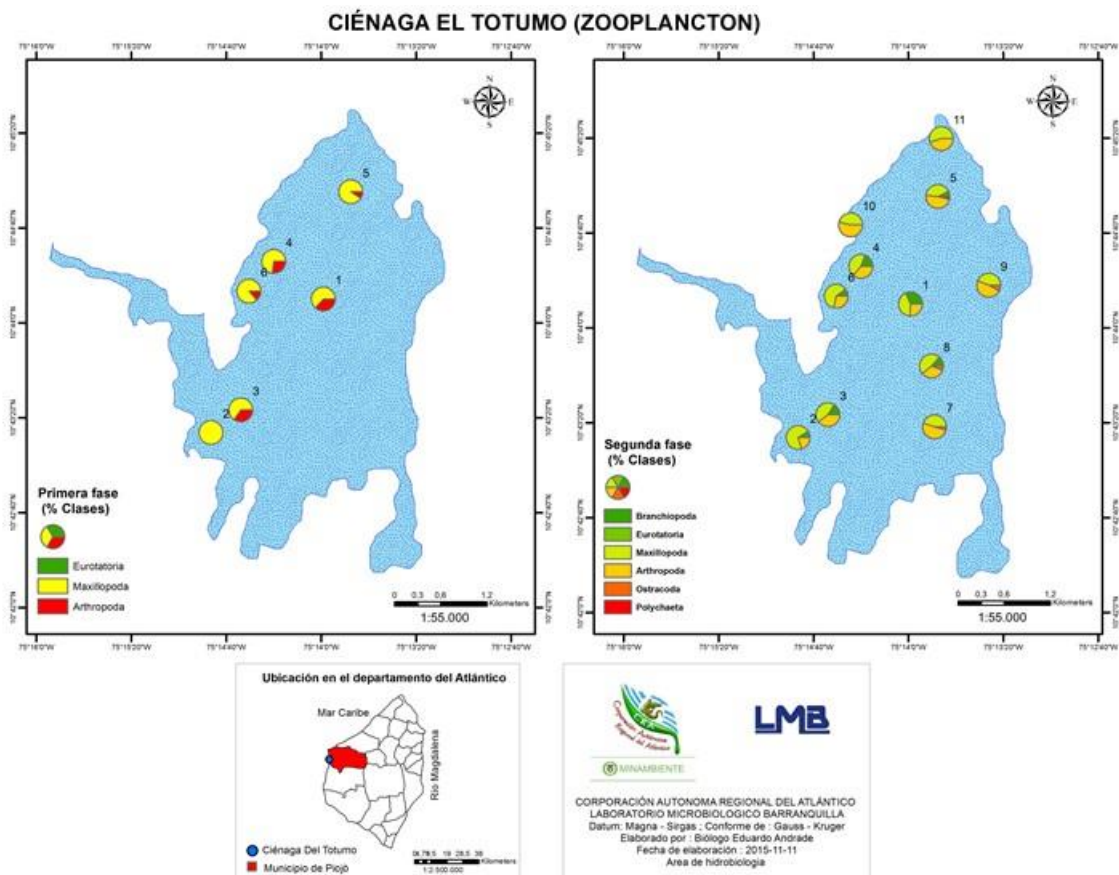


Figura 8-71. Distribución de los organismos zooplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga del Totumo, Primera y Segunda Fase

Los procesos más bioindicados en este cuerpo de agua, durante la primera fase, fueron Eutrofia, pH Alcalino y altos contenidos de sales. Estos procesos se presentaron en todos los puntos analizados (Figura 8-72). De manera general para la ciénaga, la Eutrofia estuvo en una proporción de 34%, pH Alcalino con 27% y Altos contenidos de sales 27%. Los otros procesos fueron aguas duras, mesotrofia, sistemas inmaduros, y materia orgánica, presentes en proporciones menores al 10% (Figura 8-73).

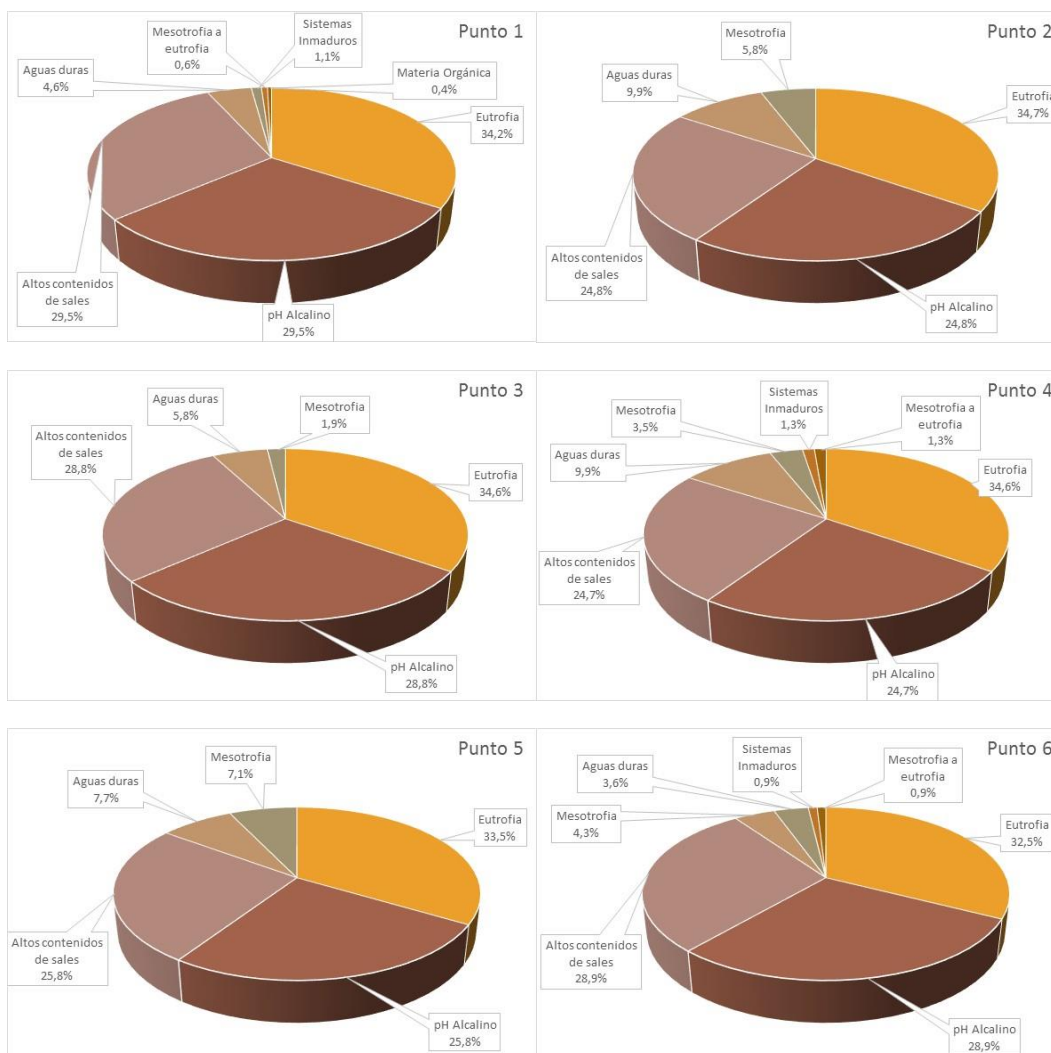


Figura 8-72. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la Ciénaga del Totumo, Primera Fase

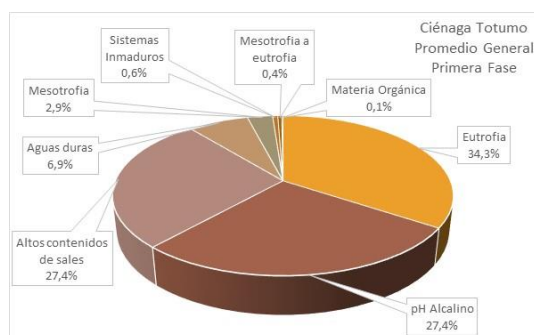
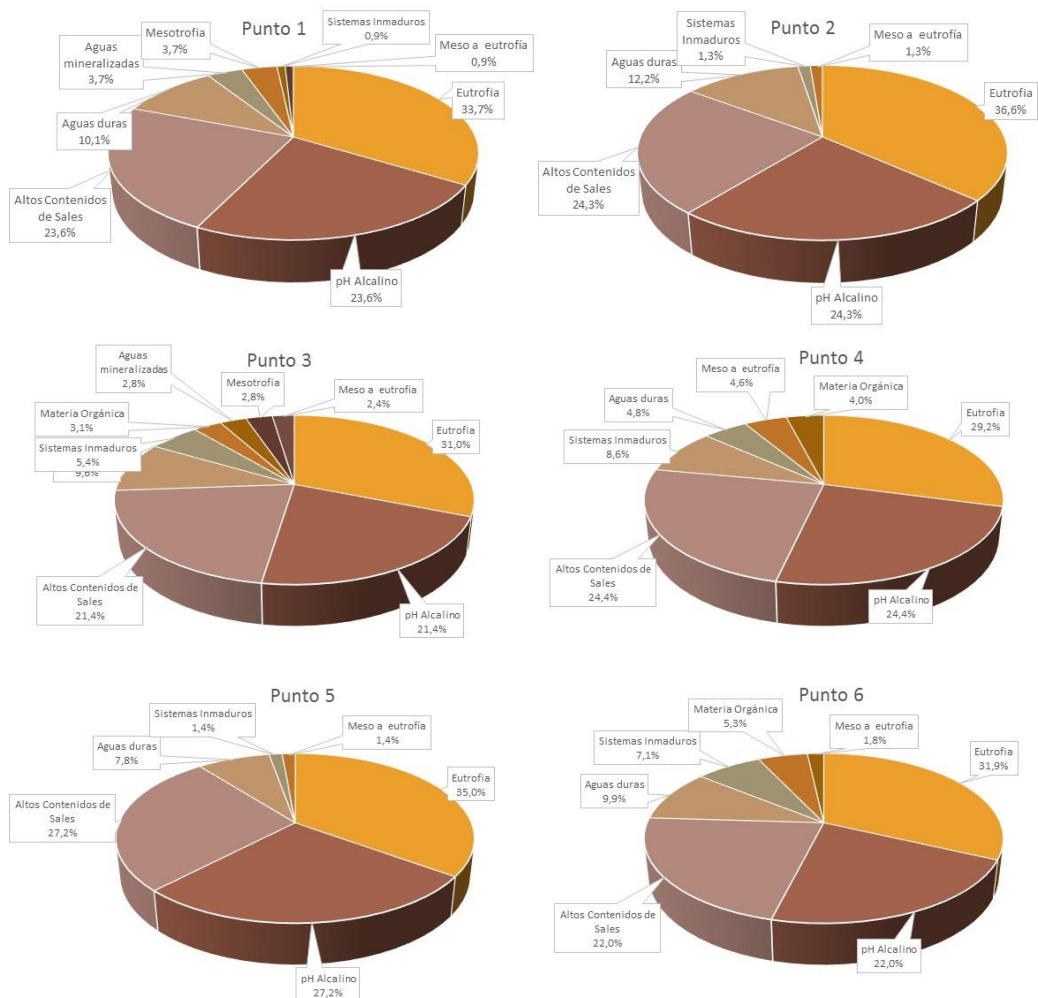


Figura 8-73. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la Ciénaga del Totumo durante la Primera Fase

En la Fase dos, dominaron los mismos tres procesos, tal y como los muestra la Figura 8-74. De manera general para la ciénaga, la eutrofia se presentó en un 34%, el pH alcalino en 28% y altos contenidos de sales en 27%. Los demás procesos se presentaron en porcentajes menores al 10% (Figura 8-75).



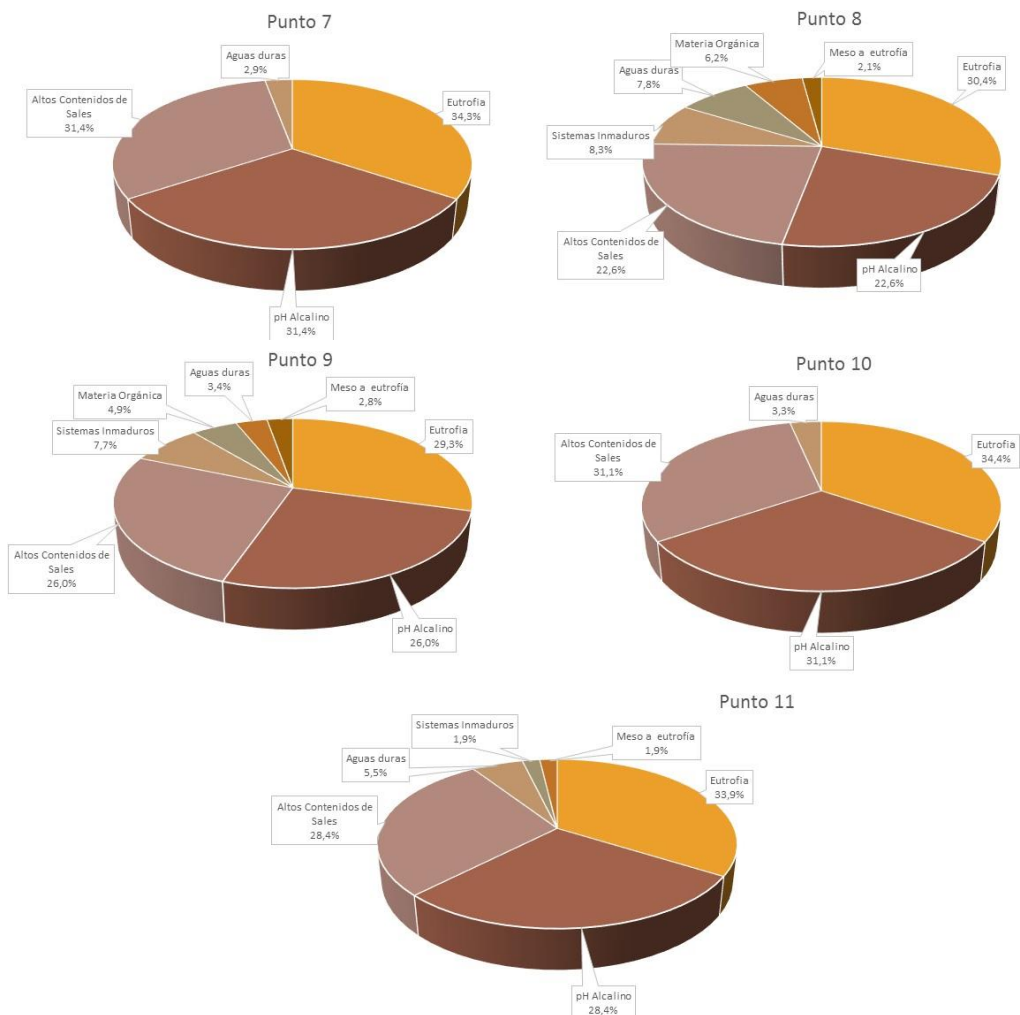


Figura 8-74. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la Ciénaga del Totumo, Segunda Fase

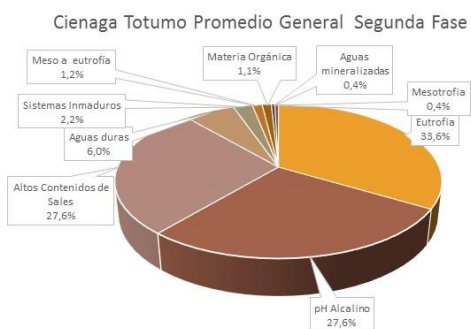


Figura 8-75. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la Ciénaga del Totumo durante la Segunda Fase

La comunidad del Zooplancton presentó alta diversidad durante los dos periodos muestreados, con alta equidad y bajas dominancias en todos los puntos, incluidos los adicionales. Esto puede deberse a la incidencia del mar en la ciénaga, lo que permite la aparición de múltiples hábitats y nichos que son llenados por varias especies, desde dulceacuícolas (como los rotíferos) hasta estuarinas (copépodos calanoideos) y marinas (larvas de poliquetos). Aunque se presentan indicios de eutrofia, se puede decir que la ciénaga tiene una buena calidad ambiental, que se ha conservado en el transcurso del año, tal y como lo muestra el dendrograma de similitud, en donde las dos fases tienen una similitud mayor al 60%.

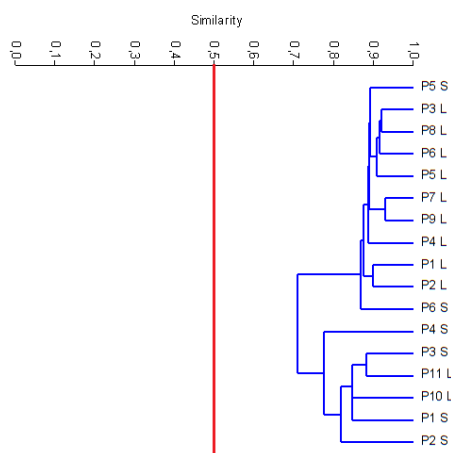


Figura 8-76. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis, para la comunidad de Zooplancton en la Ciénaga del Totumo, durante las dos fases

8.1.5.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

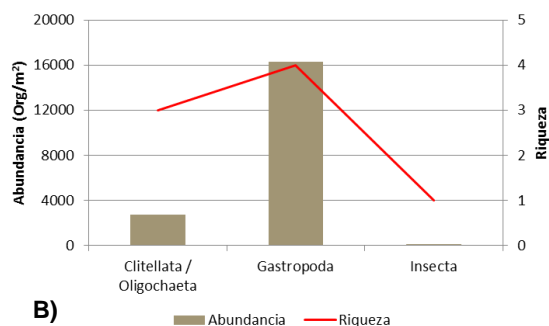
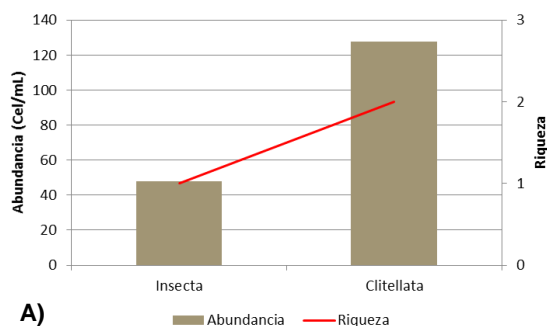
Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga del Totumo estuvieron representados por 3 morfoespecies pertenecientes a 3 familias, 2 Ordenes, 2 Clases y 2 Phylum (Tabla 8-68); la Clase Clitellata hizo la mayor contribución a la riqueza y la abundancia de la comunidad, con un aporte del 66,7% a la riqueza y 72,7% a la abundancia (2 morfoespecies y 127,7 Organismos/m²), seguido de la Clase Insecta con un aporte del 33,3% de la riqueza y 27,3% a la abundancia (1 morfoespecie y 48,1 Organismos/m²). Durante la Segunda Fase la comunidad estuvo representada por 8 morfoespecies, pertenecientes a 7 familias, 6 Ordenes, 3 Clases y 3 Phylum; la Clase Gastropoda contribuyó en mayor proporción a la abundancia, con el 50% RR (4 morfoespecies), y a la abundancia, con 85,% (16341,1 Organismos/m²), seguido de la Clase Clitellata, con el 37,5% de la riqueza (3 morfoespecies) y el 14,2% a la abundancia (2724,4 Organismos/m²) y por último la Clase Insecta, con el 12,5% de la riqueza (1 morfoespecie) y el 0,5% de la abundancia (96,2 Organismos/m²) (Tabla 8-69).

Tabla 8-68. Composición de la comunidad de macroinvertebrados Bentónicos de la Ciénaga del Totumo, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 1
				Tubificidae	Morfoespecie 1
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1

Tabla 8-69. Composición de la comunidad de macroinvertebrados Bentónicos de la Ciénaga del Totumo, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata/ Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 1
					Morfoespecie 2
				Tubificidae	Morfoespecie 1
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1
	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Hydrobiidae	<i>Pyrgophorus sp</i>
			Discopoda	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>



Los índices ecológicos que evalúan la estructura de la comunidad muestran que durante la Primera Fase, los Puntos 5 y 6 con una sola especie, por lo que no pudieron ser determinados los índices ecológicos en estos puntos. Para los demás puntos, se evidenció una equidad muy alta, y una dominancia baja, excepto en el Punto 3, donde la equidad fue media. Los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas muy contaminadas” en todos los puntos (Tabla 8-70). Por su parte para la Segunda Fase, al observar la estructura de la comunidad desde la uniformidad fluctuaron entre 0,34 y 1,0 siendo alta en los Puntos del 1 al 6, medias en los Puntos 7 al 10 y muy bajas en el Punto 11; desde el Punto de vista de la dominancia, es alta en los Puntos 8 y 11, media en los puntos 1, 3, 7, 9 y 10 y baja en los Puntos 1, 4, 5 y 6; mientras que el índice de Shannon-Wiener indicó la presencia de “aguas muy contaminadas” en todos los Puntos (Tabla 8-71).

Tabla 8-70. Índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga del Totumo, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	3	0,99	1,09	0,33
Punto 2	3	0,97	1,07	0,35
Punto 3	2	0,95	0,66	0,53
Punto 4	3	0,96	1,06	0,36
Punto 5	1	-	0,00	1,00
Punto 6	1	-	0,00	1,00

Tabla 8-71. Índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga del Totumo, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	3	0,85	0,93	0,43
Punto 2	4	0,94	1,30	0,28
Punto 3	2	1,00	0,69	0,50
Punto 4	4	0,95	1,31	0,28
Punto 5	3	0,99	1,09	0,34
Punto 6	5	0,89	1,44	0,26
Punto 7	3	0,65	0,71	0,59
Punto 8	2	0,53	0,37	0,79
Punto 9	5	0,63	1,01	0,51
Punto 10	3	0,68	0,75	0,57
Punto 11	3	0,34	0,38	0,83

Al intentar evaluar la bioindicación se observó que Pinilla, 2000, no posee bioindicaciones para sistemas estuarinos, razón por la cual los resultados obtenidos no eran consistentes con las anteriores comunidades y prefirió obviarse este análisis para esta comunidad. Así mismo, el índice BMWP/Col es utilizado para caracterizar sistemas loticos y lenticos, y no se encontró referencia que indique su uso para sistemas estuarinos, razón por la cual no se incluyó como base de discusión. Mediante un análisis de Kruskal Wallis se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas durante la Primera Fase ($p=0,593$) ni durante la Segunda Fase ($p=0,904$).

El análisis de similaridad de utilizando el índice de Bray-Curtis demostró que existen diferencias entre los puntos de muestreo con un 50% de similaridad tanto durante la Primera Fase, como durante la Segunda (Figura 8-77).

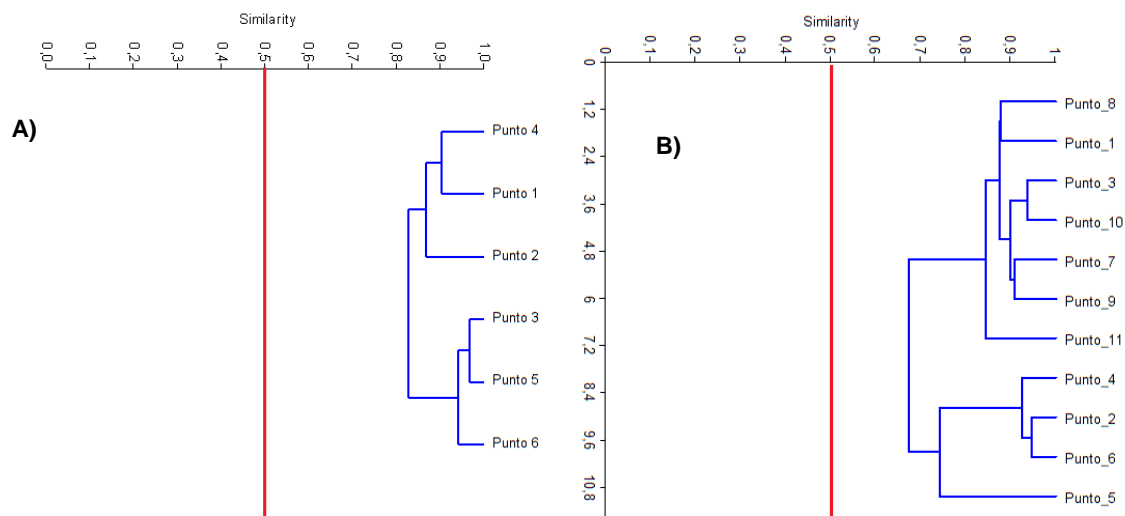


Figura 8-77. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga del Totumo, A) Primera Fase B) Segunda Fase

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga del Totumo develó una baja riqueza, tanto durante la Primera, como durante la Segunda Fase, con equidades muy altas en los Puntos 1 al 6, durante las dos fases; equidades medias en los Puntos 7 al 10, mientras que el Punto 11 indicó equidades bajas. Igualmente la dominancia demostró valores bajos entre los Puntos 1, 2 y 4, durante las dos fases, valores medios en los Puntos 3, 7, 9 y 10 y altos en los Puntos 11 y 8. Igualmente el índice de dominancia de Shannon-Wiener indicó valores de dominancia bajos para las dos fases, lo que bajo la interpretación del índice dada por Roldán y Ramírez (2008) indicó la presencia de “aguas muy contaminadas” durante las dos fase de muestreo. A pesar de la aparente homogeneidad observada durante las dos fases, mediante un análisis de similaridad de Bray-Curtis se evidenció que la composición de la comunidad fue totalmente distinta durante la Primera y la Segunda Fase, conformándose dos grupos totalmente disímiles (Figura 8-78); lo cual pudo ser el reflejo del incremento tanto de la densidad, de la riqueza y la variación de la composición, pasando de mantener una población integrada por gusanos clitelados e insectos (típica de ecosistemas lenticos), a ser dominada por gasterópodos, lo cual pudo estar asociado al incremento de material alóctono traído por las escorrentías que generaron un Bloom fitoplanctónico, que a su vez repercutió en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos.

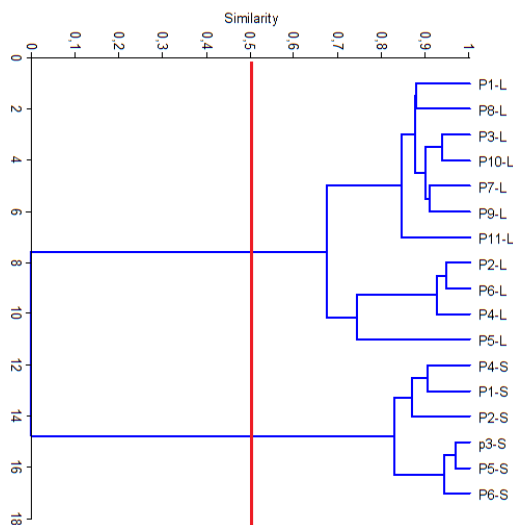


Figura 8-78. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga del Totumo, durante las dos épocas climáticas

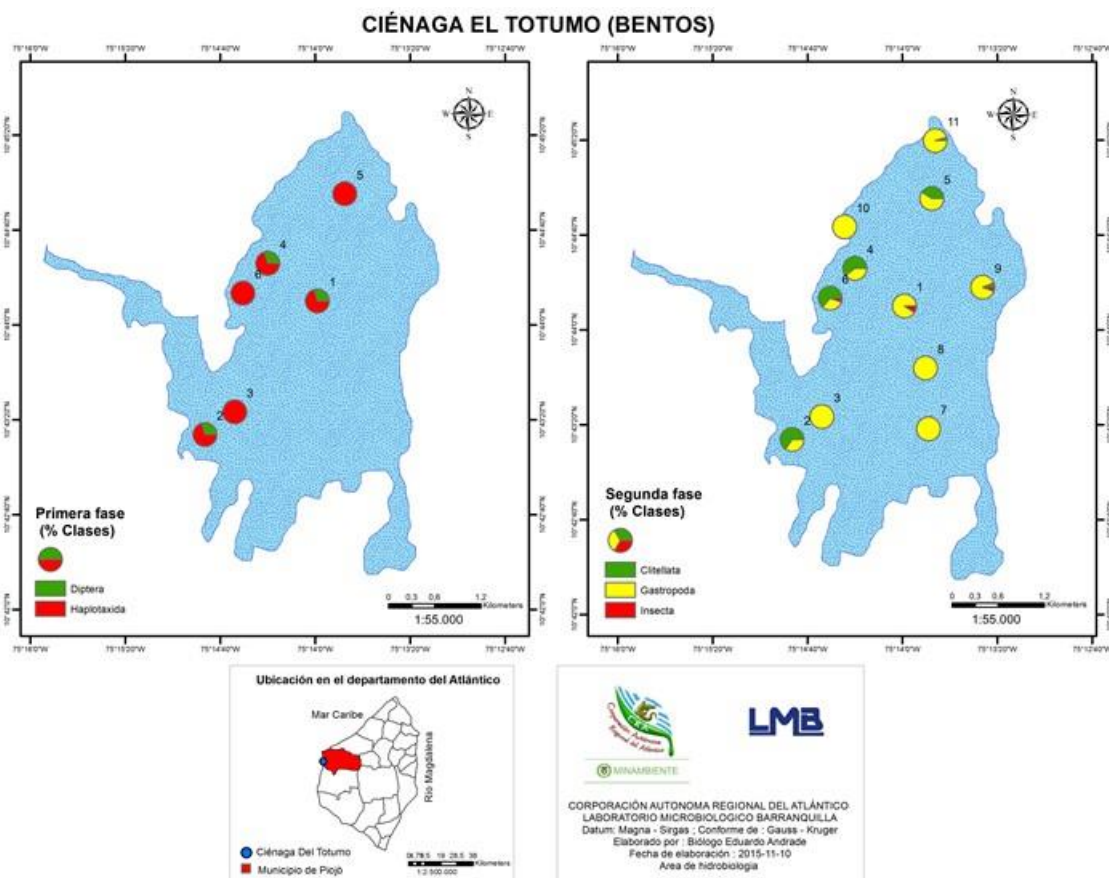


Figura 8-79. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por Clase) en la Ciénaga del Totumo

8.1.5.2.3 Especies ícticas

Con el esfuerzo de muestreo realizado en las jornadas de pesca durante la Primera Fase, se obtuvo la captura efectiva de 17 organismos, en el interior de la ciénaga, todos ellos pertenecientes a la especie *Mugil liza*; logrando efectividad en los Puntos 1, 2, 4 y 5 (Tabla 8-72 y Figura 8-80-A). Por su parte, durante la Segunda Fase, se obtuvo una captura de 3 especímenes, pertenecientes a 3 especies, de 2 Familias, 2 Ordenes y 1 Clase. El Orden que mayor número de especies entregó a la riqueza fue Perciformes, con 2 especies (66,7%), seguido de Mugiliformes con 1 especie (33,3%) (Tabla 8-73 y Figura 8-80-B).

Tabla 8-72. Composición de la comunidad íctica en la ciénaga del Totumo, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	Lisa

Tabla 8-73. Composición de la comunidad íctica en la ciénaga del Totumo, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara pulcher</i>	Cabeza de piedra - Bobito - Lorito azul
					<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla
			Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	Lisa

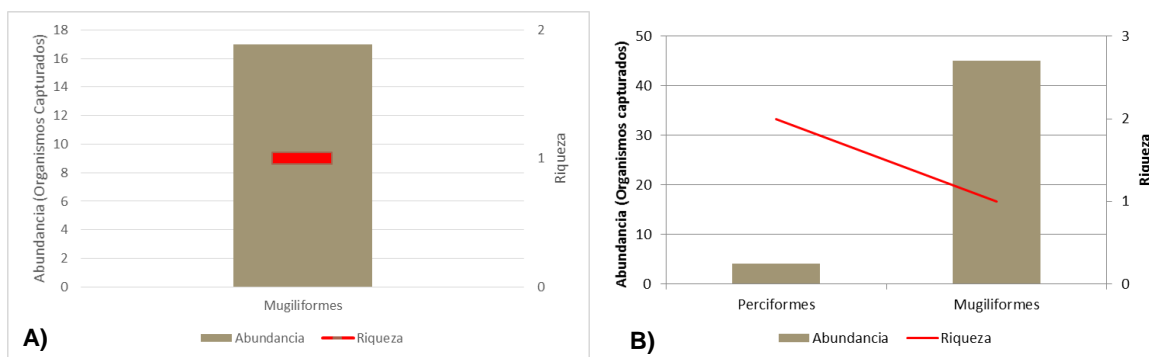


Figura 8-80. Contribución a la abundancia y a la riqueza de la ictiofauna de la ciénaga del Totumo A) Primera Fase B) Segunda Fase

Al observar la distribución de tallas en los especímenes colectados de *Mugil liza*, se evidenció que la talla de captura fluctuó entre 205 y 275 mm LT con promedio de 242,5 mm y un coeficiente de variación (CV) de 0,10 (Tabla 8-74); por su parte, durante la Segunda Fase, las tallas de captura para la especie fluctuaron entre 120 y 240 mm LT; con un promedio de 186,7 mm y un CV de 0,21, una distribución de tallas muy homogénea (Tabla 8-75); al observar el histograma de frecuencias de tallas para la Primera Fase puede

inferirse sobre la posible presencia de dos cohortes, al igual que durante la Segunda Fase (Figura 8-81 y Figura 8-82). Recordando que Albieri y Araujo (2010) quienes evaluaron la biología reproductiva de *M. liza* y determinaron que la talla mínima de madurez gonadal, considerada como la longitud L50 de maduración en 35,0 cm; es posible indicar que la población evaluada en la ciénaga tanto en la Primera como en la Segunda Fase, correspondieron a juveniles que no han alcanzado la talla mínima de madurez gonadal (Figura 8-83 y Figura 8-84); igualmente para la ciénaga no se evidenció la determinación de una talla mínima legal de captura para la zona por parte de la autoridad ambiental competente.

Tabla 8-74. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la ciénaga del Totumo, Primera Fase

Longitud Total (mm)				
Nombre científico	Mínimo	Máximo	Promedio	Total capturado
<i>Mugil liza</i>	205	275	242,5	17

Tabla 8-75. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la ciénaga del Totumo, Segunda Fase

Longitud Total (mm)				
Nombre científico	Mínimo	Máximo	Promedio	Total capturado
<i>Mugil liza</i>	120	240	186,9	45
<i>Andinoacara pulcher</i>	60	97	78,5	2
<i>Caquetaia kraussii</i>	80	160	120,0	2

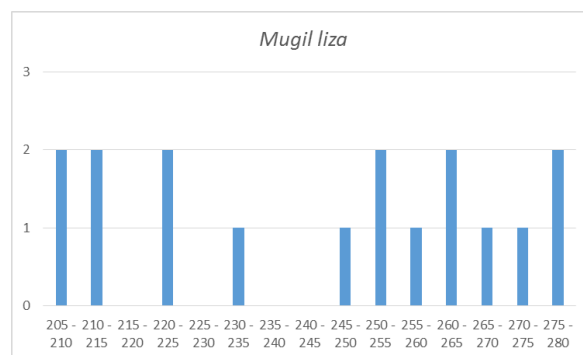


Figura 8-81. Histograma de frecuencias de tallas para las especies de peces colectados en la ciénaga de Totumo, Primera Fase

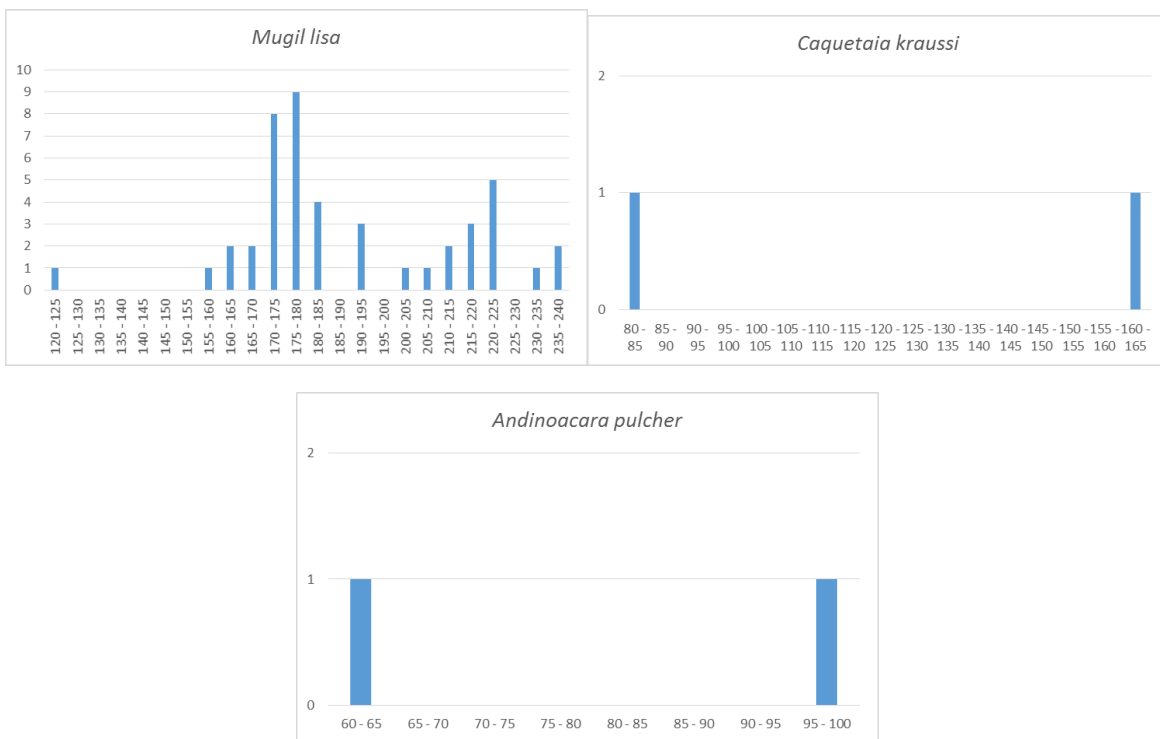


Figura 8-82. Histograma de frecuencias de tallas para las especies de peces colectados en la ciénaga de Totumo, Segunda Fase

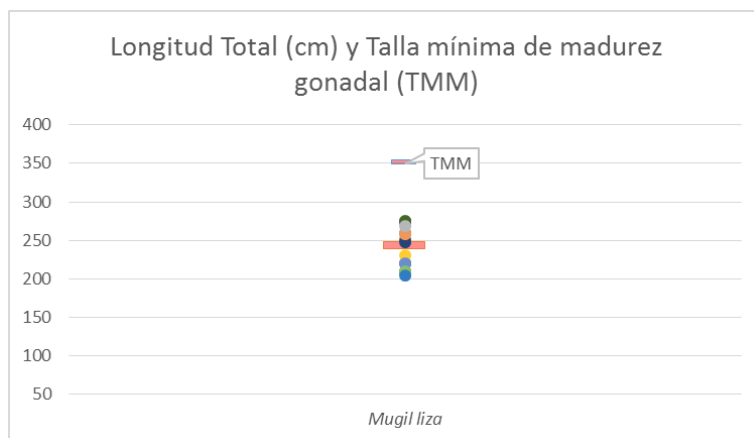


Figura 8-83. Longitud y talla mínima de madurez gonadal (TMM) para las especies colectadas en la ciénaga del Totumo, durante la Primera Fase

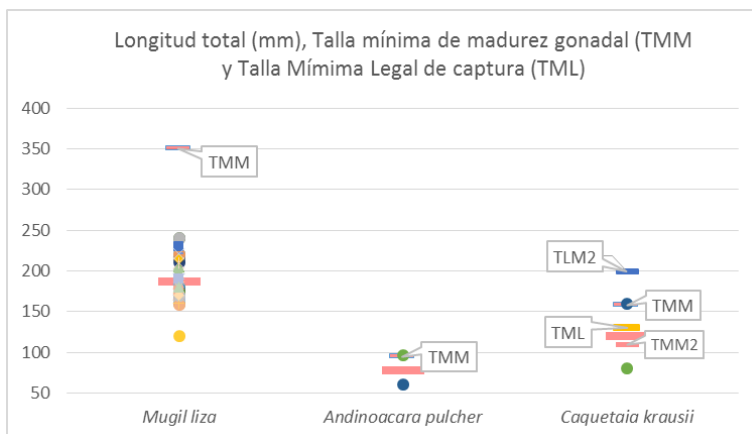


Figura 8-84. Longitud y talla mínima de madurez gonadal (TMM) para las especies colectadas en la ciénaga del Totumo, durante la Primera Fase

Andinoacara pulcher fue otra de las especies colectadas durante la Segunda Fase, de esta especie se colectó un total de 2 individuos, con tallas de 60 y 97 mm de LT, y un promedio de 78,5 mm; tras observar el histograma de frecuencias de tallas se evidencia la posible presencia de dos cohortes en la ciénaga (Tabla 8-75 y Figura 8-82). En la ciénaga grande de Lorica (Córdoba), Olaya-Nieto, *et al.* (2008) y Olaya-Nieto, *et al.* (2010), determinaron la talla media de madurez gonadal para la especie en 9,2, 9,7 y 9,5 cm LT para hembras, machos y sexos combinados, respectivamente, lo que indica que el 50% de los individuos colectados (1 pez) puede corresponder a un juvenil, lo que evidencia que la especie se puede estar reproduciendo en la ciénaga; adicionalmente se buscó información sobre la indicación de una talla mínima legal de captura para la zona, sin encontrar evidencia de su determinación para la zona, por la autoridad ambiental competente (Figura 8-84).

Por lo que se refiere a la especie *Caquetaia kraussii*, también fue colectada solo durante la Segunda Fase, los dos especímenes colectados revelaron valores de 80 y 160 mm de LT, con un promedio de 120 mm, tras observar el histograma de frecuencias de tallas se evidencia la posible presencia de dos cohortes en la ciénaga (Tabla 8-75 y Figura 8-82). Así mismo se evidenció que el 50% de las capturas realizadas estuvieron por debajo de la talla media de madurez gonadal estimada por el Ministerio de Acuicultura y Desarrollo Rural y la Corporación Colombiana internacional Nodo Central (MADR y CCI-Nodo Central, 2007), 15,8 cm para hembras, 15,6 cm para machos y 15,8 cm para los sexos combinados, evidenciándose que la totalidad de la captura estuvo por debajo de la talla determinada para los sexos combinados; así mismo al evaluar las tallas de captura con la talla media de madurez gonadal indicada por Solano-Peña, *et al.*, 2013, en el embalse de Urrá, 10,4, 11,5 y 11,0 cm LT para hembras, machos y sexos combinados respectivamente (Figura 8-84), se observó que el 50% se encuentra por debajo de la longitud estimada para los sexos

combinados. Igualmente se evidenció que existe una talla mínima legal de captura (TML) para la especie (13 cm de longitud estándar) en toda la Cuenca, Microcuenca y Ciénagas relacionadas con el río Sinú, impuesta por el extinto Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, en el año 2001 (Resolución 520 de noviembre 8 del 2001); lo que indica que el 50% de la captura estuvo por debajo de dicha talla; igualmente se encontró una TML de 20 cm, indicada por la AUNAP, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, en su cartilla Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge (Figura 8-84); con la se evidenció que el 100% de las capturas estuvo por debajo de dicha talla.

Para finalizar, y al revisar el listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”, según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, donde se encontró que *M. lisa*, está catalogada como En Peligro (EN), lo que indica que se deben llevar a cabo actividades tendientes a la conservación de esta especie.

Así las cosas, se evidenció que sobre la ictiofauna de la ciénaga del Totumo, la composición entre la Primera y Segunda Fase pasó de 1 y 3 especies respectivamente, con una mayor captura de especímenes durante la Segunda Fase (49 organismos), lo que se debe probablemente al incremento de puntos muestreados durante la Segunda Fase, que cómo se indicó anteriormente, para completar la cantidad de puntos monitoreados, se debió reubicar en ésta ciénaga, unos puntos de los sitios de los que se encontraban secos. De las especies capturadas, se evidenció que *Mugil liza*, es la especie predominante, y sobre la cual se realiza mayor presión por la comunidad de pescadores que pescan en la ciénaga, colectándose, tanto en la Primera, como durante la Segunda Fase, solo organismos juveniles, que no han alcanzado la talla mínima de madurez sexual (L50), lo cual puede estar atentando en la sostenibilidad de la especie; esto, unido a que es una especie catalogada como En Peligro (EN) (Resolución 192 del 2014), hace un llamado a la autoridad ambiental para que encamine esfuerzos para el manejo sostenible de esta especie en la ciénaga. Igualmente sucede con *Caquetaia kraussii*, la cual fue colectada solo durante la Segunda Fase, dos especímenes de los cuales el 50% estuvo por debajo de la talla media de madurez gonadal (TMM) indicada por Solano-Peña, *et al.*, 2013 (11,0cm para sexos combinados) y por debajo de la TMM indicada por MADR y CCI-Nodo Central, 2007 (15,8 cm para los sexos combinados); también, el 50% de los peces colectados se encuentra por debajo de la talla mínima legal de captura (TML) (13 cm de longitud estándar) impuesta por el extinto Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, en el año 2001 (Resolución 520 de noviembre 8 del 2001) para toda la Cuenca, Microcuenca y Ciénagas relacionadas con el río Sinú, igualmente se encontró una TML (20 cm), indicada por la AUNAP, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, en su cartilla Normatividad para la pesca artesanal en la

cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge, con la se evidenció que el 100% de las capturas estuvo por debajo de dicha talla; aunque las TML expuestas no son aplicables a la cuenca litoral a la cual pertenece la ciénaga del Totumo, no sirvieron como referencia para indicar que existe el vacío legal sobre la TML para la cuenca litoral. Por último, para el *Andinoacara pulcher*, colectado tan solo durante la Segunda Fase, en un total de 2 organismos, de los cuales el 50% fue presentó una longitud total inferior a la talla media de madurez gonadal (9,5 cm para sexos combinados), más no se encontró indicación de una talla mínima legal de captura para la zona establecida por la autoridad ambiental.

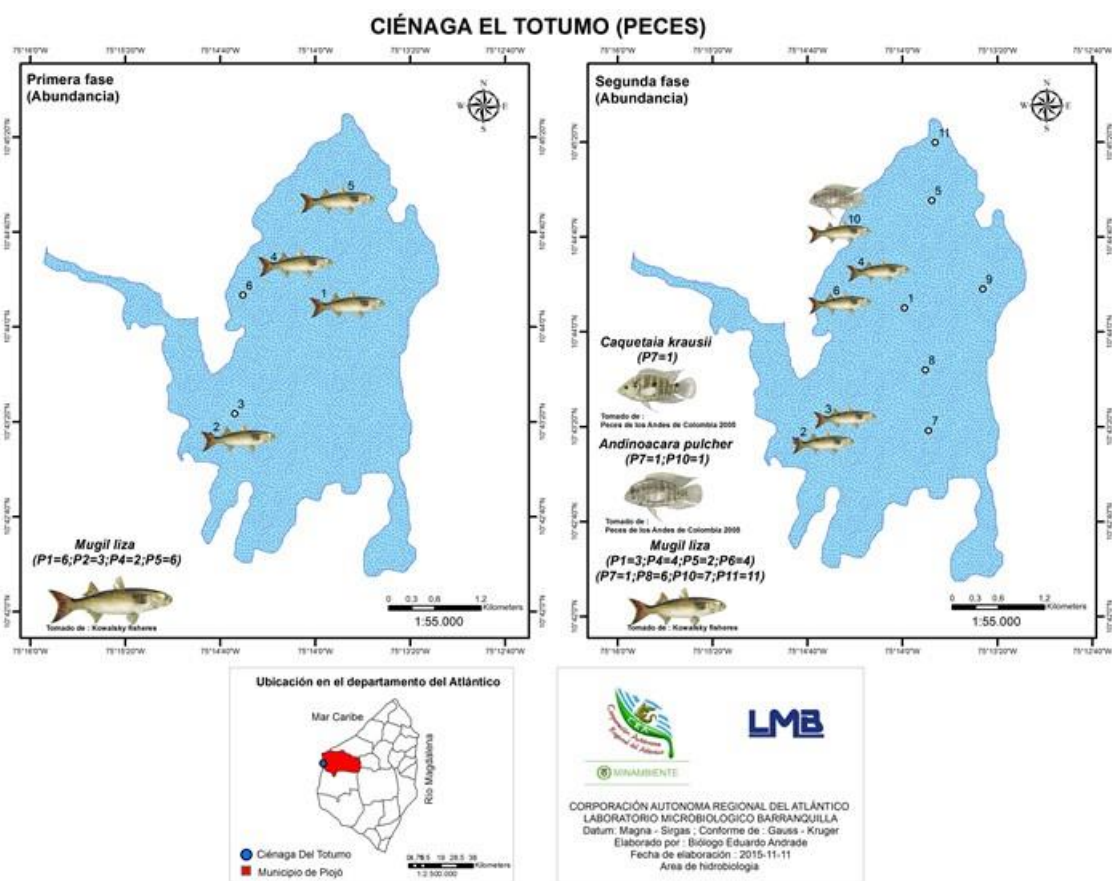


Figura 8-85. Ictiofauna colectada en la ciénaga de Luruaco, durante las dos fases de monitoreo

8.1.6 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Segunda Fase de ciénaga correspondió al 18128 y para la Segunda Fase 18744.

8.1.6.1 Comunidades de productores primarios

8.1.6.1.1 Fitoperifiton

El Embalse del Guájaro presentó una comunidad fitoperifiton representada por 31 morfoespecies en la Primera Fase, pertenecientes a 31 Familias, 19 Órdenes, 7 Clases y 5 Divisiones. Las divisiones Bacillariophyta y Cyanophyta aportaron el mismo número de morfoespecies a la comunidad muestreada, con 12, es decir el 38,7% para cada una. Las clorofitas tuvieron una representatividad del 12,9%, con 4 morfoespecies, mientras que Charophyta y Ochrophyta aportaron el 6,5% (2 morfoespecies) y el 3,2% (1 morfoespecie) de la riqueza total (Tabla 8-76). Los puntos analizados fueron 2, 3, 6, 21 y 23. Durante la segunda Fase no se encontraron sustratos visibles en los puntos muestreados, porque lo no se pudo analizar la comunidad en este período.

Tabla 8-76. Composición de la comunidad Fitoperifítica en el Embalse del Guájaro, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>	
			Cocconeidales	Achnanthesiaceae	<i>Achnanthes spp</i>	
			Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp</i>	
				Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>	
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>	
				Pleurosigmataceae	<i>Pleurosigma sp</i>	
				Sellaphoraceae	<i>Sellaphora spp</i>	
			Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia sp</i>	
			Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora spp</i>	
			Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria spp</i>
				Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra spp</i>
			Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
Ochrophyta	Xanthophyceae	Tribonematales		Tribonemataceae	<i>Tribonema sp</i>	
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis spp</i>	
				Spirulinaceae	<i>Spirulina spp</i>	
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i>	
				Rivulariaceae	<i>Calothrix spp</i>	
			Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Borzia spp</i>	
				Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>	
				Microcoleaceae	<i>Microcoleus spp</i>	
				Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya spp</i>	
				Phormidiaceae	<i>Leibleinia spp</i>	
			Pseudanabaenales	Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>	
				Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>	
Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena spp</i>					

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Plantae	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium spp</i>
			Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp</i>
			Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium sp</i>
	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium spp</i>
			Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium griffithii</i>

Las diatomeas representaron el 83,2% de la abundancia total con 467,4 Células/cm², mientras que las cianobacterias aportaron el 15,5%, con 87,14 Células/cm². Las clorofitas, charofitas y ocrofitas tuvieron abundancias respectivas de 5,24 Células/cm² (0,9%), 1,23 Células/cm²(0,2%) y 0,83 Células/cm²(0,1%). Las relaciones entre los atributos de abundancia y riqueza se muestran en la Figura 8-88. Las abundancias de la comunidad fitoperifítica se observan en el Anexo F. la distribución de las abundancias relativas se observa en las Figura 8-86 y Figura 8-87.

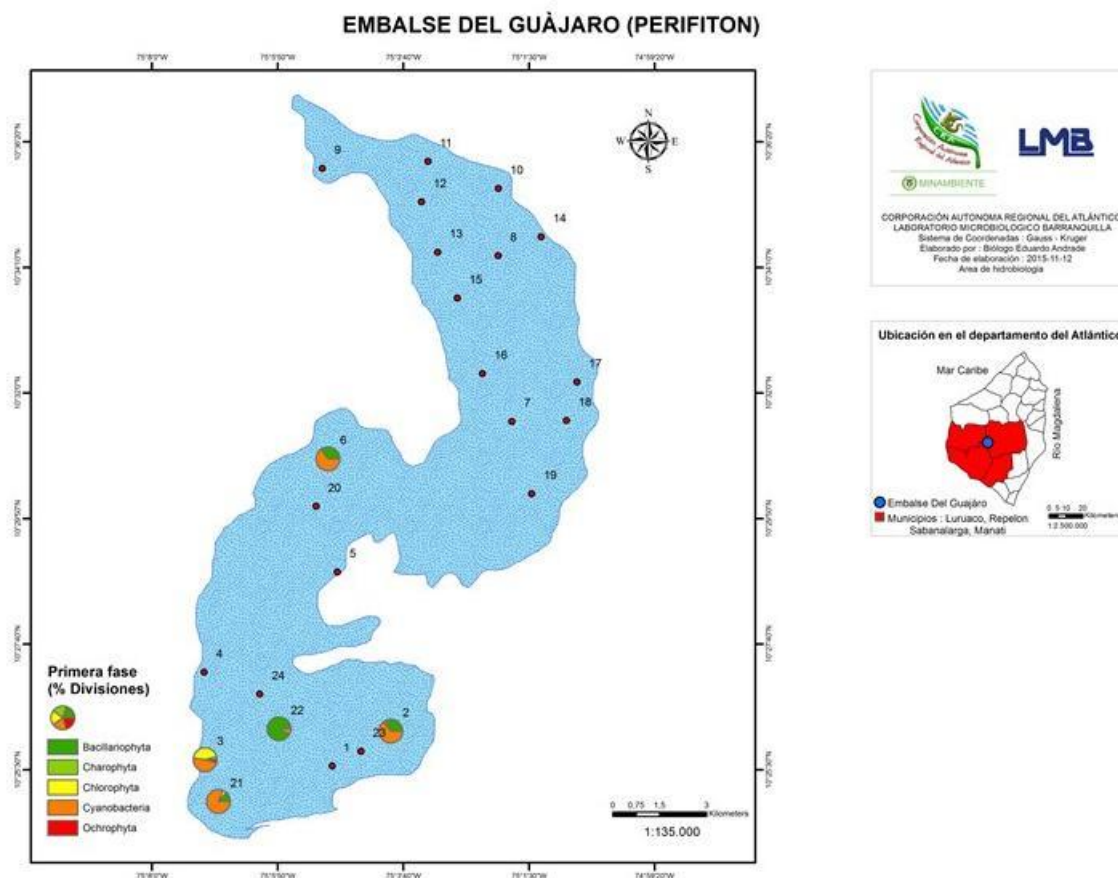


Figura 8-86. Distribución de los organismos fitoperifíticos (AR% por clase) en el Embalse del Guájaro, Primera Fase

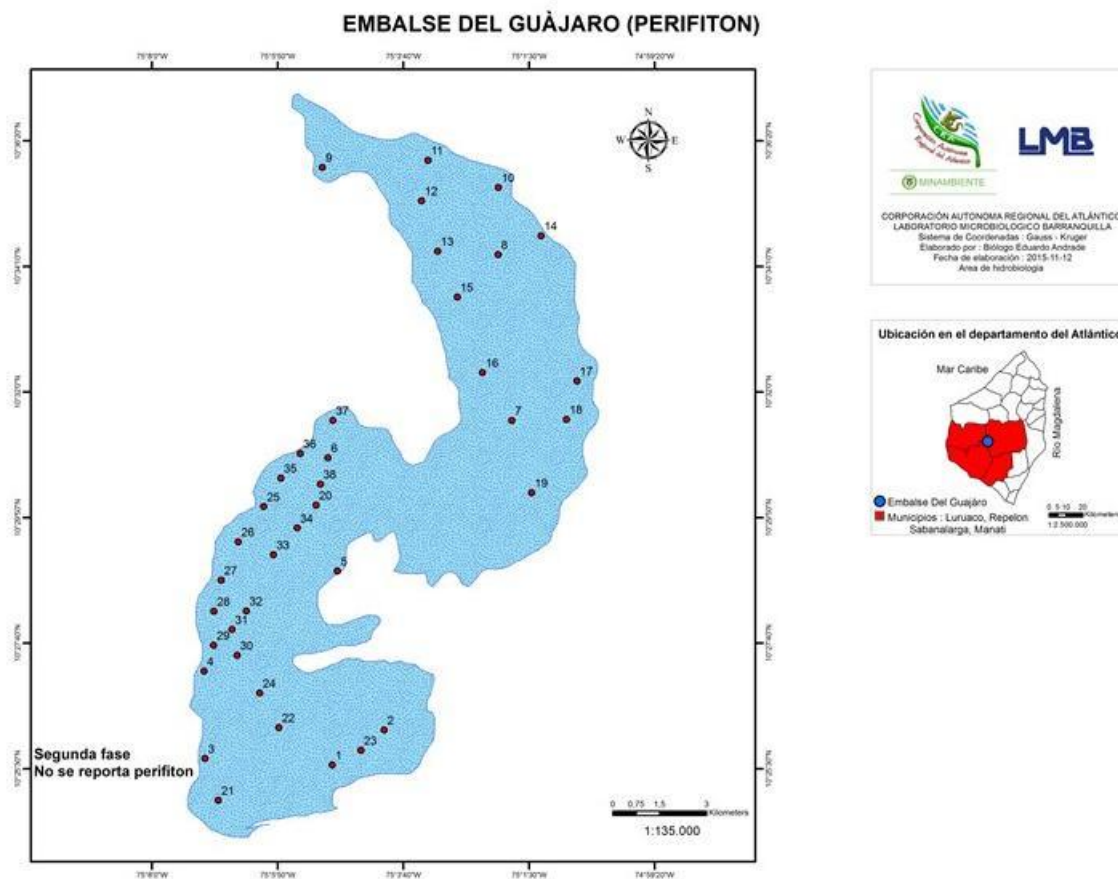


Figura 8-87. Distribución de los organismos fitoperifíticos (AR% por clase) en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

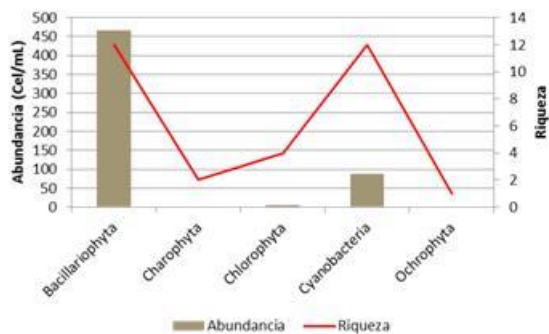


Figura 8-88. Contribución a la abundancia y la riqueza del fitoplancton en el Embalse del Guájaro, Primera Fase.

Los índices ecológicos aplicados muestran que los puntos tienen en general alta diversidad desde el punto de vista del perifiton. Los puntos 2 y 21 son los que presentan mayores valores de equidad ($J' = 0,85$ y $0,84$), y menores valores de dominancia ($\lambda' = 0,1$ y $0,14$). Esto se corresponde con la interpretación del índice de Shannon-Wiener hecha por Roldán y Ramírez (2008), mostrando “aguas medianamente contaminadas”, con valores de 2,40 y 2,27. Los menores valores de diversidad se presentaron en el punto 23, con $\lambda' = 0,64$ y $J' = 0,35$. El índice de Shannon muestra “aguas muy contaminadas” ($H' = 0,93$). Esto puede deberse a que este punto tenía poca profundidad al momento de tomar la muestra, creando unas condiciones de cambio que pudieron propiciar la aparición de especies dominantes, disminuyendo consigo la equidad en la comunidad, notándose esto en los valores de Pielou y Shannon-Wiener.

Tabla 8-77. Índices ecológicos del Fitoperifiton en el Embalse del Guájaro, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
P2	16	0,865	2,400	0,101
P3	9	0,695	1,528	0,228
P6	10	0,698	1,607	0,229
P21	15	0,838	2,269	0,138
P23	14	0,351	0,927	0,640

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que en la Primera Fase no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoperifiton durante los días evaluados con $p = 0,9923$.

El análisis de bioindicación muestra que los procesos predominantes fueron turbulencia (Puntos 2 y 23), mesotrofia fría (puntos 6 y 21) y aguas someras (Punto 3), tal y como muestra la Figura 8-89. El análisis general evidencia que hay un predominio de la turbulencia (21%), la mesotrofia fría (14%), los sedimentos y las conductividades altas (13%), y los procesos de mezcla (12%) en los puntos analizados, los cuales se encuentran en la parte sur y media del Embalse (Figura 8-90).

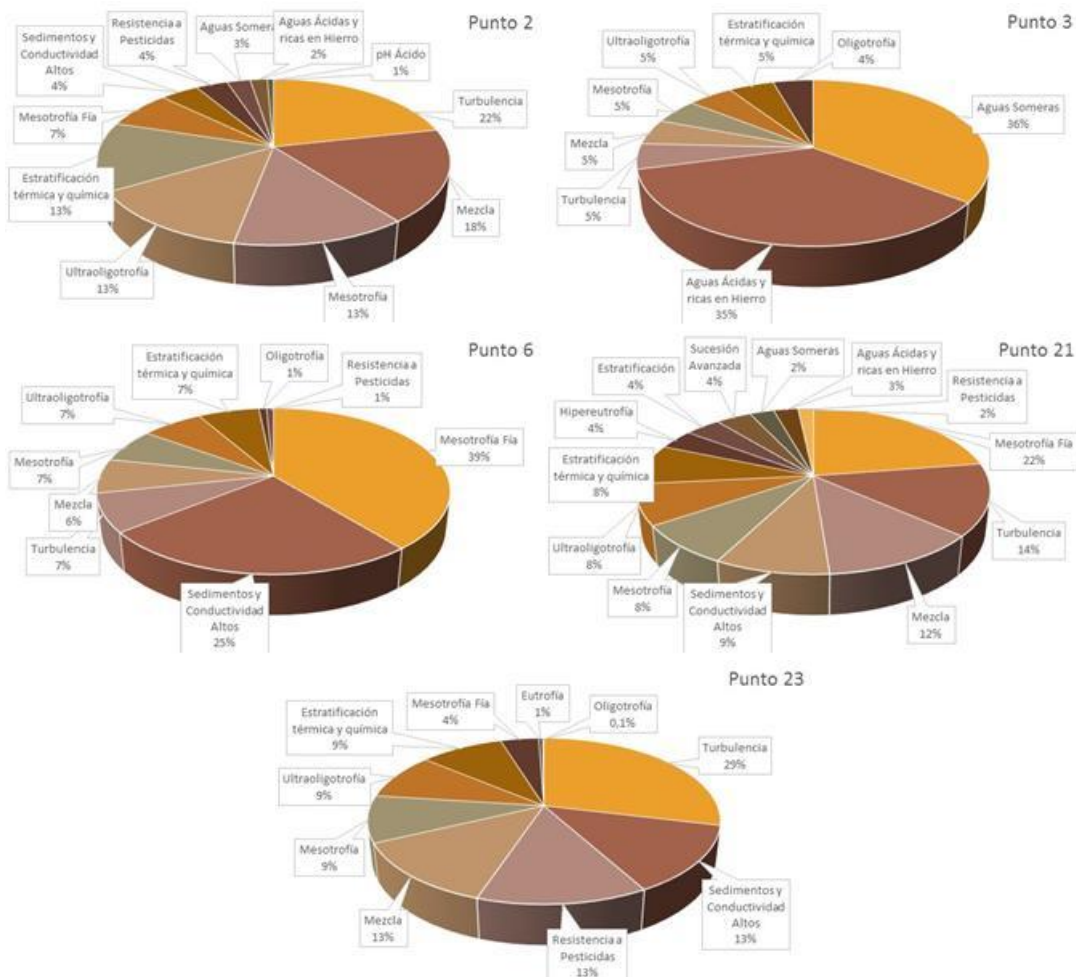


Figura 8-89. Procesos bioindicados por el fitoperifiton del Embalse del Guájaro, Primera Fase.

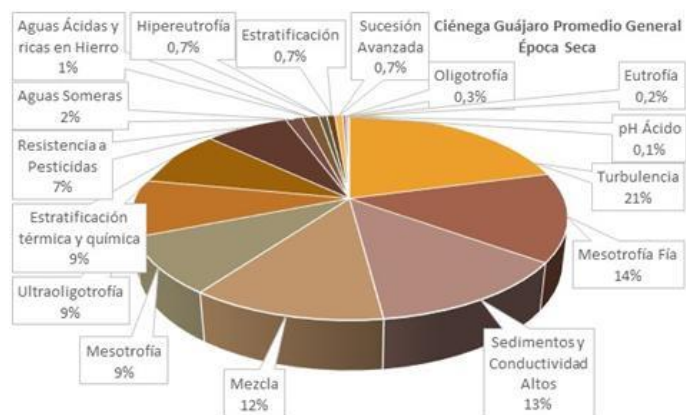


Figura 8-90. Procesos bioindicados (promedio general) de la comunidad de fitoperifiton en el Embalse del Guájaro, durante la Primera Fase.

La comunidad de Perifiton reportó valores de diversidad media en varios puntos, mostrando una mediana contaminación del agua. También se presentaron puntos con baja diversidad, sitios en donde también se indicaron altas conductividades, siendo este parámetro un indicador de contaminación. Pero en general se presenta una salud aceptable en las partes analizadas del sistema.

8.1.6.1.2 Fitoplancton

En el embalse del Guájaro, la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 73 especies pertenecientes a 42 familias, 26 Ordenes, 12 Clases y 7 Divisiones (Tabla 8-78). El aporte a la riqueza realizado por la División Chlorophyta alcanzó el 43,8% (32 especies), seguida por la contribución realizada por la División Cyanobacteria, con un 21,9% (16 especies) y la división Bacillariophyta 12,3% (9 especies); mientras que los aportes de las Divisiones restantes fueron mucho menores, con el 8,2% (6 especies) realizado por Charophyta, 6,8% (5 especies) por Ochrophyta, 5,5% (4 especies) por Euglenozoa y por último la División Glaucophyta con 1,4% (1 especie). Durante la Segunda Fase la comunidad estuvo conformada por 88 especies pertenecientes a 49 familias, 32 Ordenes, 12 Clases y 6 Divisiones (Tabla 8-78). De igual forma, en la Segunda Fase se mantuvo el mismo orden en las Divisiones con mayor aporte realizado a la riqueza, la División Chlorophyta alcanzó el 40,9% (36 especies), seguida por la contribución realizada por la División Cyanobacteria, con un 22,7% (20 especies); seguida de la División Bacillariophyta 20,5% (18 especies), mientras que los aportes de las Divisiones realizaron un aporte menores, con 5,7% (5 especies) cada una, Charophyta y Euglenozoa, y Ochrophyta 4,5% (4 especies).

Tabla 8-78. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el Embalse del Guájaro durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
					<i>Tryblionella spp</i>
			Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium spp</i>
				Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
			Naviculales	Sellaphoraceae	<i>Sellaphora spp</i>
				Surirellaceae	<i>Surirella spp</i>
			Surirellales		<i>Amphora spp</i>
			Thalassiophysales	Catenulaceae	
				Aulacoseirales	Aulacoseiraceae
		Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>	
		Chrysophyceae	Eustigmatales	Eustigmataceae	<i>Pseudostaurastrum spp</i>
		Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>
	Ochrophyta	Xanthophyceae		Mischococcales	Pleurochloridaceae
					<i>Pseudogoniocloris spp</i>
			Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>
				Microcystaceae	<i>Gloeocapsa spp</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa		
Plantae	Charophyta	Conjugatophyceae			<i>Microcystis spp</i>		
					<i>Cylindropermopsis spp</i>		
				Nostocales		<i>Anabaena spp</i>	
					<i>Anabaenopsis spp</i>		
					<i>Raphidiopsis spp</i>		
					<i>Borzia spp</i>		
					<i>Komvophoron spp</i>		
				Oscillatoriales		<i>Lyngbya spp</i>	
					<i>Oscillatoria spp</i>		
					<i>Phormidium spp</i>		
				Pseudanabaenales		<i>Leptolyngbya spp</i>	
					<i>Pseudanabaena spp</i>		
				Synechococcales		<i>Aphanocapsa spp</i>	
					<i>Merismopedia spp</i>		
	Chlorophyta	Chlorophyceae				<i>Closteriaceae</i>	
						<i>Closterium spp</i>	
					Desmidiales		<i>Cosmarium spp</i>
						<i>Sphaerosozma spp</i>	
						<i>Staurastrum spp</i>	
						<i>Mougeotia spp</i>	
						<i>Spirogyra spp</i>	
					Chlamydomonadales		<i>Chlamydomonadaceae</i>
						<i>Chlamydomonas spp</i>	
						<i>Treubariaceae</i>	
						<i>Treubaria triappendiculata</i>	
						<i>Volvocaceae</i>	
						<i>Pandorina spp</i>	
Oedogoniales		<i>Oedogoniaceae</i>					
	<i>Oedogonium spp</i>						
Chlorophyta	Chlorophyceae				<i>Characiaceae</i>		
					<i>Actinastrum spp</i>		
					<i>Ankyra spp</i>		
					<i>Tetraëdron caudatum</i>		
					<i>Tetraëdron cf. muticum</i>		
					<i>Tetraëdron gracile</i>		
					<i>Tetraëdron minimum</i>		
					<i>Neochloridaceae</i>		
					<i>Golenkinia spp</i>		
					<i>Coelastrum astroideum</i>		
					<i>Coelastrum microporum</i>		
					<i>Coelastrum spp</i>		
				Sphaeropleales		<i>Scenedesmaceae</i>	
	<i>Desmodesmus spp</i>						
	<i>Scenedesmus acuminatus</i>						
	<i>Scenedesmus javanensis</i>						
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>						
	<i>Schroederiaceae</i>						
	<i>Schroederia spp</i>						
	<i>Ankistrodesmus spp</i>						
	<i>Kirchneriella spp</i>						
	<i>Selenastraceae</i>						
	<i>Monoraphidium circinale</i>						
	<i>Monoraphidium contortum</i>						
	<i>Monoraphidium griffithii</i>						
	<i>Sphaeropleaceae</i>						
	<i>Atractomorpha spp</i>						
	<i>Chlorellaceae</i>						
	<i>Dictyosphaerium spp</i>						
	<i>Chodatella sp</i>						
	<i>Chlorellales</i>						
	<i>Oocystaceae</i>						
	<i>Oocystaceae Morfoespecie 1</i>						
	<i>Oocystis spp</i>						
	<i>Ordo incertae sedis</i>						
	<i>Familia incertae sedis</i>						
	<i>Crucigenia crucifera</i>						
	<i>Crucigenia rectangularis</i>						
	<i>Trebouxiales</i>						
	<i>Botryococcaceae</i>						
	<i>Botryococcus spp</i>						
Glaucophyta		<i>Glaucocystales</i>					
	<i>Glaucocystaceae</i>						
	<i>Glaucocystis sp</i>						
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales		<i>Euglena spp</i>		
					<i>Lepocinclis spp</i>		
					<i>Trachelomonas spp</i>		
					<i>Phacaceae</i>		
					<i>Phacus spp</i>		

Tabla 8-79. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el Embalse del Guájaro durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa			
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i> <i>Tryblionella spp</i>			
			Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium spp</i>			
			Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema spp</i>			
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma spp</i> <i>Navicula spp</i>			
				Pleurosigmales	Pleurosigmales	<i>Pleurosigma spp</i>		
				Sellaphoraceae	<i>Sellaphora spp</i>			
			Surirellales	Surirellaceae	<i>Craticula spp</i> <i>Surirella spp</i>			
				Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira spp</i>		
				Coccosinodiscophyceae	Biddulphiaceae	<i>Terpsinoë spp</i>		
			Melosirales		Melosiraceae	<i>Melosira spp</i>		
			Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria spp</i>		
				Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra spp</i>		
			Mediophyceae	Eupodiscales	Eupodiscaeae	<i>Pleurosira spp</i>		
				Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>		
			Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema spp</i>		
			Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>		
			Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Pleurochloridaceae	<i>Goniochloris spp</i> <i>Pseudogoniochloris spp</i> <i>Tetraëdriella spp</i>	
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>			
				Microcystaceae	<i>Gloeocapsa spp</i> <i>Microcystis spp</i>			
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i> <i>Anabaenopsis spp</i> <i>Raphidiopsis spp</i>			
					Borziaceae	<i>Borzia spp</i> <i>Komvophoron spp</i>		
						<i>Lyngbya spp</i>		
			Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Microcoleus spp</i> <i>Oscillatoria spp</i> <i>Arthrospira spp</i>			
					Phormidiaceae	<i>Leibleinia spp</i> <i>Phormidium spp</i>		
					Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i> <i>Pseudanabaena spp</i>	
					Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Glaucospira spp</i>	
					Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa spp</i> <i>Merismopedia spp</i>	
			Plantae	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium spp</i>
							Desmidiaceae	<i>Cosmarium spp</i> <i>Sphaerosma spp</i>
								<i>Staurastrum spp</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra spp</i>
				Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
			Chlamydomonadales	Treubariaceae	<i>Treubaria triappendiculata</i>
					<i>Eudorina spp</i>
				Volvocaceae	<i>Pandorina spp</i>
					<i>Volvox sp</i>
			Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium spp</i>
					<i>Pediastrum duplex</i>
					<i>Pediastrum tetras</i>
				Hydrodictyceae	<i>Tetraëdron cf. muticum</i>
					<i>Tetraëdron gracile</i>
					<i>Tetraëdron minimum</i>
				Neochloridaceae	<i>Golenkinia spp</i>
				Radiococcaceae	<i>Coenococcus spp</i>
		Chlorophyceae			<i>Coelastrum astroideum</i>
					<i>Coelastrum microporum</i>
					<i>Coelastrum spp</i>
	Chlorophyta		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus spp</i>
					<i>Scenedesmus bijuga</i>
					<i>Scenedesmus quadricauda</i>
					<i>Tetrastrum spp</i>
				Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>
					<i>Ankistrodesmus acicularis</i>
					<i>Kirchneriella spp</i>
				Selenastraceae	<i>Monoraphidium arcuatum</i>
					<i>Monoraphidium circinale</i>
					<i>Monoraphidium griffithii</i>
					<i>Monoraphidium spp</i>
				Sphaeropleaceae	<i>Atractomorpha spp</i>
			Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix spp</i>
					<i>Chodatella sp</i>
			Chlorellales	Oocystaceae	Morfoespecie 1
					<i>Oocystis spp</i>
		Trebouxiophyceae			<i>Crucigenia crucifera</i>
			Ordo incertae sedis	Familia incertae sedis	<i>Crucigenia rectangularis</i>
					<i>Crucigenia spp</i>
			Trebouxiales	Botryococcaceae	<i>Botryococcus spp</i>
				Colaciaceae	<i>Colacium spp</i>
					<i>Euglena spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas spp</i>
				Phacaceae	<i>Phacus spp</i>
			N.A.	N.A.	Morfoespecie 2

En referencia a la abundancia, durante la Primera Fase, la contribución en la ciénaga fue encabezada por los organismos de la División Ochrophyta, aportando un 55,6% a la abundancia total (27,88 Células/mL), seguida por la División Cyanobacteria con un 25,1% (12,59 Células/mL), las demás Divisiones efectuaron una menor contribución, Chlorophyta

(10,6%; 5,29 Células/mL), Charophyta (4,3%; 2,15 Células/mL), Bacillariophyta (3,0%; 1,51 Células/mL), Euglenozoa (1,0%; 0,49 Células/mL), siendo la División Glaucophyta la de menor cuantía con 0,4% (0,19 Células/mL), (Figura 8-91). En contraste para la Segunda Fase, la División Bacillariophyta ocupó un porcentaje mayoritario en la abundancia de la ciénaga del 57,4% (41,32 Células/mL), seguida por las Divisiones Cyanobacteria y Chlorophyta en similar proporción, 16,0% (11,50 Células/mL) y 15,9% (11,41 Células/mL), los aportes del resto de Divisiones fueron menores, Ochrophyta (10,6%; 5,29 Células/mL), Charophyta (4,3%; 2,15 Células/mL), siendo los de la División Euglenozoa los de menor valor (0,9%; 0,5 Células/mL) (Figura 8-91).

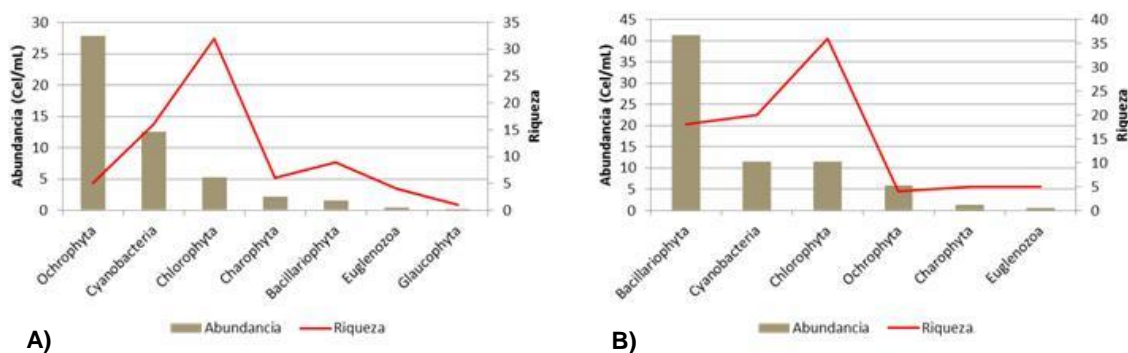


Figura 8-91. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en el embalse del Guájaro durante el año 2015 A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica del embalse del Guájaro, durante la Primera Fase, se observó que la estructura desde los índices de equidad demuestran que en la mayor parte de la ciénaga, entre los Puntos 7 al 19, se presenta una equidad baja, mientras que en los demás Puntos la equidad es media a alta; así mismo los valores del índice de diversidad de Shannon, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas muy contaminadas” en la mayoría de la ciénaga y “aguas medianamente contaminadas” en solo seis Puntos (1, 3, 4, 20, 22 y 24). Por otra parte, las estructura de la comunidad analizada desde el punto de vista de la dominancia permitió evidenciar que existían dominancias bajas en la mayoría de los Puntos, excepto el 7, 16, 18 y 21 (Tabla 8-80).

Tabla 8-80. Índices ecológicos en el Embalse del Guájaro durante la Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson Λ'
P1	13	0,811	2,081	0,097
P2	6	0,758	1,358	0,262
P3	11	0,913	2,188	-0,082
P4	9	0,924	2,030	0,047
P5	6	0,634	1,136	-0,396
P6	10	0,650	1,498	
P7	15	0,275	0,746	0,735
P8	23	0,289	0,908	0,556
P9	23	0,319	1,000	0,565
P10	26	0,346	1,126	0,448
P11	18	0,299	0,864	0,492
P12	19	0,323	0,950	0,485
P13	22	0,311	0,962	0,497
P14	26	0,297	0,969	0,507
P15	18	0,268	0,773	0,595
P16	22	0,216	0,667	0,693
P17	16	0,266	0,738	0,557
P18	21	0,259	0,788	0,671
P19	19	0,404	1,189	0,490
P20	13	0,770	1,974	
P21	10	0,552	1,271	-7,862
P22	12	0,746	1,854	
P23	9	0,524	1,151	
P24	14	0,617	1,628	-0,470

Por su parte, durante la Segunda Fase (Tabla 8-81), la estructura de la comunidad, vista desde los índices de equidad evidenciaron equidades medias a altas en la mayoría de los puntos, excluyendo los puntos 1, 2, 17, 18, 20 y 23 donde fueron bajas; así mismo los valores del índice de diversidad de Shannon, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas muy contaminadas” en 18 de los 38 puntos de la Segunda Fase y “aguas medianamente contaminadas” en los 11 puntos restantes. Por otro lado, la estructura de la comunidad analizada a partir del índice de dominancia permitió evidenciar que existían dominancias altas solo en tres puntos, el 1, 2 y 23.

Tabla 8-81. Índices ecológicos en el Embalse del Guájaro durante la Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson Λ'
P1	19	0,144	0,423	0,833
P2	18	0,191	0,551	0,719
P3	13	0,835	2,143	-2,032
P4	11	0,824	1,977	0,010
P5	11	0,828	1,985	-
P6	15	0,809	2,190	-
P7	23	0,643	2,017	0,139
P8	24	0,427	1,358	0,406
P9	19	0,741	2,182	0,136
P10	25	0,627	2,019	0,161

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
P11	20	0,591	1,770	0,243
P12	21	0,568	1,730	0,239
P13	11	0,468	1,122	0,379
P14	12	0,567	1,408	0,295
P15	15	0,463	1,253	0,366
P16	22	0,495	1,531	0,414
P17	28	0,217	0,724	0,546
P18	25	0,273	0,878	0,596
P19	16	0,546	1,513	0,297
P20	7	0,203	0,396	-
P21	13	0,471	1,207	-
P22	21	0,665	2,024	-2,518
P23	18	0,061	0,177	0,867
P24	22	0,849	2,625	-
P25	13	0,558	1,432	-
P26	9	0,952	2,092	-0,387
P27	10	0,829	1,910	-0,161
P28	11	0,836	2,004	-0,069
P29	12	0,759	1,886	0,066
P30	12	0,868	2,157	-0,005
P31	7	0,583	1,135	-0,010
P32	12	0,470	1,167	-1,261
P33	10	0,542	1,248	-0,715
P34	5	0,686	1,104	-6,746
P35	9	0,540	1,187	0,166
P36	11	0,824	1,976	0,035
P37	8	0,566	1,176	0,133
P38	10	0,863	1,988	-0,055

Mediante un análisis de Kruskal-Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p= 0,9994$), como en la Segunda Fase ($p= 0,9823$).

Al evaluar las diferencias entre los puntos de muestreo durante la Primera Fase, mediante un análisis de clasificación tipo cluster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se determinó que con una similitud del 50% existen diferencias entre los puntos evaluados en la Primera Fase formándose varios grupos unitarios (Puntos 3, 4, 5, 6, 20, 22 y 23) y dos grupos con dos elementos cada uno, Punto 1 y 2 y Punto 21 y 24; y un grupo mayor con los puntos restantes (Figura 8-92-A). Durante la Segunda Fase, mediante un análisis de clasificación tipo cluster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se determinó que con una similitud del 50% existen los puntos 20 y 17 se diferencian del resto de los puntos al separarse en ramas independientes cada uno (Figura 8-92-B).

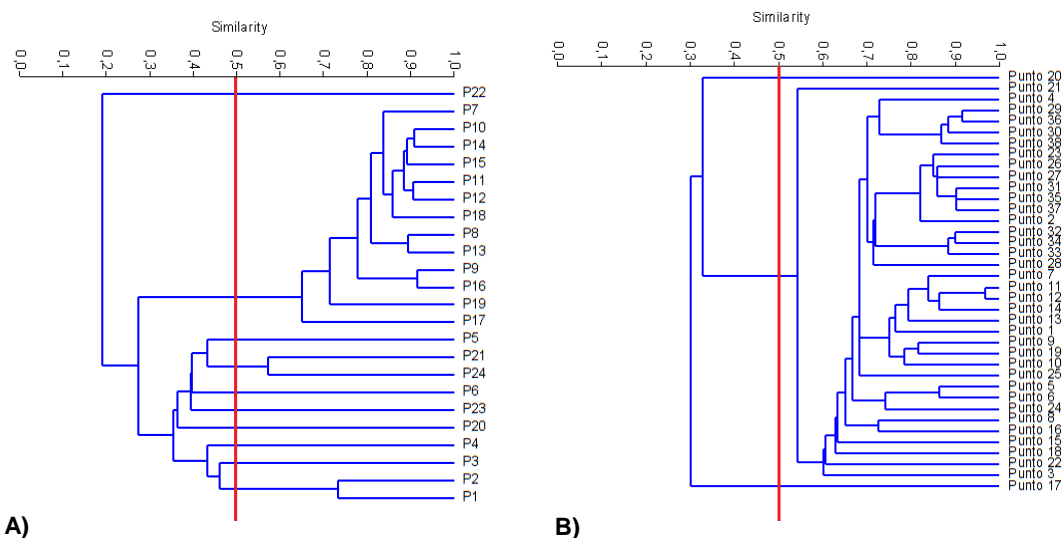


Figura 8-92. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en el Embalse del Guájaro A) Primera Fase B) Segunda Fase

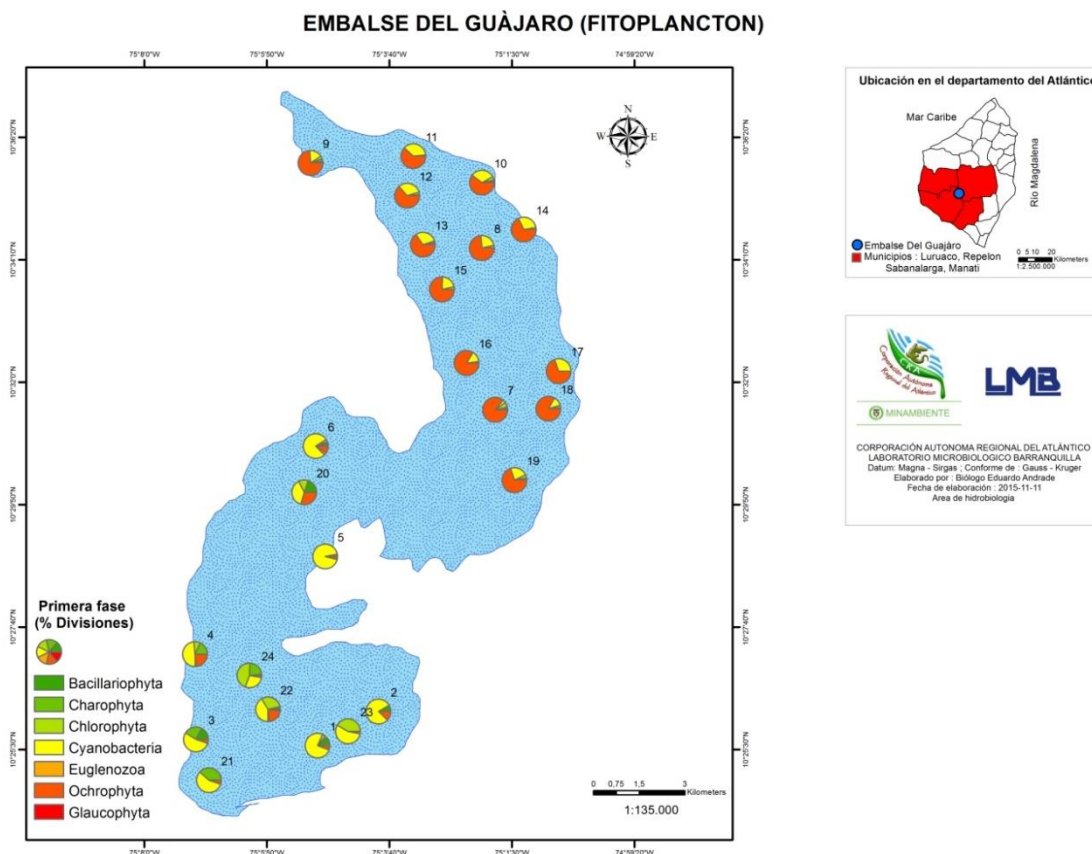


Figura 8-93. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en el Embalse del Guájaro, Primera Fase

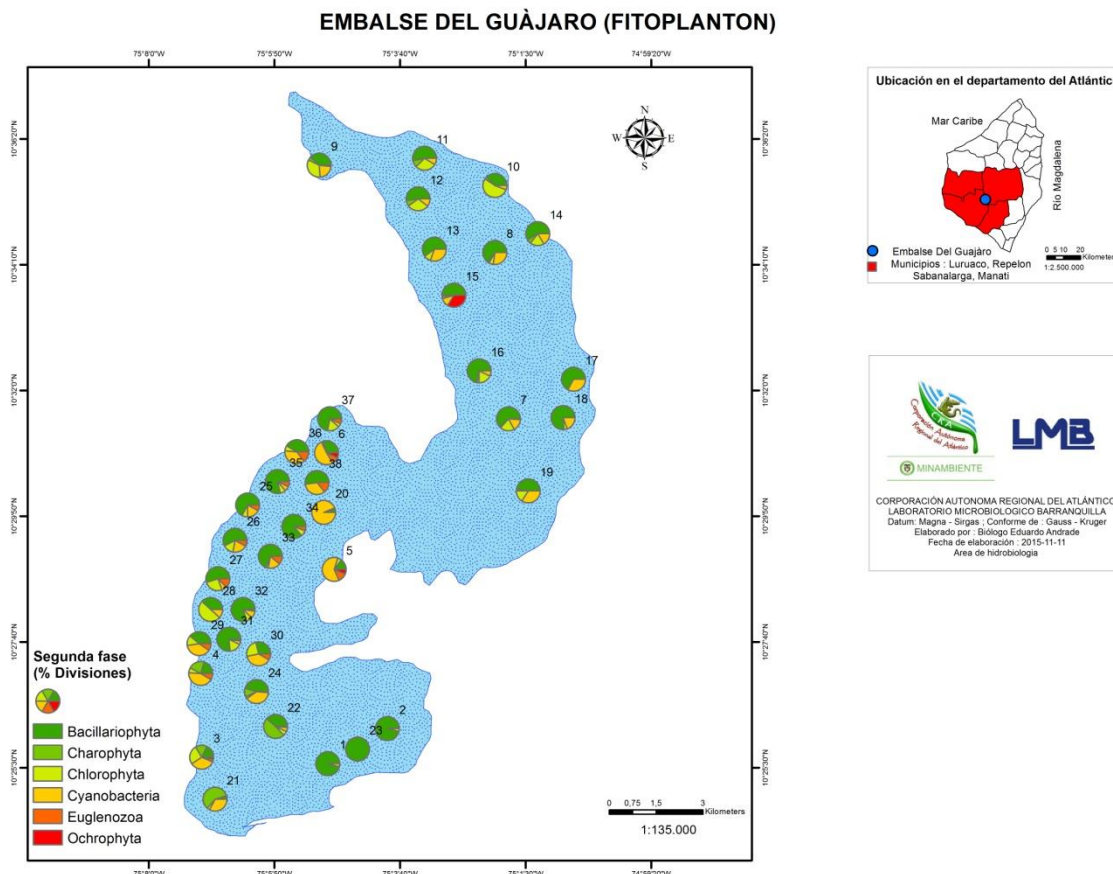
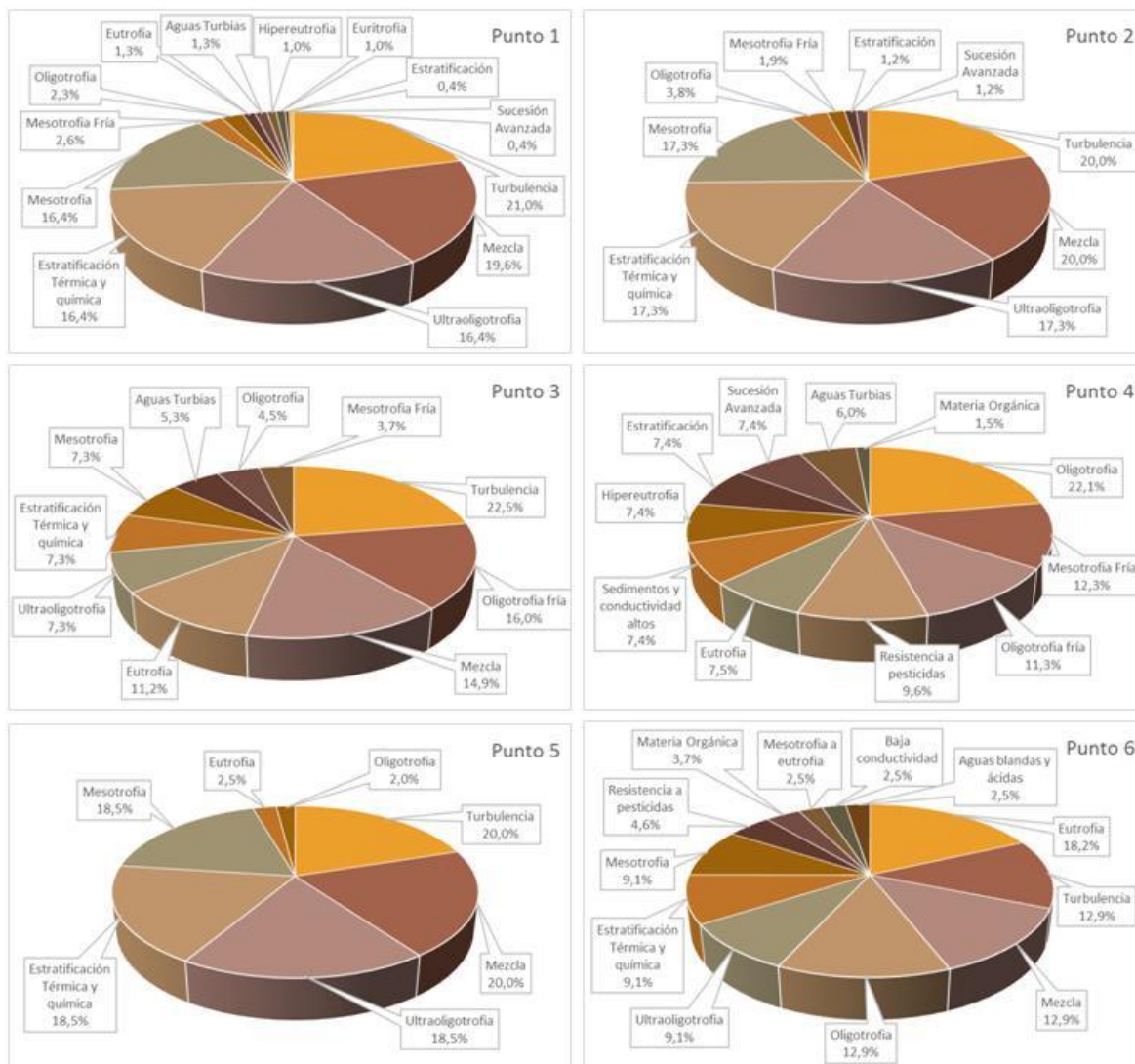


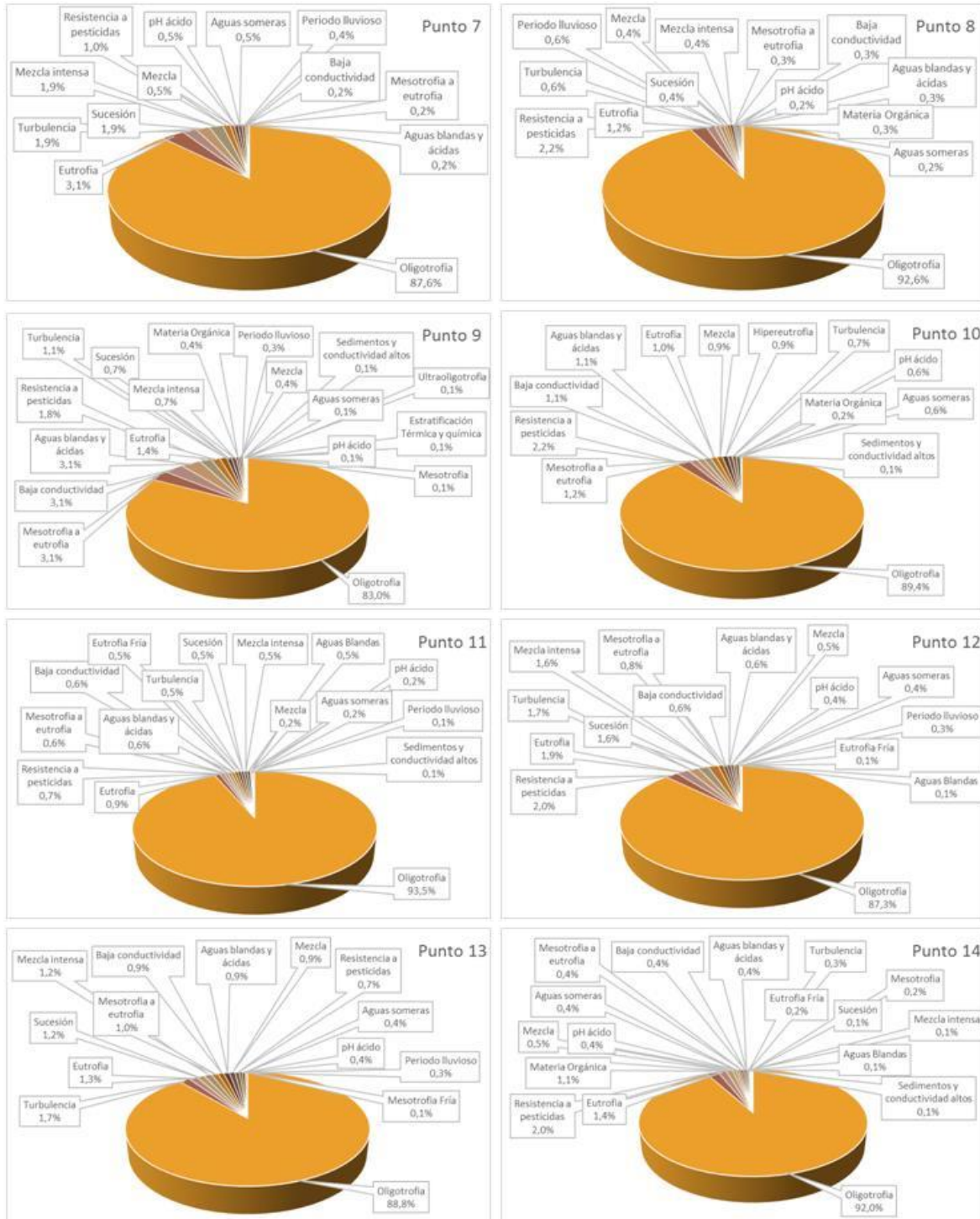
Figura 8-94. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

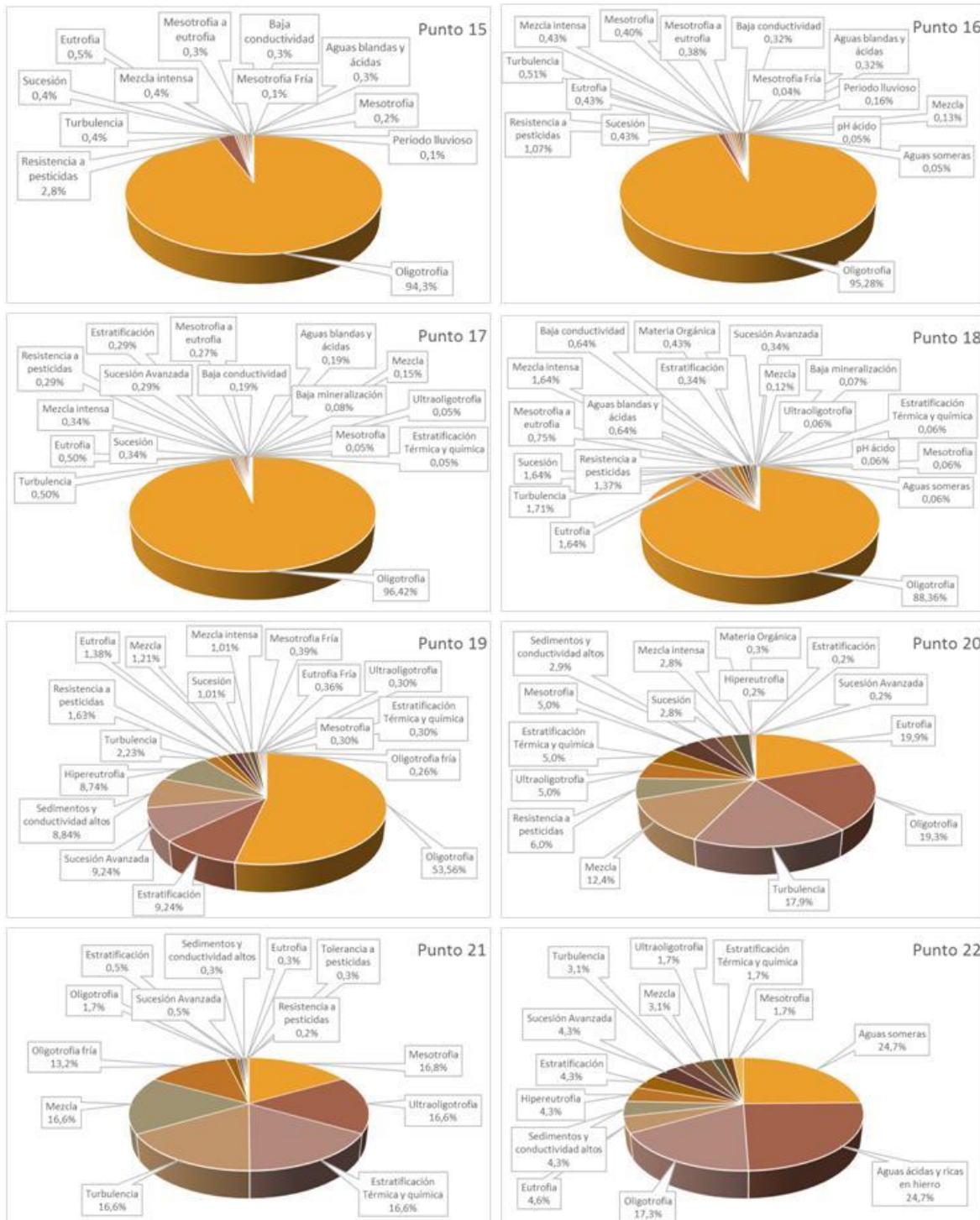
El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad, para esto se realizaron dos análisis, de manera general, por época climática y de manera puntual.

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que sobre el costado sur occidental de la ciénaga, se presenta mezcla y turbulencia (30%), la cual puede deberse a la incidencia de los vientos provenientes del nor – oriente, los cuales llevan las masas de agua en dirección al Punto 6, permaneciendo una mayor tasa de remoción en dicho sector. También se observa que entre la zona sur occidental y centro (Puntos 5, 1, 2 y 10), se presenta el predominio de la eutrofia, al igual que en el punto más al norte (Punto 3), mientras que en el Punto 4, se presenta predominio de la mesotrofia y la

eutrofia (32 y 31% respectivamente), sobre la turbulencia y mezcla (25%), indicando que sobre este costado también se presenta el fenómeno de recirculación de agua, causado por la incidencia del viento. En el costado oriental (Punto 9), se presenta en mayor proporción la mesotrofia (33%) que las bioindicaciones de turbulencia y mezcla (27%) y eutrofia (26%) (Figura 8-95).







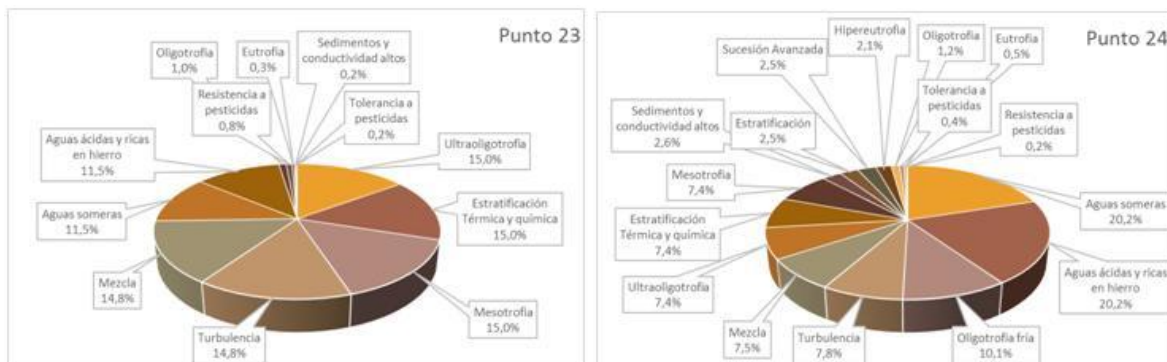


Figura 8-95. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la Embalse del Guájaro, Primera Fase

Para la totalidad de la ciénaga, durante la Primera Fase, se evidenció que la tendencia a la eutrofia en un 50%, precedida de la mesotrofia con un 22%, así como otros procesos tales como mezcla y turbulencia (16%), resistencia a pesticidas (6%), sedimentos y conductividad altos (6%), hipereutrofia (2%) y con muy baja proporción los procesos de presencia de materia orgánica (0,06%) y aguas ricas en sulfatos y cloruro de sodio (0,01%) (Figura 8-96).

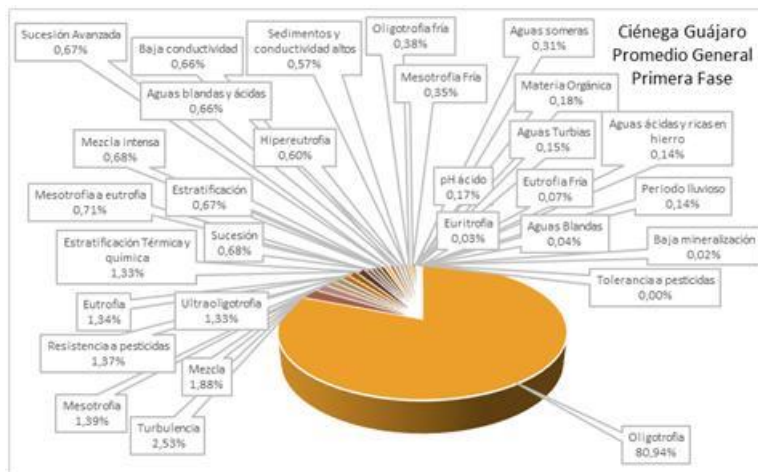
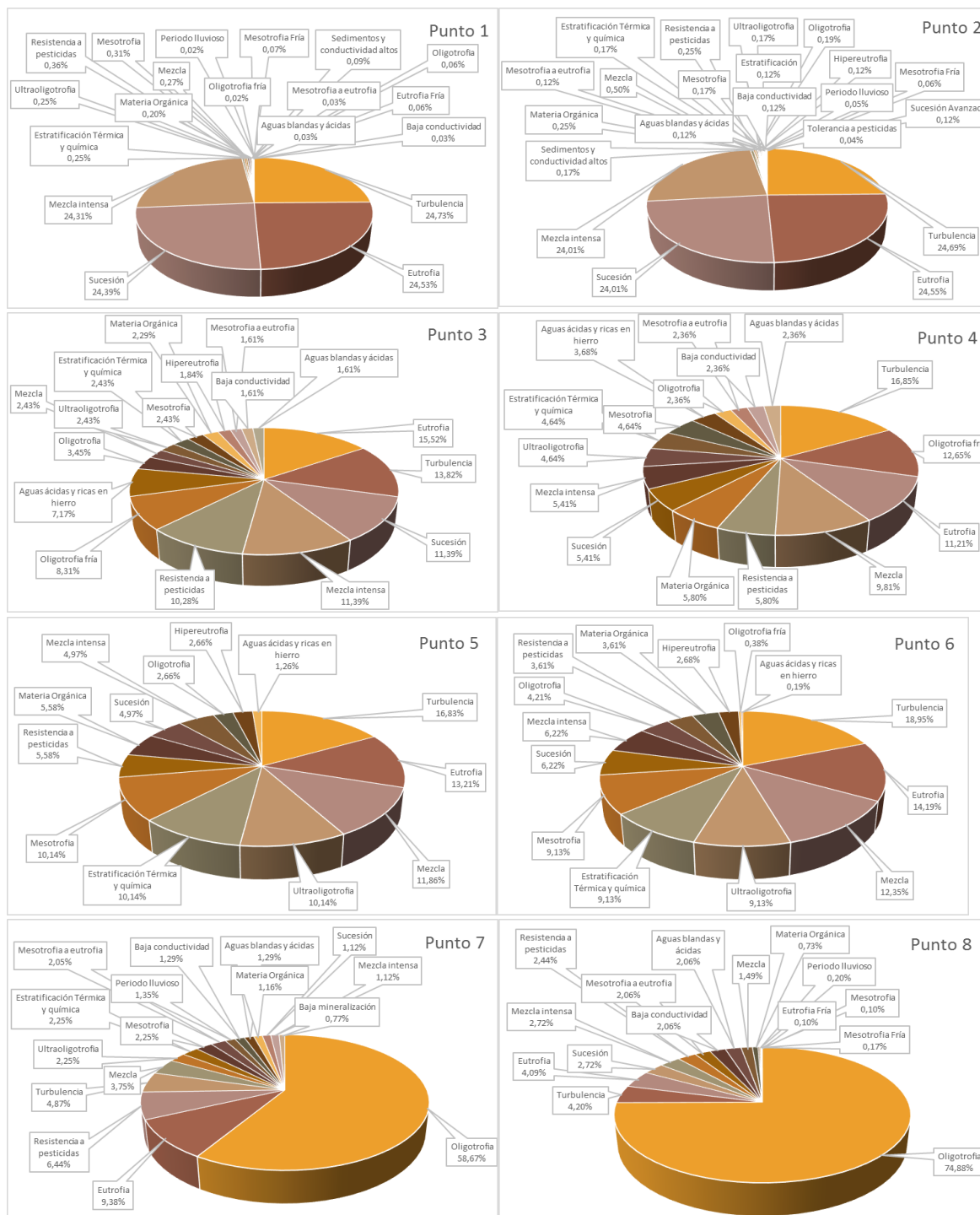
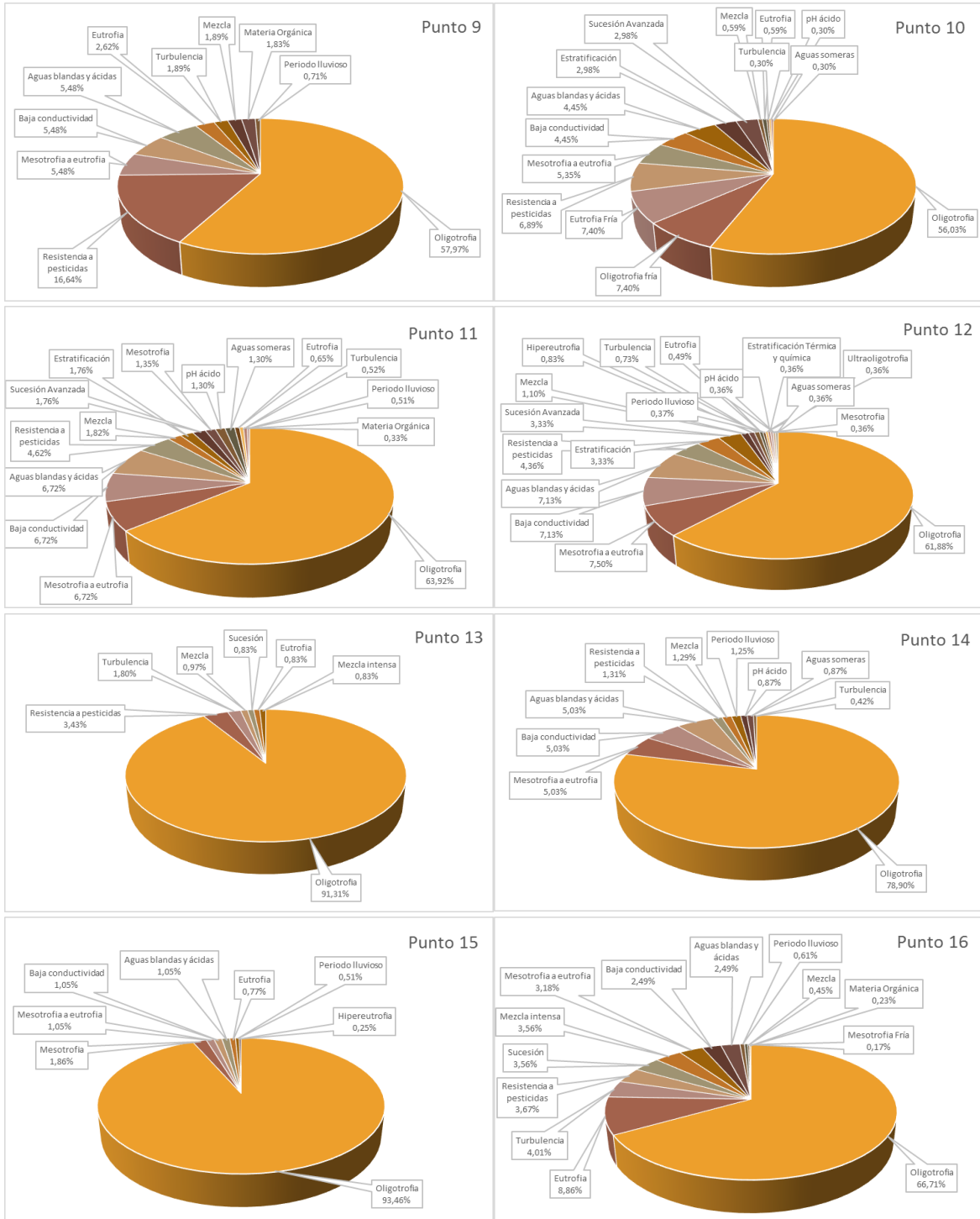


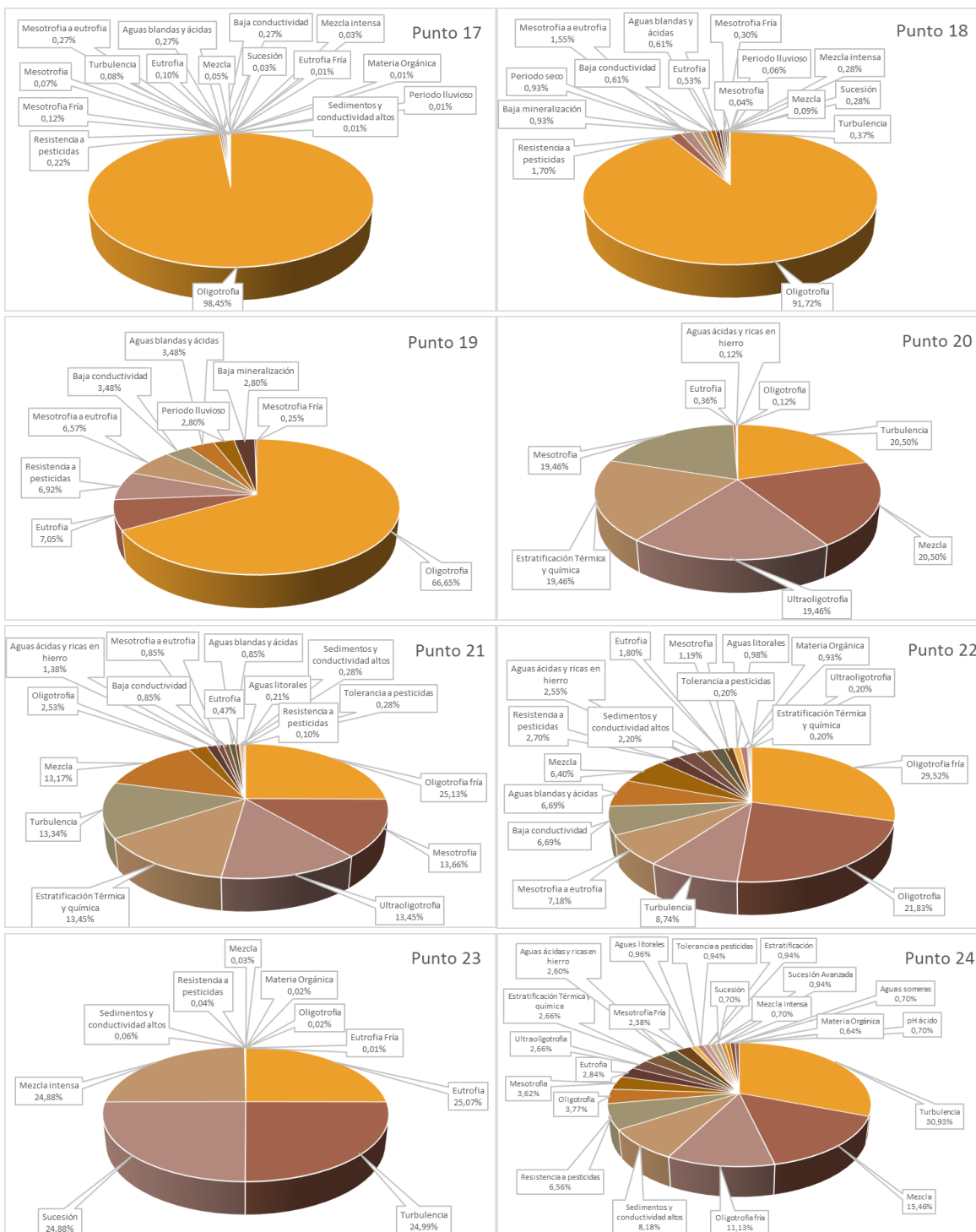
Figura 8-96. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la Embalse del Guájaro, Primera Fase

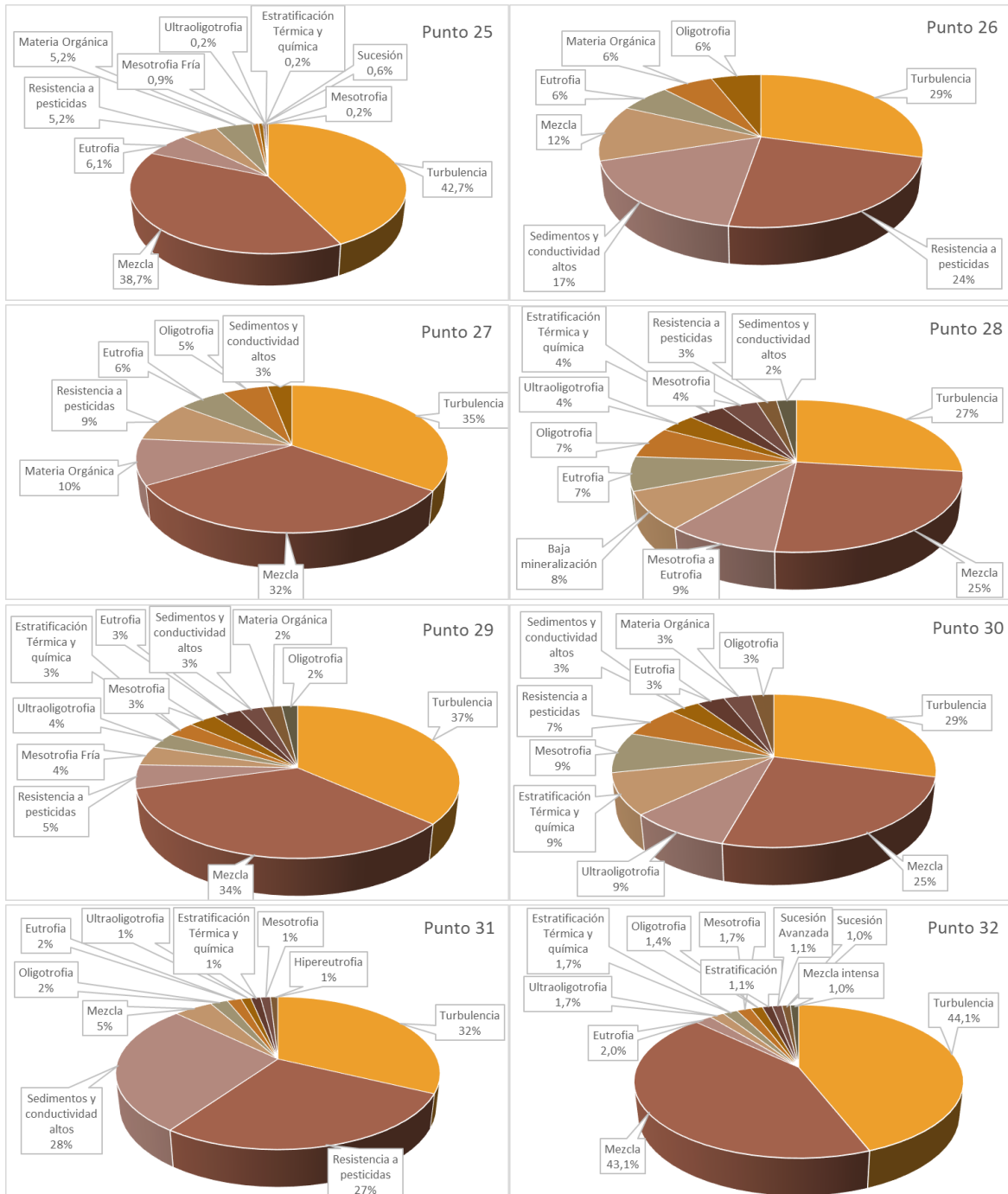
Durante la Segunda Fase se reportó un predominio de los procesos de Turbulencia, Eutrofia, Mesotrofia Oligotrofia, Mezcla y Resistencia a Pesticidas. La Turbulencia y la Mezcla fueron los procesos más bioindicados en la parte occidental y suroccidental del embalse, mientras que en la parte norte, fueron la Oligotrofia, la Mesotrofia y la Resistencia a Pesticidas los más abundantes. En la parte central y oriental, predominaron la Oligotrofia, la Eutrofia y la Resistencia a Pesticidas (Figura 8-97). Al hacer el análisis general del

embalse, se encontró que la Oligotrofia se presentó en una proporción del 77%, la Turbulencia en un 5%, la Eutrofia representó el 3%, la Mezcla, la Mezcla intensa, la Resistencia a Pesticidas y la Sucesión presentaron cada uno el 2%, y finalmente, las aguas Blandas y Ácidas y la Baja Conductividad representaron el 1% cada uno (Figura 8-98).









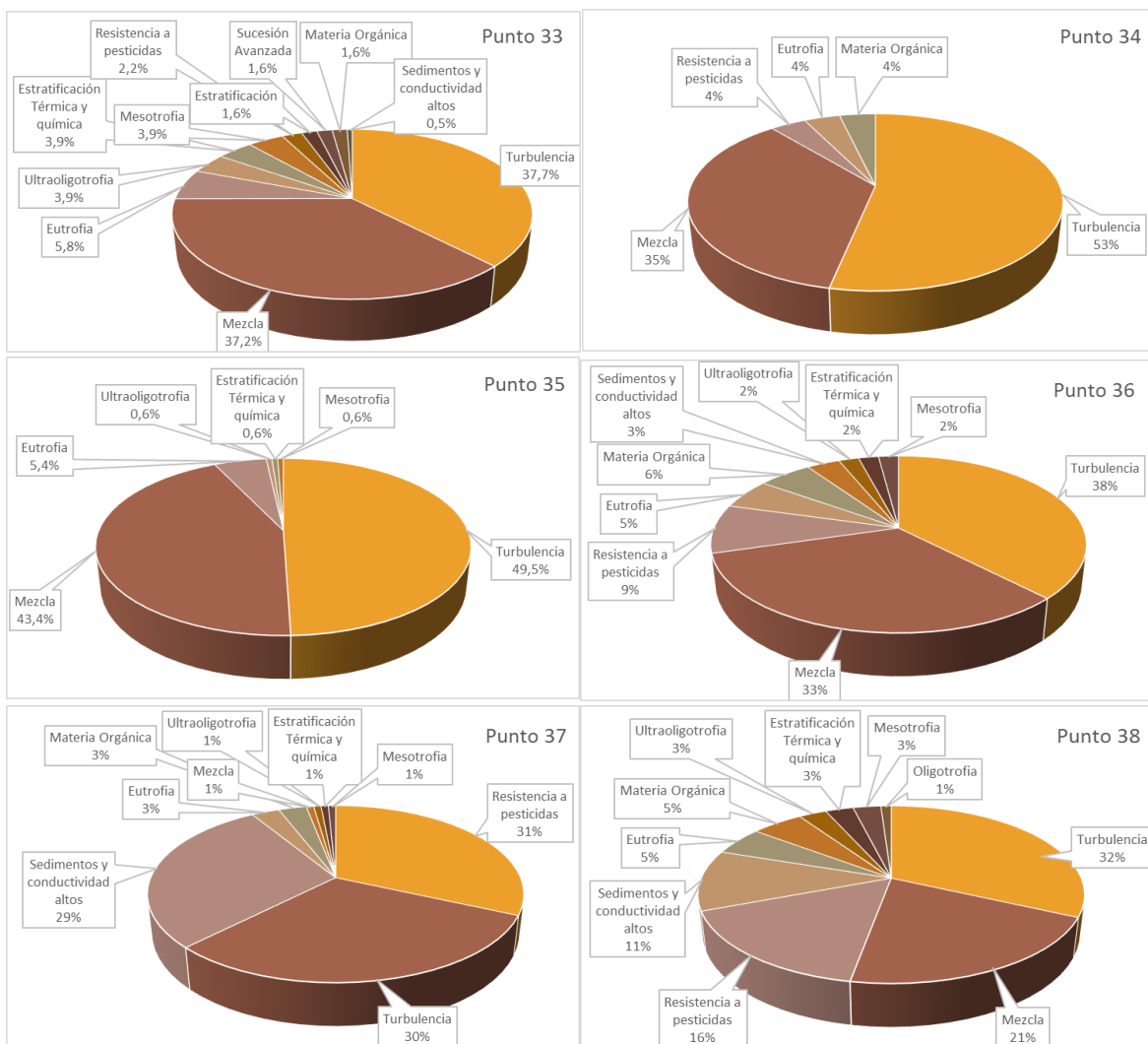


Figura 8-97. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

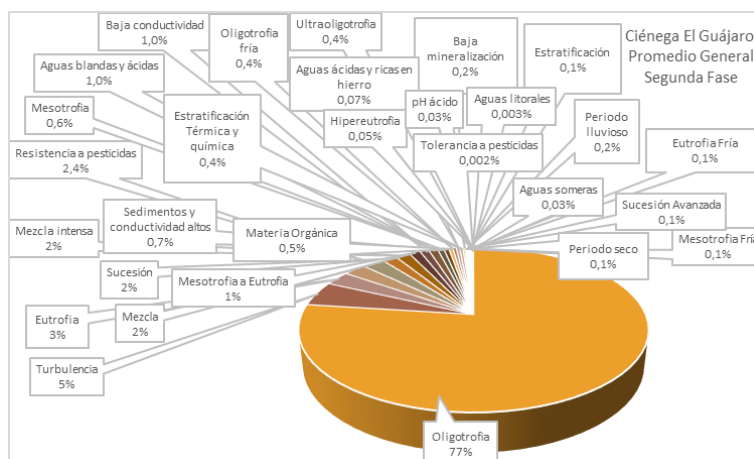


Figura 8-98. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase en el Embalse del Guájaro estuvo marcado por la presencia predominante de los organismos de la división Ochrophyta (Figura 8-93) y en la Segunda Fase los organismos de la División Bacillariophyta (Figura 8-94). Se observó un aumento de riqueza de manera general en los puntos comunes para las dos Fases del muestreo, solo en 7 de los 24 puntos se presentó una reducción (9, 10, 13, 14, 15, 19 y 20); por su parte en los valores de equidad se dio un aumento en la mayoría de los puntos y la dominancia baja en ambas fases. En cuanto al índice de Shannon-Wiener se presentó un cambio de categoría al subir los valores en muchos de los puntos, quedando solo 18 en la clasificación de “aguas muy contaminadas” y el resto en “aguas medianamente contaminadas”, lo opuesto ocurrió en la Primera Fase, con únicamente 6 puntos como “aguas medianamente contaminadas”. El cluster para evaluar la diferencia entre los puntos de muestreo durante las dos fases de muestreo mostro un comportamiento muy homogéneo, solo tres grupos unitarios se diferenciaron del resto (17, 20 y 22). La oligotrofia presente en las dos fases como bioindicación principal (Figura 8-96 y Figura 8-98) denotando posiblemente una baja productividad en el embalse.

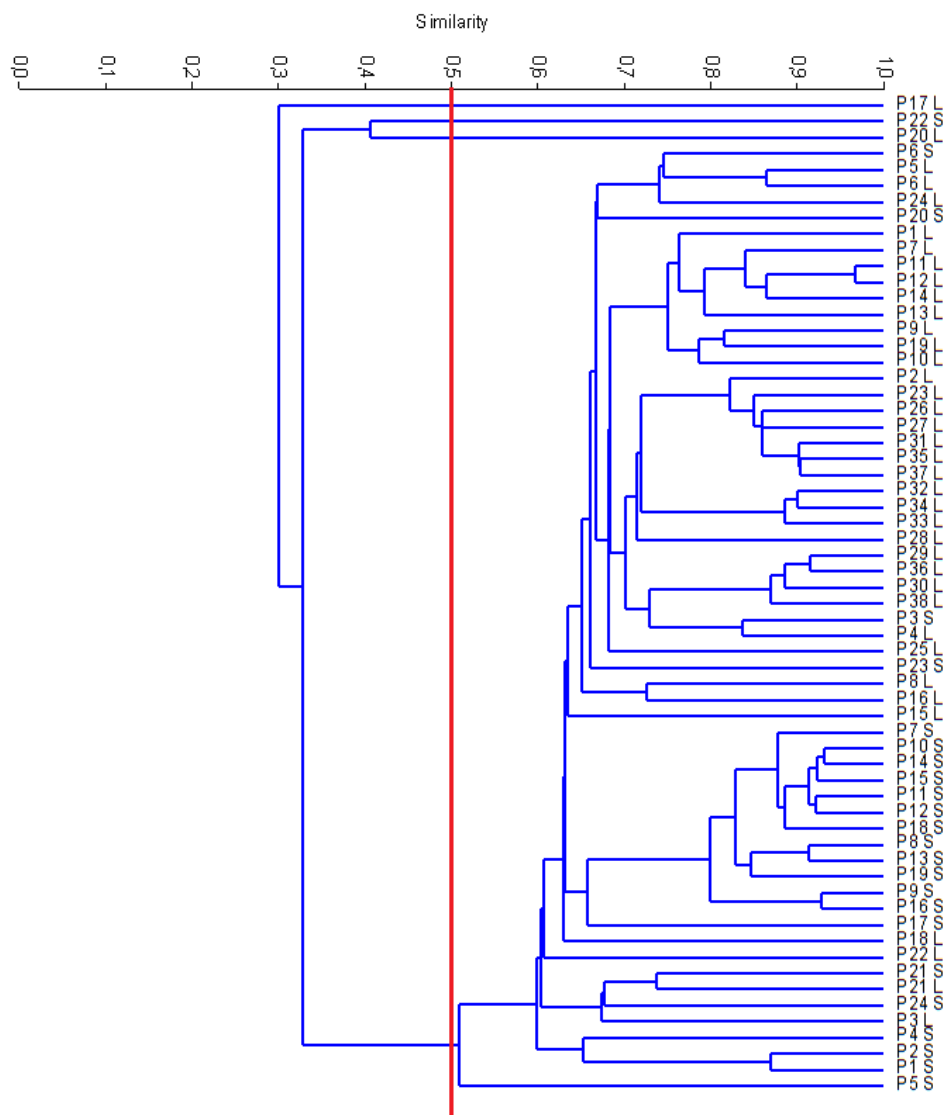


Figura 8-99. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de Fitoplancton en el Embalse del Guájaro, durante las dos fases. S) Primera Fase, L) Segunda Fase

8.1.6.1.3 Macrófitas acuáticas

Se reportaron tres especies de macrófitas acuáticas en este ecosistema durante la Primera Fase de Muestreos, agrupadas en 2 Familias, 2 Órdenes, 2 Clases y 1 División. Estos taxones se encontraron solo en el Punto 2 (Tabla 8-82). Por otra parte, en la Segunda Fase se encontraron 4 especies en los puntos 2, 26 y 27, clasificadas en 3 Familias, 3 Órdenes, 2 Clases y 1 División (Tabla 8-83). En ambas fases de Muestreo, la Familia Nelumbonaceae presentó la mayor Abundancia Relativa Promedio, (5) durante los dos muestreos.

Tabla 8-82. Composición de las Macrófitas Acuáticas en el Embalse del Guájaro, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de agua
					<i>Eichhornia sp</i>	Buchón de agua
		Magnoliopsida	Proteales	Nelumbonaceae	<i>Nelumbo lutea</i>	Martillo

Tabla 8-83. Composición de las Macrófitas Acuáticas en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de agua
					<i>Eichhornia sp</i>	Buchón de agua
		Magnoliopsida	Alismatales	Hydrocharitaceae	<i>Elodea sp</i>	-
					Proteales	Nelumbonaceae

Según los criterios de Schmidt-Mumm, 1988, se determinaron los biotopos para cada una de las especies de macrófitas que registradas en el embalse, encontrándose que en la Primera Fase, dos de las tres especies se clasificaron como Acropleustofitas, flotantes con uso de CO₂ atmosférico (Tabla 8-84, Figura 8-100-A); Este biotopo dominó también durante la Segunda Fase (Tabla 8-85, Figura 8-100-B).

Tabla 8-84 Biotopo para las macrófitas acuáticas reportadas en el embalse del Guájaro, Primera Fase

Familia	Taxón	Biotopo
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Pontederiaceae	<i>Eichhornia sp</i>	Acropleustophyta
Nelumbonaceae	<i>Nelumbo lutea</i>	ND

Tabla 8-85. Biotopo para las macrófitas acuáticas reportadas en el embalse del Guájaro, Segunda Fase

Familia	Taxón	Biotopo
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Pontederiaceae	<i>Eichhornia sp</i>	Acropleustophyta
Hydrocharitaceae	<i>Elodea sp</i>	ND
Nelumbonaceae	<i>Nelumbo lutea</i>	ND

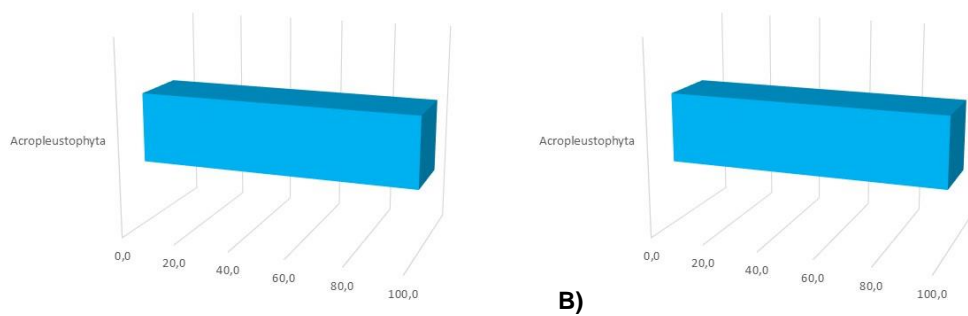


Figura 8-100. Espectro biotipológico de las proporciones de especies en las diferentes formas de vida (biotopos) A) Primera Fase B) Segunda Fase

8.1.6.2 . Comunidades de consumidores

8.1.6.2.1 Zooplancton

En el embalse del Guájaro, la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 62 especies, distribuidas en 26 familias 10 Órdenes, 6 Clases y 3 Phylum. De éstos, la Clase Eurotatoria, representó un 58,1% de la riqueza total (36 morfoespecies), seguida por la Clase Branchiopoda con 11 especies (17,7%), Maxillopoda 10 morfoespecies (16,1%), la Clase no determinada de Arthropoda-ND y Ostracoda aportaron 2 taxa juntas participan con un (4.4%) de riqueza y en el último lugar se sitúa el grupo de los Lobosa con una morfoespecie (1,6%) (Tabla 8-86)(Figura 8-101 A).

Tabla 8-86. Composición de la comunidad Zooplanctónica del Embalse del Guájaro, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina sp1</i>
				Macrothricidae	<i>Macrothrix sp</i>
				Chydoridae	<i>Pseudocyclops globus</i>
					<i>Ceriodaphnia spp</i>
				Daphniidae	<i>Daphnia magna</i>
					<i>Daphnia pulex</i>
				Moinidae	<i>Moina sp</i>
				NA	<i>Alona spp</i>
				Sididae	<i>Diaphanosoma sp1</i>
				Acantholeberidae	<i>Acantholeberis sp</i>
				ND	<i>Branchiopoda sp</i>
		Calanoida	Acartiidae	<i>Acartia sp</i>	
			Diaptomidae	<i>Eudiaptomus sp</i>	
			Cyclopidae	<i>Macrocyclus fuscus</i>	
				<i>Macrocyclus sp 1</i>	
				<i>Eucyclops sp</i>	
		Maxillopoda	Cyclopoida	<i>Copepodito Morfoespecie 1</i>	
				<i>Copepodito Morfoespecie 2</i>	
				<i>Cyclopoida Morfoespecie 1</i>	
				<i>Cyclopoida Morfoespecie 5</i>	
<i>Megacyclops sp</i>					
ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1			

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
		Arthropoda-ND			Larva Nauplio Morfoespecie 2
		Ostracoda	ND	ND	<i>Ostracoda spp</i>
			Podocopida	Cypridae	<i>Eucypris sp</i>
				Hexarthridae	<i>Hexarthra spp</i>
					<i>Filinia longiseta</i>
			Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia opoliensis</i>
					<i>Filinia sp 1</i>
					<i>Filinia terminalis</i>
					<i>Asplanchna sp 2</i>
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i>
					<i>Asplanchna sp</i>
					<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus bidentata</i>
					<i>Brachionus bidentatus</i>
					<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus dolobratulus dolobratulus</i>
					<i>Brachionus falcatus falcatus</i>
					<i>Brachionus havanaensis</i>
					<i>Brachionus patulus patulus</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
	Rotifera	Eurotatoria		Brachionidae	<i>Brachionus quadridentatus</i>
					<i>Brachionus rubens</i>
					<i>Brachionus urceus</i>
			Ploima		<i>Keratella americana</i>
					<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>
					<i>Keratella quadrata</i>
					<i>Keratella tecta</i>
					<i>Keratella testudo</i>
					<i>Keratella tropica</i>
					<i>Keratella valga</i>
				Dicranophoridae	<i>Encentrum sp1</i>
				Gastropodidae	<i>Gastropus spp</i>
					<i>Lecane luna</i>
					<i>Lecane mira</i>
				Lecanidae	<i>Lecane rettneri</i>
					<i>Lecane sp</i>
				Synchaetidae	<i>Polyarthra sp 1</i>
					<i>Trichocerca rattus</i>
				Trichocercidae	<i>Trichocerca sp 1</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella gibbosa</i>

Tabla 8-87 Composición de la comunidad Zooplanctónica del Embalse del Guájaró, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Annelida	Anelida-ND	ND	ND	Larva Morfoespecie 1
					<i>Ceriodaphnia sp</i>
					<i>Daphnia magna</i>
				Daphniidae	<i>Daphnia pulex</i>
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca		<i>Daphnia sp</i>
				Macrothricidae	<i>Macrothrix sp</i>
				Moinidae	<i>Moina sp</i>
				NA	<i>Alona spp</i>

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Pseudochydorus globosus</i>
				Sididae	<i>Diaphanosoma</i> sp1
			ND	ND	<i>Acantholeberis</i> sp
					<i>Branchiopoda</i> sp
				Acartiidae	<i>Acartia</i> sp
		Calanoida		Diaptomidae	<i>Argyrodiaptomus</i> sp
					<i>Eudiaptomus</i> sp
					<i>Macrocyclus fuscus</i>
		Maxillopoda		Cyclopidae	<i>Macrocyclus</i> sp
					Macrocyclus spp
					<i>Megacyclus</i> sp
				Cyclopidae	<i>Eucyclops</i> sp
			Harpacticoida	Euterpinidae	<i>Euterpina</i> spp
					Larva Mysis spp
		Arthropda-ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1
					Larva Nauplio Morfoespecie 2
					Larva Nauplio Morfoespecie 3
		Ostracoda			Ostracoda spp
			Podocopida	Cypridae	<i>Eucypris</i> sp
				Hexarthridae	<i>Hexarthra</i> spp
				Testudinellidae	<i>Testudinella</i> sp
					<i>Filinia longiseta</i>
			Flosculariaceae		<i>Filinia opoliensis</i>
				Trochosphaeridae	<i>Filinia</i> spp
					<i>Filinia terminalis</i>
					<i>Trochosphaera</i> sp
					<i>Asplanchna</i> sp 2
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i>
					<i>Asplanchna</i> sp
					<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus bidentatus</i>
					<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus caudatus</i> (Morfotipo 2)
					<i>Brachionus dolabratus dolabratus</i>
		Rotifera	Eurotatoria		<i>Brachionus falcatus falcatus</i>
					<i>Brachionus havanaensis</i>
					<i>Brachionus patulus patulus</i>
			Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus quadricornis</i>
					<i>Brachionus quadridentatus</i>
					<i>Brachionus urceolaris</i>
					<i>Brachionus urceus</i>
					<i>Keratella americana</i>
					<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>
					<i>Keratella tecta</i>
					<i>Keratella tropica</i>
				Dicranophoridae	<i>Encentrum</i> sp
				Gastropodidae	<i>Gastropus</i> spp
					<i>Lecane bulla</i>
				Lecanidae	<i>Lecane bulla bulla</i>

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Lecane luna</i>
					<i>Lecane lunaris lunaris</i>
					<i>Lecane mira</i>
				Synchaetidae	<i>Polyarthra sp 1</i>
					<i>Polyarthra spp</i>
Protozoa	NA	Lobosa	Arcellinida	Centropxyidae	<i>Centropxyis aculeata</i>
				Difflogiidae	<i>Difflogia (D. pyriformis)</i>

Durante la Segunda Fase se registraron 65 morfoespecies repartidas en 25 familias, 11 Órdenes 7 Clases, 4 Phylum, la riqueza estuvo dominada por los rotíferos pertenecientes a la Clase Eurotatoria con 36 especies (55,4%), procedido del grupo de los braquiopodos 11 morfoespecies (16,9%), Maxillopoda 10 taxas (15,4%), Arthropoda-ND Arthropoda-ND 3 morfoespecies (4,6%), Lobosa 2 especies (3.1%), Ostrácoda 2 morfoespecies (3.1%) y una clase no determina Animalia-ND 1 solo individuo (1,5%)(Tabla 8-87).

Al observar las abundancias de las Clases en la Primera Fase, se evidenció el predominio de los representantes de la Clase Eurotatoria, la cual contribuyó con el 59,4% de la abundancia total (394,52 Organismos/L), seguido por el aporte realizado por las Clases Maxillopoda 121,26 Organismos/L (18,3%), Branchiopoda 92,12 Organismos/L (13,9%), Arthropoda-ND 29,88 Organismos/L (4,5%), y en menor proporción Ostracoda 17, 88 Organismos/L (2,7%) y Lobosa 8,45 Organismos/L (1,3%)(Figura 8-101 A)

Lo anterior permite considerar al embalse del Guájaro como un medio eutrofizado, donde los rotíferos por su condición euritolerante y pionera ocupan estos espacios en distribución y densidad, modificando y fluctuando sus comunidades de acuerdo a las condiciones del ambiente.

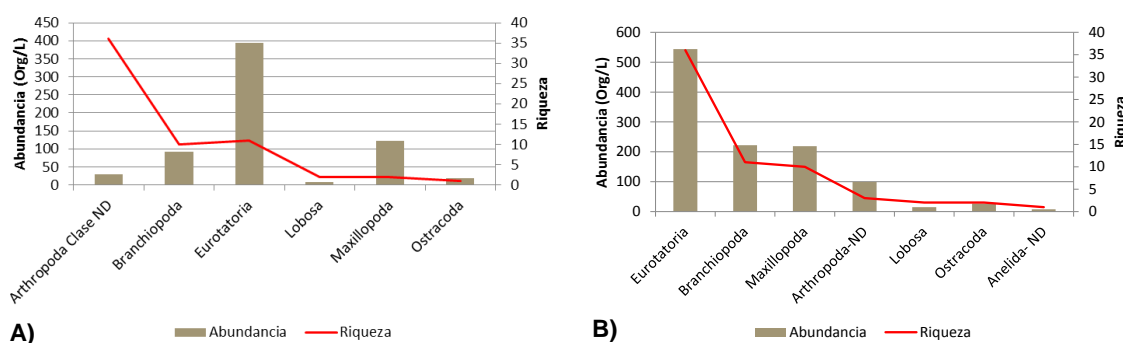


Figura 8-101. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en el Embalse del GuájaroA) Primera Fase y B) Segunda Fase

En tanto que la Segunda Fase (Figura 8-101 A), se siguen imponiendo los Rotíferos de la Clase Eurotatoria como el grupo de mayor densidad con 544,15 Organismos/L (48%), la abundancia de la Eurotatoria para la segunda parte de este estudio se incrementó

considerablemente, es posible que estos aumentos se deban a que en la Segunda Fase se adicionaron puntos de muestreo que no estaban en la Primera Fase hecho que incide en la proporción de las abundancias. La clase Branchiopoda en esta fase ocupó el segundo lugar con 222,08 Organismos/L (19,6%), mientras que los Maxillipodos aportaron 218,9 Organismos/L (19,3%), seguidos de Arthropoda-ND 99,7 Organismos/L (8,8%) el resto de clases aportan 4,4% restante de la abundancia total.

Los puntos que mayor contribuyeron a la riqueza fueron el 9, 6 y 2 (13, 12 y 10 especies respectivamente), mientras que en el punto 5 solamente se reportaron 4 especies. 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 a media, ya que sus valores fluctuaron entre 0,12 y 0,57, observándose una dominancia media en los Puntos 10, 5 y 8 y baja en los Puntos 2, 7, 6 y 3.

Por su parte el índice de Pielou reveló que la comunidad zooplanctónica de los Puntos 7 y 2 se encuentra muy equilibrada, mientras que en los Puntos 1 y 2, presenta tendencias al equilibrio y en los Puntos 4, 5, 8, 9 y 10 se encuentra medianamente equilibrada (Tabla 8-88).

Tabla 8-88. Índices ecológicos del zooplancton en el embalse del Guájaro, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
P1	19	0,907	2,670	0,080
P2	18	0,920	2,658	0,079
P3	23	0,886	2,779	0,081
P4	24	0,893	2,839	0,076
P5	32	0,920	3,189	0,047
P6	31	0,888	3,051	0,060
P7	24	0,865	2,748	0,064
P8	19	0,848	2,496	0,107
P9	25	0,963	3,100	0,046
P10	17	0,885	2,508	0,102
P11	17	0,898	2,545	0,088
P12	19	0,911	2,683	0,084
P13	25	0,966	3,108	0,049
P14	27	0,924	3,047	0,053
P15	15	0,896	2,428	0,102
P16	24	0,916	2,911	0,067
P17	19	0,820	2,413	0,133
P18	28	0,917	3,057	0,060
P19	28	0,957	3,190	0,044
P20	21	0,881	2,681	0,073
P21	30	0,969	3,297	0,037
P22	27	0,959	3,161	0,043
P23	23	0,904	2,833	0,068
P24	28	0,971	3,235	0,040

Tabla 8-89 Índices ecológicos del zooplancton en el embalse del Guájaro, Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson A'
P1	27	0,923	3,043	0,052
P2	28	0,959	3,195	0,043
P3	25	0,861	2,772	0,079
P4	29	0,941	3,168	0,047
P5	16	0,874	2,424	0,117
P6	19	0,863	2,541	0,098
P7	24	0,935	2,972	0,058
P8	27	0,880	2,900	0,086
P9	28	0,966	3,220	0,040
P10	20	0,926	2,774	0,073
P11	25	0,929	2,989	0,052
P12	20	0,898	2,691	0,082
P13	12	0,937	2,330	0,097
P14	18	0,919	2,658	0,086
P15	23	0,947	2,969	0,055
P16	20	0,905	2,710	0,080
P17	24	0,936	2,976	0,057
P18	25	0,964	3,102	0,048
P19	28	0,948	3,158	0,046
P20	28	0,968	3,226	0,041
P21	28	0,947	3,156	0,047
P22	21	0,973	2,963	0,052
P23	18	0,962	2,781	0,065
P24	19	0,942	2,775	0,068
P25	20	0,962	2,883	0,059
P26	17	0,929	2,633	0,083
P27	18	0,937	2,709	0,076
P28	10	0,885	2,038	0,155
P29	17	0,903	2,558	0,090
P30	17	0,933	2,644	0,081
P31	16	0,917	2,543	0,094
P32	14	0,887	2,340	0,126
P33	13	0,906	2,325	0,119
P34	13	0,883	2,266	0,124
P35	13	0,881	2,261	0,126
P36	14	0,859	2,267	0,127
P37	14	0,881	2,326	0,124
P38	10	0,877	2,020	0,157

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera ($p=0,00001$) como en la Segunda Fase ($p=0,8628$). Se realizó un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, formándose, con un 50% de similaridad, cuatro grupos; el primero integrado por

el Punto 1; el segundo por el Punto 2 y 3, el tercero por los Puntos 6 y 7 y el cuarto por los Puntos restantes (Figura 8-102).

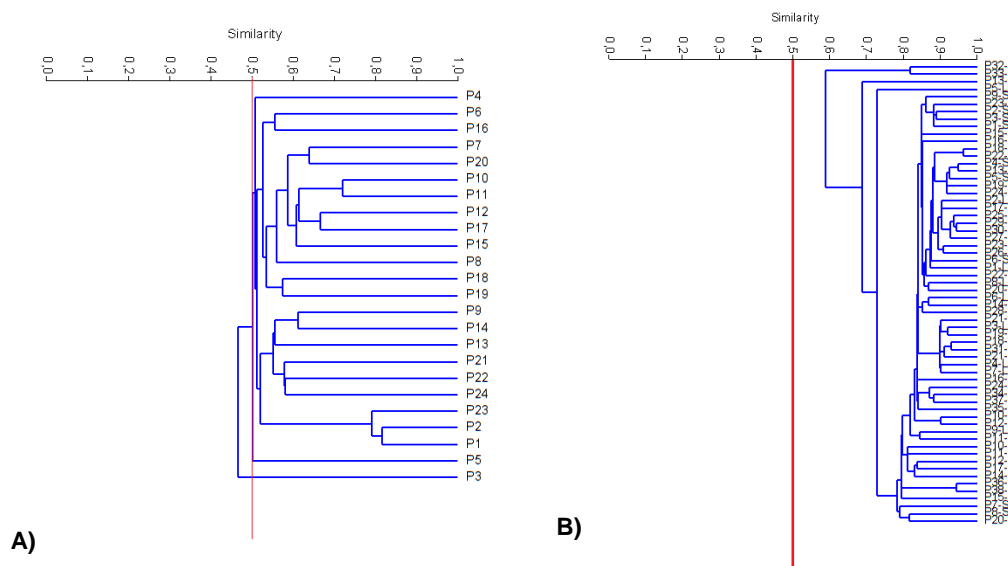
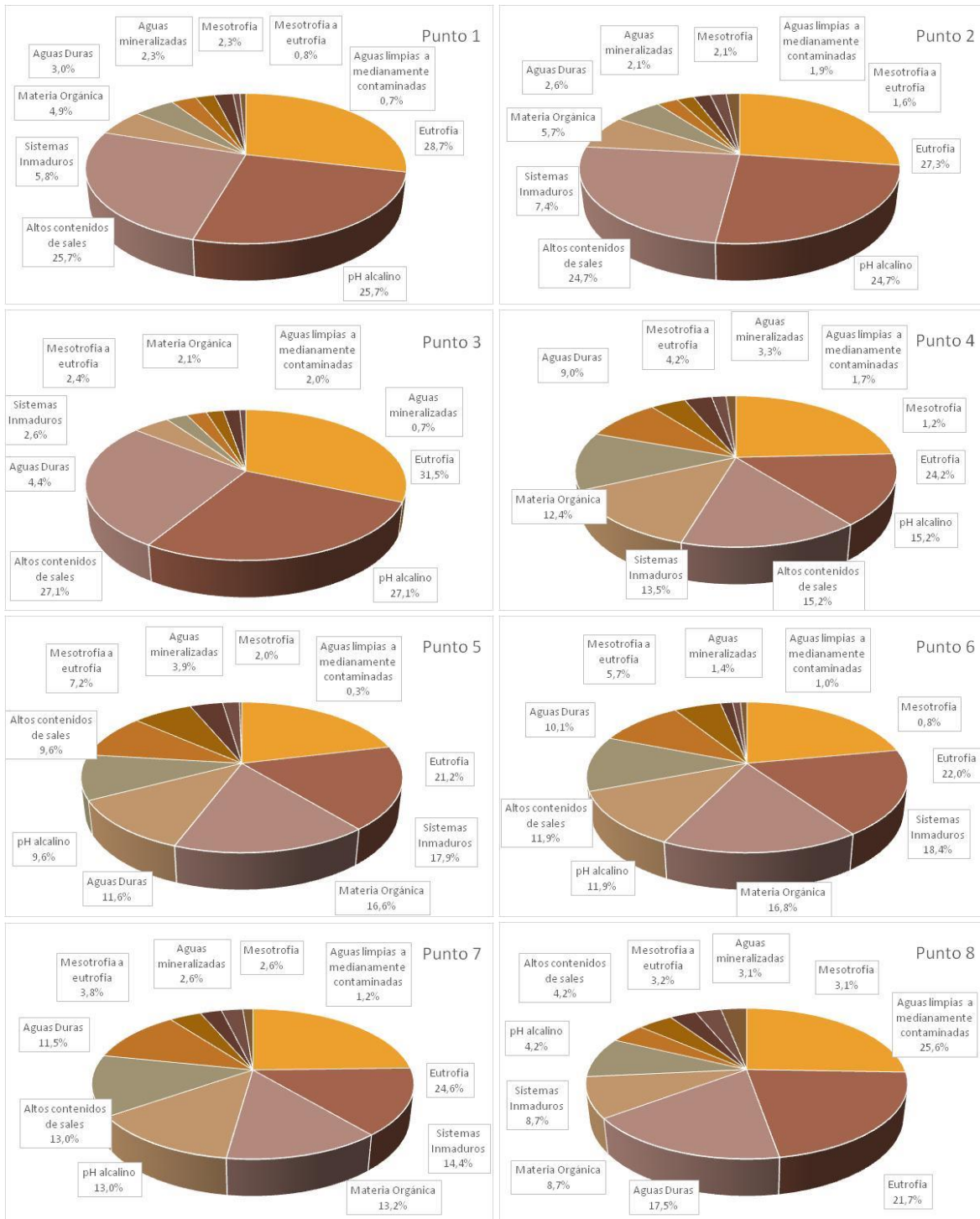
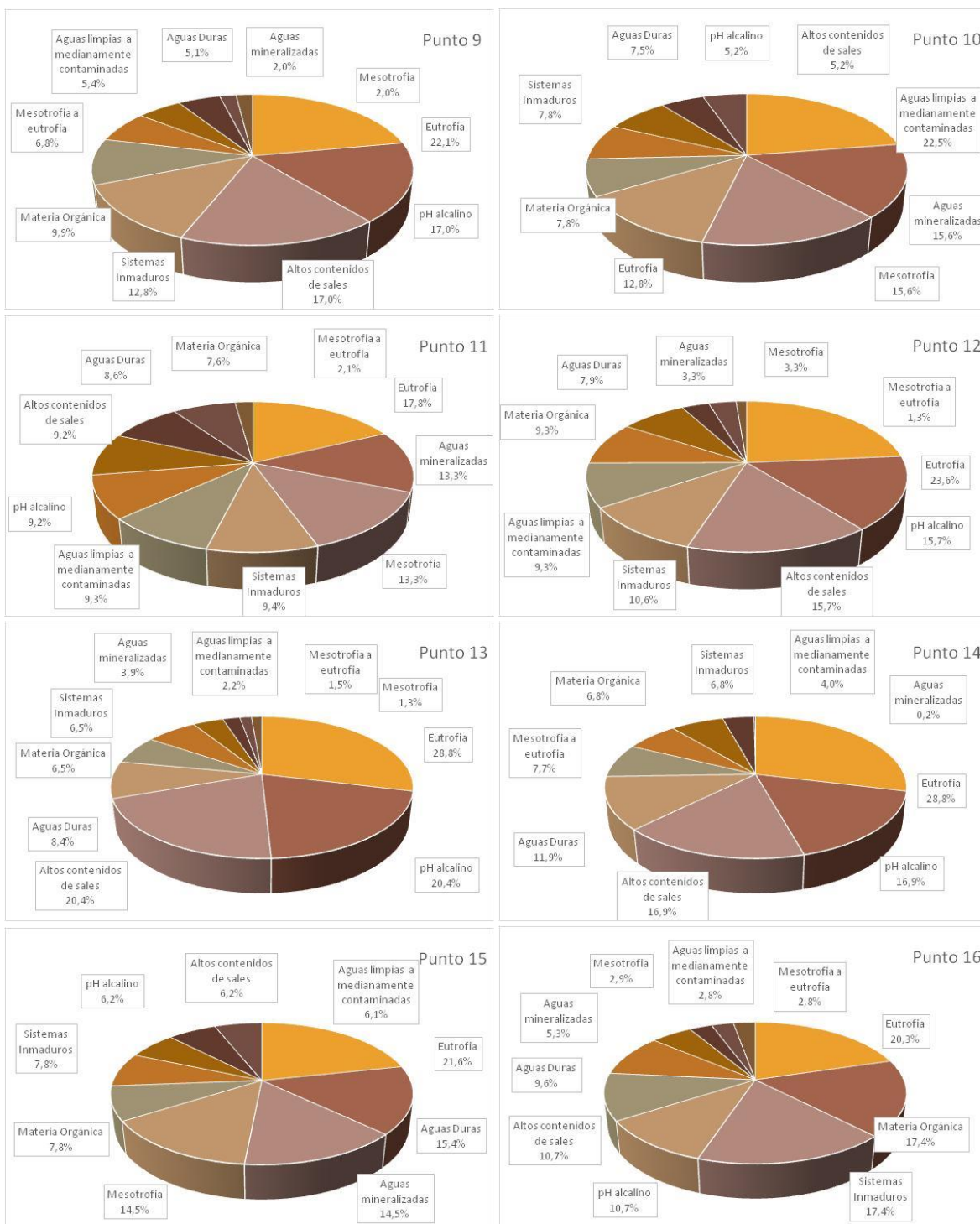


Figura 8-102. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en el Embalse del Guájaro A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que la mayoría de los puntos evaluados en la ciénaga presentan tres bioindicaciones predominantes, altos contenidos de sales, eutrofia y pH alcalino, todas ellas en proporciones similares, excepto en el Punto 7, donde ocurrió un ligero incremento en la proporción de la eutrofia y se evidenció la presencia de aguas duras, y en el Punto 9, donde también se evidenció un leve incremento en la proporción de eutrofia y se evidenció la presencia de mesotrofia (Figura 8-103). De manera general para la ciénaga se observó el predominio de aguas eutróficas (26,5%), con pH alcalino y con alto contenido de sales (16, 7,01% cada una) (Figura 8-104).





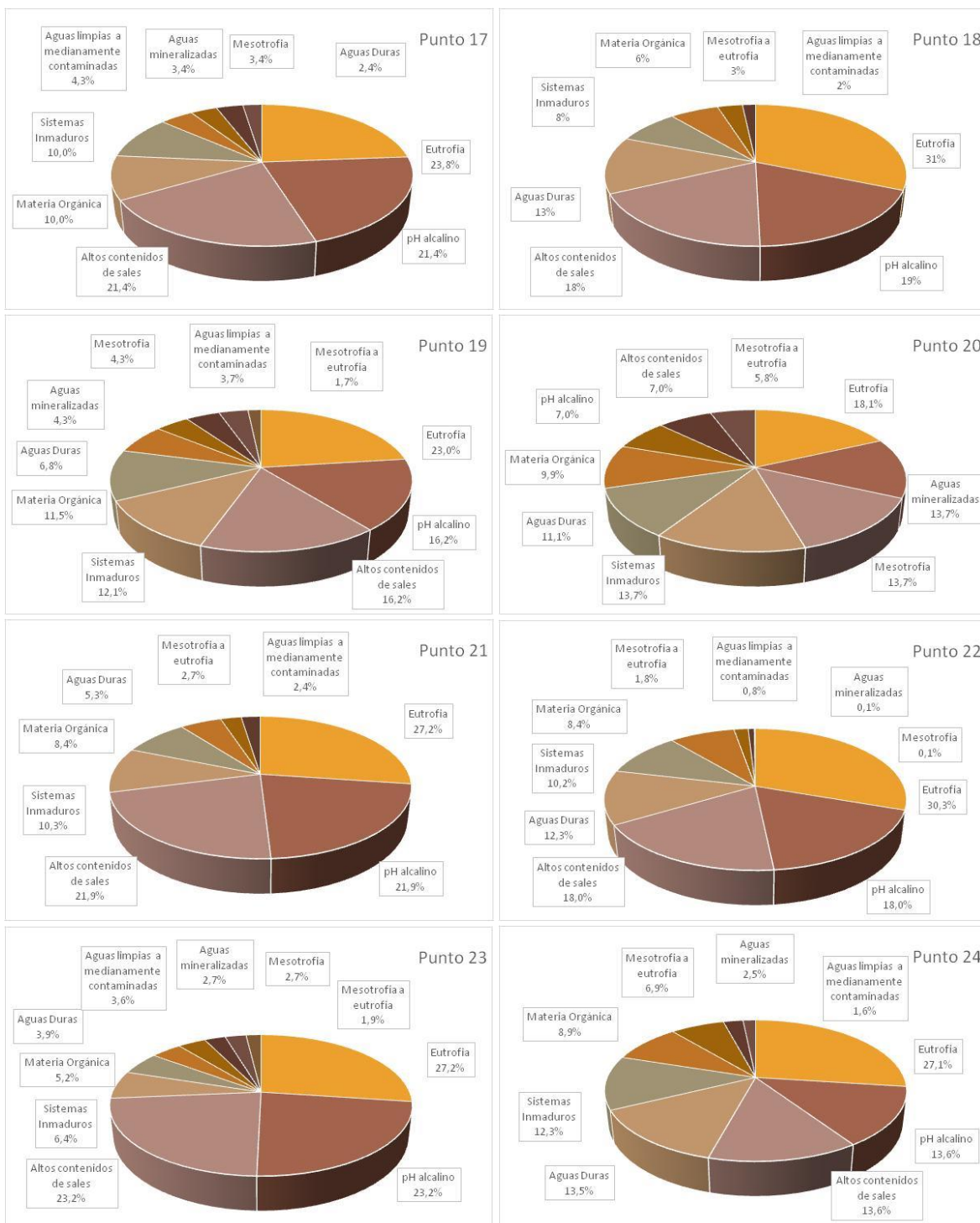


Figura 8-103. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en el Embalse del Guájaro, Primera Fase

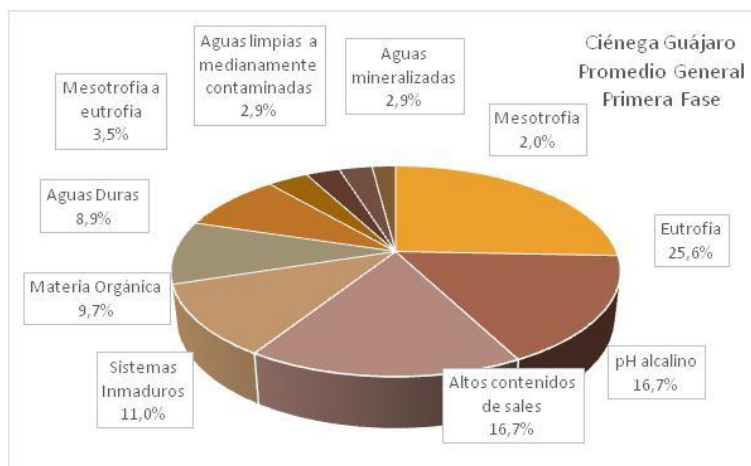
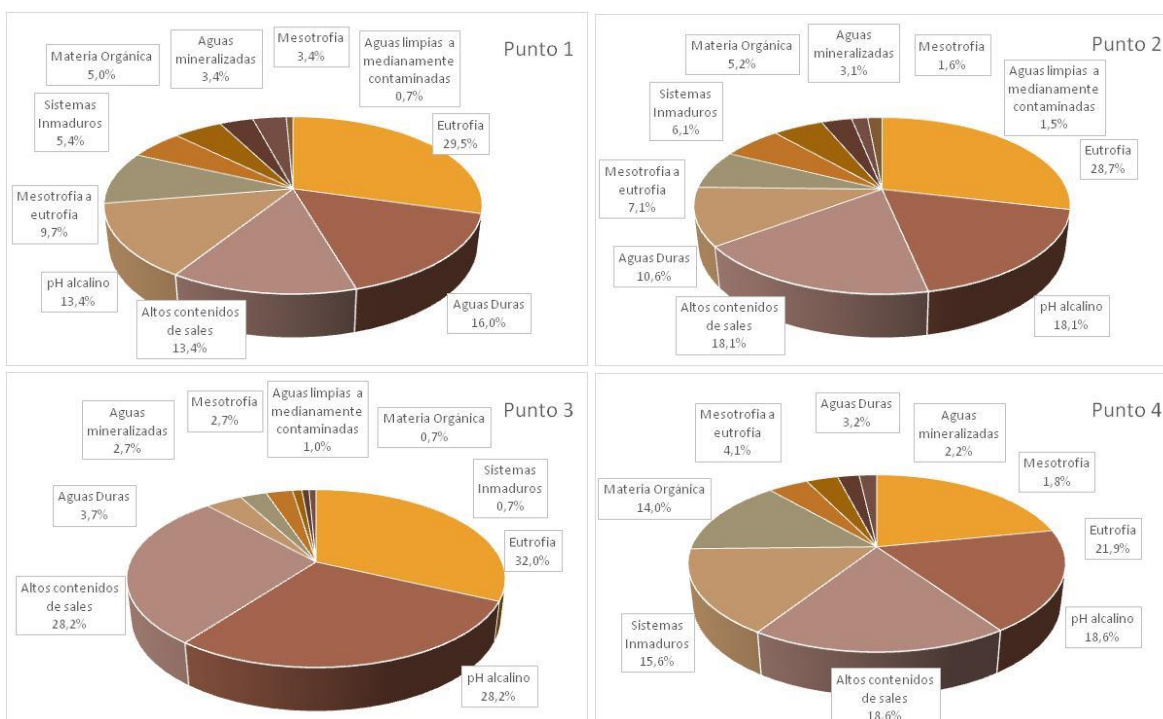
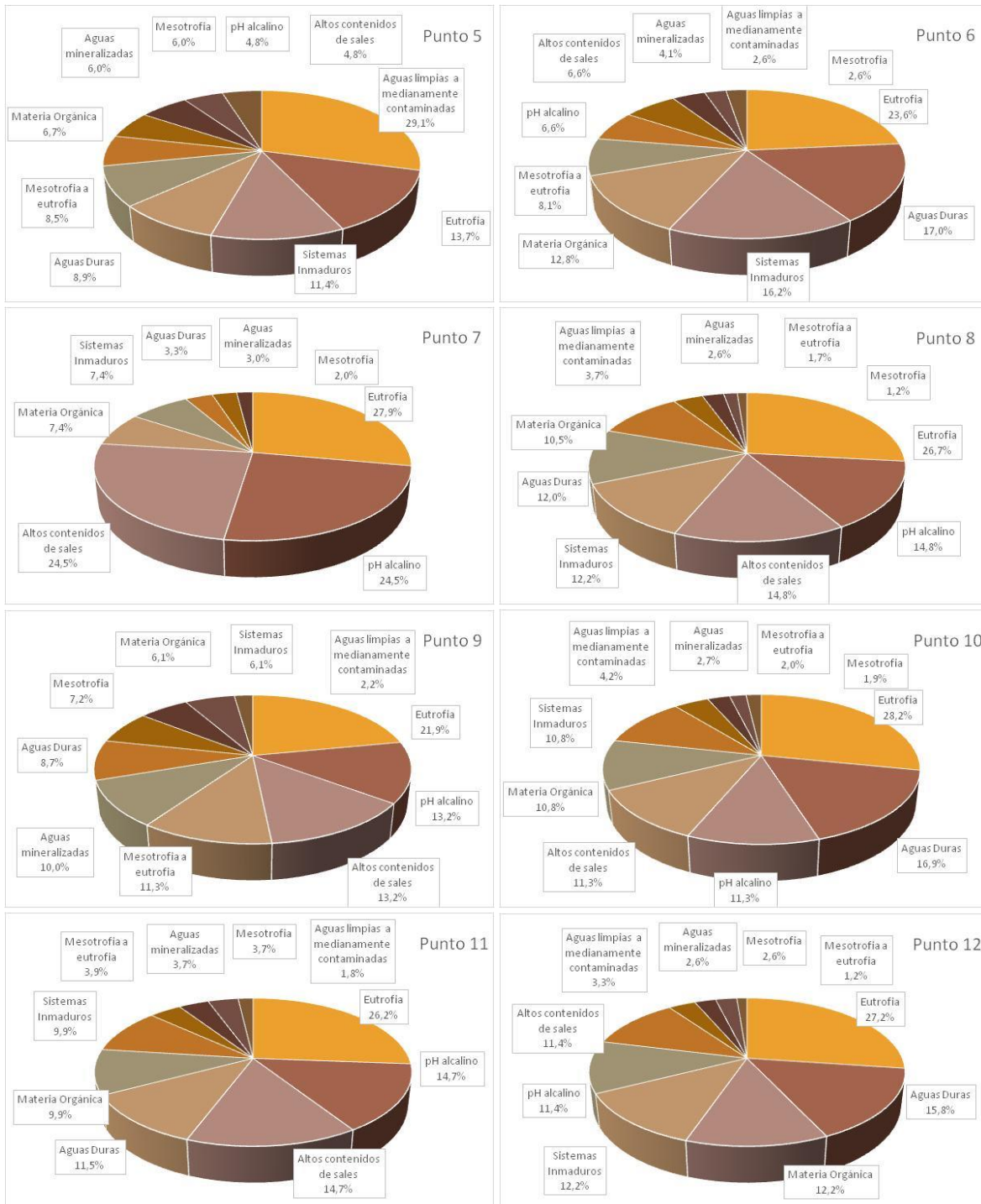
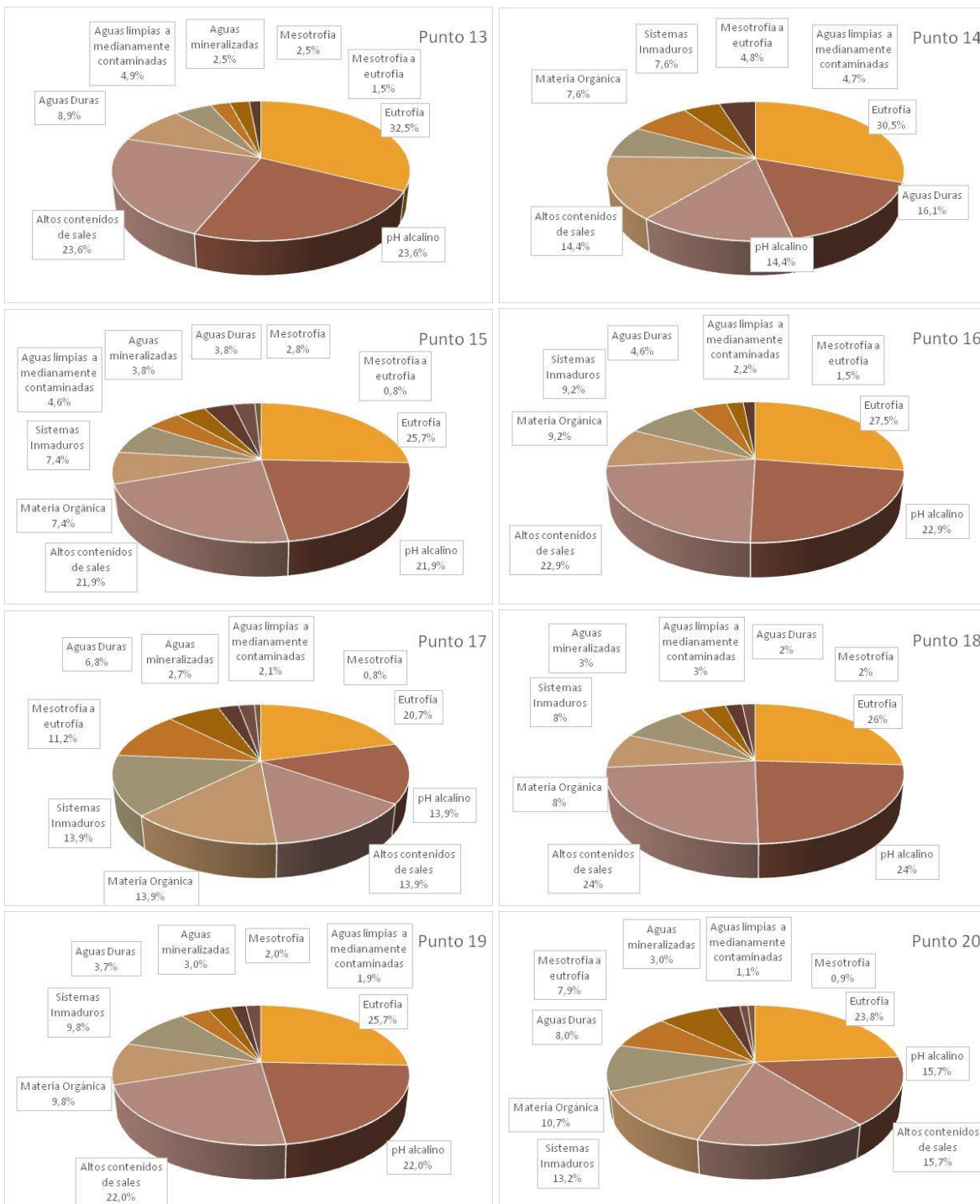
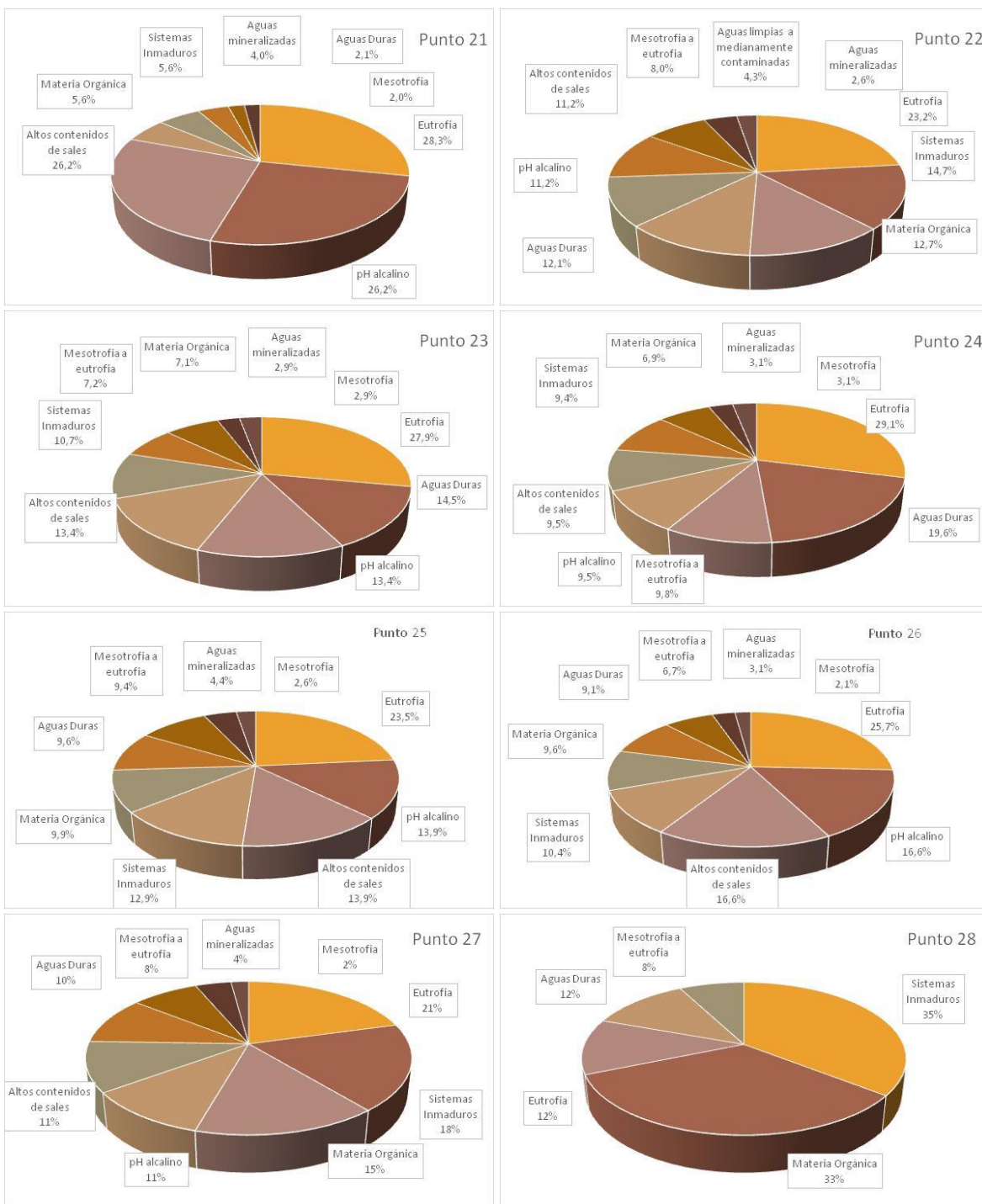


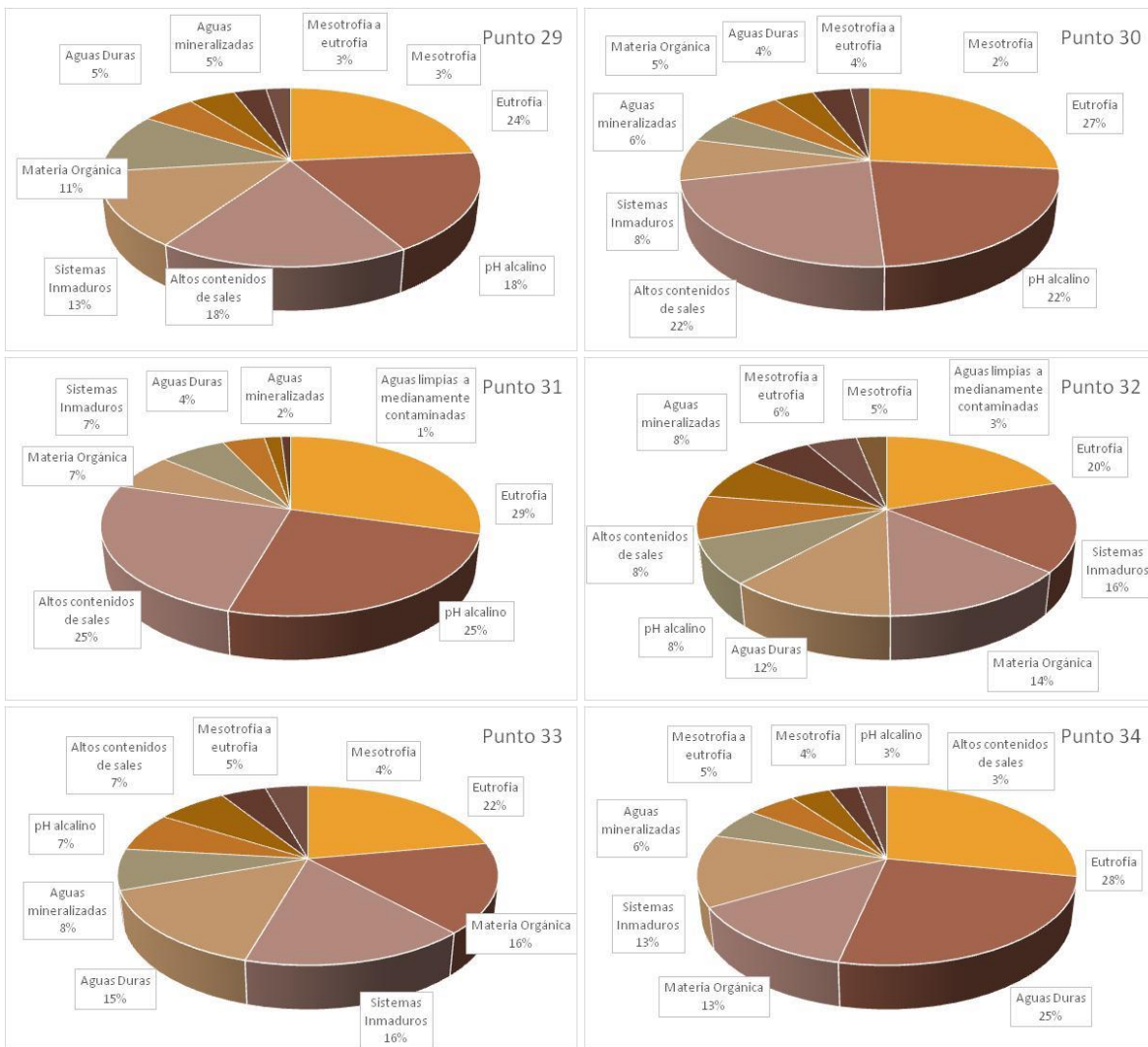
Figura 8-104. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad zooplanctónica, en el Embalse del Guájaro durante la Primera Fase











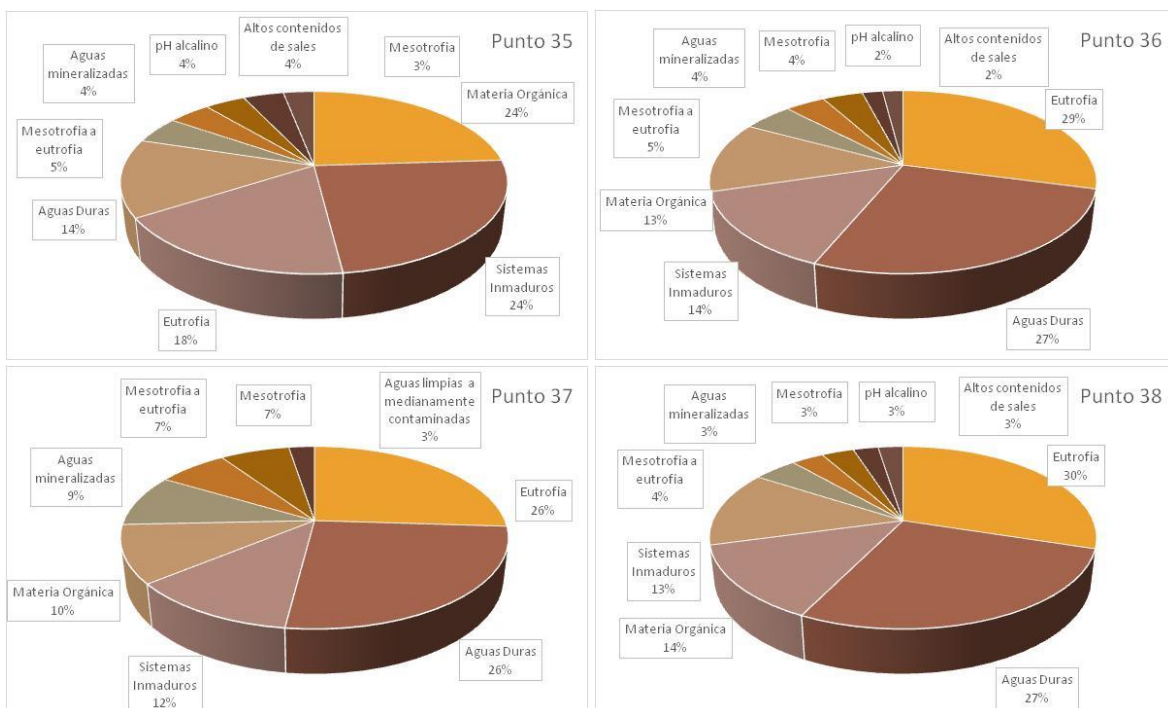


Figura 8-105 Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

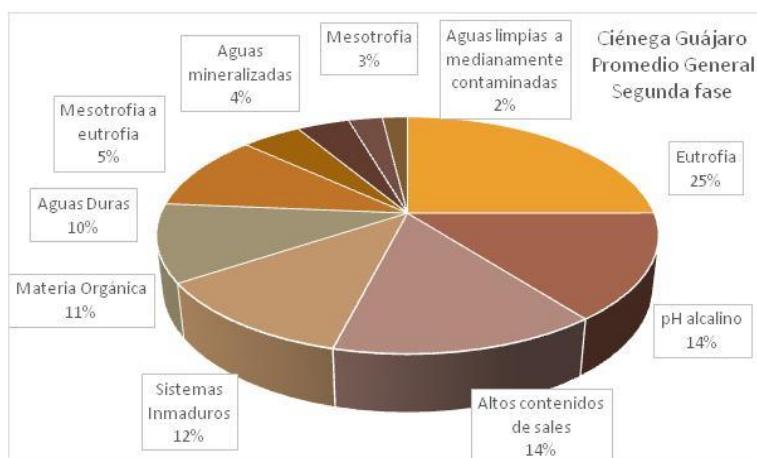


Figura 8-106 Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad zooplanctónica, en el Embalse del Guájaro durante la Segunda Fase

8.1.6.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos del embalse del Guájaro durante la Primera Fase estuvieron representados por 15 morfoespecies pertenecientes a 10 familias, 8 Ordenes y 6 Clases, de las cuales la Clase Clitellata contribuyó a la abundancia en mayor proporción, 46,7% de la riqueza total, lo que correspondió a 7 especies; seguido de las Clases Insecta y Maxillopoda, con 20 y 13,3% de la riqueza total respectivamente (Tabla 8-90). Los aportes a la abundancia fueron liderados por la Clase Clitellata (717,1 Organismos/m², 36,7% de la abundancia relativa), seguida de la Clase Gastropoda (448,7 Organismos/m², 23% de AR), la Clase Bivalvia (337,4 Organismos/m², 17,3% de AR) (Figura 8-107-A) y las clases Insecta, Adenophorea y Maxillopoda (259,6; 112,2 y 80,1 Organismos/m²). Para la Segunda Fase, estuvieron representados por 14 morfoespecies pertenecientes a 12 familias, 10 Ordenes y 5 Clases; de las cuales Insecta contribuyó con el 35,7% de la riqueza relativa (5 morfoespecies), seguida de Gastropoda con el 28,6% (4 morfoespecies), Clitellata/Hirudinea con el 14,3% (2 morfoespecies), mientras que las clases Bivalvia, Clitellata/Oligochaeta y Secernentea contribuyeron con el 7,1% (1 morfoespecie), cada una; por su parte, la mayor contribución a la abundancia la realizó la Clase Gastropoda con 261,5 Organismos/m² (33,8% de la abundancia relativa), seguido de las clases Insecta con 195,3 Organismos/m² (25,2%) y Bivalvia con 154,1 Organismos/m² (19,9%), mientras que las clases restantes contribuyeron en menores proporciones (Figura 8-107-B).

Tabla 8-90. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el Embalse del Guájaro

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa		
Animalia	Annelida	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella sp</i>		
					Morfoespecie 1		
					<i>Placobdella papillifera</i>		
					<i>Placobdella parasítica</i>		
					<i>Placobdella sp</i>		
			Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 1		
				Tubificidae	Morfoespecie 1		
				Ceratopogonidae	Morfoespecie larva		
			Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1
							Pupa
						Calanoidea	ND
			Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Cyclopidae	Morfoespecie 1
			Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Corbiculidae	<i>Polymesoda solida</i>
Mollusca	Gastropoda	Discopoda	Thiaridae	<i>Melanooides tuberculata</i>			
Nemata	Adenophorea	Dorylaimida	Dorylaimidae	<i>Dorylaimus sp</i>			

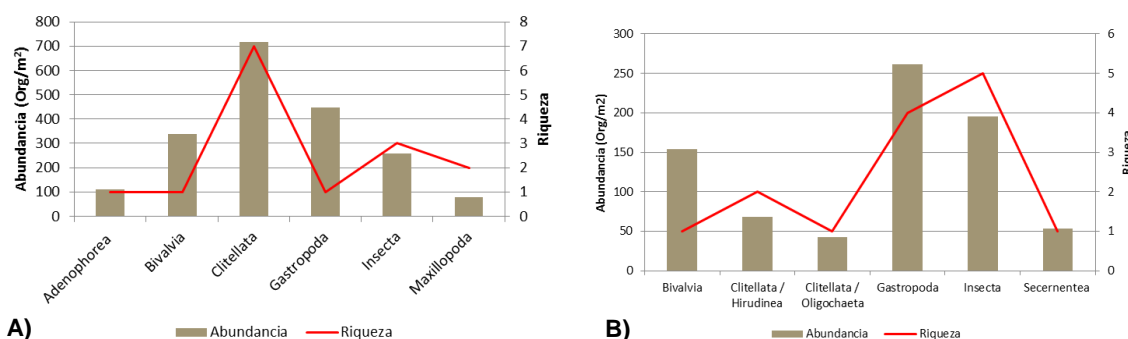


Figura 8-107. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en el Embalse del Guájaro

Los índices ecológicos no pudieron ser calculados en los puntos 9, 12 y 13, debido a la presencia de tan solo una morfoespecie, siendo mayor la riqueza en los Puntos 22 y 23, con 7 morfoespecies; así mismo, los valores del índice de equidad de Pielou fueron altos en la mayoría de los Puntos, excepto en el Punto 20 donde fue bajo y en los Puntos 8, 10, 11, y del 14 al 18 donde la equidad fue media; mientras que la estructura de la comunidad evaluada desde la dominancia, esta fue baja en los Puntos del 1 al 7 (con excepción del 3), 19 y del 22 al 24; fue media en los Puntos 3, 7, 8, 10, 11, 15 y 21 y fue alta en los Puntos 14, 18 y 20. Por su parte, los valores del índice de Shannon-Wiener fluctuaron entre 0,158 y 1,838, indicando la presencia de “aguas medianamente contaminadas” en los Puntos 2, 5, 22, 23 y 24, los cuales se encuentran ubicados en la zona sur del embalse; mientras que en los Puntos restantes, se catalogaron como “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-91). Para la Segunda Fase, se evidenció un aumento de la riqueza, con valores entre 2 (Puntos 8,

13, 15, 32 y 34) y 8 Morfoespecies (Punto 24); así como la equidad fue muy alta en la mayoría de los Puntos, siendo media en los Puntos 2, 8, 12, 18, 19, 20, 23, 27, 28 y 29; por su parte la dominancia tiene valores medios en la mayoría de los Puntos, siendo muy bajos en los Puntos 24, 22, 3, 5, 6, 4, 7, 1 y 38; así mismo, los valores del índice de Shannon-Wiener indicaron la presencia de aguas medianamente contaminadas en los Puntos 3 al 7, 22 y 23 (Tabla 8-92).

Tabla 8-91. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en el Embalse del Guájaro, Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
P1	19	0,907	2,670	0,080
P2	18	0,920	2,658	0,079
P3	23	0,886	2,779	0,081
P4	24	0,893	2,839	0,076
P5	32	0,920	3,189	0,047
P6	31	0,888	3,051	0,060
P7	24	0,865	2,748	0,064
P8	19	0,848	2,496	0,107
P9	25	0,963	3,100	0,046
P10	17	0,885	2,508	0,102
P11	17	0,898	2,545	0,088
P12	19	0,911	2,683	0,084
P13	25	0,966	3,108	0,049
P14	27	0,924	3,047	0,053
P15	15	0,896	2,428	0,102
P16	24	0,916	2,911	0,067
P17	19	0,820	2,413	0,133
P18	28	0,917	3,057	0,060
P19	28	0,957	3,190	0,044
P20	21	0,881	2,681	0,073
P21	30	0,969	3,297	0,037
P22	27	0,959	3,161	0,043
P23	23	0,904	2,833	0,068
P24	28	0,971	3,235	0,040

Tabla 8-92. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
P1	4	0,971	1,346	0,268
P2	6	0,686	1,229	0,429
P3	7	0,934	1,817	0,176
P4	5	0,961	1,547	0,220
P5	6	0,942	1,688	0,194
P6	6	0,918	1,644	0,212
P7	6	0,876	1,569	0,244
P8	2	0,581	0,403	0,759
P9	3	0,752	0,826	0,516

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
P10	5	0,700	1,126	0,439
P11	4	0,811	1,124	0,390
P12	3	0,599	0,658	0,628
P13	2	0,983	0,681	0,506
P14	3	0,950	1,044	0,361
P15	2	0,994	0,689	0,496
P16	3	0,714	0,784	0,553
P17	3	0,993	1,091	0,332
P18	3	0,653	0,718	0,603
P19	6	0,649	1,164	0,456
P20	4	0,686	0,951	0,486
P21	5	0,921	1,482	0,253
P22	7	0,968	1,883	0,156
P23	5	0,470	0,756	0,645
P24	8	0,970	2,016	0,137
P25	3	0,775	0,852	0,483
P26	3	0,738	0,810	0,538
P27	3	0,540	0,593	0,690
P28	3	0,653	0,718	0,603
P29	4	0,617	0,856	0,571
P30	3	0,849	0,933	0,446
P31	3	0,881	0,968	0,419
P32	2	0,755	0,524	0,659
P33	3	0,924	1,016	0,385
P34	2	0,691	0,479	0,696
P35	4	0,915	1,269	0,311
P36	4	0,773	1,071	0,428
P37	4	0,802	1,112	0,402
P38	5	0,887	1,428	0,275

El análisis de los valores del índice BMWP/Col pusieron en evidencia que el embalse del Guájaro presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas” en los 24 Puntos evaluados durante la Primera Fase; Lo cual, unido al valor del índice ASPT, a la ausencia de efemerópteros, plecópteros, tricópteros y a los valores de los índices EPT:C, EPT:Total, ratificaron dicho estado de contaminación (Tabla 8-93). Más durante la Segunda Fase se observó una mejoría en las calidades de las aguas, presentando valores que indican calidad “crítica” o “aguas muy contaminadas” de los Puntos 2 y 24, así como en el Punto 36; mientras que los valores del índice ASPT, tan solo en los Puntos 1, 4 al 7, 9 al 12 y 20 al 22 indicaron la presencia de aguas de calidad “muy crítica” o “aguas fuertemente contaminadas”; e indicaron una calidad de agua “Dudosa” en los Puntos 2, 34 y 36 (Tabla 8-94).

Tabla 8-93. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el Embalse del Guájaro, Primera Fase

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Familias que puntúan	4	4	1	3	3	2	2	2	1	2	1	1
Índice BMWP/Col	9	9	2	8	6	3	3	3	2	5	2	2
Valor ASPT	2,3	2,3	2,0	2,7	2,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,5	2,0	2,0
EPT	0,0	0,0	0,0	0,0	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	0,0	0,0	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	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 8-93. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el Embalse del Guájaro, Primera Fase (Continuación)

	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24
Familias que puntúan	1	2	4	2	1	2	3	1	2	4	4	4
Índice BMWP/Col	2	3	11	5	2	3	6	2	3	9	9	9
Valor ASPT	2,0	1,5	2,8	2,5	2,0	1,5	2,0	2,0	1,5	2,3	2,3	2,3
EPT	0,0	0,0	0,0	0,0	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	0,0	0,0	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	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 8-94. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Familias que puntúan	1	4	4	3	4	3	4	2	3	4	4	2	2	3	2	3	3	3	4
Índice BMWP/Col	2	19	14	8	11	8	11	8	6	11	11	5	8	10	8	10	10	10	12
Valor ASPT	2,0	4,8	3,5	2,7	2,8	2,7	2,8	4,0	2,0	2,8	2,8	2,5	4,0	3,3	4,0	3,3	3,3	3,3	3,0
EPT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 8-94. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase (Continuación)

	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38
Familias que puntúan	2	3	4	3	5	2	3	2	2	3	2	2	2	2	1	3	3	2	4
Índice BMWP/Col	3	8	11	10	17	8	9	6	8	9	6	8	8	8	5	13	17	8	15
Valor ASPT	1,5	2,7	2,8	3,3	3,4	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	5,0	4,3	5,7	4,0	3,8
EPT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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													0,0	0,0
EPT:Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

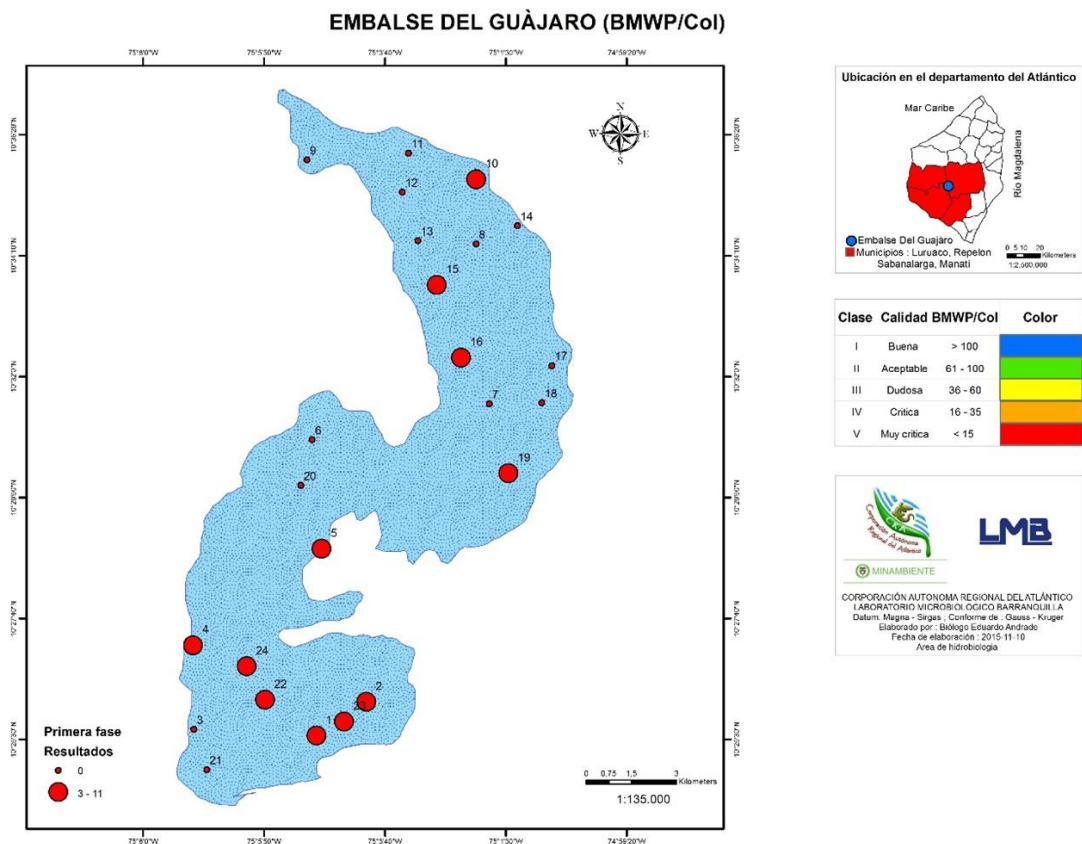


Figura 8-108. Índice BMWP/Col para los puntos de muestreo en el Embalse del Guájaro, durante la Primera Fase de muestreo

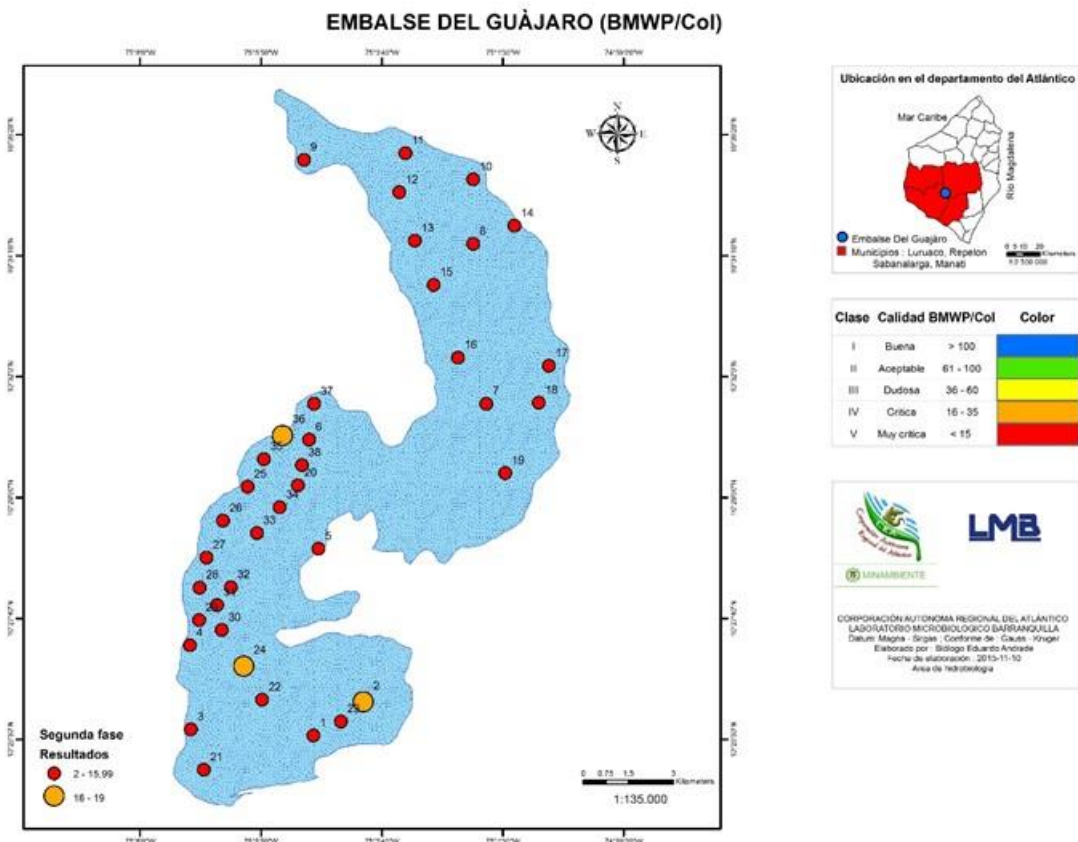


Figura 8-109. Índice BMWP/Col para los puntos de muestreo en el Embalse del Guájaro, durante la Segunda Fase de muestreo

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados durante la Primera Fase ($p=0,00001$), mientras que para la Segunda Fase, no hubo diferencias estadísticamente significativas en la concentración de los organismos durante los días evaluados ($p=0,55$). Por otra parte, se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, con el cual y bajo un análisis del 50% de similitud, se pudo determinar que para la Primera Fase no existen diferencias entre la mayoría de los puntos evaluados, excepto los Puntos 20 y 15, que se destacaron como elementos individuales y los Puntos 3 y 9 que crearon un grupo independiente, mientras que para la Segunda Fase, las abundancias de todo el embalse se comportaron de manera homogénea (Figura 8-110).

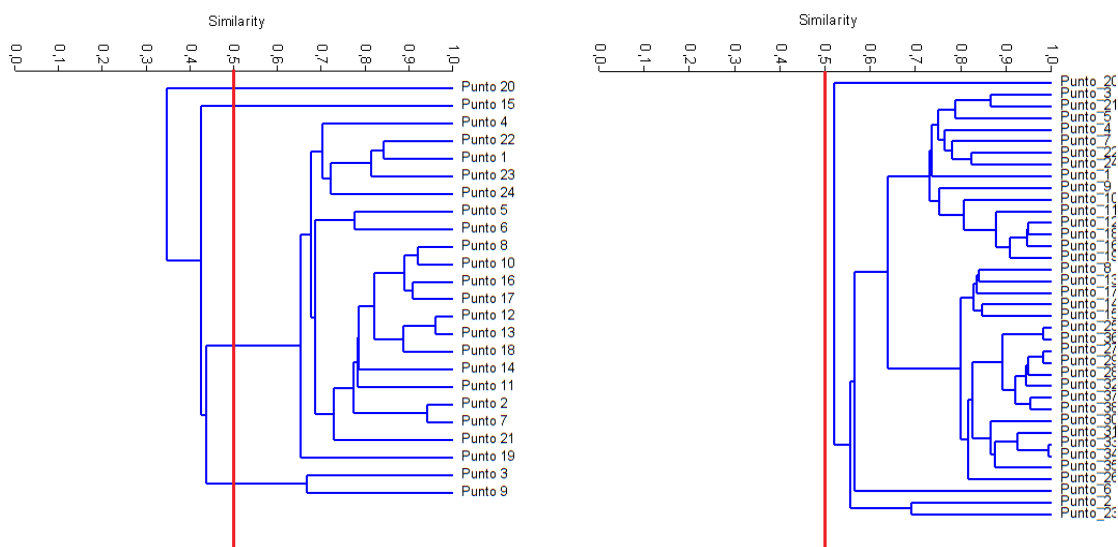


Figura 8-110. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los puntos de muestreo en el embalse del Guájaro, A) Primera Fase B) Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observaron dos bioindicaciones predominantes la mayoría de los puntos, a lo largo y ancho del embalse, aguas contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos; con excepción de los Puntos 2, 19, 22 y 23, que presentaron aguas polisapróbicas y sedimentos alóctonos (Figura 8-111). Por último, al observar la ciénaga de manera general, se pudo evidenciar que las bioindicaciones de sequía, sedimentos planctónicos y aguas contaminadas fueron las predominantes, (24,3% cada una), precedidas de la presencia de sedimentos alóctonos y aguas polisapróbicas (11,9% cada una) y de aguas medianamente contaminadas (2,3%), eutrofia, aguas duras y mesotrofia (0,4, 0,4 y 0,3% respectivamente) (Figura 8-112). Igualmente, durante la Segunda Fase, se observó el predominio de aguas polisapróbicas y presencia de sedimentos alóctonos en los Puntos costeros ubicados frente del Municipio de Repelón (Puntos 26 y 27), así como al sur (Puntos 29, 30 y 24), y al Norte del mismo (34, 20 y 6), e igualmente en el sector central del embalse, frente al corregimiento de Aguada de Pablo (Punto 7), Igualmente la presencia de materia orgánica y aguas tranquilas y poco profundas fue la bioindicación predominante en los Puntos 14 y 8, ubicados frente del corregimiento de la Peña, Puntos 13 y 15, ubicados al costado oriental del embalse, al sur-occidente del corregimiento de la Peña, Punto 17, ubicado en la bahía norte del corregimiento de Aguada de Pablo, y en los Puntos 25, 28, 31, 32, 33, 35, 36, 37 y 38, ubicados entre el corregimiento de Rotinet, hasta el sur del Municipio de Repelón (Figura 8-113). Al observar la bioindicación de manera general, se evidenció el predominio de aguas contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos (20,2% cada una), seguido de abundancia de materia orgánica, aguas profundas y poco tranquilas (13,55 cada una), aguas

polisapróbicas, sedimentos alóctonos (5,7% cada una), aguas limpias a muy contaminadas (0,7%) y aguas medianamente contaminadas (0,3%) (Figura 8-114).

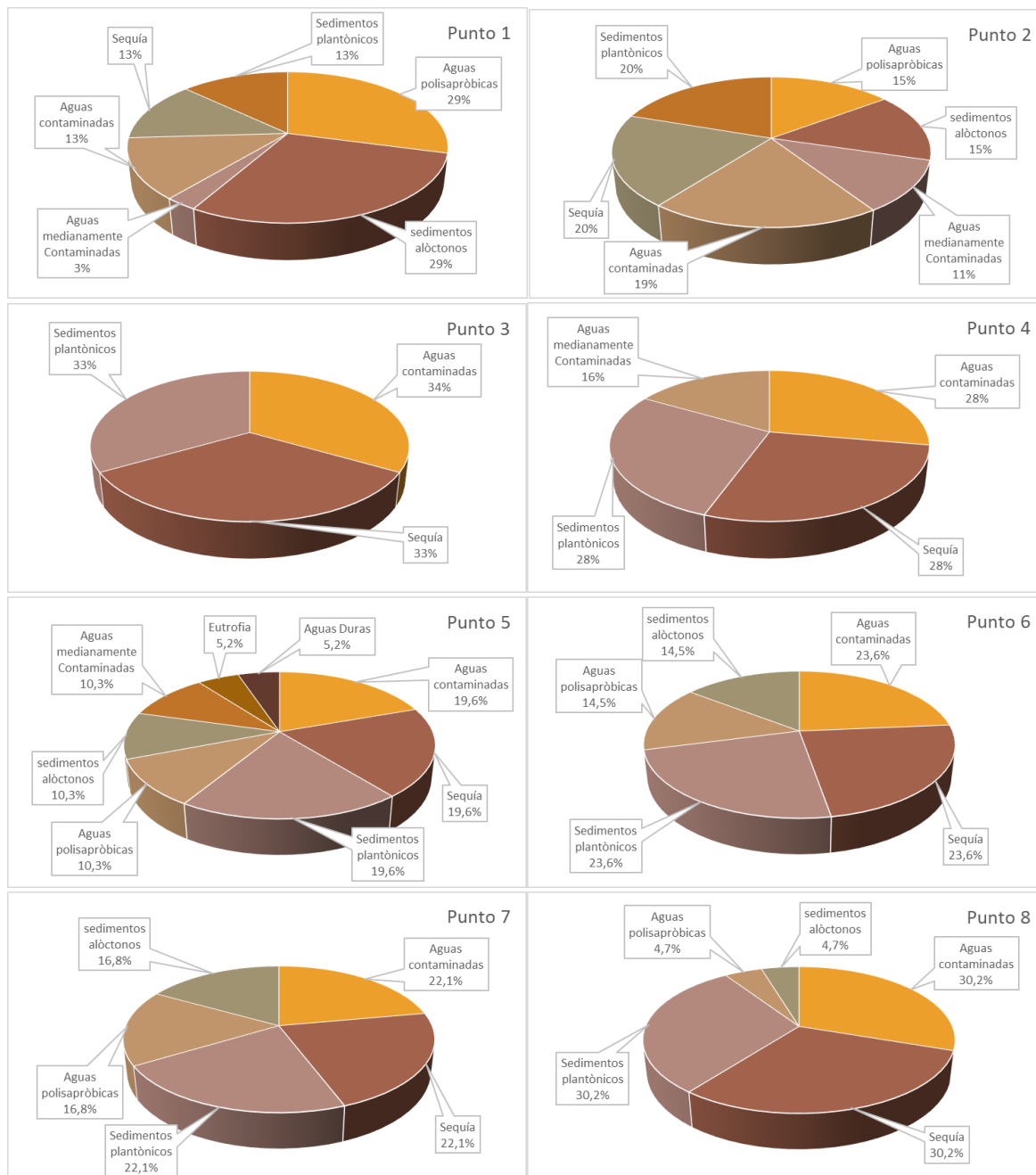






Figura 8-111. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en el Embalse del Guájaró, Primera Fase

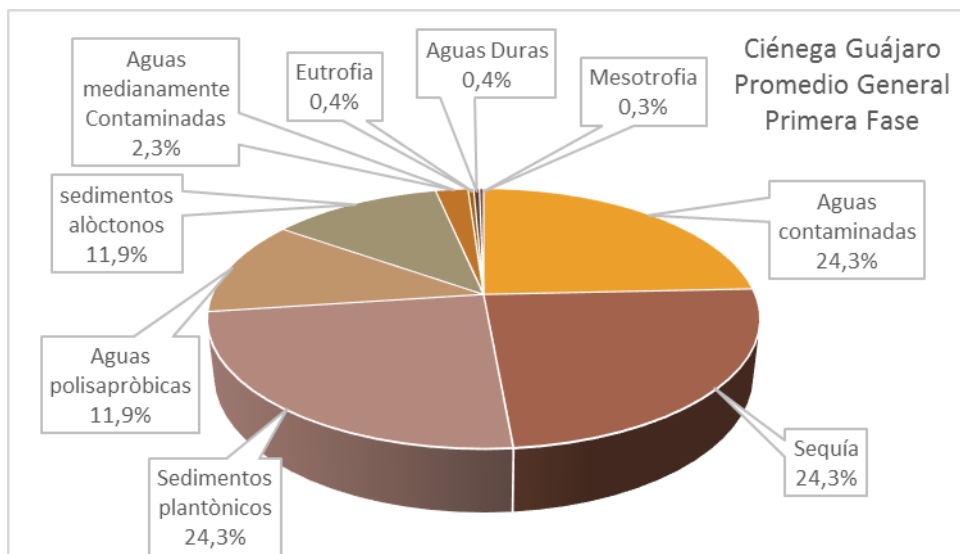
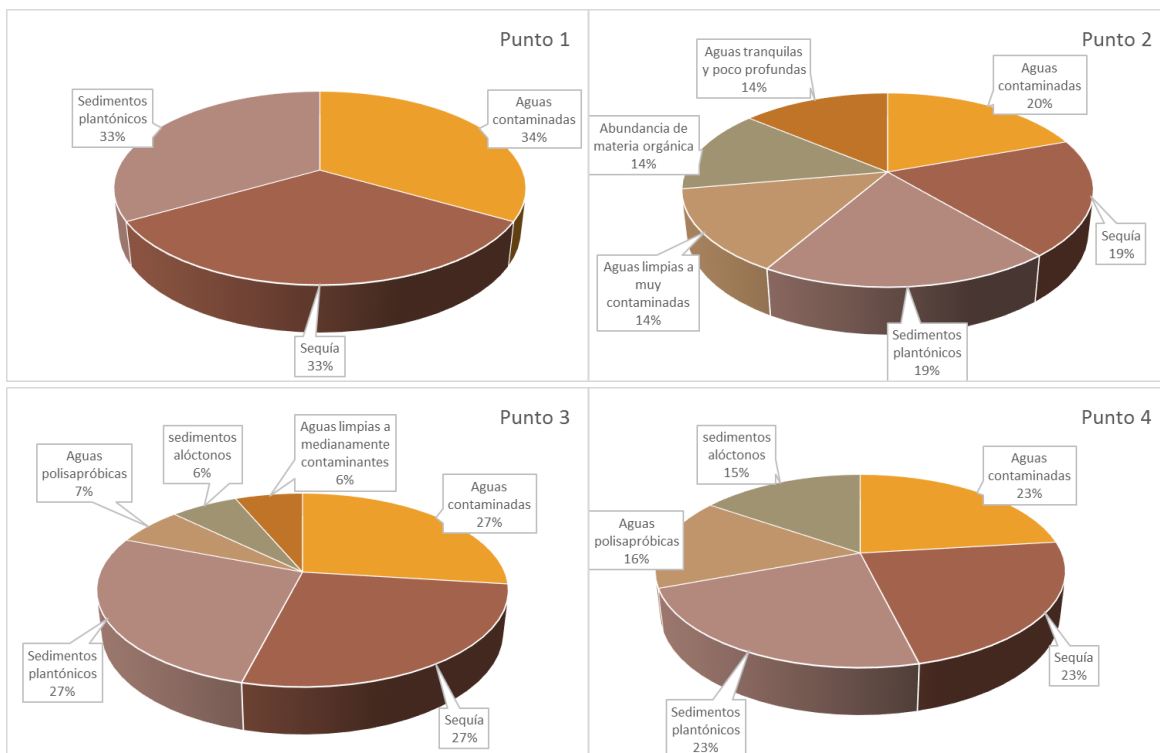
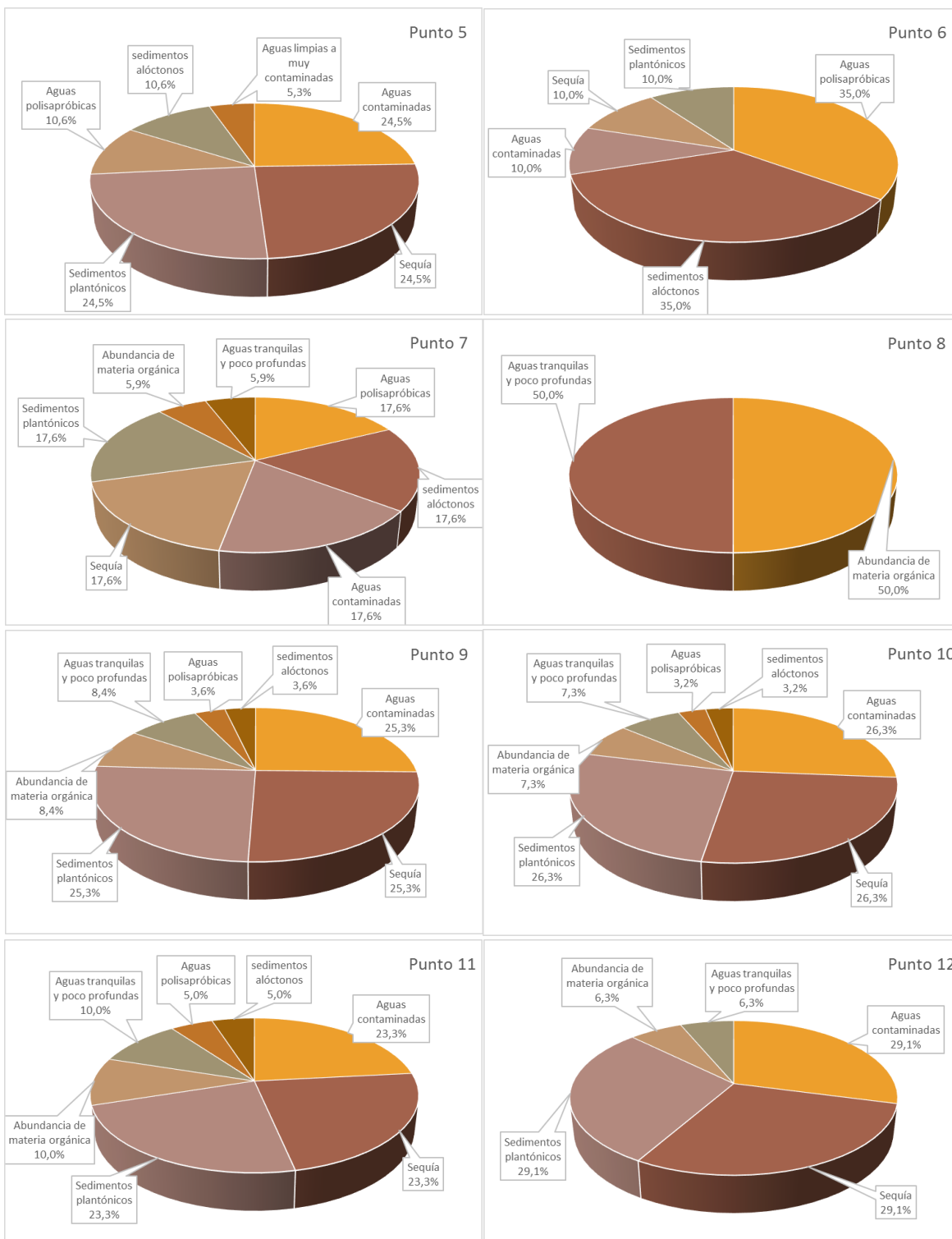
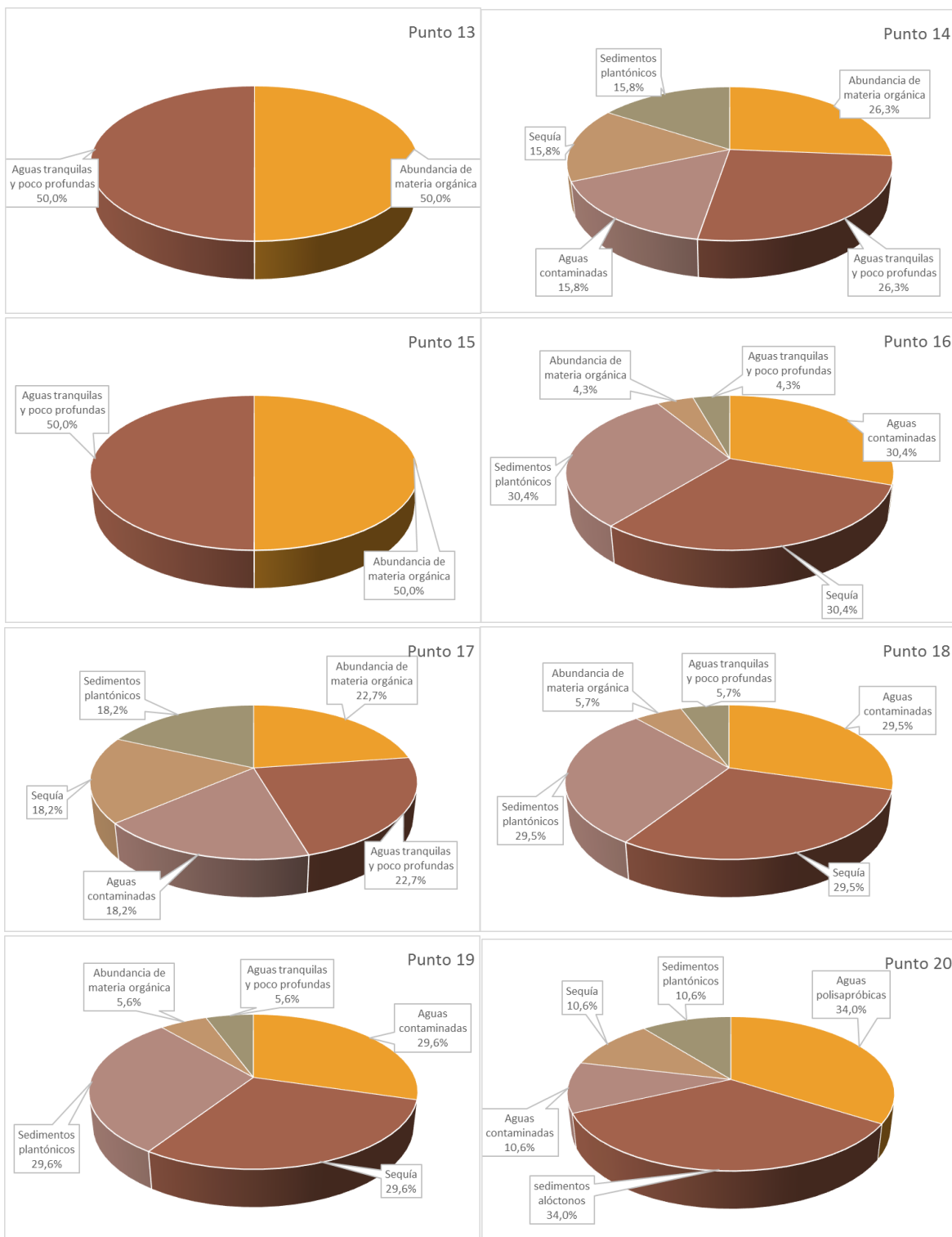
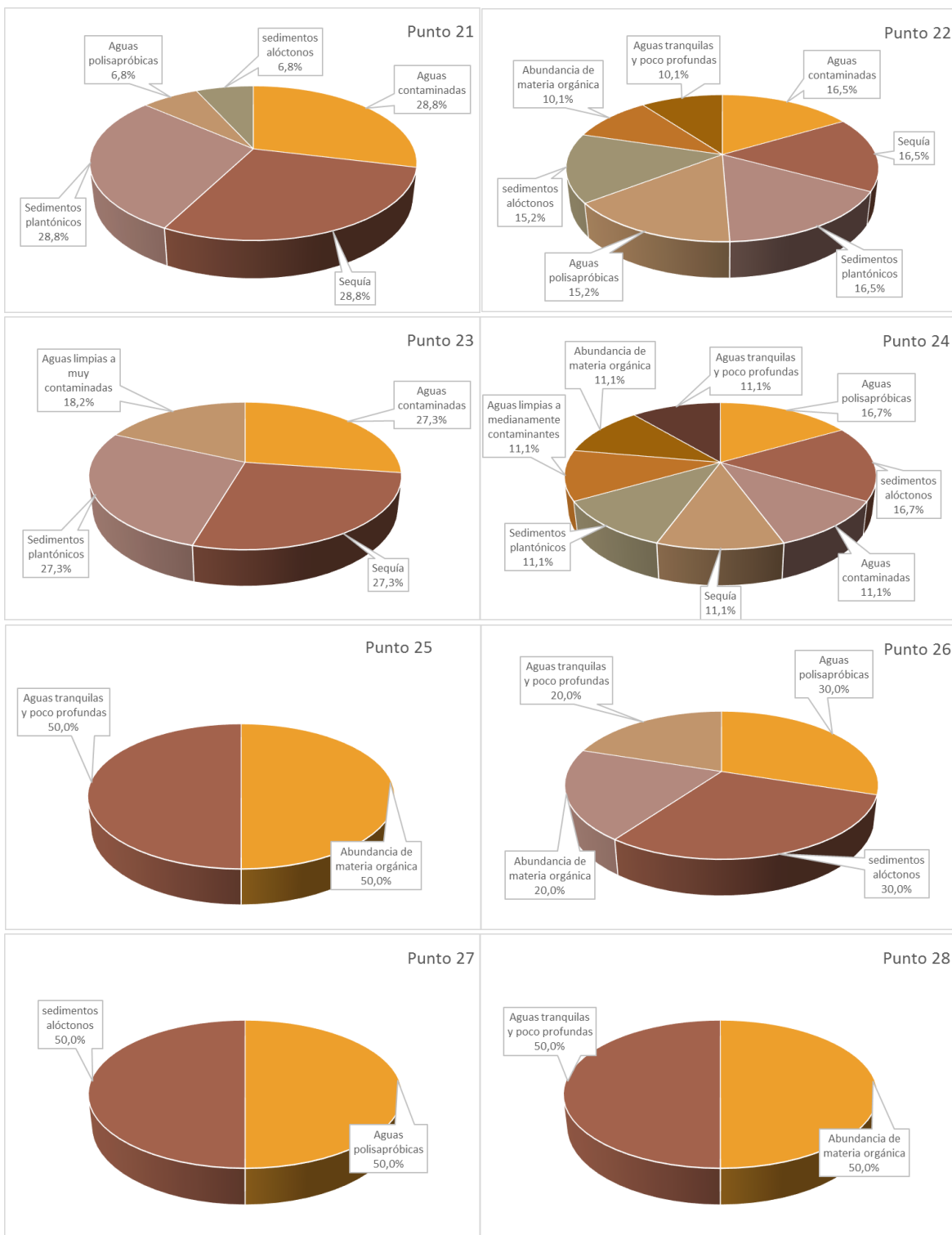


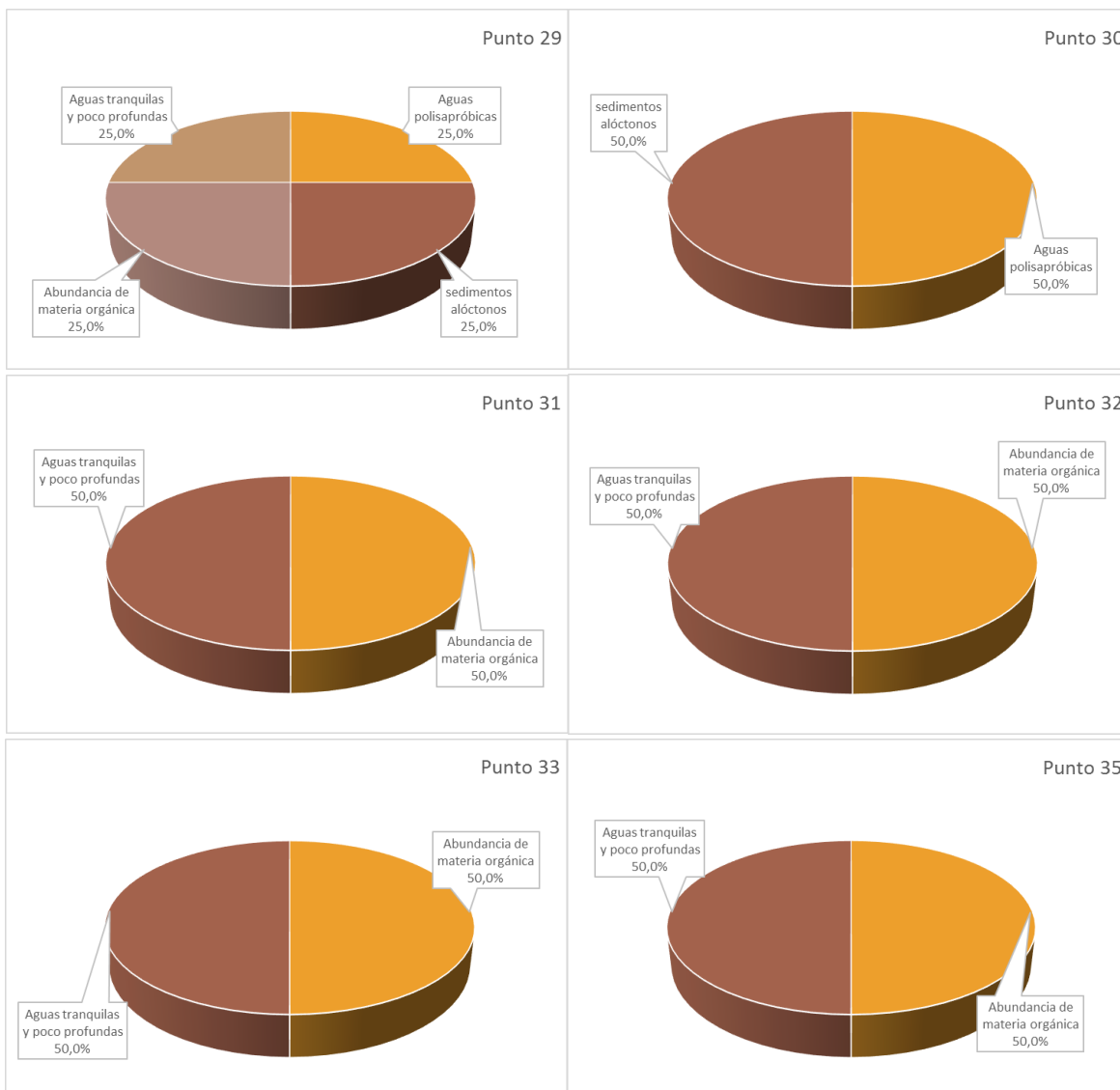
Figura 8-112. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en el Embalse del Guájaro durante la Primera Fase











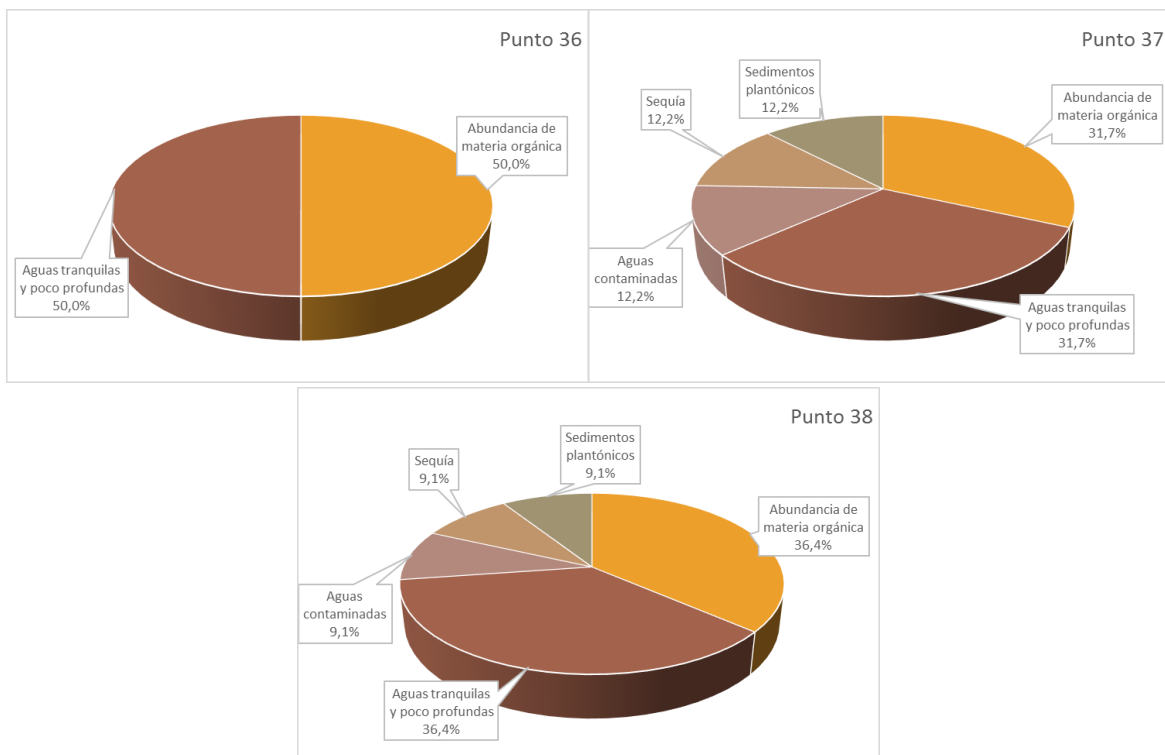


Figura 8-113. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

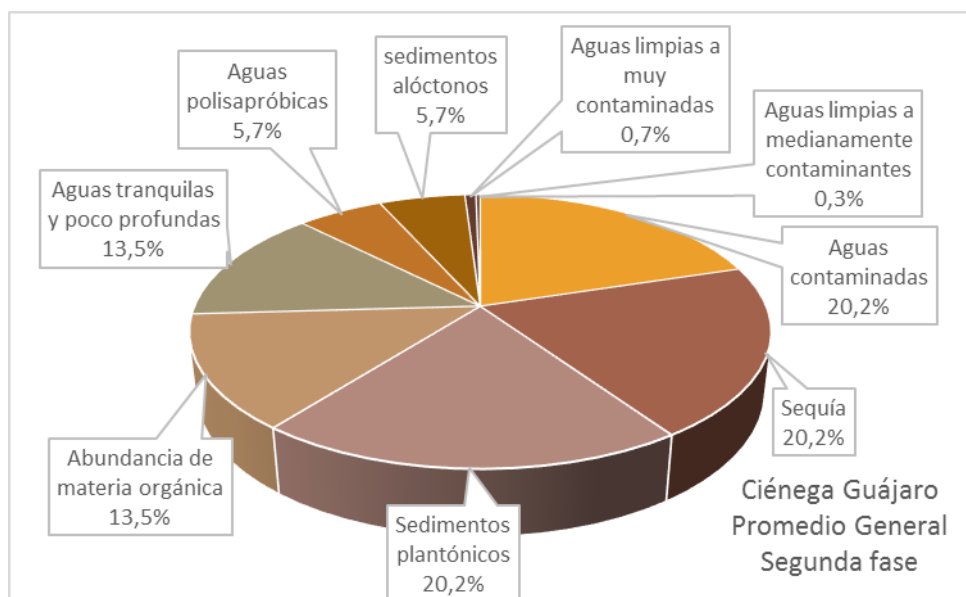


Figura 8-114. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en el Embalse del Guájaro durante la Segunda Fase

Los análisis realizados en el embalse del Guájaro develaron que la composición de la comunidad bentónica durante la Primera Fase fue desde el punto de vista de la riqueza, en gran parte marcado por la presencia de gusanos oligoquetos e hidrudineos de la clase Clitellata y los insectos, con algunos maxilópodos, moluscos (bivalvos y gasterópodos) y nematodos (Adenophorea), pasando durante la Segunda Fase, a una comunidad integrada sobre todo por insectos y gasterópodos, con algunos Clitelados, bivalvos y nematodos; más en cuanto a la abundancia, durante la Primera Fase predominaron los Clitellata y los Gastropoda, mientras que durante la Segunda Fase los gasterópodos sobre los insectos y los bivalvos (Figura 8-116 y Figura 8-117). Se observó además que el índice de diversidad de Shannon-Wiener, bajo la interpretación realizada por Roldán y Ramírez (2008), indicó mejores calidades de agua en la zona sur oriental, en los Puntos 5, 22, 24, 2, 22 y 23 (aguas medianamente contaminadas), mientras que los puntos restantes presentaron aguas muy contaminadas; más durante la Segunda Fase, los Puntos 5, 22, y 24 mantuvieron la calidad de agua indicada anteriormente, uniéndoseles los Puntos 3, 4, 6, y 7; mientras que los puntos restantes presentaron aguas muy contaminadas. Más al observar el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis se evidenció que las abundancias de las clases fueron muy homogéneas tanto durante la Primera como durante la Segunda Fases (Figura 8-115). Dicha homogeneidad se observó también desde el punto de vista del índice BMWP/Col, más durante la Segunda Fase la calidad expresada por éste índice demostró una mejora en los Puntos 2 y 24, acompañados del Punto 36 (entre el corregimiento de Rotinet y el municipio de Repelón); por su parte, el índice ASPT, que durante la Primera Fase demostró homogeneidad a lo ancho y largo del embalse, permitió evidenciar una mejora consistente (de calidad “muy crítica” a calidad “Dudosa”) en la calidad del agua del Punto 2, acompañado de los Puntos 34 y 36; así como presenta una mejora leve (de “muy crítica” a “crítica”) en los Puntos 3, 8, del 13 al 19, 23 y 24, acompañados de los Puntos del 25 al 38 (con excepción del 34 y 36).

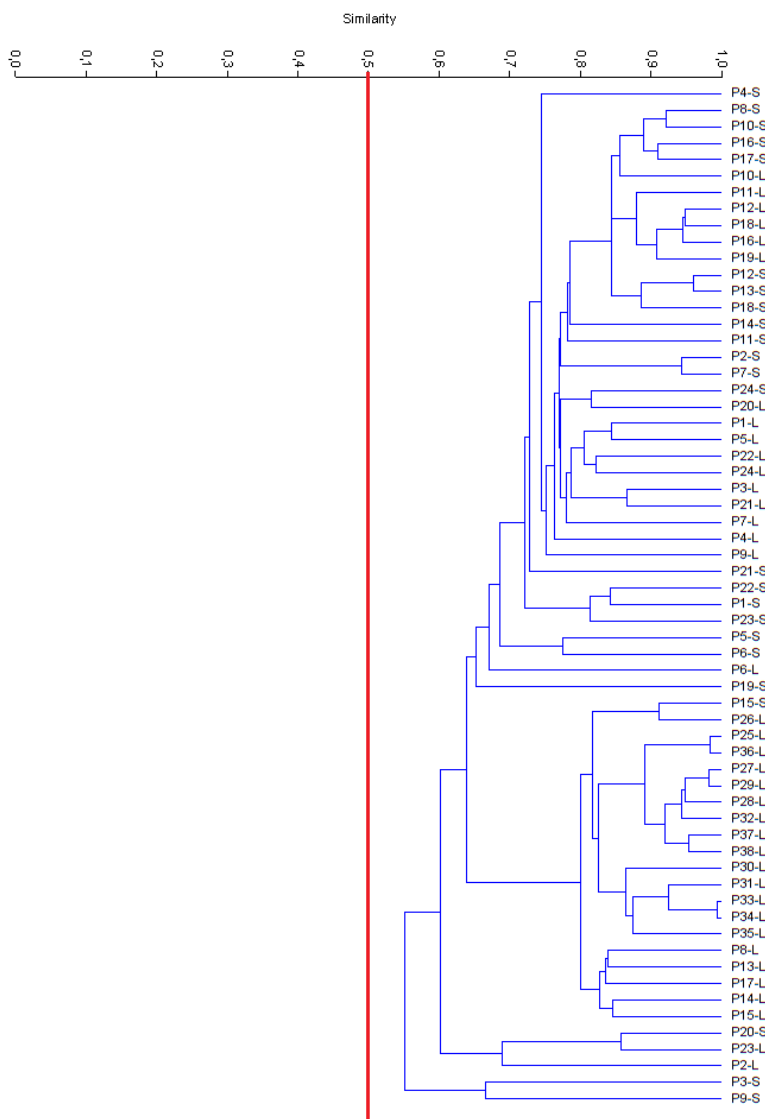


Figura 8-115. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Mallorquín, durante las dos fases de muestreo

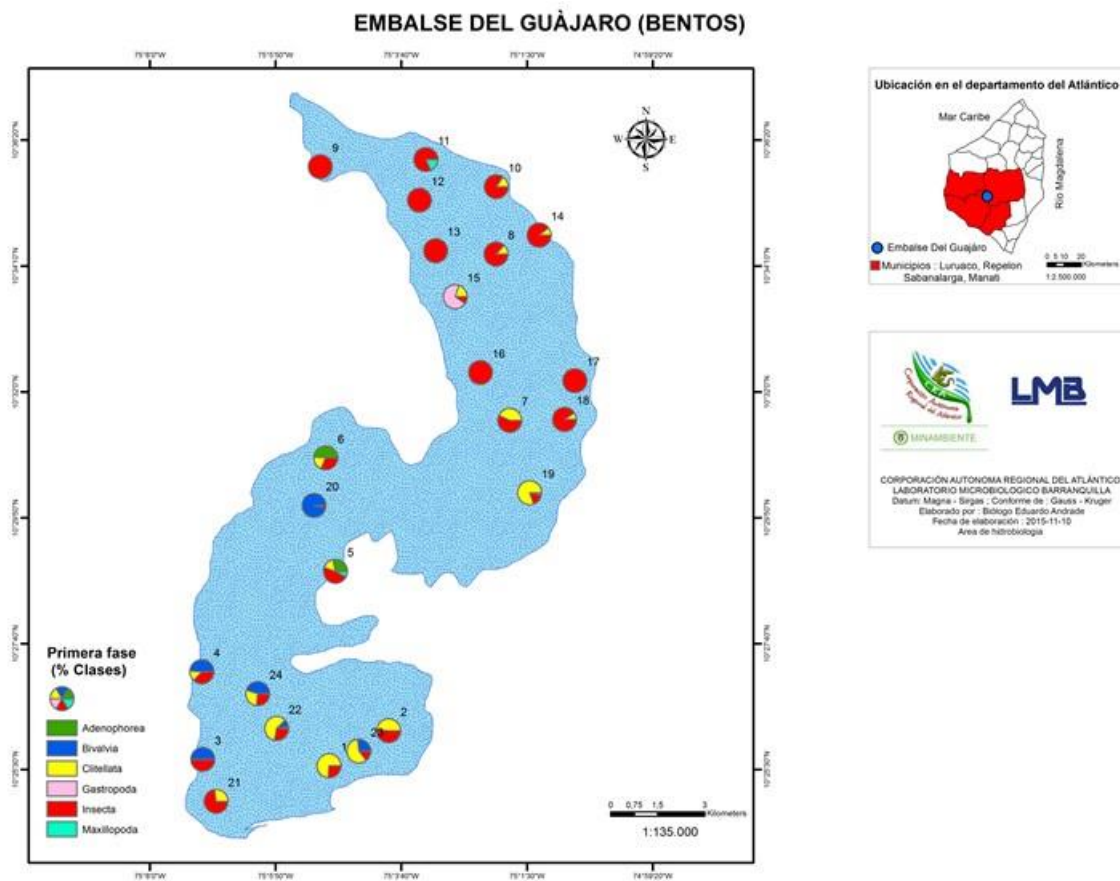


Figura 8-116. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por Clase) en el Embalse del Guájaro durante la Primera Fase

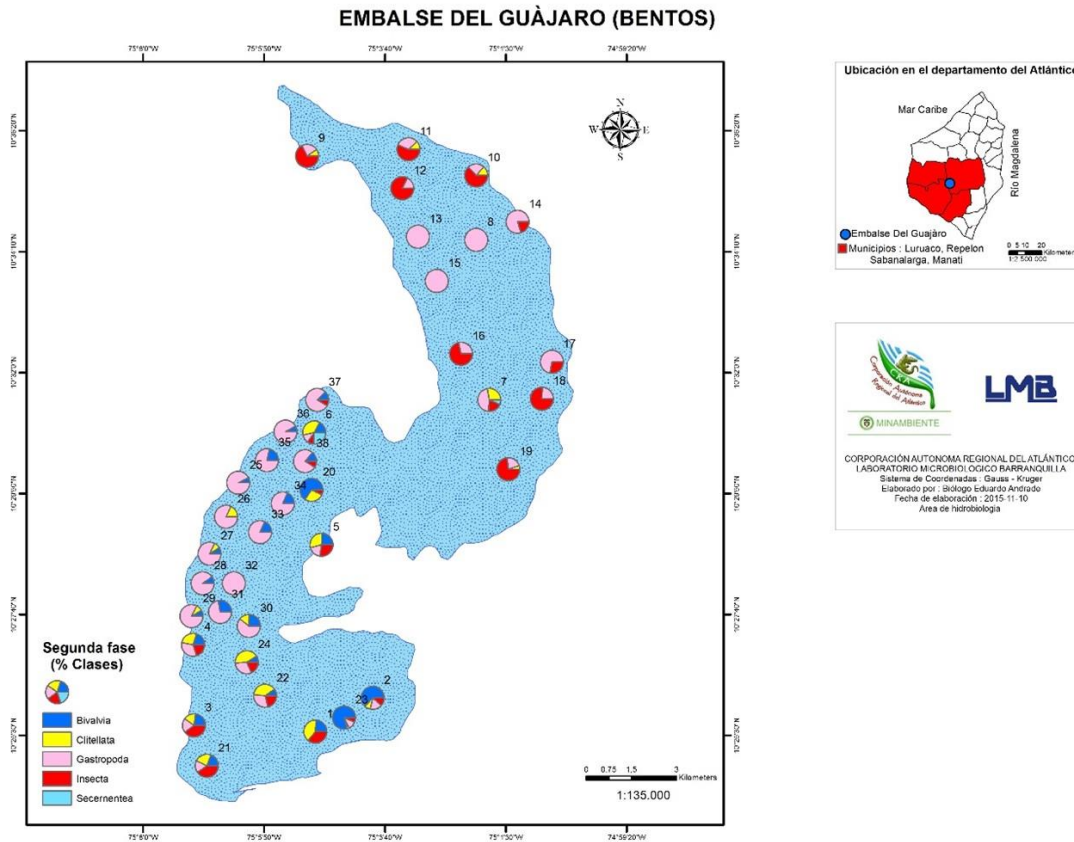


Figura 8-117. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por Clase) en el Embalse del Guájaro durante la Segunda Fase

8.1.6.2.3 Especies ícticas

En el Embalse del Guájaro, durante la Primera Fase, se colectaron un total de 20 peces, pertenecientes a 7 especies, 6 Familias, 5 Ordenes y 2 Clases. La riqueza fue liderada por el Orden Perciformes, con 3 especies (42,9% RT), seguida de los Ordenes Myliobatiformes, Beloniformes, Characiformes y Siluriformes con una especie cada uno (14,3% respectivamente). Por su parte, los aportes a la abundancia fueron liderados por el mismo Orden Perciformes, con 15 individuos (75% AT), seguido por Myliobatiformes con 2 Organismos (10%), mientras que los Ordenes restantes contribuyeron con tan solo 1 organismo (5% cada uno) (Tabla 8-95 y Figura 8-120-A). Igualmente, durante la Segunda Fase, se colectó un total de 16 especímenes, pertenecientes a 6 especies, 5 Familias, 4 Ordenes y 2 Clases, siendo el Orden Perciformes el que mayor contribuyó a la riqueza de especies (3 especies, 50%), seguido de los Ordenes Beloniformes, Myliobatiformes y Siluriformes con una especie cada uno (16,7%); así mismo, la abundancia fue liderada por el Orden Perciformes con 11 Organismos (68,8%), seguido del Orden Myliobatiformes con

3 organismos (18,8%) y los Ordenes Beloniformes y Siluriformes con un organismo cada uno (6,3%) (Tabla 8-96 y Figura 8-120-B). La distribución de la ictiofauna en los puntos de monitoreo, se observa en la Figura 8-118 y Figura 8-119.

Tabla 8-95. Composición de los peces colectados en el Embalse del Guájaro, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	Agujeta
			Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus muyscorum</i>	Cuatro Ojos / Liseta
			Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra Lora
					<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla
				Sciaenidae	<i>Plagioscion magdalenae</i>	Corvina
			Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus sp</i>	Barbúl
Elasmobranchii	Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya		

Tabla 8-96. Composición de los peces colectados en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara pulcher</i>	Cabeza de piedra - Bobito - Lorito azul
					<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra lora - Mojarra negra
				Sciaenidae	<i>Plagioscion magdalenae</i>	Corvina
			Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus sp</i>	Barbúl
			Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	Agujeta
			Elasmobranchii	Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>

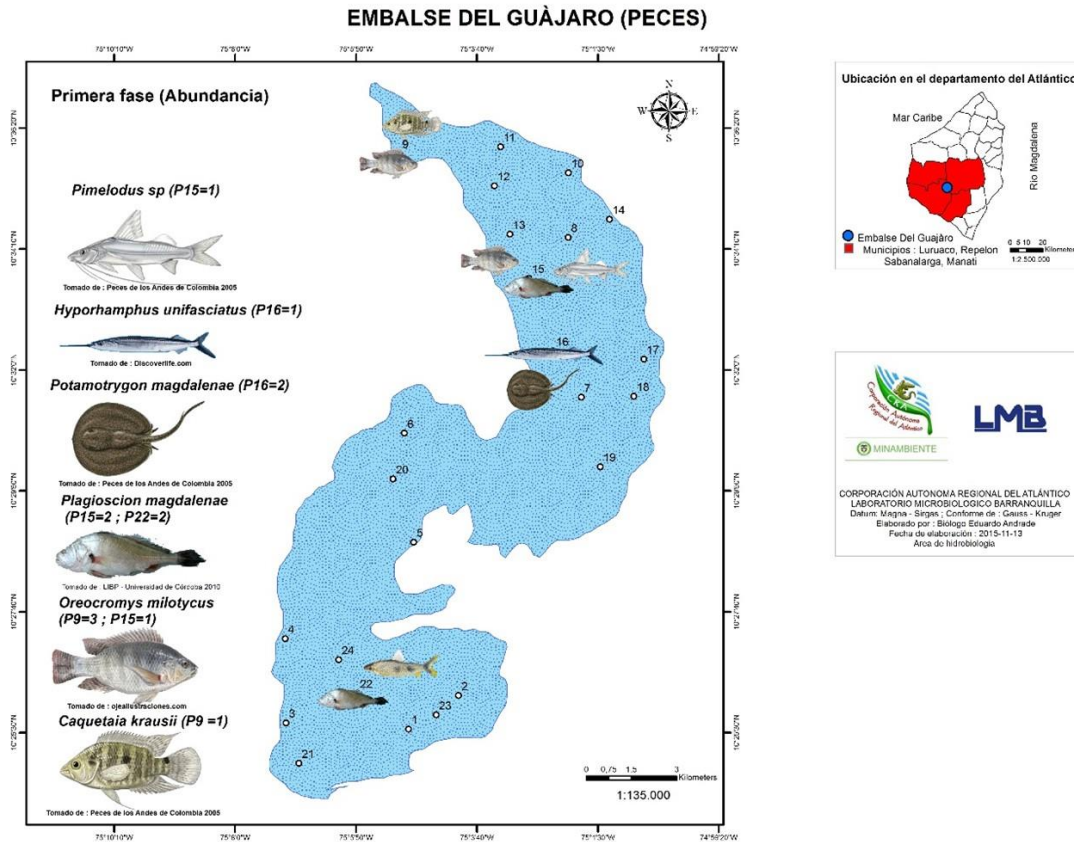


Figura 8-118. Ictiofauna colectada en el Embalse del Guájaro, durante la Primera Fase

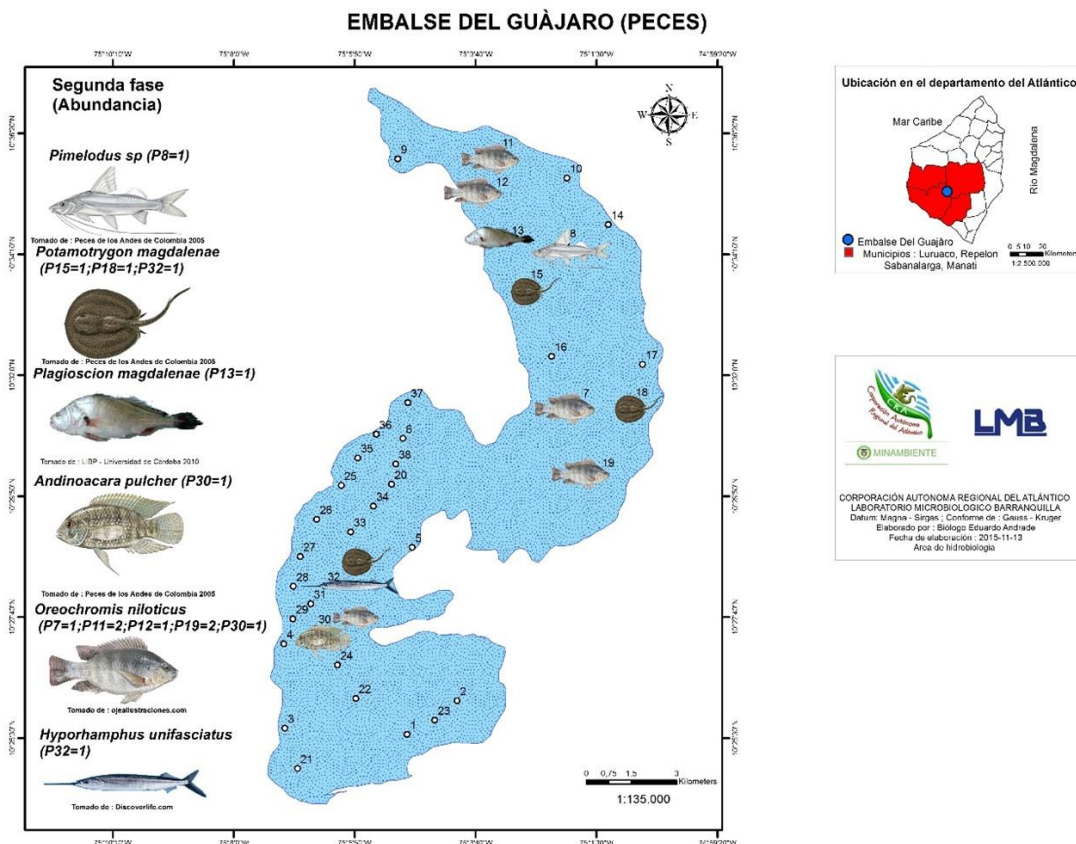


Figura 8-119. Ictiofauna colectada en el Embalse del Guájaro, durante la Segunda Fase

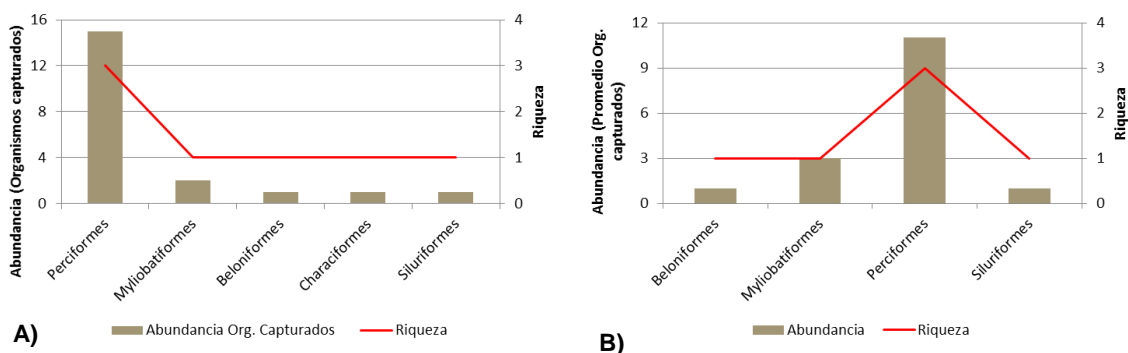


Figura 8-120. Contribución a la abundancia y a la riqueza y abundancia de la ictiofauna en el Embalse del Guájaro, A) Primera Fase B) Segunda Fase

Comencemos a analizar la población colectada del *Hyporhamphus unifasciatus*, la cual constó de un individuo durante la Primera Fase y uno durante la Segunda Fase, con tallas

de 150 y 145 mm de LT respectivamente (Tabla 8-97 y Tabla 8-98). Dado que es un pez que no tiene importancia económica, poco se conoce sobre su talla mínima de madurez gonadal.

Para el *Leporinus muyscorum*, se colectó un individuo durante la Primera Fase de muestreo, con una longitud total de 370 mm; esta es una longitud que supera la talla mínima de madurez gonadal estimada por Valderrama (2002) en el Embalse de Urrá (24,5 cm LT), así como la indicada por la AUNAP-UNIMAGDALENA (2013) (26.1 mm LS), lo que indica que el espécimen colectado correspondía a un adulto. También se encontraron reportes de talla mínima legal de captura, establecida por el INPA, 2001, en 25 cm de LS, evidenciándose que la talla obtenida era superior (Tabla 8-97 y Tabla 8-98).

Tabla 8-97. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en el Embalse del Guájaro, Primera Fase

Nombre científico	Mínimo	Máximo	Promedio	Total Capturado
<i>Caquetaia kraussii</i>	150,0	180	180,0	1
<i>Oreochromis niloticus</i>	180	362	243,9	10
<i>Pimelodus sp</i>	220	220	220,0	1
<i>Leporinus muyscorum</i>	370	370	370,0	1
<i>Plagioscion magdalena</i>	100	315	246,3	4
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	150	150	150,0	1
<i>Potamotrygon magdalena</i>	ND	ND	ND	2

Tabla 8-98. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

Nombre científico	Longitud Total (mm)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Total capturado
<i>Oreochromis niloticus</i>	180	285	224,6	13
<i>Plagioscion magdalena</i>	270	290	280,0	2
<i>Andinoacara pulcher</i>	132	132	132,0	1
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	145	145	145,0	1
<i>Pimelodus sp</i>	266	266	266,0	1
<i>Potamotrygon magdalena</i>	ND	ND	ND	3

Por su parte *Oreochromis niloticus*, también conocida como tilapia, es una especie exótica, originaria del África, la cual fue introducida en Colombia para el cultivo piscícola; el cultivo de tilapia aportó a la producción piscícola del país del año 2010, más exactamente durante el semestre entre Junio y Diciembre, 37.876 toneladas, lo que representó el 83%; *Oreochromis niloticus* es una de las dos especies más cultivadas de tilapia, junto con *Oreochromis spp* (Rodríguez, 2012). *O. niloticus* fue la especie más abundante durante la

Primera y Segunda Fase con 10 y 13 especímenes respectivamente; en la Primera Fase presentó tallas entre 180 y 362 mm de LT, con un promedio de 243,9 mm de LT y un coeficiente de variación de 0,225, el cual indicó que la distribución de tallas fue muy homogénea (Figura 8-121). Pasando a la Segunda Fase, esta especie presentó tallas entre 180 y 285 mm de LT, con un promedio de 224,6 mm de LT y un coeficiente de variación de 0,118, lo que indica una distribución de tallas muy homogénea (Figura 8-122). La talla mínima de maduración sexual (L50) es de 21,3 cm (Figura 8-123 y Figura 8-124), lo que indica que el 40% de los organismos capturados presentaron una talla inferior, más no se evidenció la determinación de una talla mínima legal de captura para la zona por parte de la autoridad ambiental competente.

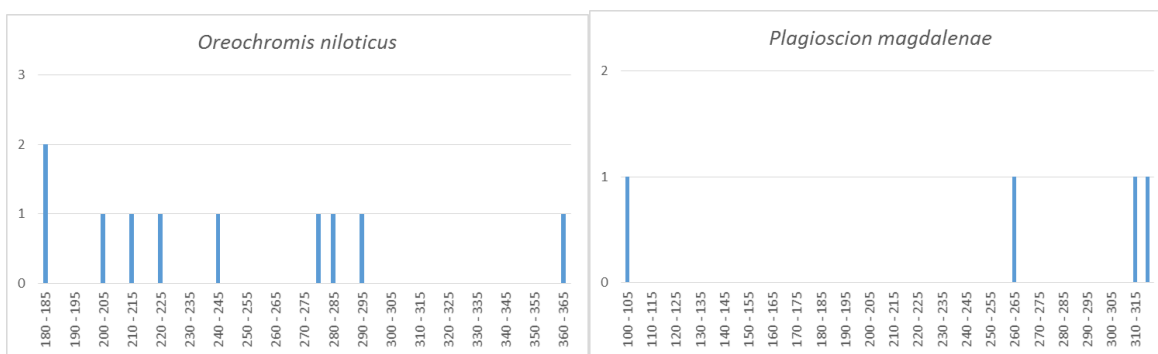


Figura 8-121. Histogramas de frecuencia de tallas para las especies de peces colectados en el Embalse del Guájaro, Primera Fase

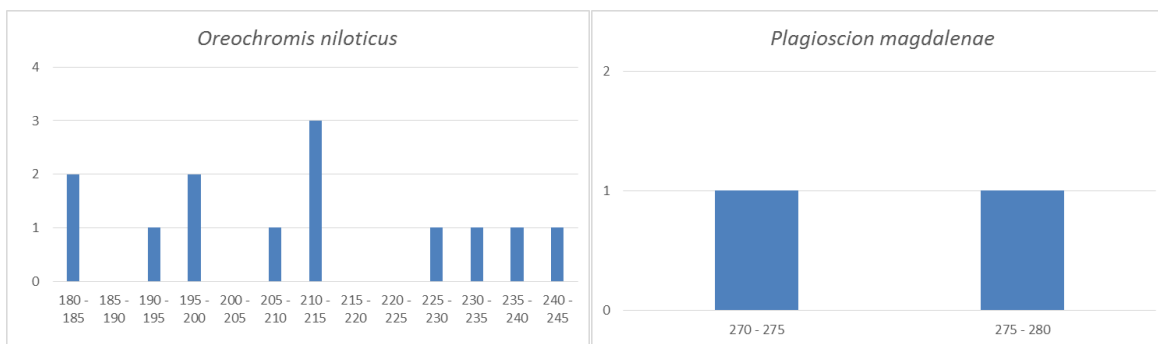


Figura 8-122. Histogramas de frecuencia de tallas para las especies de peces colectados en el Embalse del Guájaro, Segunda Fase

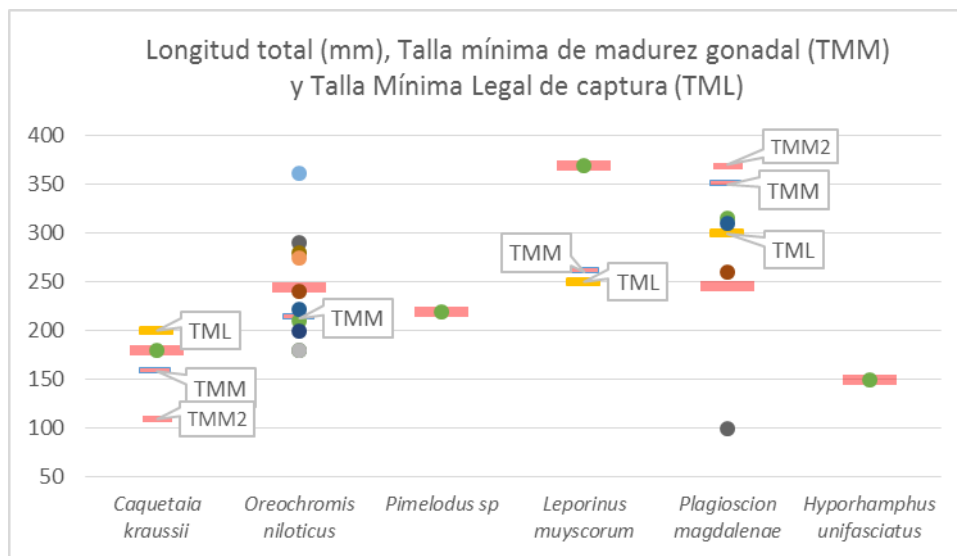


Figura 8-123. Longitud total y talla mínima de madurez gonadal (TMM) para las especies colectadas en el Embalse del Guájaro durante la Primera Fase

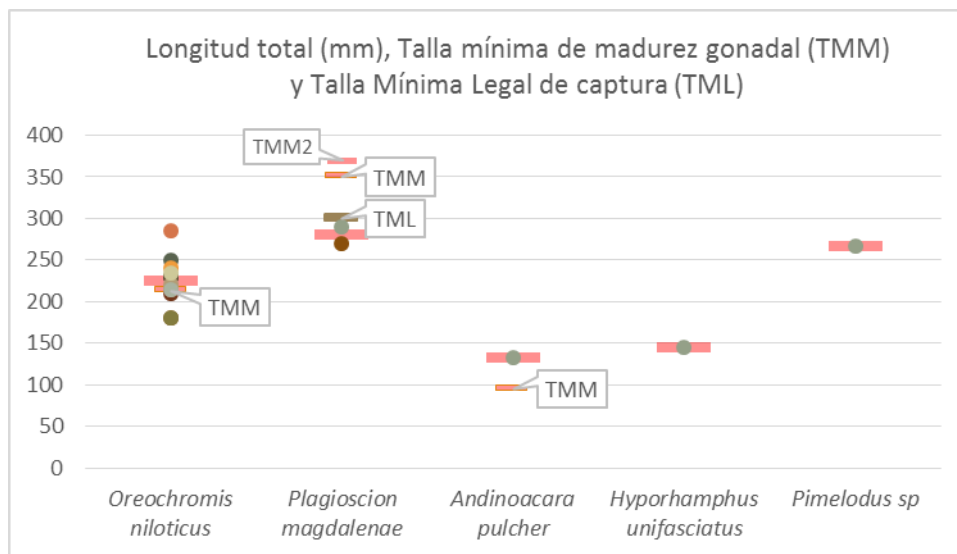


Figura 8-124. Longitud total y talla mínima de madurez gonadal (TMM) para las especies colectadas en el Embalse del Guájaro durante la Segunda Fase

La especie *Caquetaia kraussii*, o la mojarra amarilla, como la mayoría de los ciclidos, es fuertemente territorial y agresiva, se localiza en zonas con vegetación sumergida y aguas lentas, en donde acecha a sus presas; habita en las aguas tranquilas de las partes bajas de los ríos, es una especie voraz que consume otros peces e invertebrados bentónicos

(Ortega-Lara *et al.*, 2002 *En*: Maldonado-Ocampo, *et al.*, 2005); para esta especie, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Corporación Colombia Internacional Nodo Central (MADR y CCI Nodo Central, 2007) indicaron una talla media de madurez sexual para la cuenca del Magdalena, en 15,8, 15,6 y 15,8 cm para hembras, machos y sexos combinados respectivamente; mientras que en estudios adelantados por Solano-Peña, *et al.*, 2013 en el embalse de Urrá determinaron como talla mínima de madurez sexual 10,4, 11,5 y 11,0 cm para hembras, machos y sexos combinados respectivamente, de esta forma se observa que el organismo capturado durante la Primera Fase supera las tallas mínimas de madurez gonadal determinadas por MADR y CCI Nodo Central, 2007 y Solano-Peña, *et al.*, 2013; mientras que Durante la Segunda Fase no se colectaron organismos para esta especie. Adicionalmente, para la cuenca del río Magdalena, la AUNAP, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca en su catálogo denominado “Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge” indica como talla mínima de captura legal (TML), 20 cm de LS, con el cual el 100% de los organismos capturados se encuentran por debajo de dicha talla; así mismo, el INPA decreto con la resolución 520 del 8 de noviembre del 2001, establece 13 cm de LS como talla mínima de captura legal, en toda la Cuenca, Microcuenca y Ciénagas relacionadas con el río Sinú, concepto bajo el cual el 100% de los organismos capturados se encuentra por sobre el valor de dicha talla, aunque este último se haya tomado como referencia, ya que no se evidenció la determinación de una talla mínima legal de captura para la zona por parte de la autoridad ambiental competente.

La colecta de *Plagioscion magdalenae* llegó a 4 organismos durante la Primera Fase y 2 organismos durante la Segunda Fase. Para ésta especie no hay registros de talla máxima ni de peso en la literatura, por lo tanto se asume la talla máxima de 65 cm de LE presentada en las estadísticas pesqueras nacionales (MADR-CCI 2008 *En*: Lasso *et al.* 2011); Según MADR - CCI en el año 2006 *En*: Lasso *et al.* 2011). Esta especie está incluida dentro del listado de peces dulceacuícolas migratorios de Colombia en la categoría de migraciones medianas, que son especies que se desplazan entre 100 y 500 km (Usma *et al.* 2009 *En*: Lasso *et al.* 2011).

Los organismos colectados durante la Primera Fase, se colectaron organismos dos organismos de tallas 100 y 315 mm de LT, con un promedio de 246,3 mm y un coeficiente de variación de 0,354, indicativo de ser una distribución de tallas heterogénea, lo cual unido al histograma de frecuencias permite inferir sobre la presencia de varias cohortes en el embalse del Guájaro; para la Segunda Fase presentaron tallas entre 270 y 290 mm de LT, con un promedio de 280 mm de LT y un coeficiente de variación de 0,036, evidenciándose una distribución de tallas muy homogénea (Figura 8-121 y Figura 8-122).

Lasso *et al.* 2011 indica que la talla media de madurez gonadal se registró en 38,7 cm de LE, muy por encima de la talla mínima de captura reglamentaria de 30 cm; Para el 2007 se

discriminó entre hembras y machos obteniendo tallas de madurez en 39 cm LE para las hembras (n=288) y 29 cm para los machos (n=167), con una media de 35 cm para los dos sexos combinados (n=455). En 2008 se registró una talla media de madurez gonadal de 37,006 cm de LE. La época de mayor frecuencia de animales maduros correspondió a los meses de agosto, enero y febrero. Con respecto a lo anterior se puede indicar que durante la Primera Fase, el 50% de los organismos capturados se encontraba por debajo de la Talla mínima legal -TML- (30 cm), y el 100% por debajo de las dos tallas mínimas de maduración gonadal indicadas anteriormente; igualmente, durante la Segunda Fase, el 100% de las capturas estuvieron debajo de la TML y de las TMM indicadas.

Por su parte, fue un individuo el representante de *Pimelodus* sp, capturado solo durante la Segunda Fase, el cual tras revisiones posteriores, se concluyó que es muy probable que pertenezca a *Pimelodus blochii*, presentó una longitud total de 266 mm. Esta especie es omnívora con preferencia por insectos y crustáceos, también carroña (Masso, 1978 EN; Lasso, 2011); presenta migraciones medianas locales, entre 100 y 50 km (Usma *et al.* 2009 EN; Lasso, 2011), entre poblaciones parcialmente aisladas; al parecer existen dos rutas simultáneas de migración hacia el Alto Magdalena, sugiriendo que esta última estaría conformada por individuos provenientes del bajo y medio Magdalena (Villa-Navarro 2002 EN; Lasso, 2011). No se encontró referencia que indique la talla mínima legal de captura establecida por la autoridad ambiental competente. Para la especie *Potamotrygon magdalenae*, también se obtuvieron capturas de 2 especímenes durante la Primera Fase y 3 durante la Segunda Fase, fue un espécimen que no pudo ser medido ni pesado, ya que representaba riesgo tanto para los pescadores como para el equipo investigador, razón por la cual se procuró su liberación obviando la toma de las medidas morfológicas. De las especies capturadas, *Andinoacara pulcher*, se encuentra ampliamente distribuido en Colombia, en las cuencas de los ríos Magdalena, Sinú, San Jorge, Cauca, Cesar (Galvis *et al.*, 1997; Mojica, 1999, En: Olaya-Nieto, *et al.*, 2010). El espécimen de *A. pulcher*, fue capturado durante la Segunda Fase; éste presentó una talla de 132 mm de LT. En la cuenca del Orinoco, los peces del género presentan una reproducción continua durante todo el año y desove parcial (Lasso, 2004 En: Lasso y Sánchez-Duarte, 2011), para la ciénaga grande de Lórica (Córdoba), Olaya-Nieto *et al.*, 2010, indicaron la presencia de hembras maduras en casi todos los meses del año, excepto en marzo, septiembre y diciembre; igualmente indicaron que la talla media de madurez sexual fue de 9,2, 9,7 y 9,5 cm LT para hembras, machos y sexos combinados, respectivamente, lo que indica que el 100% de los individuos capturados sobrepasaron de la TMM (Tabla 8-98 y Figura 8-123); adicionalmente se buscó información sobre la indicación de una talla mínima legal de captura para la zona, sin encontrar evidencia de su determinación para la zona. Al realizar la revisión del listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”; según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedida por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; se determinó que no existen coincidencias entre las especies encontradas en el embalse del Guájaro con dicho listado.

8.1.7 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Segunda Fase de ciénaga correspondió al 18006 y para la Segunda Fase 18837.

8.1.7.1 Comunidades de productores primarios

8.1.7.1.1 Fitoperifiton

Solo pudo ser caracterizada la comunidad fitoperifítica de la Ciénaga de Luruaco del Punto 1, debido a que en los puntos restantes no se presentaron sustratos sobre los cuales evaluarla. Dicha comunidad estuvo conformada por 10 morfoespecies, pertenecientes a 9 familias, 6 Órdenes, 3 Clases y 3 Divisiones. La División que mayor número de especies aportó a la riqueza fue Cyanobacteria, contribuyendo con el 80% de la riqueza relativa (8 morfoespecies), seguida de las Divisiones Bacillariophyta y Chlorophyta, con aportes del 10% (1 morfoespecie) cada una (Tabla 8-99). Durante la Segunda Fase se identificaron 11 morfoespecies, clasificadas en 9 familias, 5 Órdenes, 3 Clases y 3 Divisiones. En este período Cyanobacteria también contribuyó en mayor medida a la riqueza, con el 63,6% (7 morfoespecies), seguida de Chlorophyta, con el 27,3% (3 morfoespecies) y de Bacillariophyta, con el 9,1%, aportando solo una morfoespecie (Tabla 8-100).

Tabla 8-99. Composición de la comunidad fitoperifítica en la Ciénaga de Luruaco, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
			Chroococcales	Spirulinaceae	<i>Spirulina spp</i>
				Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis spp</i>
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Raphidiopsis spp</i>
				Rivulariaceae	<i>Calothrix spp</i>
			Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae
Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>				
Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>			
		<i>Pseudanabaena spp</i>			
		<i>Dictyosphaerium spp</i>			
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	

Tabla 8-100. Composición de la comunidad fitoperifítica en la Ciénaga de Luruaco, Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>	
				Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis spp</i>	
				Nostocaceae	<i>Raphidiopsis spp</i>	
			Nostocales	Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>	
				Coleofasciculaceae	<i>Geitlerinema spp</i>	
				Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya spp</i>	
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>	
				Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
						<i>Monoraphidium contortum</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium griffithii</i>	
						<i>Monoraphidium irregulare</i>

El análisis de las abundancias mostró que Cyanobacteria fue la División más abundante, contribuyendo con el 94,5% de la abundancia total (40,8 Células/cm²). Le siguió Bacillariophyta con 1,7 Células/cm² (3,9%), y por último Chlorophyta, con 0,7 Células/cm², es decir un 1,6% (Figura 8-125-A). La División Cyanobacteria también fue la que más aportó a la abundancia en la Segunda Fase, con un 88% de la abundancia total (121,5 Células/cm²). La División Bacillariophyta registró 11,7 Células/cm², siendo esto el 8,5% de la abundancia total, mientras que las clorofilas mostraron el 3,5% de la abundancia, con 4,8 Células/cm² (Figura 8-125-B). Las abundancias de la comunidad fitoperifítica registrada se observan en el Anexo F; para la distribución por Divisiones en el Punto evaluado durante cada una de las fases de muestreo, se evidencia el predominio de la División Cyanobacteria en la Figura 8-126.

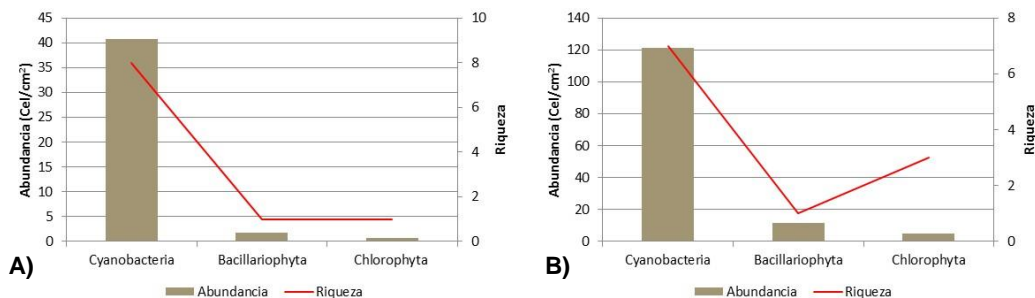


Figura 8-125. Contribución a la abundancia y la riqueza del fitoperifiton en la Ciénaga de Luruaco, A) Primera Fase, B) Segunda Fase

CIÉNAGA EL LURUACO (PERIFITON)

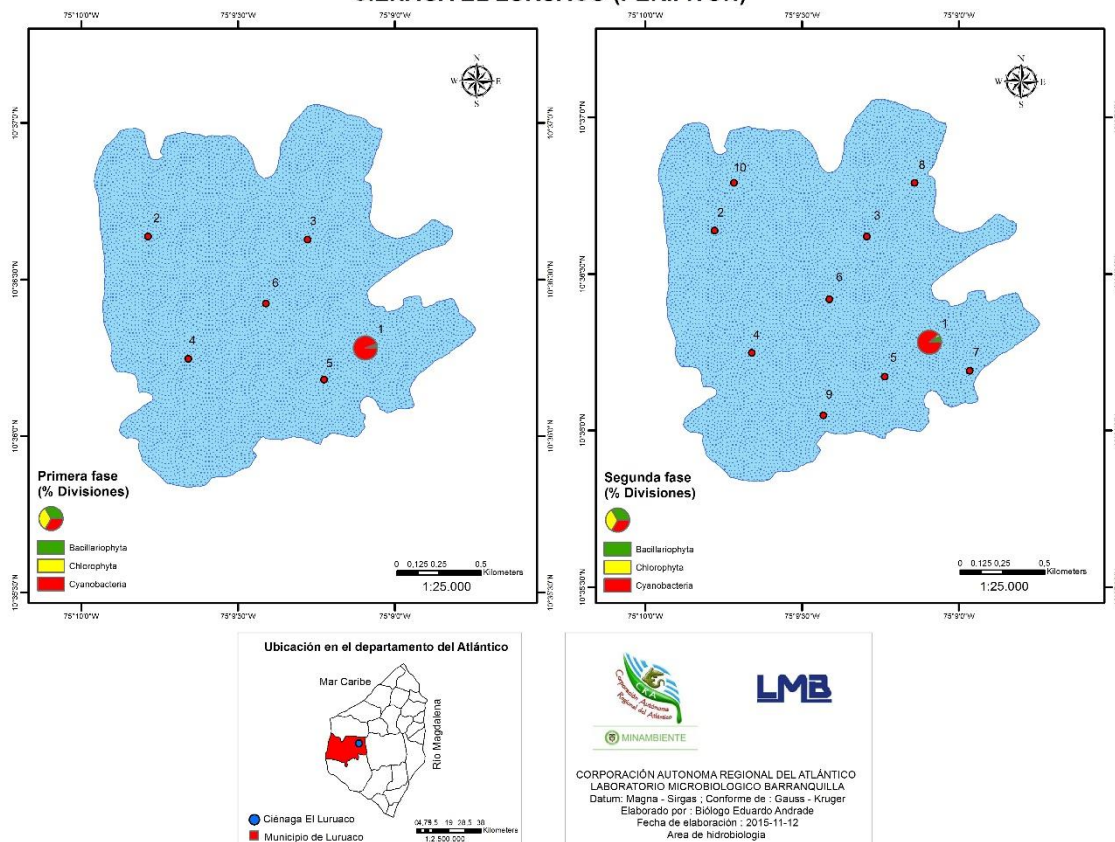


Figura 8-126. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en la Ciénaga del Luruaco, Primera y Segunda Fase

La determinación de los índices ecológicos de riqueza indicaron que el Punto 1 contribuyó con 10 especies, mientras que los índices de equidad, indicaron que la comunidad se encuentra muy equilibrada ($J' = 0,84$) y con una dominancia de especies muy baja ($\lambda' = 0,16$); por su parte el índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación realizada por Roldán y Ramírez (2008), indicó la presencia de “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-101). Durante la Segunda Fase se presentó una disminución en la Equidad ($J' = 0,64$), y un ligero aumento en la Dominancia ($\lambda' = 0,29$). Sin embargo, de acuerdo a la interpretación del índice de Shannon-Wiener, también se presentan “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-102).

Tabla 8-101. Índices ecológicos para el Fitoperifiton de la Ciénaga de Luruaco, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	10	0,84	1,94	0,16

Tabla 8-102. Índices ecológicos para el Fitoperifiton de la Ciénaga de Luruaco, Segunda Fase.

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	11	0,64	1,53	0,29

No se pudieron establecer las diferencias significativas entre los días de muestreo, debido a que los estadísticos utilizados necesitan al menos dos puntos para para realizar el análisis. Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó el predominio de la estratificación, sucesión avanzada, sedimentos y conductividad altos y la hipereutrofia, en proporciones del 17% cada una, seguidas de la mesotrofia fría con 15% y otras bioindicaciones tales como eutrofia fría, turbulencia, mezcla y aguas blandas con aportes del 7, 4, 4, y 2 % respectivamente (Figura 8-127). Durante la Segunda Fase, hubo una predominancia de Mesotrofia Fría (63%), seguida esta de Turbulencia (18%), Mezcla (18%). Los otros procesos tuvieron representatividades menores al 1% (Figura 8-128).

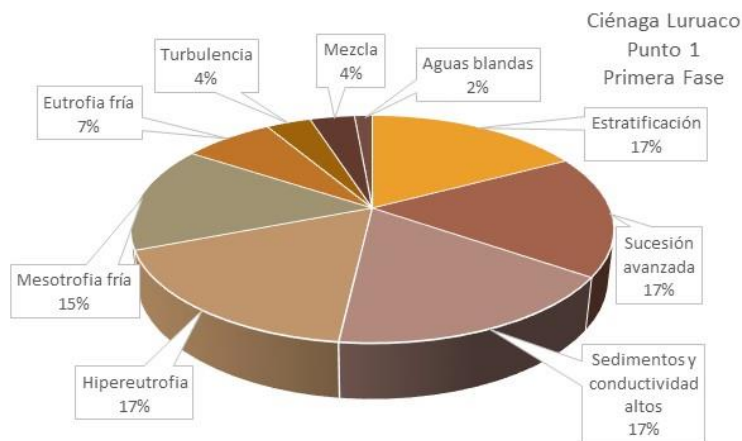


Figura 8-127. Procesos bioindicados (promedio general) de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga de Luruaco, Primera Fase

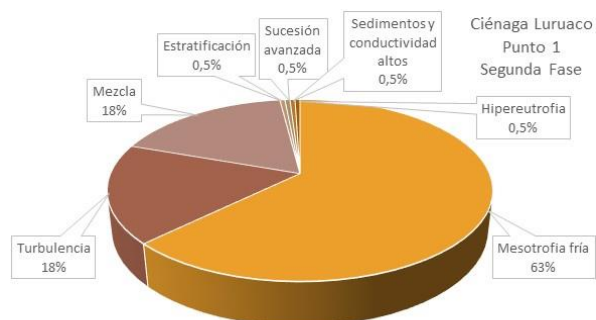


Figura 8-128. Procesos bioindicados (promedio general) de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga de Luruaco, Primera Fase

Se puede concluir que en la comunidad del Fitoperifiton de la Ciénaga de Luruaco existe un predominio de cianobacterias, tanto en la riqueza como en la abundancia, dado que en ambas Fases de Muestreo estas presentaron las mayores proporciones; aclarando los organismos perifíticos solo fueron evaluados en el Punto 1, debido a que en los Puntos restantes, no se encontraron sustratos aptos para colecta de muestras de los representantes de ésta comunidad. Al analizar los índices de diversidad y puntualizando en el índice de Shannon-Wiener, y bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), se pudo notar que hubo una leve disminución de la calidad del agua del sitio muestreado, al pasar de la Primera a la Segunda Fase de monitoreo; sin embargo, esta variación también pudo ser causada por las fluctuaciones naturales del ambiente. Al cambiar la composición de especies también cambian los procesos bioindicados, pasando en la Primera Fase de tener varios procesos igualmente contribuidos por los organismos de la comunidad (estratificación, sucesión avanzada, sedimentos y conductividad altos e hipereutrofia, 17% cada una), a tener prevalencia de “mesotrofia fría” (63%).

8.1.7.1.2 Fitoplancton

En la ciénaga de Luruaco, la comunidad de fitoplancton se caracterizó por presentar 30 especies, pertenecientes a 23 familias, 15 Ordenes, 9 clases y 6 Divisiones; de éstas, la Cyanobacteria y Chlorophyta contribuyeron en mayor proporción a la riqueza abarcando el con 63,3% de la riqueza en conjunto, 36,7% (11 especies) y 26,7% (8 especies) respectivamente, las otras Divisiones comprendieron porcentajes más bajos, Bacillariophyta (16,7%; 5 especies), Euglenozoa (10,0%; 3 especies), Charophyta (6,7%; 2 especies), correspondiendo Ochrophyta, con solo un representante (3,3 %), en la menos representativa de la ciénaga (Tabla 8-103 y Figura 8-129-A). Se presentó un aumento la Segunda Fase aumento el número de especies a 44, pertenecientes a 25 familias, 16 Ordenes, 9 clases y 5 Divisiones; donde las Divisiones Chlorophyta y Cyanobacteria permanecieron como principales contribuyentes a la riqueza total llegando a ocupar el 80%

aproximadamente, 45,5% (20 especies) y 34,1% (15 especies) respectivamente, las otras Divisiones comprendieron porcentajes más bajos, Bacillariophyta (13,6%; 6 especies), Ochrophyta (4,5%; 2 especies), en este caso la División con un único representante fue Euglenozoa (2,3 %) (Tabla 8-104 y Figura 8-129-B).

Tabla 8-103. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Luruaco, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa			
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca spp</i>			
			Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia spp</i>			
		Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria spp</i>			
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>			
	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>			
			Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>			
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis spp</i>			
				Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i>		
						<i>Raphidiopsis spp</i>		
					Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>		
					Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i>		
						<i>Phormidium spp</i>		
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae			<i>Leptolyngbya spp</i>	
							<i>Pseudanabaena spp</i>	
							<i>Planktolyngbya spp</i>	
			Synechococcales				Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
							Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa spp</i>
							Closteriaceae	<i>Closterium gracile</i>
Desmidiaceae	<i>Cosmarium spp</i>							
Hydrodictyceae	<i>Pediastrum simplex</i>							
	<i>Tetraëdron gracile</i>							
Plantae	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmiales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus arcuatus</i>			
				Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>			
				Selenastraceae	<i>Kirchneriella spp</i>			
					<i>Monoraphidium circinale</i>			
					<i>Monoraphidium griffithii</i>			
				Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium griffithii</i>		
				Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>	
							<i>Euglena spp</i>	
							<i>Trachelomonas spp</i>	
						Phacaceae	<i>Lepocinclis spp</i>	

ND: No Determinado

Tabla 8-104. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Luruaco, Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca closterium</i>	
			Surirellales	Surirellaceae	<i>Nitzschia spp</i>	
				<i>Surirella linearis</i>		
				<i>Surirella spp</i>		
	Ochrophyta	Synurophyceae	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria spp</i>
			Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>	
			Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema spp</i>
			Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>	

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa		
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Nostocales	Microcystaceae	<i>Microcystis spp</i>		
				Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis spp</i>		
				Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i>		
					<i>Anabaenopsis spp</i>		
					<i>Raphidiopsis sp 1</i>		
					<i>Raphidiopsis spp</i>		
				Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Borzia spp</i>	
					Phormidiaceae	<i>Komvophoron spp</i>	
						<i>Arthrospira spp</i>	
				Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Phormidium spp</i>	
			<i>Leptolyngbya spp</i>				
			Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Pseudanabaena spp</i>		
					<i>Planktolyngbya spp</i>		
			Sphaeropleales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa spp</i>		
					Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium spp</i>
					Hydrodictyceae	<i>Tetraëdron cf. muticum</i>	
						<i>Tetraëdron gracile</i>	
						<i>Tetraëdron minimum</i>	
					Radiococcaceae	<i>Coenococcus spp</i>	
					Scenedesmaceae	<i>Coelastrum astroideum</i>	
						<i>Coelastrum microporum</i>	
						<i>Desmodesmus spp</i>	
						<i>Tetrastrum spp</i>	
Selenastraceae	Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>					
	<i>Kirchneriella spp</i>						
	<i>Monoraphidium arcuatum</i>						
	<i>Monoraphidium circinale</i>						
	<i>Monoraphidium contortum</i>						
	<i>Monoraphidium griffithii</i>						
	<i>Monoraphidium irregulare</i>						
<i>Monoraphidium komarkovae</i>							
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium spp</i>				
	Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>					
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Ordo incertae sedis	Familia incertae sedis	<i>Crucigenia rectangularis</i>		
			Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>		

En cuanto a la abundancia de la comunidad en la Primera Fase, un poco más de la mitad de los organismos presente en la ciénaga clasificaron dentro de la División Cyanobacteria (54,9%; 52,73 Células/L), otro número importante, casi la mitad de los individuos, estuvo en la División Bacillariophyta (41,4%; 39,73 Células/L), el porcentaje faltante se dividió entre Chlorophyta (2,7%; 2,62 Células/L), Euglenozoa (0,5%; 0,45 Células/L), Charophyta (0,4%; 0,34 Células/L) y Ochrophyta (0,1%; 0,09 Células/L), cuya sumatoria de sus aportes solo llegaron al 3,7%. De igual forma, durante la Segunda Fase la División Cyanobacteria continuó como principal aportante con el 60,7% de la abundancia relativa (227,50 Células/L), seguida de Bacillariophyta (27,4%; 102,52 Células/L) y Chlorophyta (11,3%; 42,44 Células/L), Ochrophyta y Euglenozoa se encontraron al final como las menos

abundantes, con 0,4% (1,37 Células/L) y 0,2% (0,81 Células/L) respectivamente (Figura 8-129 y Figura 8-130). Las tablas de abundancias por punto de muestreo se observan en el Anexo F.

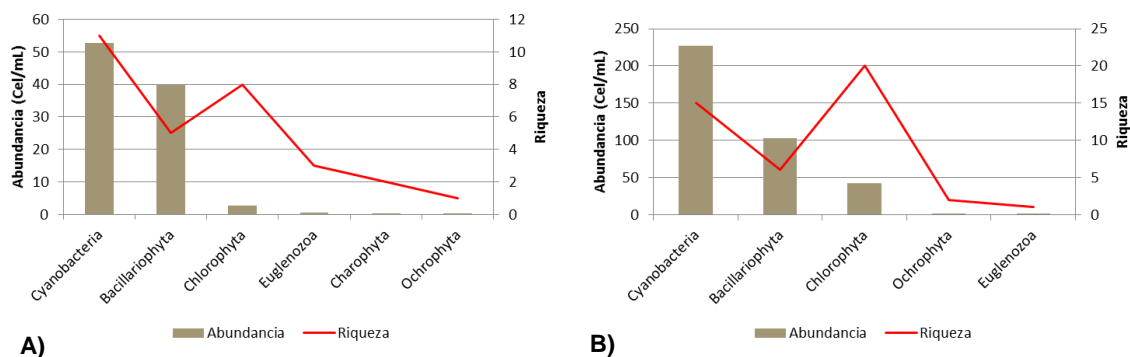


Figura 8-129. Contribución a la abundancia y la riqueza del fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco

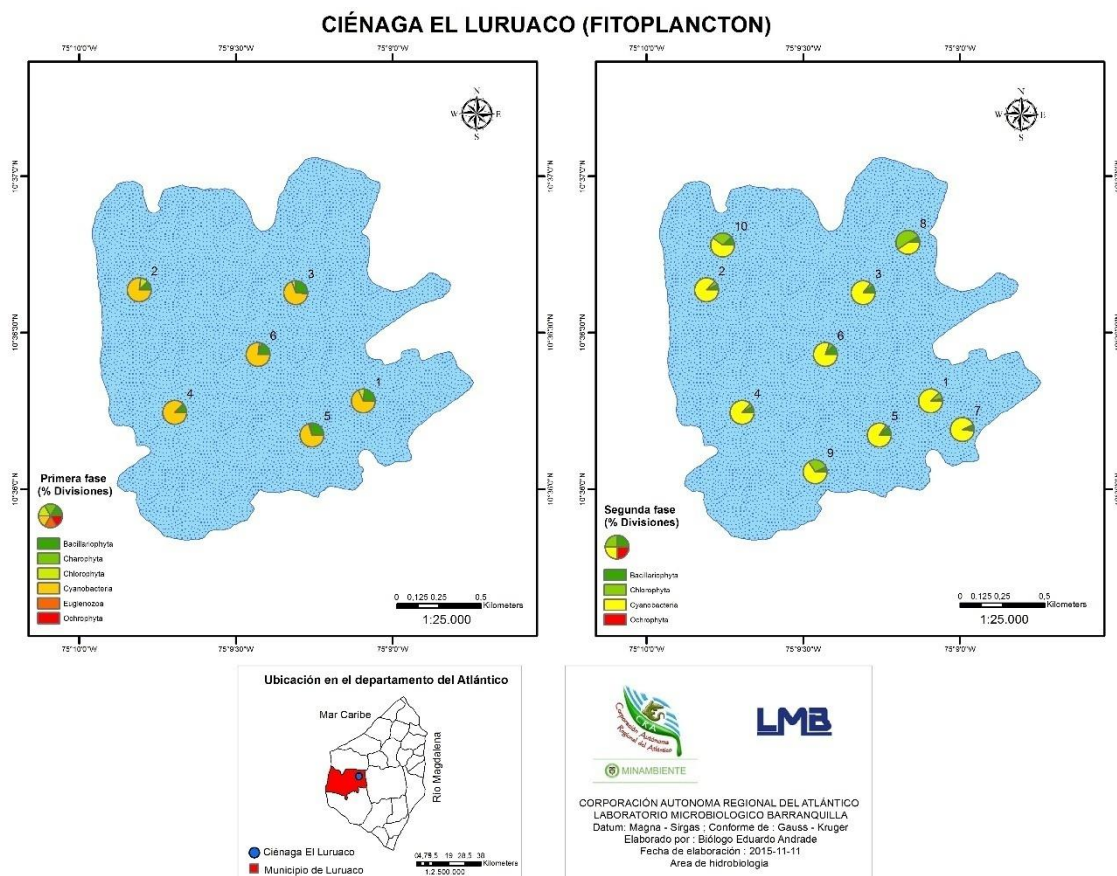


Figura 8-130. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en la Ciénaga de Luruaco, Primera y Segunda Fase

Los índices ecológicos que evalúan la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la equidad, mostraron en el Primera Fase una comunidad con equidades medias a altas, mayor en el punto 3 ($J' = 0,81$); igualmente, los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” para todos los puntos y según el índice de dominancia obtuvo valores bajos en toda la ciénaga (Tabla 8-105). En la Segunda Fase, también se presentaron un comportamiento similar, equidades medias a altas, con valores entre $J' = 0,73$ y $J' = 0,50$; según el índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicó “aguas muy contaminadas” en tres puntos de los diez existentes para esta fase (2, 7 y 8), conservando los demás puntos la categoría de la fase anterior y el índice de dominancia también, como en el Primera Fase, dio cuenta de valores bajos, con un máximo de $\lambda' = 0,32$ (Tabla 8-106).

Tabla 8-105. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	9	0,72	1,57	0,18
Punto 2	11	0,67	1,61	0,20
Punto 3	7	0,81	1,57	0,16
Punto 4	20	0,53	1,60	0,29
Punto 5	15	0,64	1,72	0,21
Punto 6	13	0,72	1,84	0,19

Tabla 8-106. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	11	0,73	1,74	0,20
Punto 2	8	0,68	1,40	0,32
Punto 3	20	0,62	1,85	0,21
Punto 4	10	0,73	1,69	0,21
Punto 5	22	0,50	1,54	0,27
Punto 6	12	0,63	1,56	0,25
Punto 7	8	0,71	1,48	0,27
Punto 8	10	0,61	1,41	0,32
Punto 9	8	0,72	1,51	0,24
Punto 10	12	0,66	1,64	0,22

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p= 0,922$), como en la Segunda Fase ($p= 0,758$). Por medio de un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, formándose, con un 50% de similaridad, tres grupos; el primero integrado por los Puntos 4 y 5, el segundo por el Punto 6 y el tercero por los Puntos 3, 2 y 1 (Figura 8-131-A). Igualmente, durante la Segunda Fase se observó la homogenización de la ciénaga, conformándose tres grupos, dos de ellos unitarios, el Punto 5 y del Punto 6, mientras que los puntos restantes se integraron en un solo grupo (Figura 8-131-B).

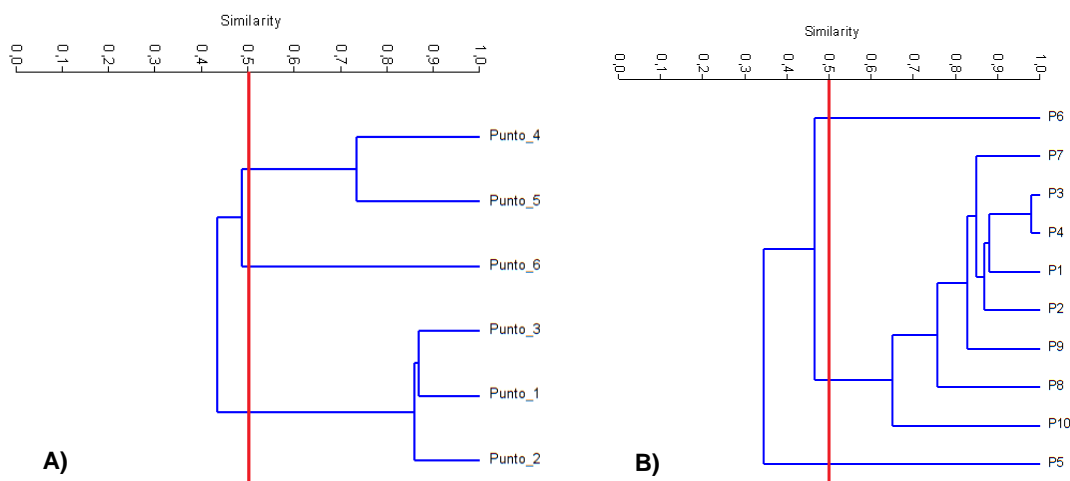


Figura 8-131. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó la predominancia de la turbulencia y mezcla, juntas representaron más del 90% en los puntos 1, 2 y 3, los puntos 5 y 6 por otra parte presentaron como bioindicaciones importantes la mesotrofia y aguas litorales, además de la turbulencia y mezcla, si bien estas últimas tuvieron mayor representatividad en el punto 6 y en el punto 4 se encontraron en proporción similar las cuatro bioindicaciones anteriores abarcando aproximadamente 1/5 de las bioindicaciones para ese punto. Para el comportamiento general de la ciénaga se reflejó el patrón observado del predominio de cuatro bioindicaciones primeramente mesotrofia y aguas litorales con aproximadamente el 28% cada una, luego turbulencia y mezcla con alrededor del 17% cada una, seguido de otras contribuciones menores completando el 8% faltante (Figura 8-132 y Figura 8-133).

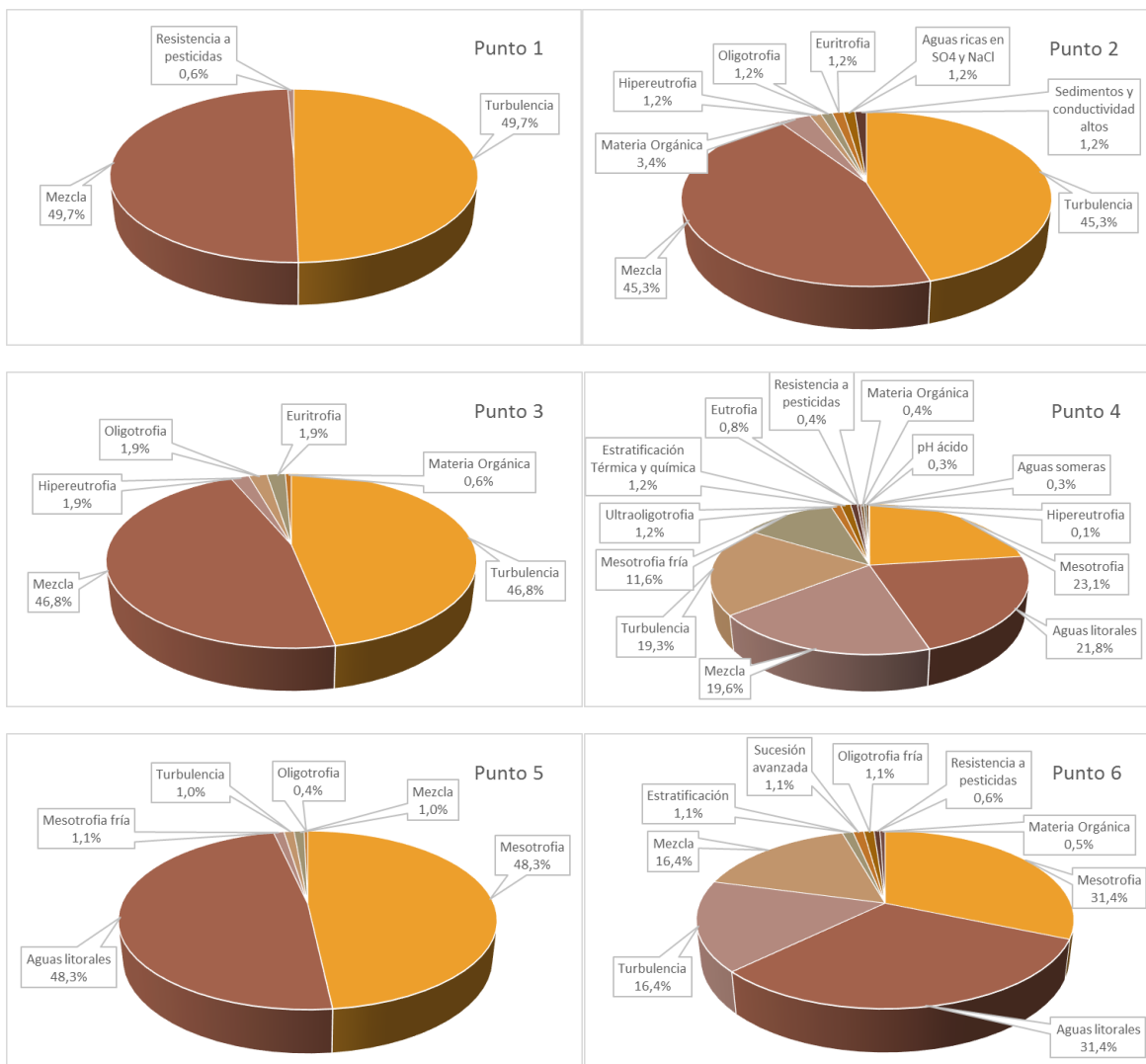


Figura 8-132. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga de Luruaco, Primera Fase

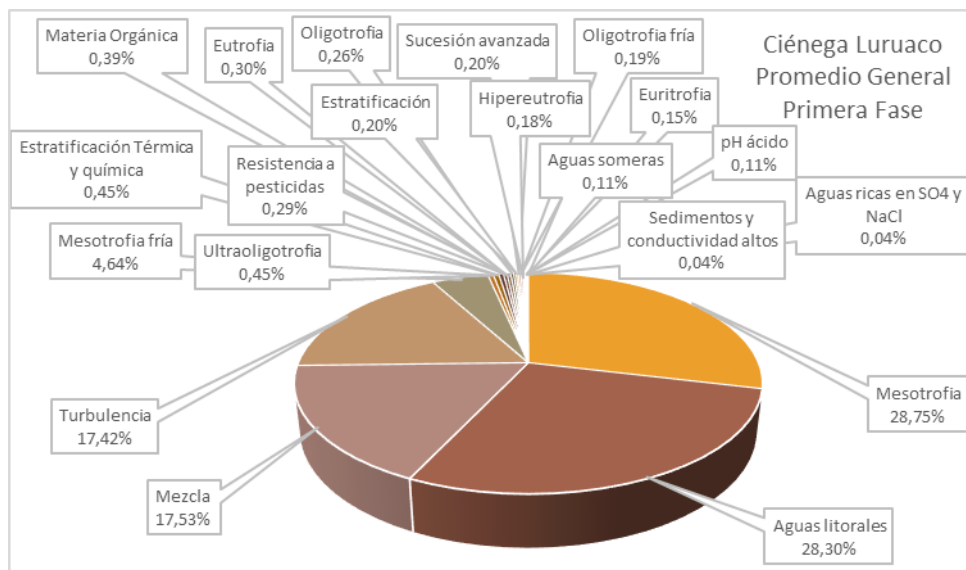
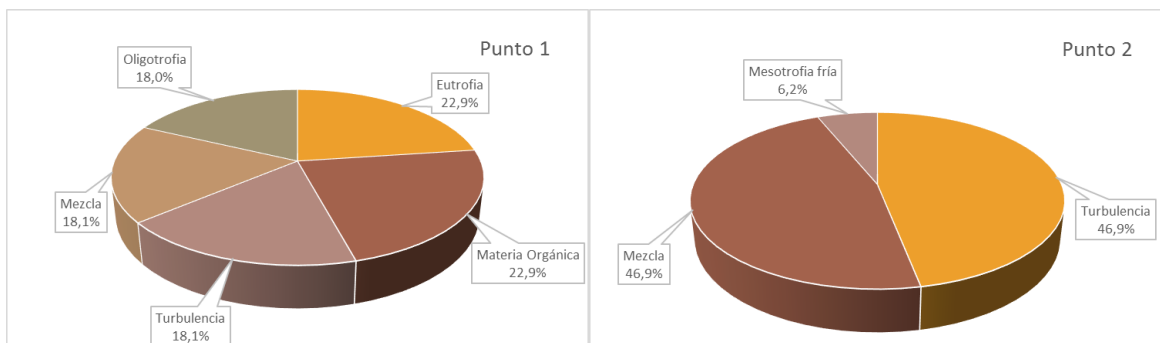


Figura 8-133. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénega de Luruaco, Primera Fase

Nuevamente, en la Segunda Fase el punto 5 y 6 presentaron como principales bioindicaciones mesotrofia y aguas litorales, en los otros puntos tal como en la Primera Fase las bioindicaciones representativas fueron turbulencia y mezcla ocupando al menos el 50%. De manera general, también la mesotrofia y aguas litorales fueron las bioindicaciones con mayor porcentaje en este caso abarcando más del 70% y se redujo la representación de las bioindicaciones de turbulencia y mezcla a menos del 20% (Figura 8-134 y Figura 8-135).



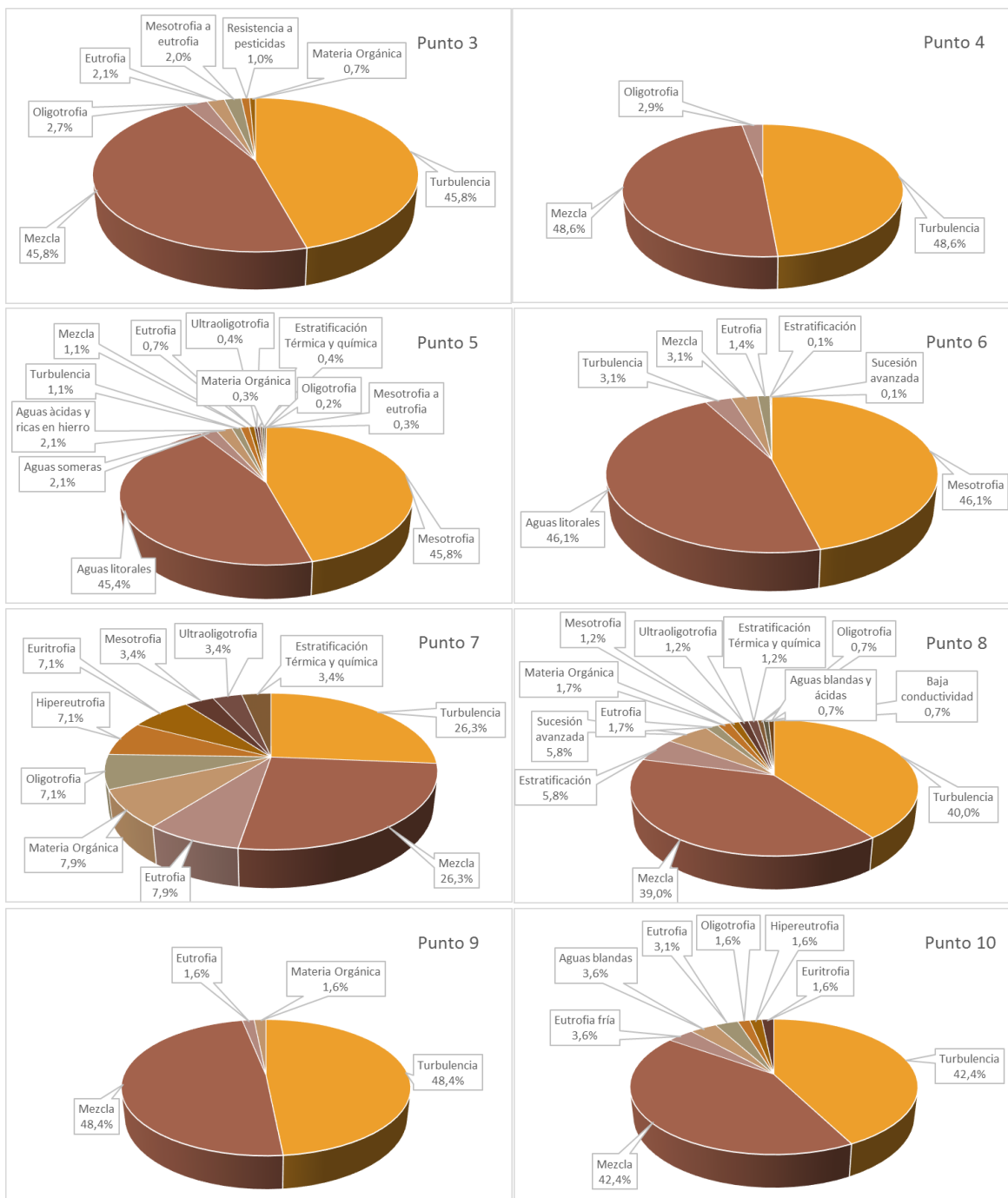


Figura 8-134. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga de Luruaco, Segunda Fase

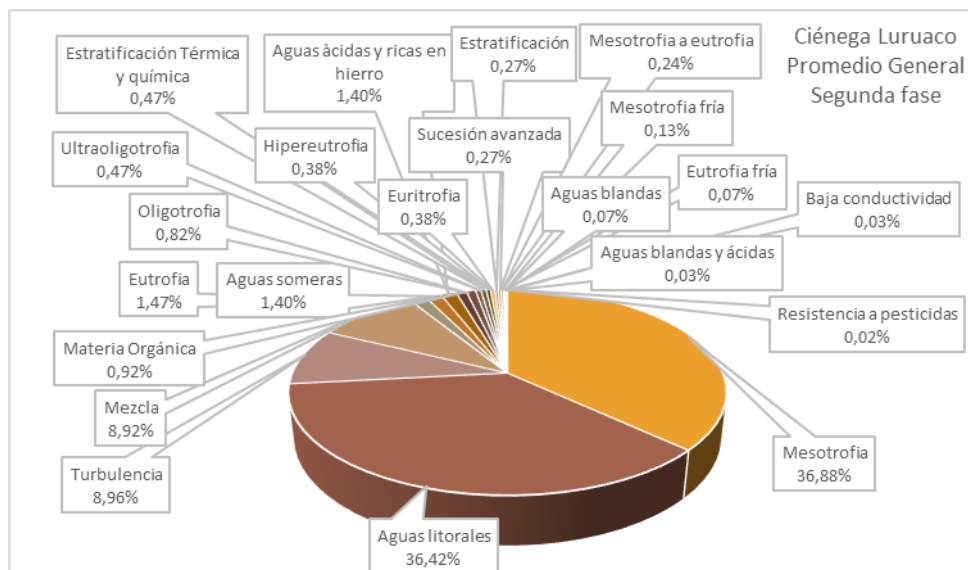


Figura 8-135. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga de Luruaco, Segunda Fase

El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase en la ciénaga de Luruaco estuvo marcado por la abundancia predominante de Cianobacterias en las dos Fases de muestreo (Figura 8-130); con predominio en la riqueza durante la Primera Fase, dando paso a las Chlorophyta durante la Segunda Fase. Se observó una fluctuación de riqueza en los puntos comunes para las dos Fases del muestreo, con disminuciones en los Puntos 2, 4 y 6; por su parte la equidad se mantuvo media a alta y la dominancia baja en ambas fases. Por su parte el índice de Shannon-Wiener presentó valores más bajos en el Punto 2, 5 y 6 con respecto a la Primera Fase; a pesar de lo anterior, tan solo el Punto 2 presentó valores inferiores a 1,5 durante la Segunda Fase, lo que representa, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), la presencia de “aguas muy contaminadas”; dentro del mismo rango de valores, estuvieron los puntos adicionales 7 y 8; lo cual posiblemente se debe a la influencia de aguas de escorrentía vertida por los caños cercanos, a diferencia del resto de la ciénaga, la cual continuo manifestando características que clasificaron la calidad de sus aguas como “medianamente contaminadas”, tal como sucedió durante la Primera Fase; esta homogeneidad se observó al comparar los puntos monitoreados durante las dos fases, evidenciándose una homogeneidad generalizada, con excepción del Punto 5, el cual se destacó por presentar la mayor abundancia fitoplanctónica, en especial, de cianobacterias (Figura 8-148).

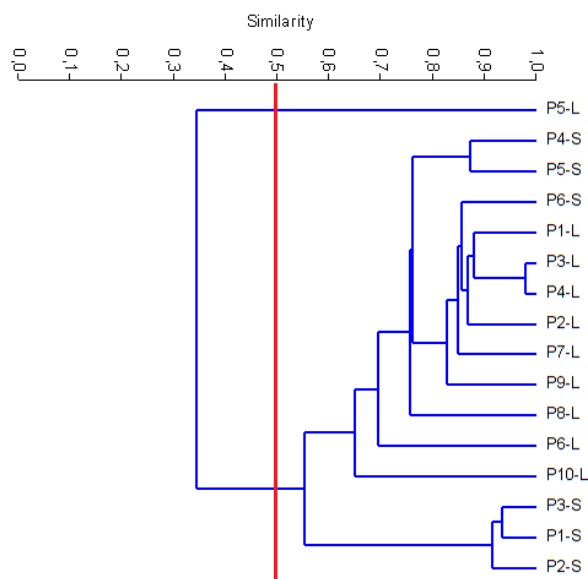


Figura 8-136. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de Fitoplancton en la Ciénaga de Luruaco, durante las dos fases. S) Primera Fase L) Segunda Fase

8.1.7.1.3 Macrófitas acuáticas

No se reportaron Macrófitas Acuáticas en las estaciones de la Ciénaga de Luruaco durante ninguna de las dos Fases de muestreo. Hay que anotar que entre los factores que pueden influenciar en el crecimiento y desarrollo de estas plantas, los más relevantes suelen ser la disponibilidad de especies de nitrógeno y fósforo (que funcionan como nutrientes y agentes limitantes) (Niño & Guillot 2004), las propiedades fisicoquímicas de la columna de agua, la transparencia, la temperatura y el suministro de luz (Durán-Suárez *et al* 2001), siendo que una pequeña variación en estas condiciones puede afectar o incluso limitar su crecimiento (Vegas & Coba 1993), tal y como puede verse en este cuerpo de agua. La profundidad de la ciénaga también puede ser otro factor restrictivo para las plantas acuáticas, ya que según Terneus (2002) estos organismos prefieren, además de sitios con alta disponibilidad de nutrientes y de luz, áreas poco profundas, especialmente para las plantas Helófitas.

8.1.7.2 Comunidades de consumidores

8.1.7.2.1 Zooplancton

La comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Luruaco estuvo constituida por 42 especies agrupadas en 14 familias, 8 Órdenes, 6 Clases y 3 Phylum; la Clase Eurotatoria contribuyó en mayor proporción con la riqueza, 52,4% de la riqueza relativa (22 especies), seguido por el Clase Maxillopoda, con 35,7% de RR (15 especies), seguido de los Clase Branchiopoda

(2 especies, 4,8%), Arthropoda Clase ND, Lobosa y Malacostraca (1 especie cada uno, 2,4% cada uno) (Tabla 8-107). El análisis de la abundancia por Clase determinó que Eurotatoria contribuyó con 63,7% de la abundancia relativa, representado en 593,8 Organismos/L, seguido del Clase Maxillopoda con 23,3% (217,0 Organismos/L), y en menores proporciones los Clase Arthropoda Clase ND, Malacostraca, Branchiopoda y Lobosa (5,3, 5,0, 2,2 y 0,6% respectivamente) (Figura 8-137-A). Durante la Segunda Fase la comunidad contó con 37 especies, pertenecientes a 16 familias, 7 Ordenes, 5 Clases y 2 Phylum; en esta ocasión Eurotatoria contribuyó en mayor proporción con la riqueza, 64,9% lo que representa un total de 24 especies, seguida de Maxillopoda con el 16,2% (6 especies), Branchiopoda con 10,8 (4 especies), Arthropoda Clase ND con 5,4% (2 especies) y Ostracoda con 2,7% (1 especie) (Tabla 8-108); igualmente la abundancia fue liderada por la Clase Eurotatoria contribuyendo con el 62% (381,7 Organismos/L), seguida de Maxillopoda con el 18,6% (114,3 Organismos/L), Arthropoda Clase ND con 10,3% (63,2 Organismos/L), Branchiopoda con 5,2% (31,8 Organismos/L) y Ostracoda con 3,9% (24,2 Organismos/L) (Figura 8-137-B).

Tabla 8-107. Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Luruaco, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa		
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina reticulata</i>		
				ND	Branchiopoda Morfoespecie 1		
		Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	ND	Larva Nauplio	
					Calanoida	ND	Copepodito III
						<i>Cryptocyclops bicolor</i>	
						<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	
						<i>Ectocyclops sp</i>	
						<i>Ergasilus sp 1</i>	
						<i>Eucyclops macrurus</i>	
						<i>Eucyclops sp 2</i>	
						Larva Nauplio <i>Cyclops</i> Morfoespecie	
						<i>Macrocyclus fuscus</i>	
		<i>Macrocyclus sp 1</i>					
		<i>Megacyclus sp</i>					
		<i>Mesocyclops leuckarti</i>					
		<i>Paracyclus spp</i>					
		ND	Cyclopoida Morfoespecie 1				
		ND	Larva Nauplio				
		ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1			
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Testudinellidae	<i>Testudinella sp</i>		
				Flosculariaceae	<i>Filinia longiseta</i>		
				Trochosphaeridae	<i>Filinia terminalis</i>		
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna ps 2</i>		
					<i>Asplanchna priodonta</i>		
<i>Asplanchna sieboldi</i>							
Brachionidae	<i>Asplanchna sp</i>						
	<i>Brachionus angularis</i>						

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus caudatus</i> (Morfotipo 1)
					<i>Brachionus caudatus</i> (Morfotipo 2)
					<i>Brachionus havanaensis</i>
					<i>Brachionus patulus patulus</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus urceolaris</i>
					<i>Brachionus urceus</i>
					<i>Keratella americana</i>
					<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>
					<i>Keratella testudo</i>
					<i>Keratella trophica trophica</i>
				Gastropodidae	<i>Gastropus styliifer</i>
				Synchaetidae	<i>Polyarthra sp 1</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoidea</i>

Tabla 8-108. Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Luruaco, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
				Moinidae	<i>Moina sp</i>
		Branchiopoda	Diplostraca	NA	<i>Diaphanosoma sp1</i>
					<i>Alona spp</i>
				ND	Branchiopoda sp
			Calanoida	Acartiidae	<i>Acartia sp</i>
				Diaptomidae	<i>Eudiaptomus sp</i>
	Arthropoda	Maxillopoda			<i>Eucyclops sp</i>
			Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclops fuscus</i>
					<i>Macrocyclops sp</i>
					<i>Megacyclops sp</i>
		ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 2
					Larva Nauplio Morfoespecie 1
		Ostracoda	ND	ND	Ostracoda spp
				Hexarthridae	<i>Hexarthra spp</i>
				Testudinellidae	<i>Testudinella sp</i>
Animalia			Flosculariaceae		<i>Filinia longiseta</i>
				Trochosphaeridae	<i>Filinia terminalis</i>
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna ps 2</i>
					<i>Asplanchna priodonta</i>
					<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus bidentatus</i>
	Rotifera	Eurotatoria			<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus caudatus</i> (Morfotipo 2)
			Ploima		<i>Brachionus havanaensis</i>
				Brachionidae	<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus quadridentatus</i>
					<i>Brachionus rubens</i>
					<i>Brachionus urceolaris</i>
					<i>Keratella americana</i>
					<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Keratella tecta</i>
					<i>Keratella tropica</i>
			Dicranophoridae		<i>Encentrum sp</i>
			Gastropodidae		<i>Gastropus spp</i>
					<i>Lecane luna</i>
			Lecanidae		<i>Lecane lunaris lunaris</i>
					<i>Lecane mira</i>

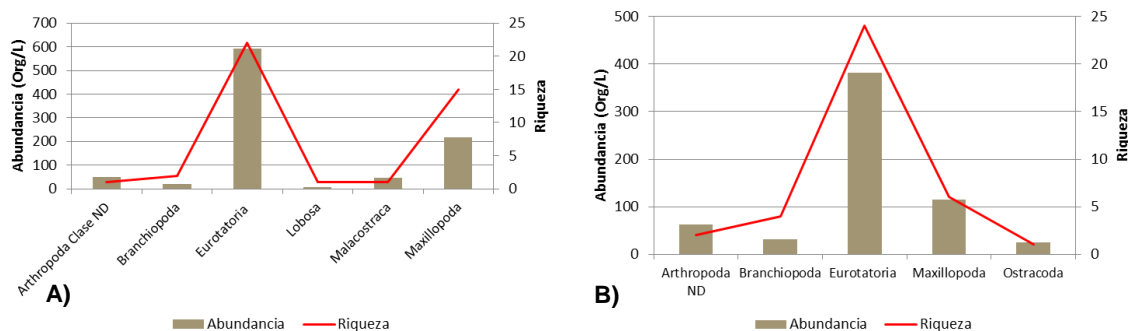


Figura 8-137. Contribución a la abundancia y a la riqueza del zooplancton en la Ciénaga de Luruaco, A) Primera Fase, B) Segunda Fase

Los índices ecológicos que evalúan la estructura de la comunidad indicaron una riqueza alta en el Punto 2 (23 especies), seguido de los puntos 1, 5 y 6 con 21 especies, del Punto 4 con 18 especies y del Punto 3 con 16 especies; siendo una comunidad muy equitativa en todos los puntos de muestreo, con dominancias muy bajas; mientras que el índice de diversidad de Shannon-Wiener indicó que esta es alta en todos los puntos, sobre todo en el Punto 5 (2, 80), igualmente los valores éste índice, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron la presencia de “aguas medianamente contaminadas” en todos los puntos (Tabla 8-109). Por su parte, durante la Segunda Fase de monitoreo, se observó la ganancia de riqueza en los Puntos 1 y 3, mientras que en los restantes, hubo pérdida; siendo mayor en el Punto 1 (22 especies); mientras que en los Puntos agregados durante la Segunda Fase, la riqueza no superó las 17 especies (Punto 9); las equidades se mantuvieron altas y las dominancias bajas, mientras que el índice de Shannon-Wiener indicó, al igual que durante la Primera Fase, la presencia de “aguas medianamente contaminadas”, siendo mayor en el Punto 1 (2,801) y menor en el Punto 8 (1,845) (Tabla 8-110).

Tabla 8-109. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de Luruaco, Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	21	0,83	2,51	0,13
Punto 2	23	0,80	2,51	0,13
Punto 3	16	0,89	2,48	0,12
Punto 4	18	0,92	2,67	0,08
Punto 5	21	0,92	2,80	0,07
Punto 6	21	0,88	2,67	0,08

Tabla 8-110. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de Luruaco, Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	22	0,906	2,801	0,073
Punto 2	12	0,854	2,121	0,167
Punto 3	17	0,967	2,738	0,066
Punto 4	12	0,942	2,341	0,107
Punto 5	16	0,902	2,500	0,098
Punto 6	12	0,839	2,085	0,165
Punto 7	11	0,810	1,943	0,214
Punto 8	10	0,801	1,845	0,237
Punto 9	17	0,923	2,615	0,087
Punto 10	14	0,935	2,469	0,093

Se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados tanto para la Primera Fase ($p=0,3088$), ni durante la Segunda Fase ($p=0,9133$). Igualmente, y para determinar las diferencias entre los Puntos de muestreo evaluados, se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, con el cual se evidenció, que los puntos fueron similares en una proporción mayor al 50% en ambas fases de muestreo (Figura 8-138).

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó el predominio de la eutrofia, pH alcalino y alto contenido de sales en todos los puntos monitoreados, con excepción del Punto 5, donde además se presentó aguas duras. Con el análisis del promedio general en la ciénaga se evidenció el predominio de la bioindicación de eutrofia (30,6%), seguido de pH alcalino y altas concentraciones de sales (21,2% cada una), aguas duras (9,4%), sistemas inmaduros, materia orgánica, mesotrofia, mesotrofia a eutrofia y aguas mineralizadas en contribuciones de 8,6, 8,5, 0,2, 0,1 y 0,1% respectivamente (Figura 8-139 y Figura 8-140).

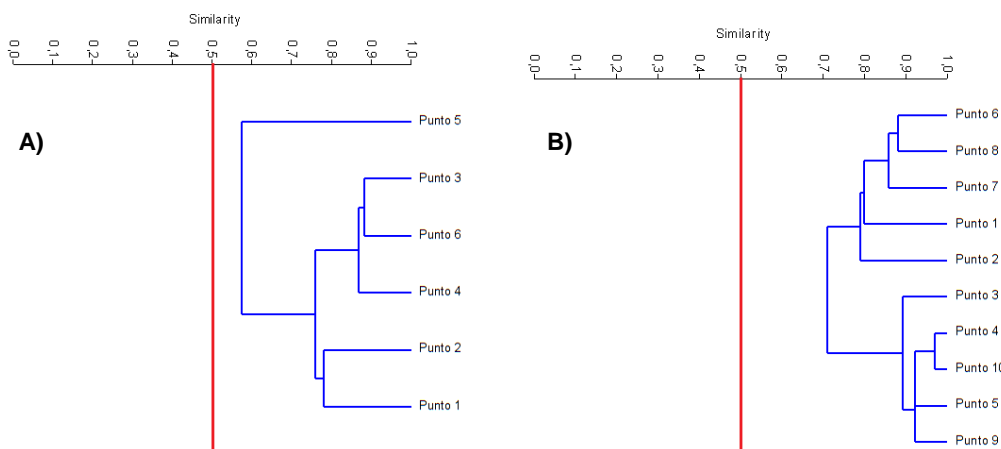


Figura 8-138. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga de Luruaco, A) Primera Fase, B) Segunda Fase

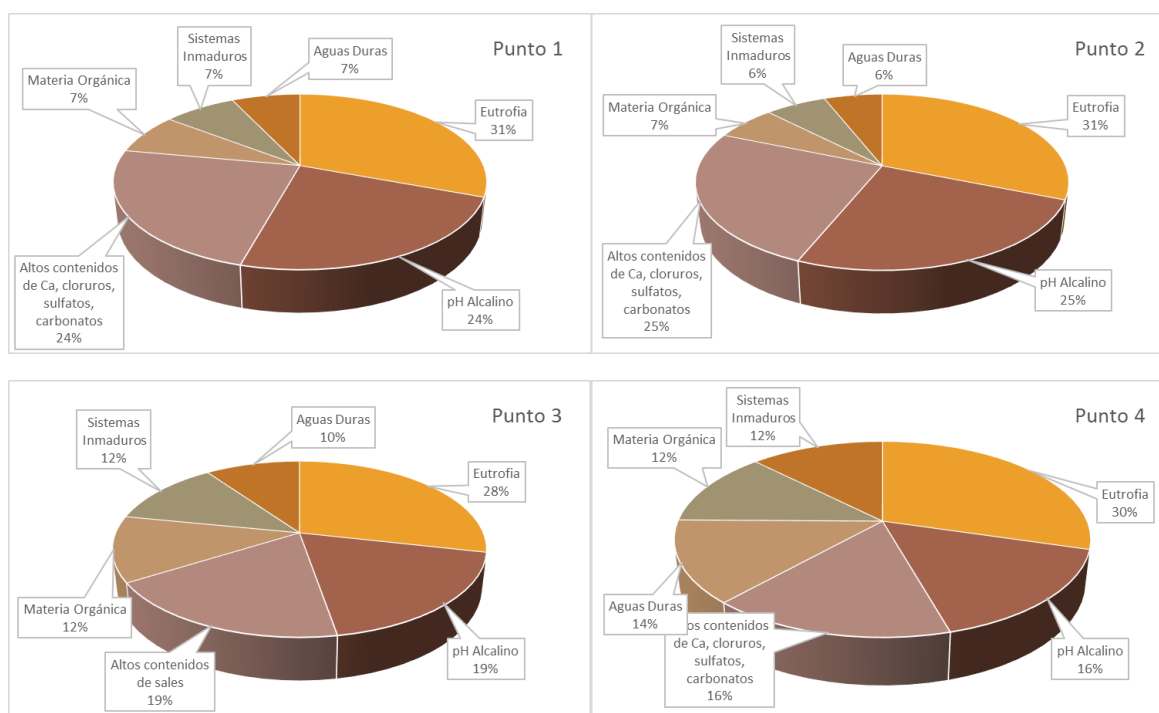


Figura 8-139. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga de Luruaco, Primera Fase

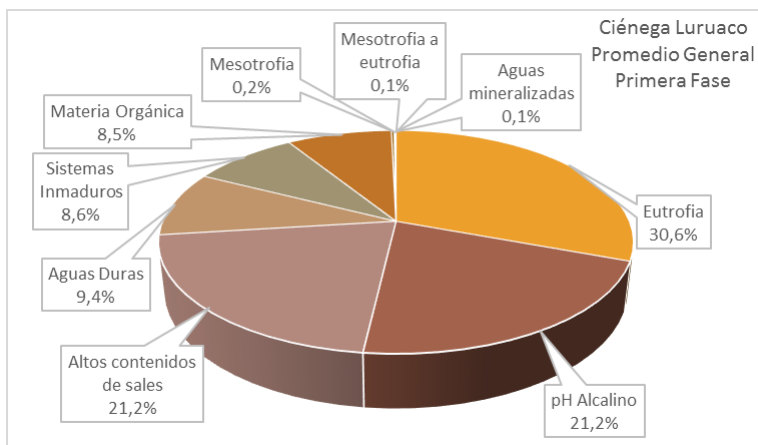
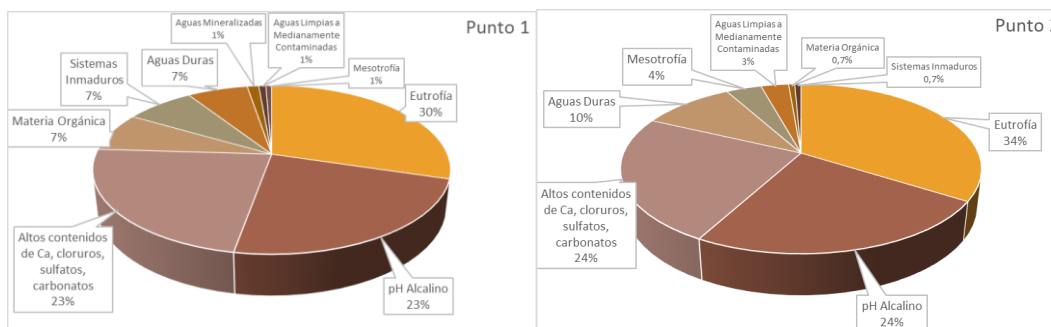


Figura 8-140. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad zooplanctónica, en la ciénega de Luruaco durante la Primera Fase

Durante la Segunda Fase se presentó una prevalencia de la eutrofia, del pH alcalino, y de Altos contenidos de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos, en toda la ciénega (Figura 8-141). En el análisis general de la ciénega, el proceso de eutrofia presentó una representatividad del 32%, mientras que el pH alcalino y las Aguas Duras representaron cada uno el 26% del total. Otros procesos bioindicados fueron Aguas duras, Materia orgánica, sistemas inmaduros, aguas limpias a medianamente contaminadas, mesotrofia y aguas mineralizadas; estos procesos tuvieron representatividades menores al 10% (Figura 8-142).



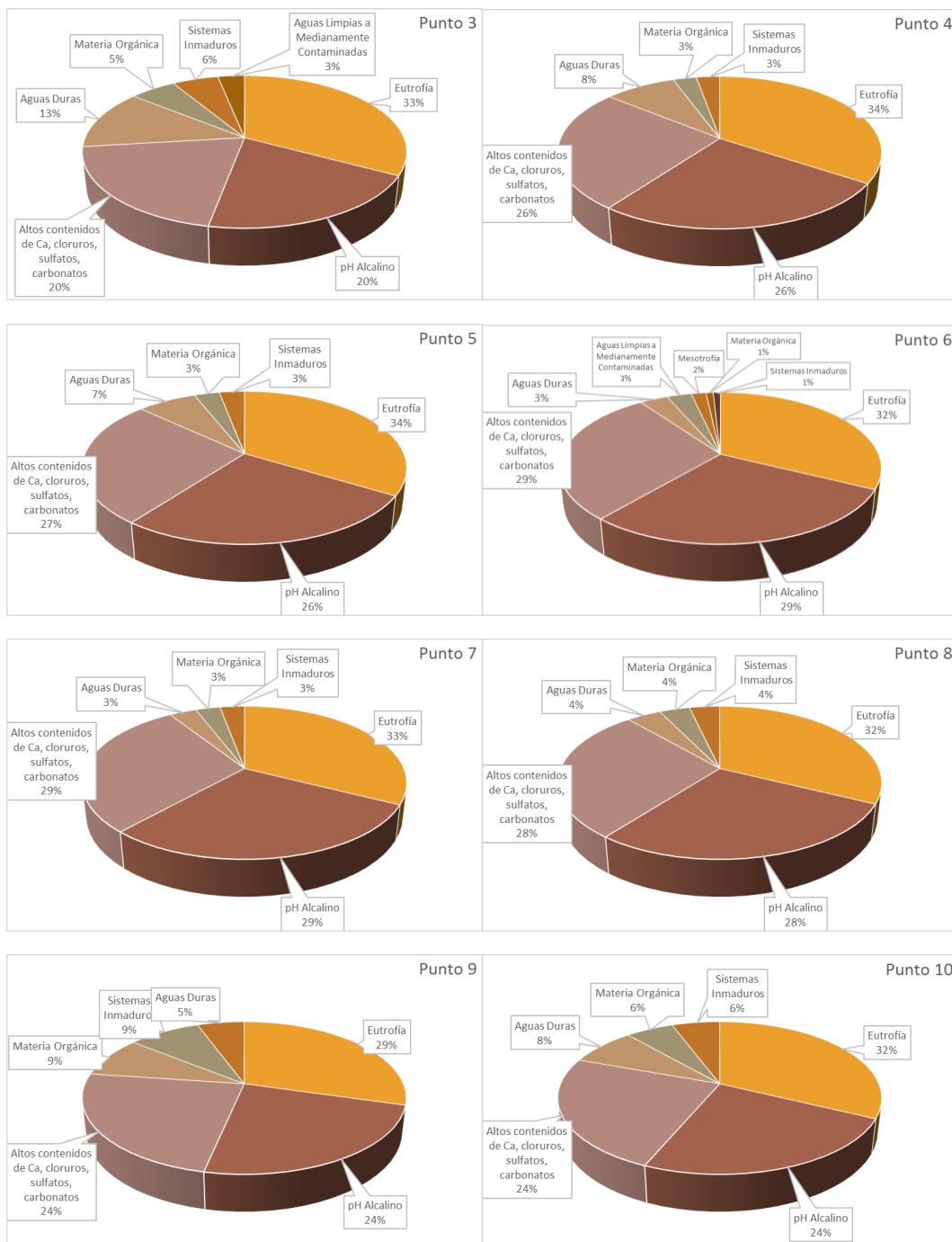


Figura 8-141. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga de Luruaco, Primera Fase

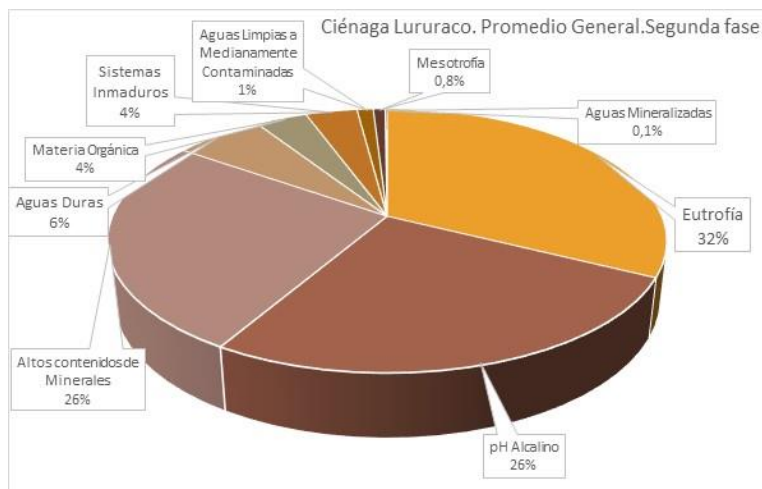


Figura 8-142. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad zooplanctónica, en la ciénaga de Luruaco durante la Primera Fase

El análisis de los resultados indicaron una comunidad rica y abundante en rotíferos, durante la Primera y la Segunda Fase; estos animales usualmente son indicadores de eutrofia, tal y como lo muestran los análisis de bioindicación, donde se observa la predominancia de la eutrofia, el pH alcalino y los altos contenidos de sales durante la Primera y la Segunda Fase. Por su parte, la calidad del agua desde la interpretación que hacen Roldán y Ramírez (2008) del índice de Shannon-Wiener, me mantiene constante en escala espacial y temporal (“aguas medianamente contaminadas”), igualmente la equidad fue alta y la dominancia baja en toda la ciénaga.

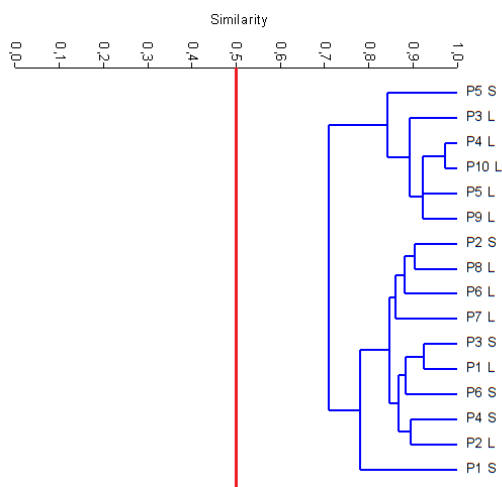


Figura 8-143. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis, para las Clases de zooplancton en la Ciénaga de Luruaco, durante las dos fases. S) Primera Fase L) Segunda Fase

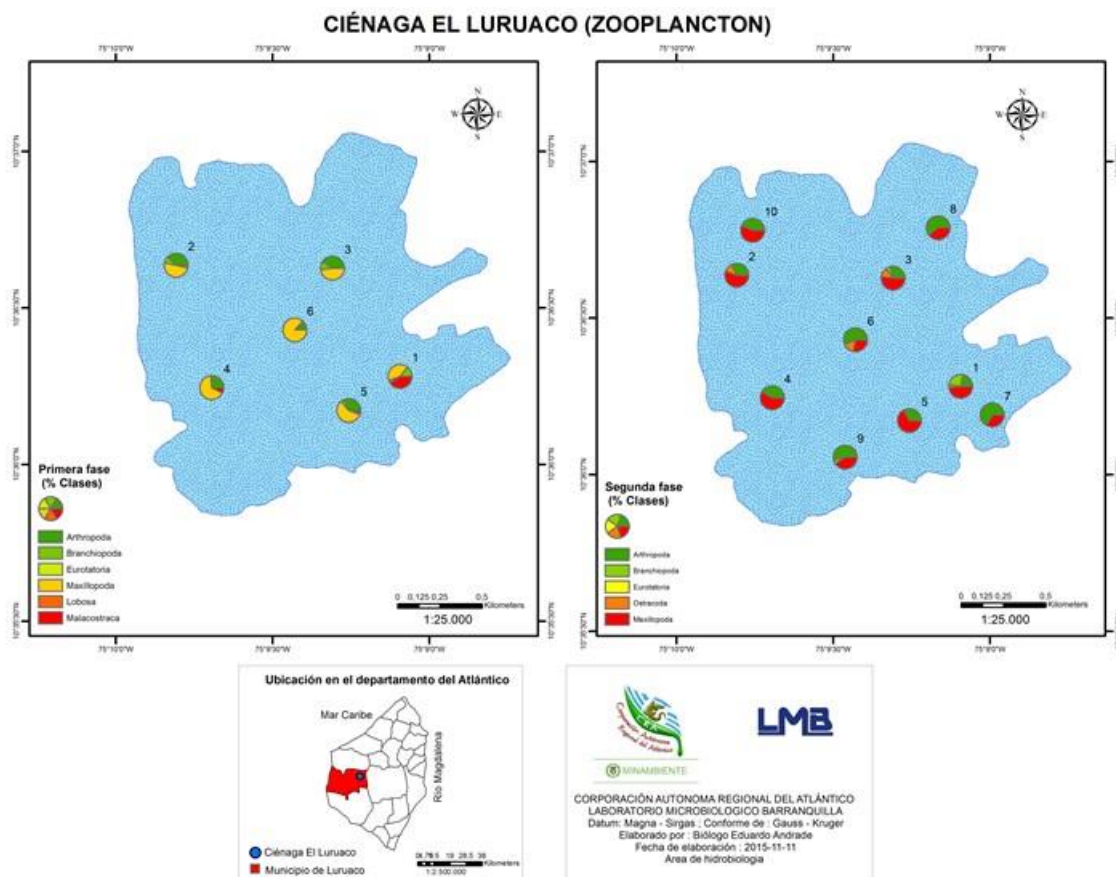


Figura 8-144. Distribución del zooplancton (AR% por clase) en la ciénaga de Luruaco, Primera y Segunda Fase

8.1.7.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de Luruaco estuvieron representados por 5 morfoespecies pertenecientes a 4 familias, 2 Ordenes, 2 Clases y 2 Phylum; la Clase Insecta hizo la mayor contribución a la riqueza y la abundancia de la comunidad, con un aporte del 60% a la riqueza y del 56,8% a la abundancia (3 morfoespecies y 108,2 Organismos/m²), seguido de la Clase Clitellata con un aporte del 40% a la riqueza y 43,2% a la abundancia (2 morfoespecies y 82,4 Organismos/m²) (Tabla 8-111 y Figura 8-145-A). Durante la Segunda Fase la comunidad estuvo representada por morfoespecies pertenecientes a 6 familias, 5 Ordenes, 3 Clases y 3 Phylum; siendo las Clases Insecta y Gasterópoda las que contribuyeron en mayor cuantía a la riqueza, con 3 morfoespecies cada una (42,9%), seguidas de la Clase Clitellata, con 1 morfoespecie (14,3%), más la contribución de la Clase Gastropoda a la abundancia fue mayor, con 369,5 Organismos/m² (48,2%), seguido de la Clase Insecta con 229,1 Organismos/m² (29,9%) y la Clase Clitellata con 163,3 Organismos/m² (21,9%) (Tabla 8-112 y Figura 8-145-B).

Tabla 8-111. Composición de la comunidad de macroinvertebrados Bentónicos de la Ciénaga de Luruaco, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 1
				Tubificidae	Morfoespecie 1
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Morfoespecie larva
				Chironomidae	Morfoespecie 1
					Sub Familia Tanypodinae

Tabla 8-112. Composición de la comunidad de macroinvertebrados Bentónicos de la Ciénaga de Luruaco, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata / Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	Morfoespecie 1
				Ceratopogonidae	Morfoespecie larva
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1
					Pupa
				Architaenioglossa	Ampullariidae
	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Hydrobiidae	Pyrgophorus sp
			Discopoda	Thiaridae	Melanoides tuberculata

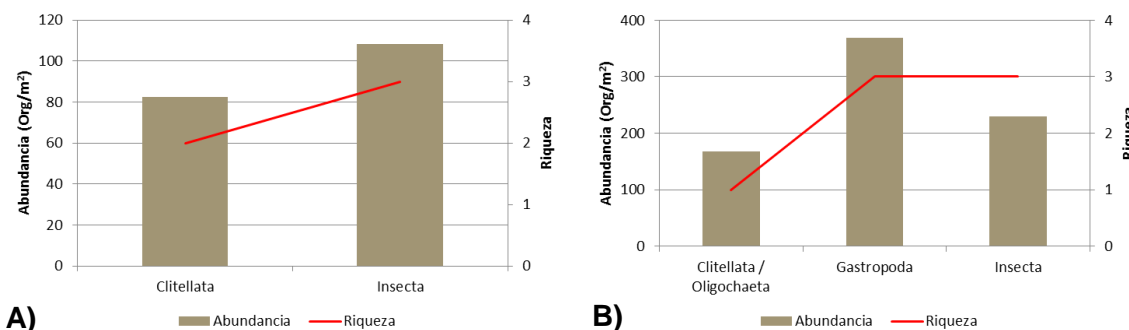


Figura 8-145. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Luruaco A) Primera Fase B) Segunda Fase

Durante la Primera Fase, los índices ecológicos no pudieron ser evaluados en el Punto 2 ni en el Punto 4, el primero por no presentar representantes de la comunidad y el segundo por presentar solamente una morfoespecie; para los puntos restantes, la riqueza máxima fue de 3 morfoespecies, en los Puntos 1 y 5, la equidad fue alta en todos los Puntos (valores entre 0,95 y 1) y la dominancia fue baja en los Puntos 1 y 5 y media en los Puntos 3 y 6, con valores del índice de Shannon-Wiener, los cuales, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), indicaron “aguas muy contaminadas” en todos los Puntos (Tabla 8-113).

Mientras que para la Segunda Fase la riqueza fue mayor en el Punto 10 (5 morfoespecies) y menor en el Punto 5 (2 morfoespecies); la equidad fue media en el Punto 10 y alta en los Puntos restantes, con dominancias bajas en el Punto 4 y medias en los puntos restantes; por su parte, los valores del índice de Shannon-Wiener indicaron la presencia de aguas muy contaminadas en todos los sitios evaluados.

Tabla 8-113. Índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Luruaco, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	3	0,96	1,06	0,36
Punto 2	0	-	0,00	-
Punto 3	2	0,95	0,66	0,53
Punto 4	1	-	0,00	1,00
Punto 5	3	1,00	1,10	0,33
Punto 6	2	0,99	0,69	0,50

Mediante un análisis de Kruskal Wallis se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las abundancias de los días durante la Primera Fase ($p=0,793$) ni durante la Segunda Fase (0,9825). Por otra parte, el análisis de similitud de utilizando el índice de Bray-Curtis demostró que con una probabilidad del 50% de similitud, existen diferencias entre los puntos de muestreo de la Primera Fase, formándose dos grupos individuales, el Punto 5 y el Punto 2, y un grupo con los puntos restantes; mientras que durante la Segunda Fase, se observó la homogeneidad de la ciénaga (Tabla 8-114).

Tabla 8-114. Índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Luruaco, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	4,00	0,79	1,09	0,40
Punto 2	3,00	0,98	1,08	0,34
Punto 3	3,00	0,94	1,04	0,37
Punto 4	4,00	0,96	1,33	0,28
Punto 5	2,00	0,99	0,68	0,51
Punto 6	3,00	0,84	0,93	0,43
Punto 7	4,00	0,86	1,19	0,34
Punto 8	4,00	0,85	1,18	0,33
Punto 9	4,00	0,76	1,05	0,43
Punto 10	5,00	0,72	1,16	0,41

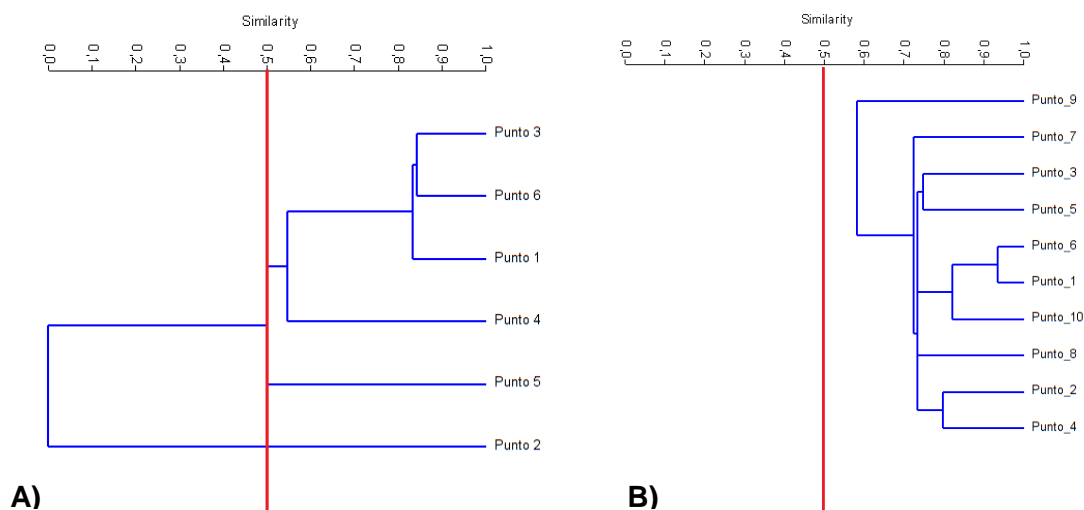


Figura 8-146. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Luruaco A) Primera Fase B) Segunda Fase

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que durante la Primera Fase, todos los puntos de la ciénaga del Luruaco presentan una calidad de agua “muy crítica”, lo que indica “aguas fuertemente contaminadas”, unido al valor del índice ASPT, a la ausencia de efemerópteros, plecópteros, tricópteros y los valores de los índices EPT:C, EPT:Total, ratifican dicho estado de contaminación (Tabla 8-115 y Figura 8-147). Para la Segunda Fase mantuvieron dicho estado de calidad los Puntos 2, 5 y 6, acompañados de los Puntos 8 y 9, mientras que los Puntos 1, y 4, acompañados de los Puntos 7 y 10 presentaron valores del índice, que los clasificaron con una mejor calidad de agua (calidad “crítica”) que los puntos anteriores; igualmente los valores del índice ASPT indicaron calidad de agua “muy crítica” en los Puntos 8 y 9, “crítica” en los Puntos 4, 7 y 10, “Dudosa” en los Puntos 1, 2, 3 y 6, indicando para el Punto 5 una calidad de agua “aceptable” (Tabla 8-116 y Figura 8-147).

Tabla 8-115. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Luruaco, Primera Fase

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
Familias que puntúan	2	0	2	1	2	2
Índice BMWP/Col	3	0	3	1	5	3
Valor ASPT	1,5		1,5	1,0	2,5	1,5
EPT	0,0	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

Tabla 8-116. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Luruaco, Segunda Fase

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10
Familias que puntúan	4	3	3	4	2	3	4	3	3	5
Índice BMWP/Col	24	14	15	16	13	15	17	8	8	20
Valor ASPT	6,0	4,7	5,0	4,0	6,5	5,0	4,3	2,7	2,7	4,0
EPT	0,0	0,0	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	0,0	0,0	0,0
EPT:Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

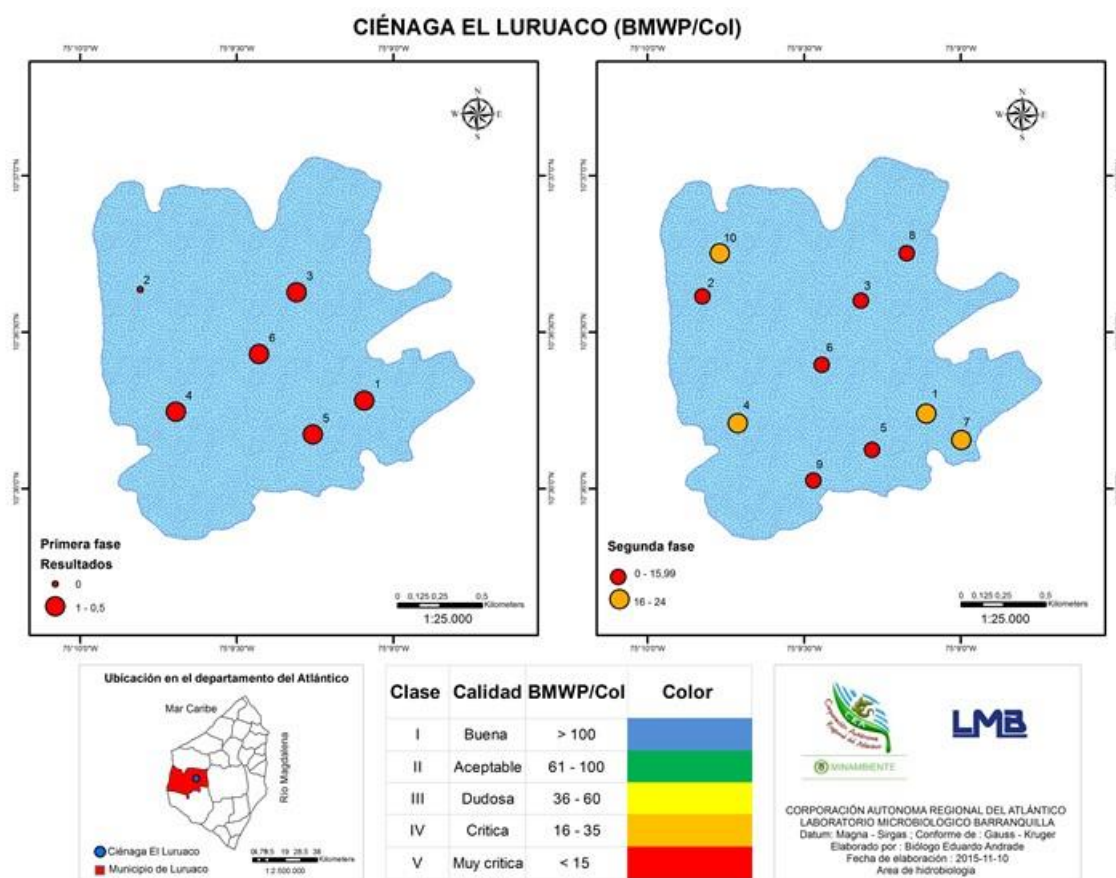


Figura 8-147. Índice BMWP/Col para los puntos de muestreo en la ciénaga de Luruaco, durante las dos fases de muestreo

El comportamiento de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante la Primera Fase en la ciénaga de Luruaco estuvo marcado por la presencia de insectos y gusanos clitelados, durante la Primera Fase, con la aparición de Gasterópodos durante la Segunda

Fase, disminuyendo la riqueza de los clitelados. Se observó una pérdida de riqueza en los Puntos 4 y 6, mientras que en los demás puntos comunes para las dos Fases del muestreo, aumentó la riqueza; por su parte la equidad se mantuvo alta y la dominancia de media a baja. Por su parte el índice de Shannon-Wiener presentó valores más altos en los Puntos 3 y 6, mientras que en el Punto 5 disminuyó; a pesar de que los valores del índice indican la presencia de aguas muy contaminadas en todos los puntos de muestreo, tanto para la Primera, como para la Segunda Fase; lo que se evidenció en los dendrogramas de similaridad realizados para cada fase de muestreo, los cuales mostraron la ciénaga muy homogénea durante las dos fases del muestreo, con excepción del Punto 2 y 5 de la Primera Fase, el primer punto, caracterizado por la ausencia de macroinvertebrados bentónicos y el segundo punto por la presencia de exclusiva de quironómidos. Lo anterior se vio reflejado en el análisis de similaridad de Bray-Curtis, donde tan solo los Puntos 2 y 5 de la Primera Fase presentaron diferencias conformando grupos unitarios, muy probablemente debido a la ausencia de macroinvertebrados bentónicos en el Punto 2 y a la presencia exclusiva de quironómidos en el Punto 5 (Figura 8-148 y Figura 8-149). A pesar de lo anterior, el análisis de los índices BMWP/Col, demostraron que la llegada de las lluvias influyó modificando las características de la ciénaga, pasando de una ciénaga totalmente contaminada (calidad “muy crítica”), a una, donde solo los puntos centrales mantiene dicho estado de contaminación, siendo menor (calidad “crítica”) en los puntos de mayor influencia de las aguas de escorrentía (Puntos 1, 4, 7 y 10); por su parte, el valor del índices ASPT, como promedio por taxa, demostró que la calidad del agua mejoró, considerablemente, pasando de una calidad “muy crítica” en toda la ciénaga a “muy crítica” solo en los Puntos 8 y 9, “crítica” en los Puntos 4, 7 y 10, “Dudosa” en los Puntos 1, 2, 3 y 6, así como una calidad de agua “aceptable” para el Punto 5; lo anterior demuestra que la llegada de la época de lluvias, aunque con pocas precipitaciones, mejoró la calidad del agua de la ciénaga, aunque no lo suficiente como para determinar diferencias estadísticamente significativas con el análisis de similaridad.

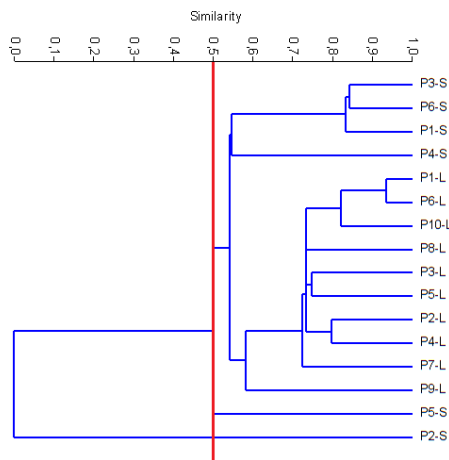


Figura 8-148. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Luruaco, durante las dos fases. S) Primera Fase L) Segunda Fase

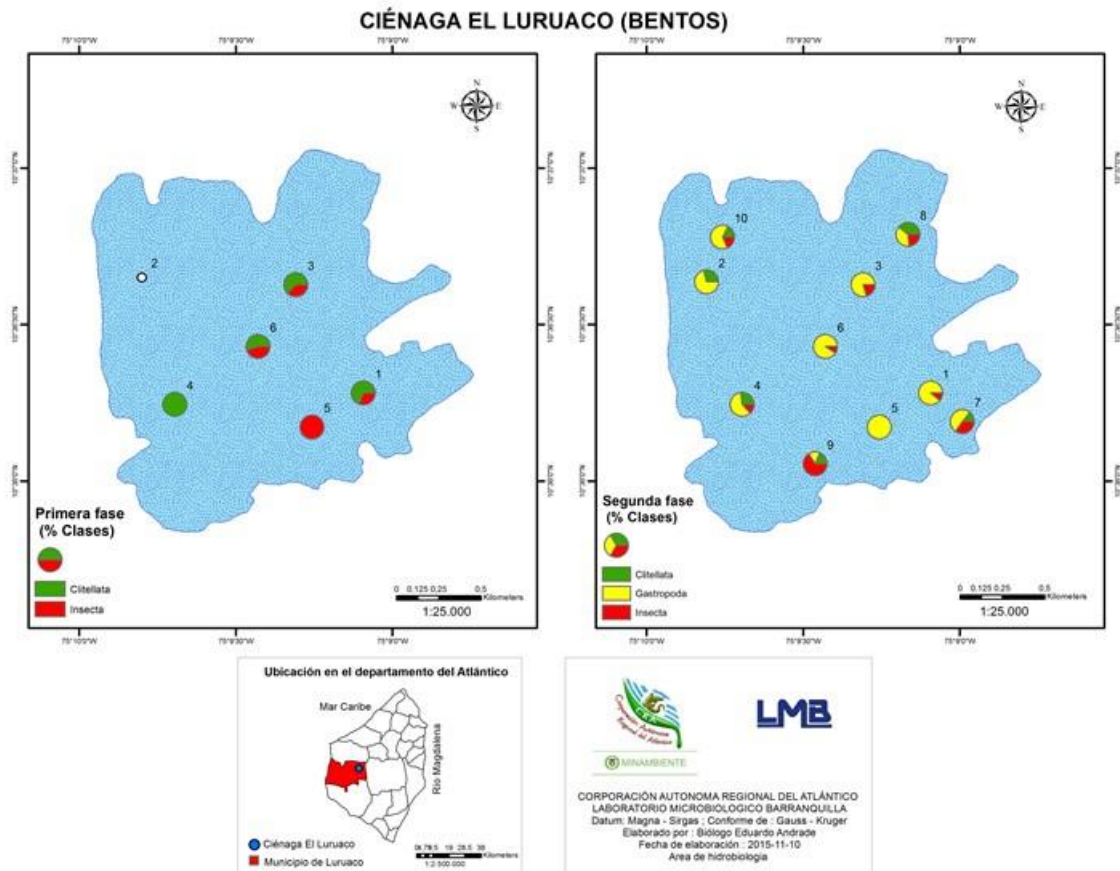


Figura 8-149. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Luruaco, Primera y Segunda Fase

8.1.7.2.3 Especies ícticas

En la ciénaga de Luruaco, durante la Primera Fase, se colectó un total de cuatro especímenes, todos ellos pertenecientes a la especie *Caquetaia kraussii*; conocida como mojarra amarilla. Esta especie es nativa de Colombia y Venezuela, en la parte media y baja de los ríos Atrato, Sinú, San Jorge, Cesar, Arauca, Cauca, Magdalena, Catatumbo hasta Puerto Berrío; su hábitat son las aguas tranquilas de las tierras bajas (ciénagas), siempre y cuando sean aguas dulces o de salinidad muy baja (Dahl, 1971, *En*: Solano-Peña, *et al.*, 2013). Es una especie muy voraz, que consume peces, insectos y ovocitos, se reproduce durante todo el año presentando cuidado parental. De ella se capturaron 4 individuos durante la Primera Fase (Figura 8-151-A), la clasificación taxonómica se muestra en la Tabla 8-117. Para la Segunda Fase se capturaron igualmente 4 individuos, más pertenecieron a 2 especies, 2 familias y 2 ordenes diferentes (Tabla 8-118); con una riqueza de una especie para cada Orden, mientras que para la abundancia, Perciformes contribuyó en mayor cuantía (91,7%, 22 organismos) que Characiformes (8,3%, 2 organismos) (Figura

8-151-B). La distribución de la ictiofauna en los puntos de monitoreo, se observa en la Figura 8-150.

Tabla 8-117. Composición de la comunidad íctica de la Ciénaga de Luruaco, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra Amarilla

Tabla 8-118. Composición de la comunidad íctica de la Ciénaga de Luruaco, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra lora - Mojarra negra
			Characiformes	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico

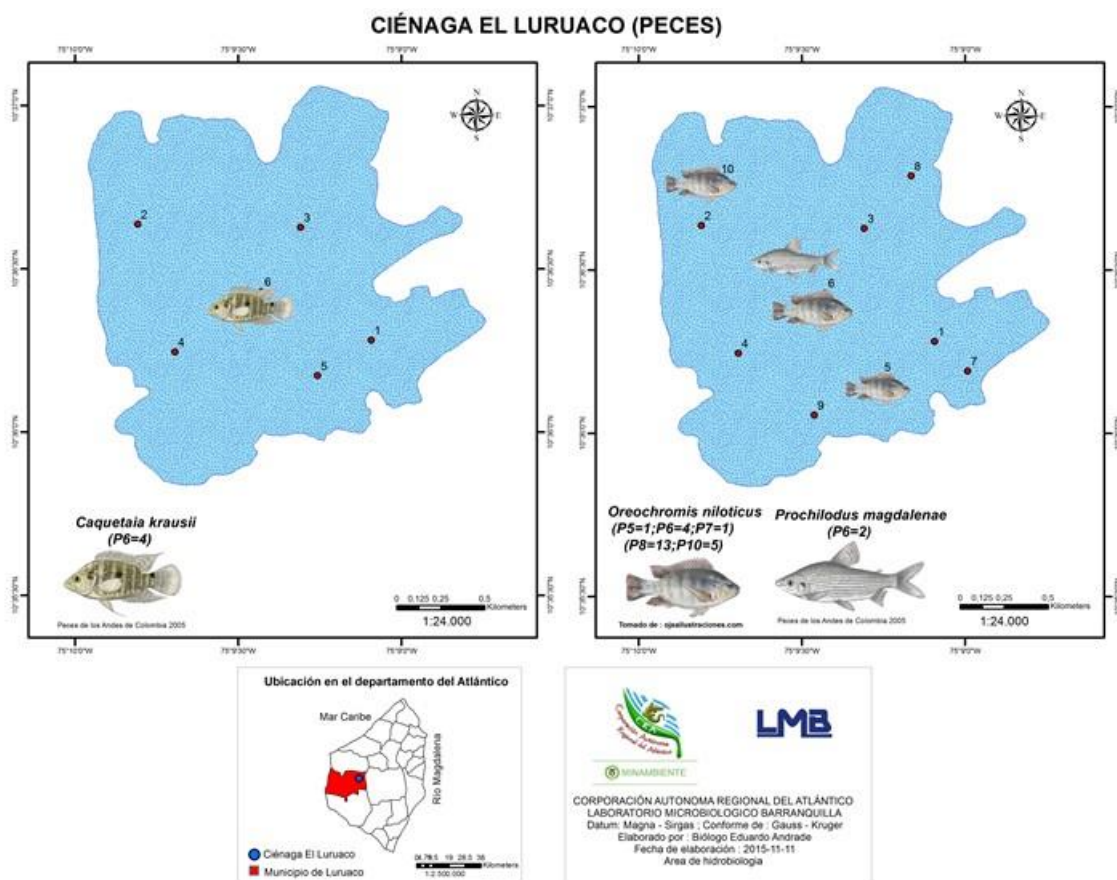


Figura 8-150. Ictiofauna colectada en la ciénaga de Luruaco, durante las dos fases de monitoreo

Para *Caquetaia kraussii* se capturaron individuos entre 100 y 150 mm de longitud total, encontrando una distribución de tallas muy homogénea, ya que su coeficiente de variación fue menor al 30% (Tabla 8-119 y Figura 8-152). La talla media de madurez gonadal estimada por el Ministerio de Acuicultura y Desarrollo Rural y la Corporación Colombiana internacional Nodo Central (MADR y CCI-Nodo Central, 2007), correspondió a 15,8 cm para hembras, 15,6 cm para machos y 15,8 cm para los sexos combinados, evidenciándose que la totalidad de la captura estuvo por debajo de la talla determinada para los sexos combinados; así mismo al evaluar las tallas de captura con la talla media de madurez gonadal indicada por Solano-Peña, *et al.*, 2013, en el embalse de Urrá, 10.4, 11.5 y 11.0 cm LT para hembras, machos y sexos combinados respectivamente (Figura 8-153), se observó que el 50% se encuentra por debajo de la longitud estimada para los sexos combinados.

Por su parte se determinó que existe una talla mínima legal de captura (TML) para la especie (13 cm de longitud estándar) en toda la Cuenca, Microcuenca y Ciénagas relacionadas con el río Sinú, impuesta por el extinto Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, en el año 2001 (Resolución 520 de noviembre 8 del 2001); lo que indica que el 50% de la captura estuvo por debajo de dicha talla; igualmente se encontró una TML de 20 cm, indicada por la AUNAP, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, en su cartilla Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge (Figura 8-153); con la se evidenció que el 100% de las capturas estuvo por debajo de dicha talla. Pese a lo anterior, no se encontró referencia para la determinación de una talla mínima de captura en la ciénaga, por parte de la autoridad ambiental.

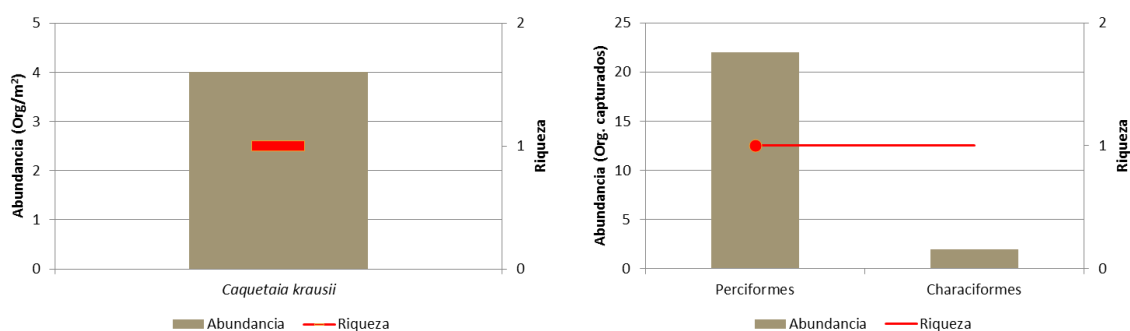


Figura 8-151. Contribución a la riqueza y abundancia de la ictiofauna en la Ciénaga de Luruaco A) Primera Fase B) Segunda Fase

Tabla 8-119. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la ciénaga de Luruaco, Primera Fase

Longitud Total (mm)				
Nombre científico	Mínimo	Máximo	Promedio	Total capturado
<i>Caquetaia kraussii</i>	100	150	125,0	4

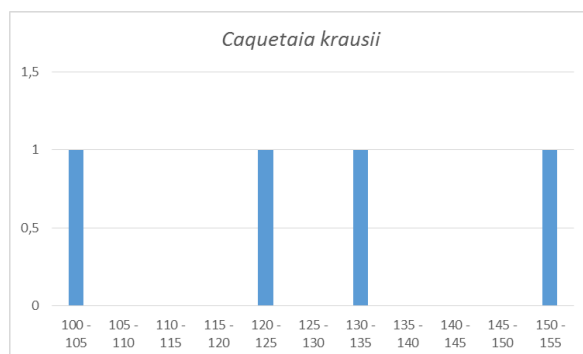


Figura 8-152. Histograma de frecuencias de tallas para las especies de peces colectados en la Ciénaga de Luruaco

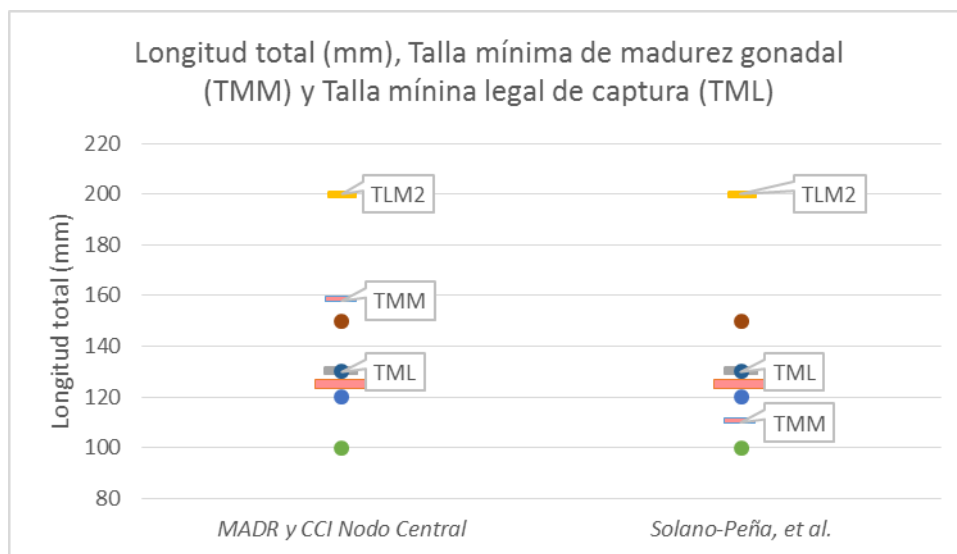


Figura 8-153. Longitud total (LT) de *Caquetaia kraussii*, en la ciénaga de Luruaco durante la Primera Fase. Talla Mínima de Madurez gonadal (TMM) y Talla mínima legal de captura (TML: INPA, 2001 y TLM2: AUNAP) para la especie

Para las especies capturadas durante la Segunda Fase, iniciando con *Prochilodus magdalenae*, del cual se capturaron 2 organismos, de tallas 360 y 375 mm de LT (Tabla

8-120), para esta especie se determinó, por el extinto Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA (2001), mediante la Resolución 00520 de noviembre 8 del 2001, que la talla mínima legal de captura es de 25 cm de LS; por lo tanto se evidenció que todas las capturas realizadas, sobrepasan dicha talla. Además, para el río Sinú, la talla media de madurez sexual se ha establecido en 242 mm de LE para ambos sexos según Valderrama y Vejarano (2001); y en 284 mm de longitud total (LT) para ambos sexos según Olaya-Nieto *et al.* (2003); mientras que para el río Magdalena esta talla se ha establecido en 267 mm de LE para machos y 345 mm de LE para hembras (Valderrama y Zarate, 1989); más el 100% de las capturas realizadas superaron las tallas mínimas de madurez sexual (Figura 8-154).

Tabla 8-120. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la ciénaga de Luruaco, Segunda Fase

Nombre científico	Longitud Total (mm)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Captura total
<i>Prochilodus magdalenae</i>	360	375	367,5	2
<i>Oreochromis niloticus</i>	140	215	172,7	22

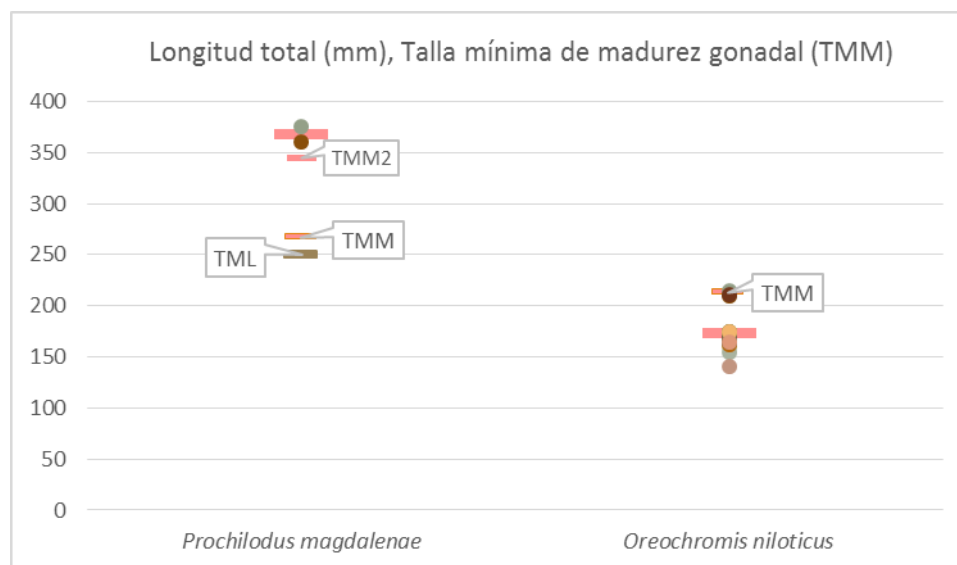


Figura 8-154. Longitud total (LT) de los especímenes colectados en la ciénaga de Luruaco durante la Segunda Fase. Talla Mínima de Madurez gonadal (TMM) y Talla mínima legal de captura (TML) por especie

Por su parte, los 22 especímenes colectados de *Oreochromis niloticus* presentaron tallas entre 144 y 215 mm de LT, con un promedio de 177,7 mm LT, con una distribución de tallas muy homogénea (CV=0,101). La talla mínima de maduración sexual (L50) es de 21,3 cm

(Cadavid, *et al.*, 2011; Narváez, *et al.*, 2008 e Ibarra, *et al.*, 2013), lo que indica que el 100% de los organismos capturados presentaron una talla inferior, más no se evidenció la determinación de una talla mínima legal de captura para la zona por parte de la autoridad ambiental competente; aunque la Corporación Colombia Internacional Nodo Central y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – CCI y Minagricultura indica que no se ha establecido talla mínima de captura debido a que es una especie introducida en la cuenca del Magdalena.

Se determinó además, que ni *Caquetaia kraussii*, ni *Oreochromis niloticus* se encuentran incluidas en la lista de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”, según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; lo que no sucede con *Prochilodus magdalenae*, el cual presenta un grado de VU (Vulnerable), es decir, que está presentando un riesgo a la extinción alto, en estado de vida silvestre.

Por lo anterior se indica que la población íctica de la ciénaga de Luruaco estuvo compuesta por 3 especies de peces, con predominio de *Caquetaia kraussii* durante la Primera Fase y de *Oreochromis niloticus* durante la Segunda Fase.

8.1.8 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Segunda Fase de ciénaga correspondió al 18067 y para la Segunda Fase 18839.

8.1.8.1 Comunidades de productores primarios

8.1.8.1.1 Fitoperifiton

La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y desarrollo de las comunidades perifíticas hizo que no fuera posible analizar la comunidad del Fitoperifiton en esta Ciénaga.

8.1.8.1.2 Fitoplancton

En la ciénaga de Tocagua, durante la Primera Fase, la comunidad de fitoplancton se caracterizó por presentar 27 especies, pertenecientes a 17 familias, 10 Ordenes, 5 clases y 4 Divisiones; de éstas, la que contribuyó en mayor proporción a la riqueza fue Cyanobacteria con 15 especies (55,6%), seguido de Chlorophyta con 9 especies (33,3%, Euglenozoa con 2 especies (7,4%) y Bacillariophyta con 1 especie (3,7%); igualmente en la abundancia, contribuyó en mayor proporción la Clase Cyanobacteria con el 95,8% de la abundancia total (4495,5 Células/L), seguida de las Clases Chlorophyta con el 3,5% (163,2 Células/L), Euglenozoa con el 0,6% (29,8 Células/L) y Bacillariophyta con el 0,1% (6,4 Células/L) (Tabla 8-121 y Figura 8-155-A). Durante la Segunda Fase se obtuvo un total de 19 especies, distribuidas en 14 Familias, 12 Ordenes, 8 clases y 6 Divisiones; de éstas, la que contribuyó en mayor proporción a la riqueza fueron las Divisiones Cyanobacteria y Chlorophyta, con 7 especies cada una, seguidas de las Divisiones Bacillariophyta con 2 especies (10,5%), Euglenozoa, Ochrophyta y Charophyta con una especie cada una (5,5% respectivamente) (Tabla 8-122 y Figura 8-155-B).

Tabla 8-121. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Tocagua, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
				Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Gomphosphaeriaceae	<i>Coelosphaerium sp</i>
				Microcystaceae	<i>Microcystis spp</i>
			Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis spp</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Anabaena spp</i>
				Nostocaceae	<i>Anabaenopsis spp</i>
					<i>Raphidiopsis spp</i>
				Rivulariaceae	<i>Calothrix sp</i>
					<i>Calothrix spp</i>
			Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i>
					<i>Phormidium spp</i>
		Pseudanabaenales		Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
					<i>Pseudanabaena spp</i>
		Synechococcales		Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa spp</i>
					<i>Merismopedia spp</i>
				Treubariaceae	<i>Treubaria triappendiculata</i>
			Chlamydomonadales		<i>Eudorina spp</i>
				Volvocaceae	<i>Pandorina spp</i>
				Scenedesmaceae	<i>Westella spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae			<i>Monoraphidium circinale</i>
			Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium contortum</i>
					<i>Monoraphidium griffithii</i>
				Sphaeropleaceae	<i>Atractomorpha spp</i>
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>
					<i>Lepocinclis spp</i>

ND: No Determinado

Tabla 8-122. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Tocagua, Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa		
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>		
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>		
	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>		
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis spp</i>		
				Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis spp</i>		
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i>		
					<i>Raphidiopsis spp</i>		
			Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i>		
					<i>Phormidium spp</i>		
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>		
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Staurastrum spp</i>		
					Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
						Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus opoliensis</i>
							<i>Ankistrodesmus spp</i>
							<i>Monoraphidium arcuatum</i>
				<i>Monoraphidium circinale</i>			
					<i>Monoraphidium komarkovae</i>		
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>		
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>		

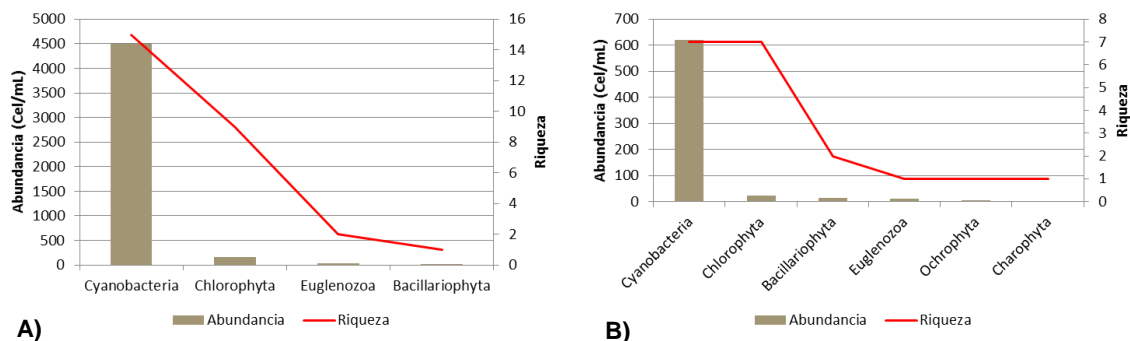


Figura 8-155. Contribución a la abundancia y la riqueza del fitoplancton en la Ciénaga de Tocagua

Los índices ecológicos indicaron que la riqueza, durante la Primera Fase, fluctuó entre 5 y 21 especies, siendo mayor en los Puntos 4, 5 y 6 (21, 20 y 18 especies, respectivamente); mientras que la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la equidad, presentó valores bajos en los Puntos 1 y 3 y medios en los Puntos restantes, más la dominancia fue baja en los Puntos 4, 5 y 6, y media en los puntos restantes, por su parte, el índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en los Puntos 4, 5, y 6, así como “aguas muy contaminadas” en los Puntos 1, 2 y 3 (Tabla 8-123). Por su parte durante la Segunda Fase la riqueza fluctuó entre 7 y 16 especies, siendo mayor en el Punto 3 y menor en el Punto 6, igualmente la equidad y la dominancia presentaron valores medios en todos los Puntos; por su parte los índices de Shannon-Wiener indicaron la presencia de aguas muy contaminadas en todos los sitios de muestreo (Tabla 8-124)

Tabla 8-123. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga de Tocagua, Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson A'
P1	8	0,364	0,756	0,654
P2	5	0,502	0,809	0,565
P3	11	0,395	0,947	0,478
P4	21	0,609	1,854	0,207
P5	20	0,572	1,715	0,246
P6	18	0,555	1,605	0,294

Tabla 8-124. Índices ecológicos para el fitoplancton en la Ciénaga de Tocagua, Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson A'
P1	10	0,599	1,380	0,353
P2	8	0,539	1,121	0,474
P3	16	0,468	1,298	0,385
P4	9	0,448	0,985	0,530
P5	11	0,603	1,446	0,308
P6	7	0,543	1,057	0,480

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p=0,8934$), como en la Segunda Fase ($p=0,9942$). igualmente se determinó la similaridad entre los puntos de muestreo, por medio de un dendrograma, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con el que se determinó que durante la Primera Fase que existen diferencias entre los puntos evaluados, formándose, con un 50% de similaridad, dos grupos; el primero integrado por el Punto 1, 2 y 3 y el segundo por los puntos restantes; observándose que el primer grupo contiene los puntos con los valores más bajos de abundancia, mientras que el segundo grupo presenta los valores más altos (Figura 8-156-A); durante la Segunda Fase, se conformaron tres grupos, dos de ellos unitarios, los Puntos 6 y 5, cuyos valores de abundancias fueron altos, mientras que el tercer grupo, conformado por los puntos restantes, presentaron menores valores de abundancia. La composición de la comunidad por punto de muestreo puede observarse en la Figura 8-157.

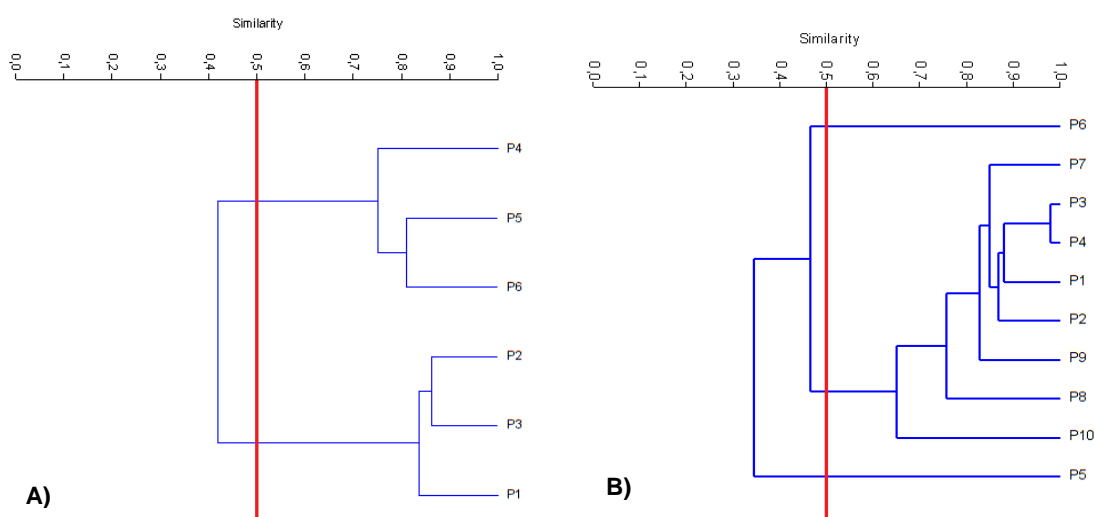


Figura 8-156. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de fitoplancton en la Ciénaga de Tocagua

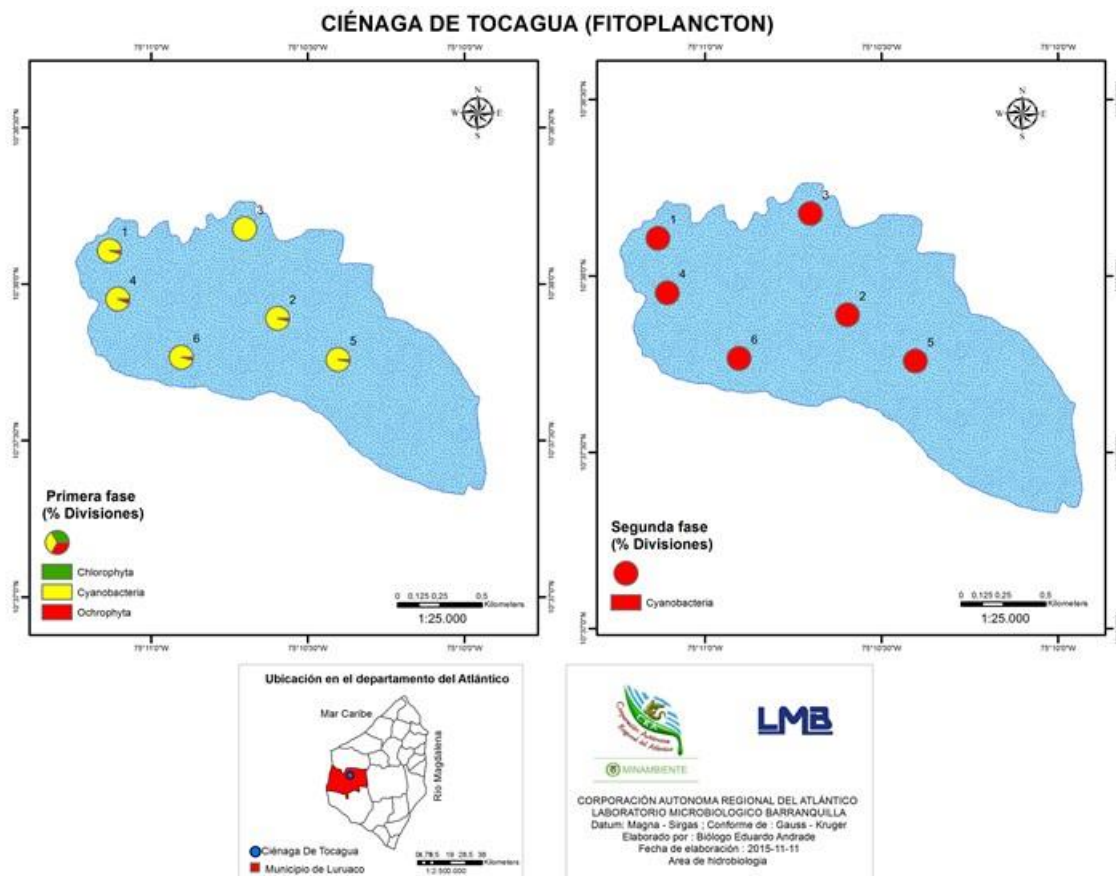


Figura 8-157. Composición del fitoplancton (AR% por clase) en la ciénaga de Tocagua

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó la predominancia de la eutrofia en los Puntos 1, 2 y 3, seguido de mesotrofia fría en los Puntos 1 y 2, mientras que en el Punto 3 le siguieron las bioindicaciones de turbulencia, mezcla, mesotrofia, ultraoligotrofia y estratificación térmica y química proporciones del 14,7% en cada caso. Por su parte los puntos 4, 5 y 6 presentaron predominio de mesotrofia fría. Igualmente, una visión general de la ciénaga permitió evidenciar el predominio de la mesotrofia fría (60,7%), seguido de la eutrofia (12,5%) (Figura 8-158yFigura 8-159). Por otra parte, durante las Segunda Fase, se mantuvo la bioindicación de eutrofia en el Punto 3, junto con otras 12 bioindicaciones más, mientras q el punto 1 dio paso a la turbulencia y mezcla, mientras que el Punto 2, lo hizo con la mesotrofia fría; en el punto 4 se mantuvieron la mesotrofia fría y la eutrofia como bioindicaciones predominantes, aunque en menores proporciones; en el Punto 5 predominaron la turbulencia y mezcla, mientras que en el Punto 6 lo hicieron la eutrofia y la mesotrofia fría; una visión general de la ciénaga permitió

evidenciar el predominio de la turbulencia y mezcla (14% cada una), seguido de la mesotrofia, ultraoligotrofia y la estratificación térmica y química (12,6, 12,5 y 12,5% respectivamente), entre otras (Figura 8-160 y Figura 8-161).

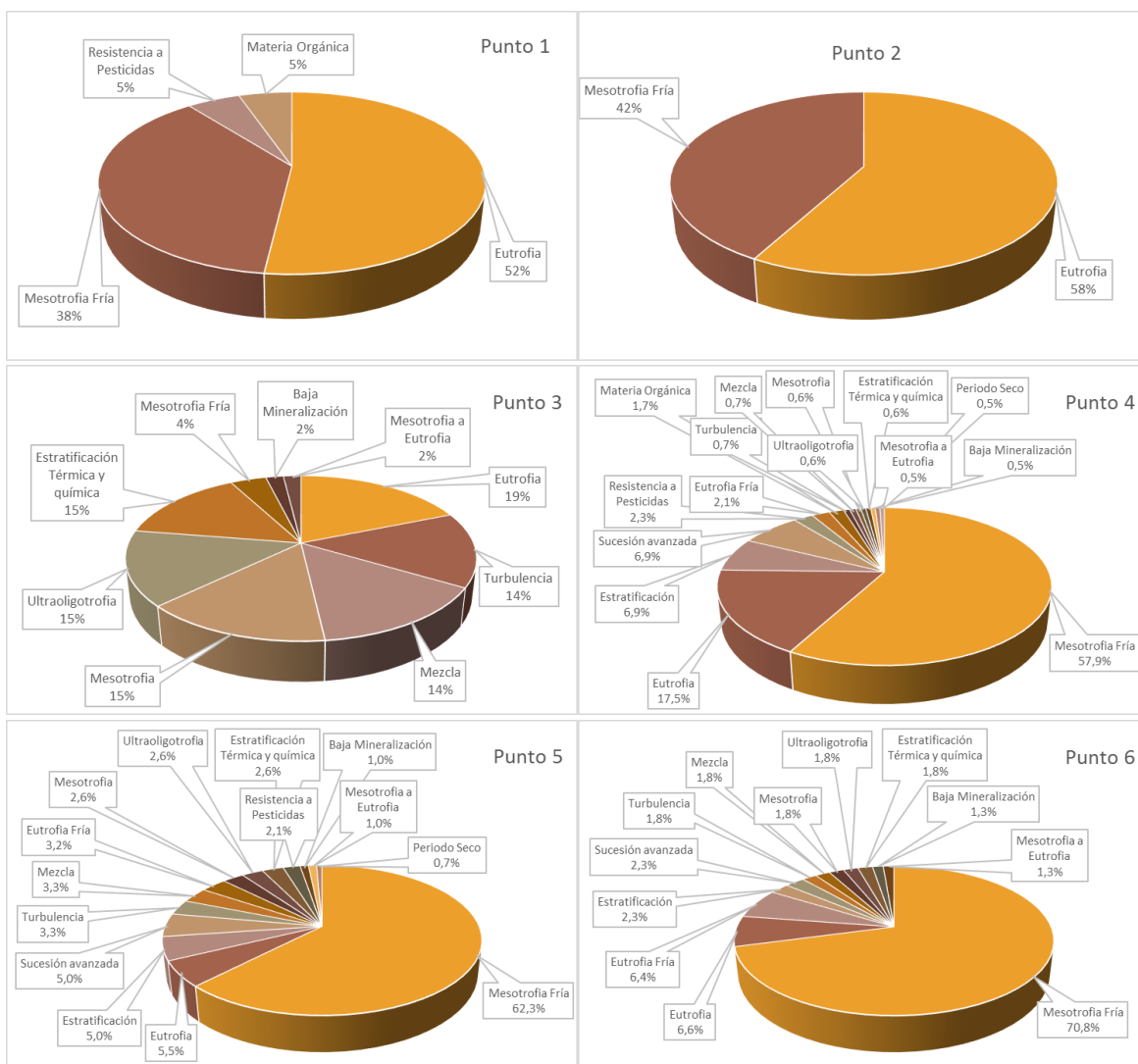


Figura 8-158. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga de Tocagua, Primera Fase

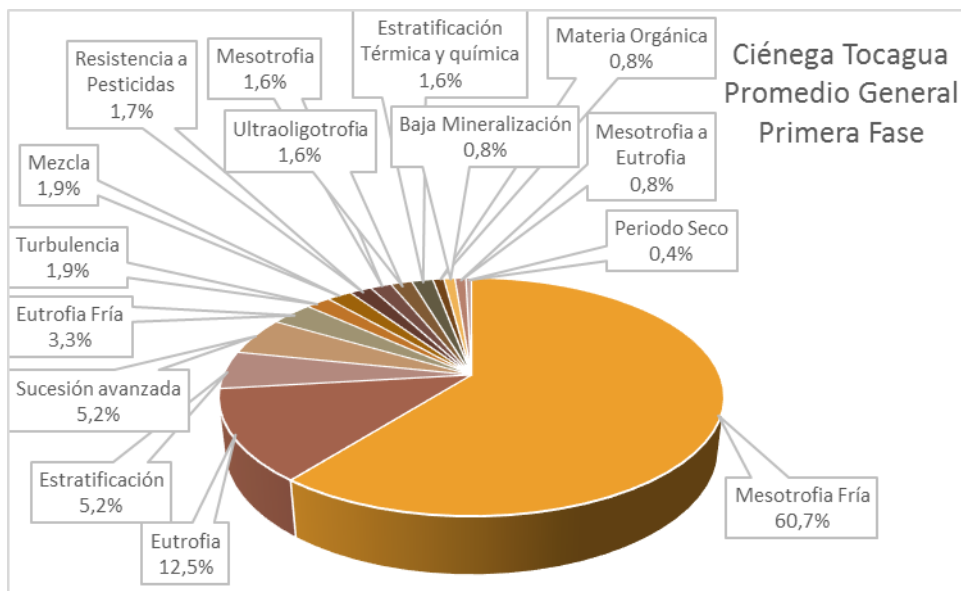
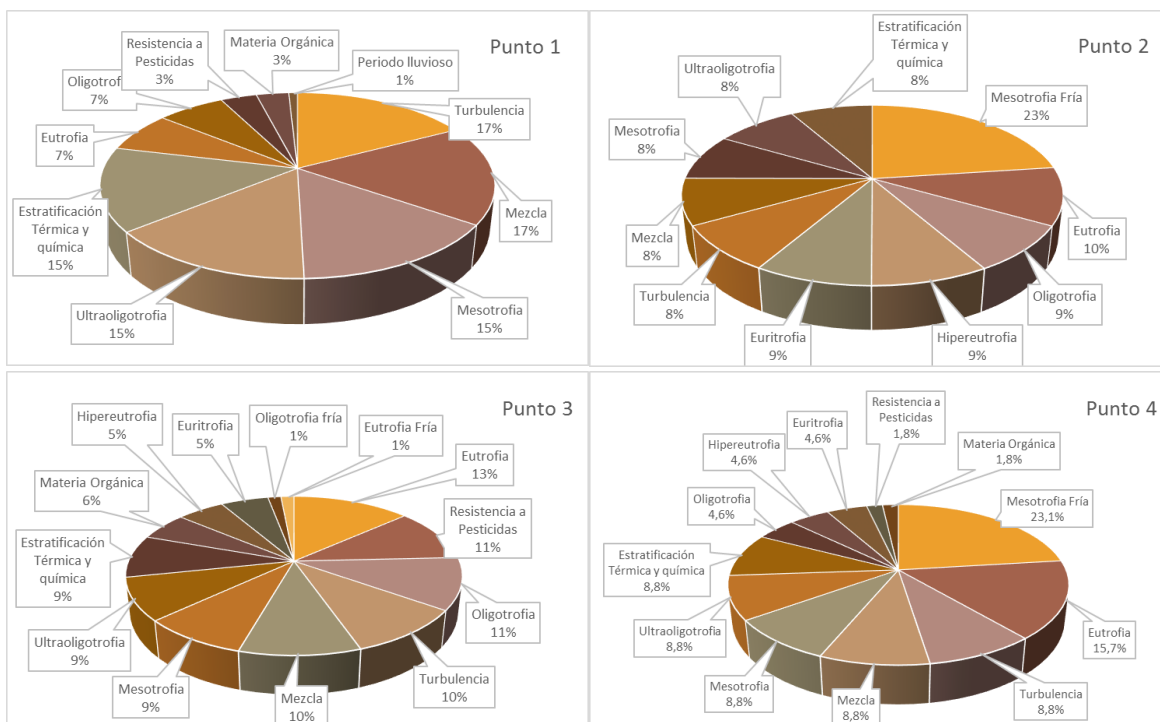


Figura 8-159. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénega de Tocagua, Primera Fase



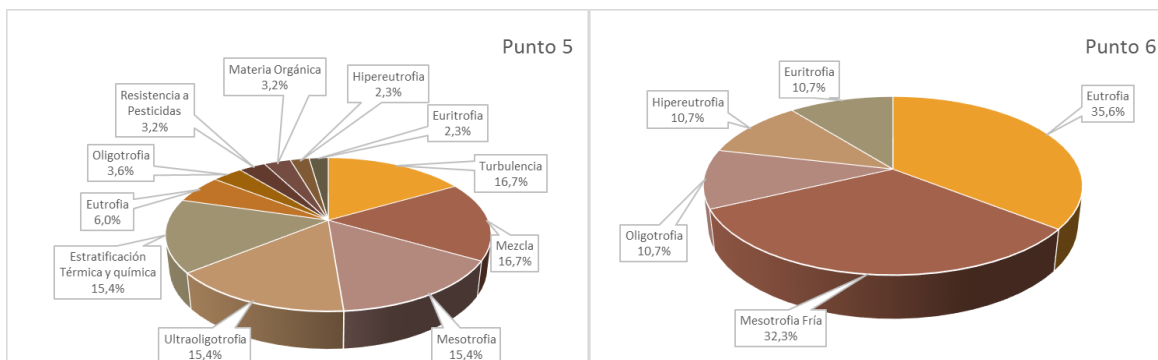


Figura 8-160. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga de Tocagua, Segunda Fase

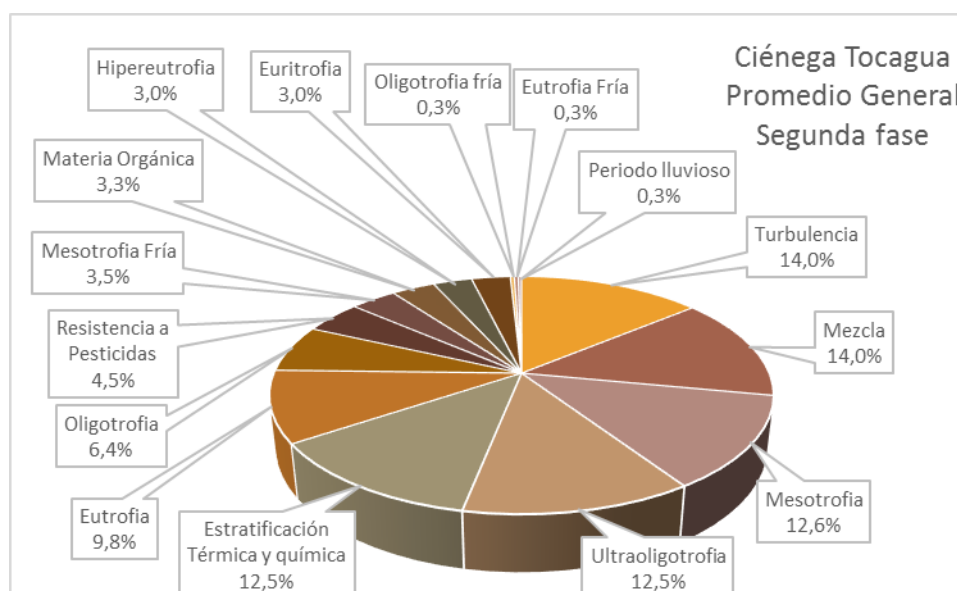


Figura 8-161. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga de Tocagua, Segunda Fase

El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica durante la Primera y Segunda Fase de muestreo en la Ciénaga de Tocagua, estuvo marcado por la dominancia de la División Cyanobacteria, así como la aparición, durante la Segunda Fase, de organismos pertenecientes a la Divisiones Ochrophyta y Charophyta, presentándose también un incremento de la riqueza en los Puntos 1 al 3, mientras que en los Puntos 4 al 6 se observó una disminución de la misma; mientras que para la abundancia se presentó una disminución en toda la ciénaga, siendo mayor en el Punto 3(durante la Segunda Fase), lo que puede ser reflejo del aumento de las escorrentías, pese a presentarse una temporada de lluvias

con déficit pluviométrico; lo que se vio reflejado en la disminución de las proporciones de bioindicación de mesotrofia fría (60,7 a 3,5%), de la eutrofia (de 12,5 a 3,0%) y el aumento de las bioindicaciones de turbulencia (1,9 a 14,0%) y mezcla (1,9 a 14%). Igualmente se evidenció la homogenización de la ciénaga, al realizar un análisis de similaridad entre los puntos evaluados durante las dos fases de muestreo, donde se comportaron de forma diferente los Puntos 4, 5 y 6 de la Primera Fase (Figura 8-162), dado por las altas abundancias que se presentaron en estos puntos.

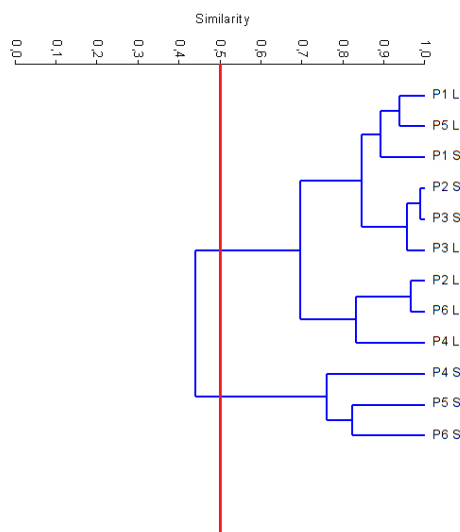


Figura 8-162. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de los organismos fitoplanctónicos en la Ciénaga de Tocagua, durante las dos fases de muestreo

8.1.8.1.3 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga de Tocagua, durante las faenas de campo no se reportaron macrófitas acuáticas en los sitios de muestreo; esto se debe posiblemente a las características físicoquímicas de la columna de agua, que no permite el crecimiento de las plantas acuáticas, a pesar de las condiciones de eutrofia presentes en el lugar.

8.1.8.2 Comunidades de consumidores

8.1.8.2.1 Zooplancton

Durante la Primera Fase, la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Tocagua estuvo constituida por 39 especies agrupadas en 18 familias, 11 Ordenes, 7 Clases y 3 Phylum; la Clase Maxillopoda contribuyó en mayor proporción a la riqueza con 20 especies, lo que

representó el 51,3% de la riqueza total, seguido de Eurotatoria con 9 especies (23,1%), y otras 5 clases más, que en conjunto aportaron 10 especies más; por otra parte, una Clase no determinada del Phylum Arthropoda, con 104,5 Organismos/L, representando un 31,7% de la abundancia total, seguido de la Clase Maxillopoda y Malacostraca con 103,4 y 57,6 Organismos/L, lo q representa aportes de 31,4 y 17,5% respectivamente; las 4 Clases restantes contribuyeron con un total de 64,2 Organismos/L, representando un 19,5%(Tabla 8-125 y Figura 8-163-B). Durante la Segunda Fase se presentaron 19 especies, pertenecientes a 9 familias, 7 Ordenes, 6 Clases y 3 Phylum; la Clase Eurotatoria contribuyó en mayor proporción a la riqueza y la abundancia, con 10 especies y 2710,9 con Organismos/L, lo q representó el 52,6% de la riqueza total y el 87,2% de la abundancia total. Le siguieron en contribución a la riqueza y la abundancia la clase Maxillopoda con 3 especies y 198,4 Organismos/L, aportes que representan el 15,8 y 6,4% respectivamente; a su vez, las cuatro clases restantes contribuyeron con un total de 6 especies y 198,0 Organismos/L (Tabla 8-126 y Figura 8-163-B)

Tabla 8-125.Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Tocagua, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa		
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Peracantha spp</i>		
				ND	Morfoespecie 1		
		Malacostraca	ND	ND	ND	Larva Nauplio	
					ND	Copepodito I Calanoida	
					Calanoida	Temoridae	<i>Hetercope appendiculata</i>
							<i>Hetercope borealis</i>
					<i>Ectocyclops sp</i>		
					<i>Eucyclops sp</i>		
					Larva Nauplio Cyclops		
					<i>Macrocyclus fuscus</i>		
					<i>Macrocyclus spp</i>		
					<i>Megacyclus</i>		
					<i>Paracyclus spp</i>		
					<i>Cryptocyclops bicolor</i>		
					<i>Cryptocyclops semulatur</i>		
		<i>Diacyclops bicuspidatus</i>					
		<i>Eucyclops macrurus</i>					
		<i>Mesocyclops leuckarti</i>					
		ND	Cyclopoida Morfoespecie 1				
		Harpacticoida	Canthocamptidae	<i>Canthocamptus staphylinus</i>			
<i>Bryocamptus minutus</i>							
Harpacticoida Morfoespecie 2							
ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 3				
ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1				
Ostracoda	Podocopida	Candonidae	<i>Candona candida</i>				
		Cyprididae	<i>Eucypris virens</i>				
		Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i>	

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus caudatus</i> (Morfotipo 1)
					<i>Brachionus caudatus</i> (Morfotipo 2)
				Brachionidae	<i>Brachionus havanaensis</i>
					<i>Brachionus urceolaris</i>
					<i>Keratella americana</i>
					<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>
					<i>Keratella trophica trophica</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella gibbosa</i>
					<i>Arcella discoides</i>
				Centropxyidae	<i>Centropxyis aculeata</i>

Tabla 8-126. Composición de la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Tocagua, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
		Branchiopoda	Diplostraca	NA	<i>Ceriodaphnia</i>
			Calanoida	Acartiidae	<i>Acartia sp</i>
	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclops sp</i>
					<i>Megacyclops sp</i>
		ND	ND	ND	<i>Larva Nauplio Morfoespecie 2</i>
					<i>Larva Nauplio Morfoespecie 1</i>
		Ostracoda			<i>Ostracoda spp</i>
Animalia			Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>
					<i>Filinia terminalis</i>
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna sp 2</i>
					<i>Asplanchna priodonta</i>
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima		<i>Brachionus angularis</i>
				Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus havanaensis</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus urceolaris</i>
					<i>Keratella americana</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
				Centropxyidae	<i>Centropxyis aculeata</i>

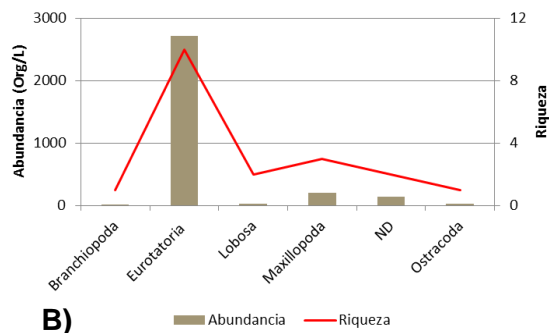
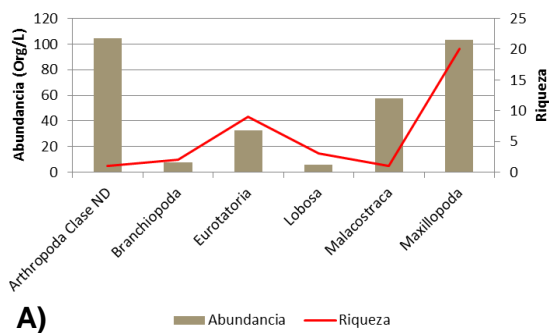


Figura 8-163. Contribución a la abundancia y a la riqueza del zooplancton en la Ciénaga de Tocagua

Los índices ecológicos indicaron una mayor riqueza en los Puntos 2,3 y 1, con 21, 20 y 17 especies respectivamente, mientras que en los puntos 5, 6 y 4, la riqueza fue menor, 11, 11 y 10 especies, respectivamente, por su parte la equidad presentó valores medios en todos los puntos, siendo mayores en el Punto 2, y la dominancia valores presentó valores bajos, con excepción del Punto 5, donde fue media (Tabla 8-127). Por su parte, los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en la mayoría de los Puntos, excepto en el Punto 5 donde fue de “aguas muy contaminadas”. Por otra parte, durante la Segunda Fase, la riqueza fluctuó entre 16 y 8 especies, siendo mayor en el Punto 3, mientras que la equidad se mantuvo en valores medios y la dominancia en valores bajos, con excepción del Punto 1, donde se presentaron valores medios ($\lambda' = 0,47$); pasando al índice de Shannon-Wiener, indicó que los Puntos 1, 5 y 6 presentaron “aguas muy contaminadas”, mientras que los Puntos 2, 3 y 4 “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-128).

Tabla 8-127. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de Tocagua, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
P1	17	0,591	1,674	0,287
P2	21	0,771	2,347	0,129
P3	20	0,741	2,219	0,196
P4	10	0,782	1,800	0,240
P5	11	0,555	1,330	0,469
P6	11	0,721	1,728	0,254

Tabla 8-128. Índices ecológicos del zooplancton en la Ciénaga de Tocagua, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
P1	10	0,536	1,235	0,471
P2	11	0,631	1,514	0,355
P3	16	0,687	1,904	0,259
P4	11	0,707	1,696	0,286
P5	8	0,653	1,358	0,368
P6	8	0,684	1,421	0,337

Para determinar si hay diferencias entre las medias por día de muestreo y debido a que el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada presentaron valores entre -2 y 2, que no

hay desviaciones de la normalidad, se utilizó un análisis de Anova simple y no un análisis de Kruskal-Wallis, con la cual se evidenció que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la determinar las diferencias entre los Puntos de muestreo evaluados durante la Primera comunidad de zooplancton con un nivel del 95,0%, durante los días evaluados, tanto durante la Primera Fase ($p=0,3985$) como durante la Segunda Fase ($p=0,9775$). Por otro lado, para Fase, se realizó un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con el cual se evidenció, con un 50% de similaridad, la formación de dos grupos; el primero integrado por el Punto 1, el cual además presenta las mayores abundancias; y el segundo grupo por los Puntos restantes. Así mismo se realizó durante éste análisis durante la Segunda Fase, observándose la homogenización de la ciénaga (Figura 8-164 y Figura 8-165).

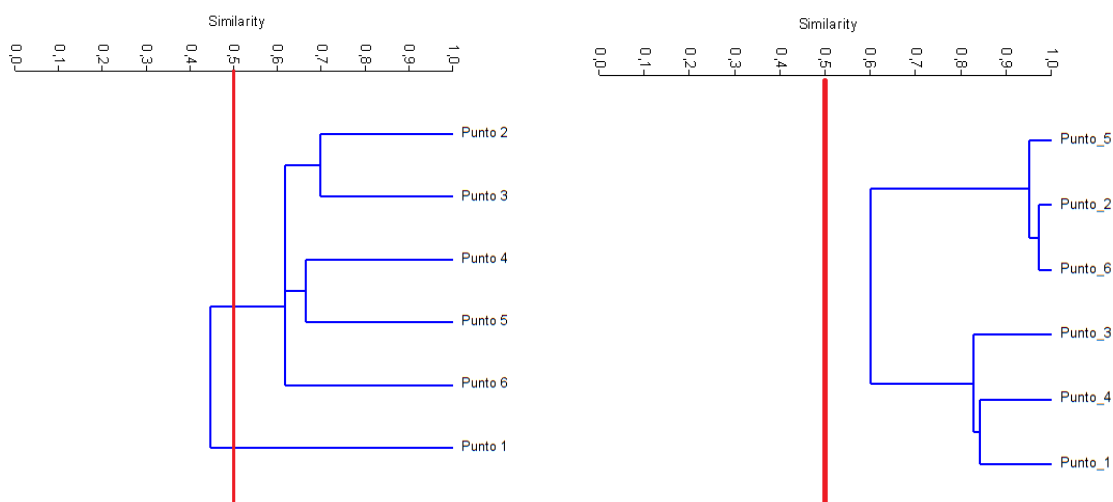


Figura 8-164. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga de Tocagua A) Primera Fase B) Segunda Fase

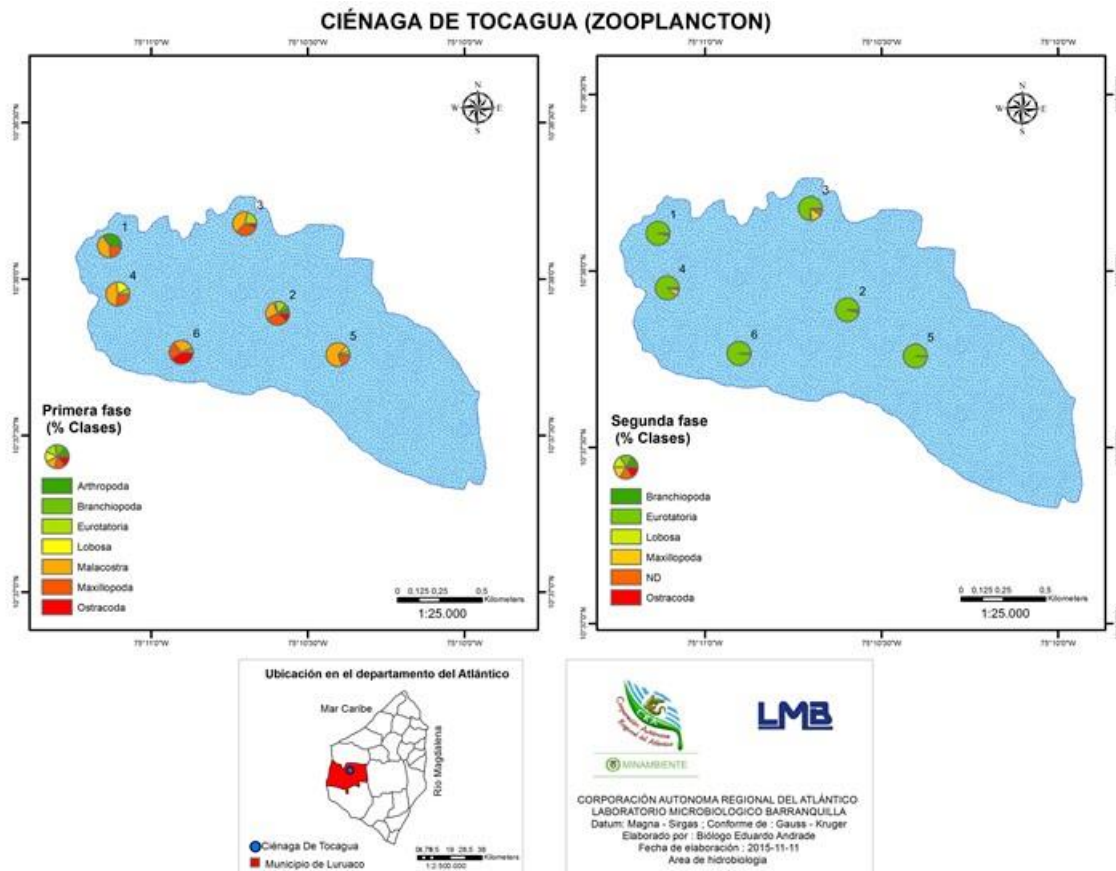


Figura 8-165. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Tocagua, Primera y Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó en todos los Puntos el predominio de la eutrofia excepto en el punto 6, donde predominó la presencia de aguas limpias a medianamente contaminadas (40%) seguido de la eutrofia (27%), igualmente fue alta la contribución a la bioindicación de aguas duras en los Puntos 1, 3, 5 y 6; así como de aguas litorales, mezcla, y aguas duras en el Punto 4, y de presencia de materia orgánica, sistemas inmaduros y aguas limpias a medianamente contaminadas en el Punto 2. Una visión general de la bioindicación en la ciénaga permitió indicar que ésta presenta la eutrofia y presencia de aguas duras en mayor proporción (29,7 y 24,6 % respectivamente), seguido de otras bioindicaciones tales como aguas limpias a medianamente contaminadas (11,5%), materia orgánica (8,3%), sistemas inmaduros 88,3%), entre otras (Figura 8-166 y Figura 8-167).

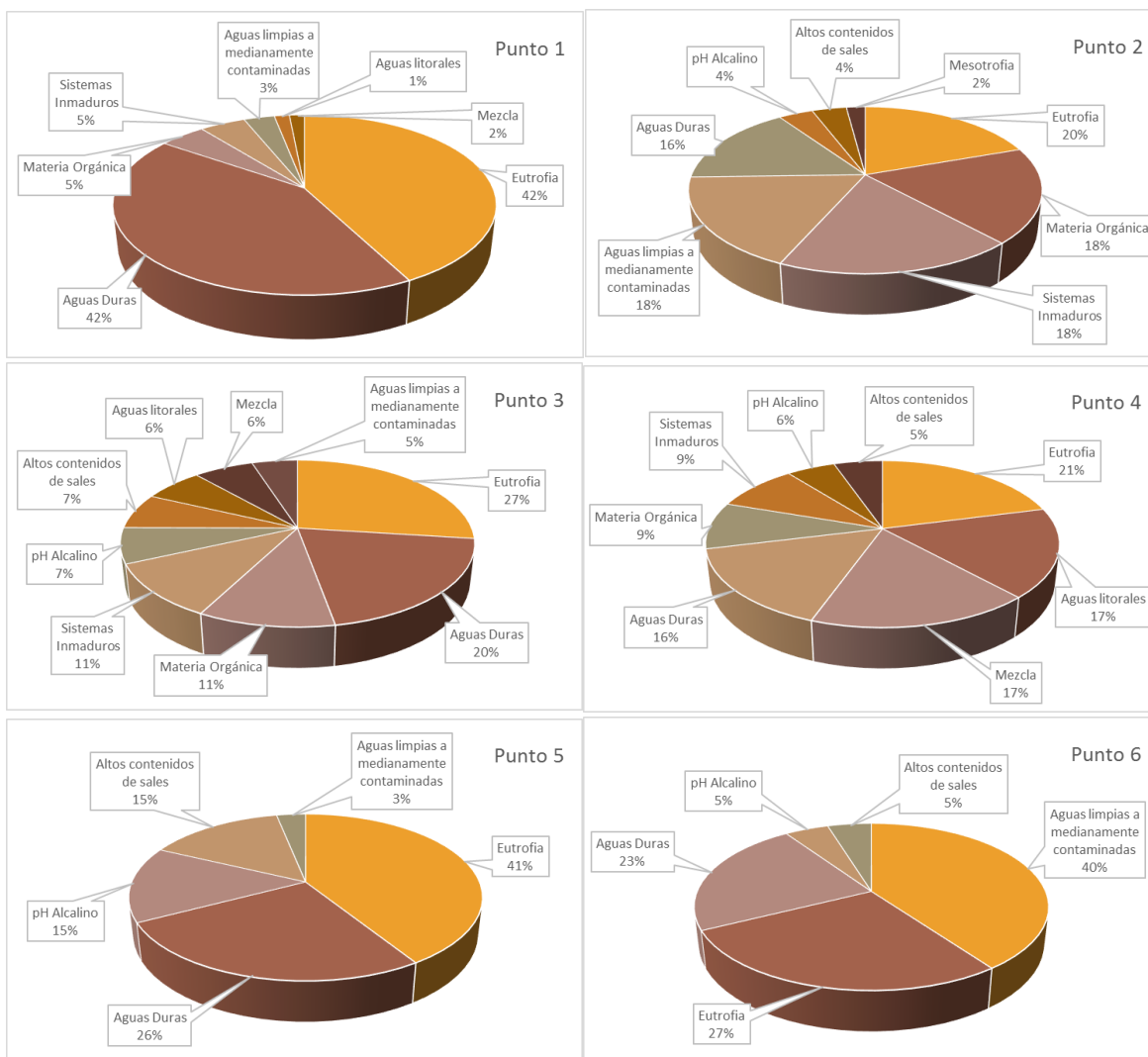


Figura 8-166. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga de Tocagua, Primera Fase

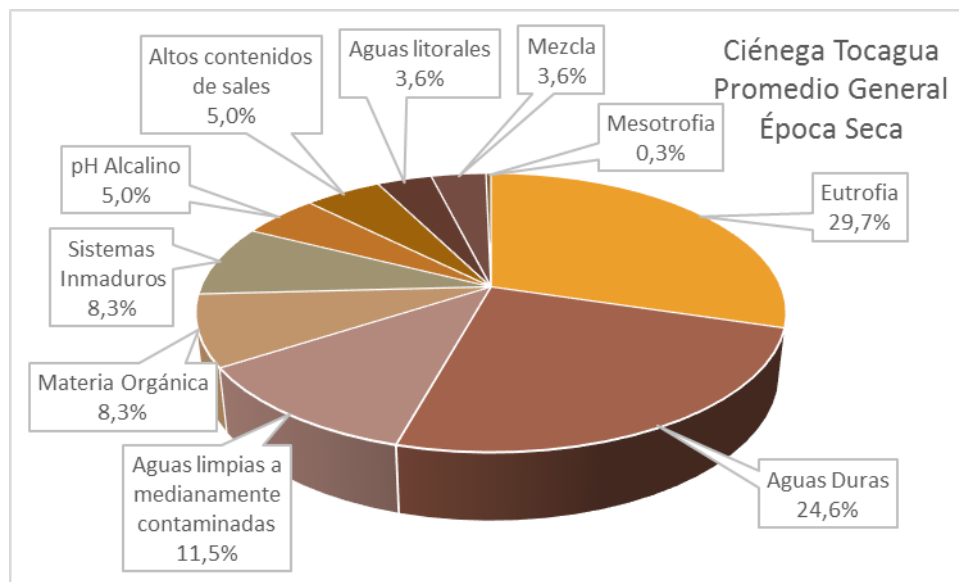
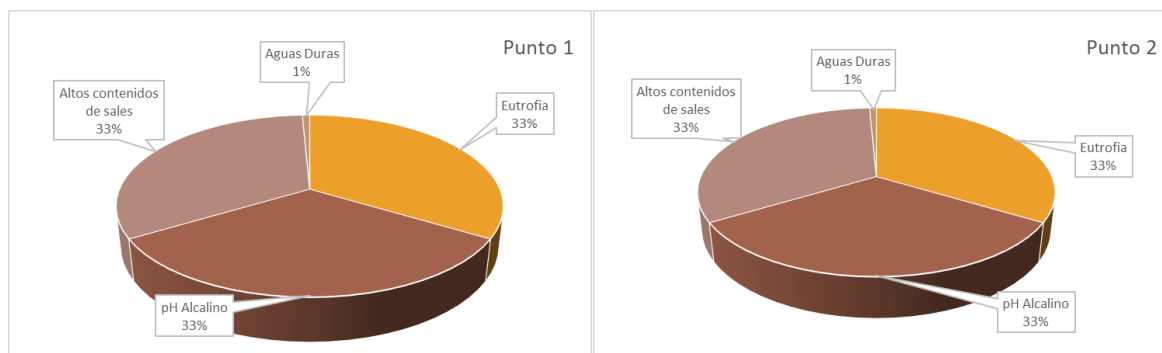


Figura 8-167. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénega de Tocagua durante la Primera Fase

Para la segunda fase, todos los puntos presentaron la eutrofia, el pH alcalino y altos contenidos de sales como bioindicaciones predominantes, presentándose además la presencia de aguas duras en los Puntos 1, 2, 3, y 4, aunque en bajas proporciones; el análisis generalizado para la ciénega permitió ratificar como predominante la bioindicación de eutrofia (33,7%), seguida de pH alcalino y altos contenidos de sales (32,6% cada una), así como la presencia de aguas duras, materia orgánica y sistemas inmaduros (1,0, 0,02 y 0,02% respectivamente) (Figura 8-168 y Figura 8-169).



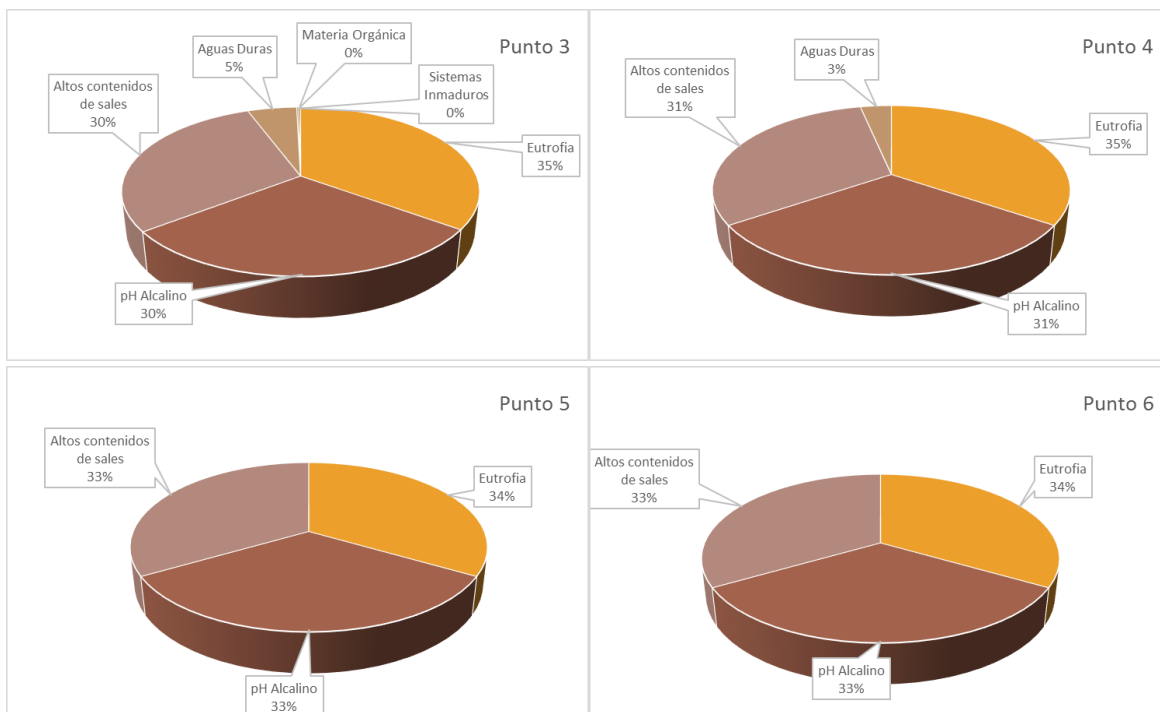


Figura 8-168. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga de Tocagua, Segunda Fase

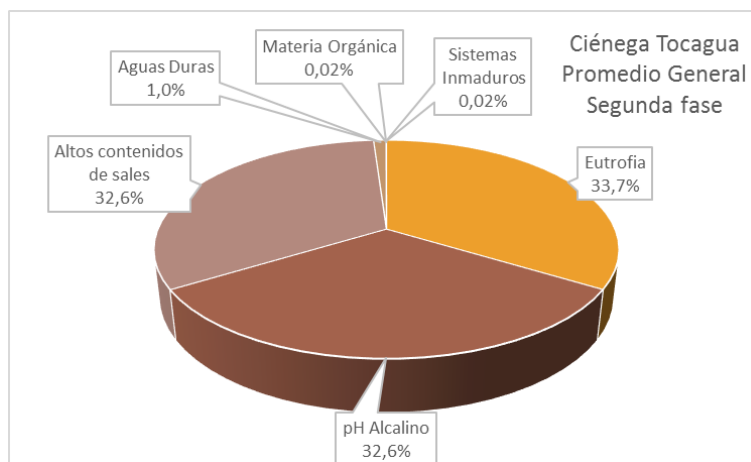


Figura 8-169. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga de Tocagua durante la Segunda Fase

8.1.8.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de Tocagua estuvieron representados por 3 morfoespecies pertenecientes a 2 familias, 2 Ordenes, 2 Clases y 2 Phylum (Tabla 8-129); la Clase que mayor contribución hizo a la riqueza y la abundancia de la comunidad,

con un aporte del 66,7% a la riqueza y a la abundancia (2 morfoespecies y 899,2 Organismos/m²) fue Insecta, seguido la Clase Bivalvia con un aporte del 33,3% a la riqueza y 3,4% a la abundancia (1 morfoespecie y 32,1 Organismos/m²). Durante la Segunda Fase se presentó un total de 8 morfoespecies, que se agrupan en 6 Familias, 6 Ordenes, 2 Clases y 2 Phylum; la Clase Gastropoda hizo la mayor contribución a la riqueza de especies, con 5 morfoespecies (62,5%), seguido de la Clase Insecta, con 3 morfoespecies (37,5%); mientras que para la abundancia la Clase Insecta fue la que contribuyó en mayor proporción a la riqueza, con 776,9 Organismos/m² (69,3%) seguido de Gastropoda, con 344,6 Organismos/m² (30,7%).

Tabla 8-129. Composición de la comunidad de macroinvertebrados Bentónicos de la Ciénaga de Tocagua, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1
					Pupa
	Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i>

Tabla 8-130. Composición de la comunidad de macroinvertebrados Bentónicos de la Ciénaga de Tocagua, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1
					Pupa
			Hemiptera	Corixidae	Morfoespecie 1
	Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Marisa cornuarietis</i>
					<i>Pomacea sp</i>
Basommatophora			Planorbidae	<i>Promenetus sp</i>	
		Caenogastropoda	Hydrobiidae	<i>Pyrgophorus sp</i>	
		Discopoda	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>	

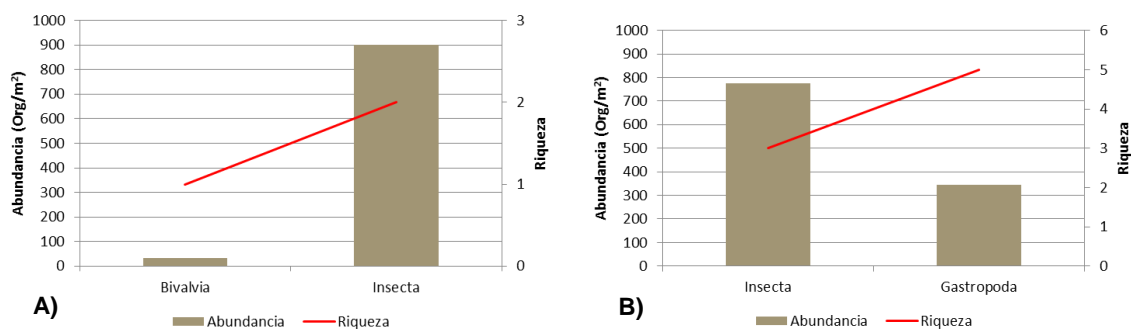


Figura 8-170. Contribución a la abundancia y a la riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Tocagua A) Primera Fase B) Segunda Fase

Los índices ecológicos que evalúan la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la equidad, no pudieron ser evaluados en los Puntos 1, 3 y 5 debido a la presencia de una sola especie (Tabla 8-131), para los puntos restantes se obtuvieron valores de muy equidad alta y dominancia media en el Puntos 2; una equidad media y una dominancia medio alta en el Punto 6 y en el Punto 4 se presentaron una dominancia alta y una equidad baja. Por su parte, los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas muy contaminadas” en todos los sitios de muestreo. Por su parte, durante la Segunda Fase (Tabla 8-132) el aumento de la riqueza en todos los puntos permitió evaluar los índices de manera efectiva, encontrando bajas equidades en el Punto 3, medias en los puntos 1 y 2 y de media lata a altas en los puntos 6, 5 y 4; así mismo los valores de la dominancia fueron bajos en los puntos 5 y 4, medios en los puntos 6, 2 y 1 y medio altos en el Punto 3; al observar el índice de Shannon-Wiener se evidenció la presencia de aguas muy contaminadas en todos los sitios de muestreo.

Tabla 8-131. Índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Tocagua, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Punto 1	1		0,000	1,000
Punto 2	2	0,136	0,094	0,963
Punto 3	1		0	1
Punto 4	2	1	0,693	0,492
Punto 5	1		0	1
Punto 6	2	0,403	0,279	0,852

Tabla 8-132. Índices ecológicos de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Tocagua, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Punto 1	5	0,53	0,85	0,61
Punto 2	3	0,66	0,73	0,58
Punto 3	5	0,34	0,54	0,75
Punto 4	4	0,90	1,25	0,32
Punto 5	5	0,85	1,36	0,31
Punto 6	3	0,76	0,83	0,52

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que la ciénaga de Tocagua presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas” en todos los puntos evaluados. 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 (Tabla 8-133). Por otra parte, durante la Segunda Fase, se observó que los valores del índice BMWP/Col en los Puntos 2 y 6 continuaron con una calidad de agua “muy crítica”, mientras en los Puntos 1, 3, 4 y 5

la calidad de agua fue “crítica”, indicando “aguas muy contaminadas”; así mismo valores del índice ASPT, indicaron una mejoría en todos los puntos de muestreo, siendo los Puntos 2 y 6 clasificados como de calidad “crítica” y los puntos 1, 3 y 5 con calidad “dudosa” o de “aguas moderadamente contaminada”, y por último el Punto 4 presentó valores que lo catalogaron con calidad “aceptable” o “ligeramente contaminadas”; la ausencia de efemerópteros, plecópteros y tricópteros no permitió el cálculos de los índices restantes (Tabla 8-134).

Tabla 8-133 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Tocagua, Primera Fase

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Familias que puntúan	1	1	1	1	1	1
Índice BMWP/Col	2	2	2	2	2	2
Valor ASPT	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
EPT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EPT:C		0,0		0,0		0,0
EPT:Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 8-134. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Tocagua, Segunda Fase

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Familias que puntúan	4	2	4	4	4	2
Índice BMWP/Col	24	7	23	27	24	7
Valor ASPT	6,0	3,5	5,8	6,8	6,0	3,5
EPT	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

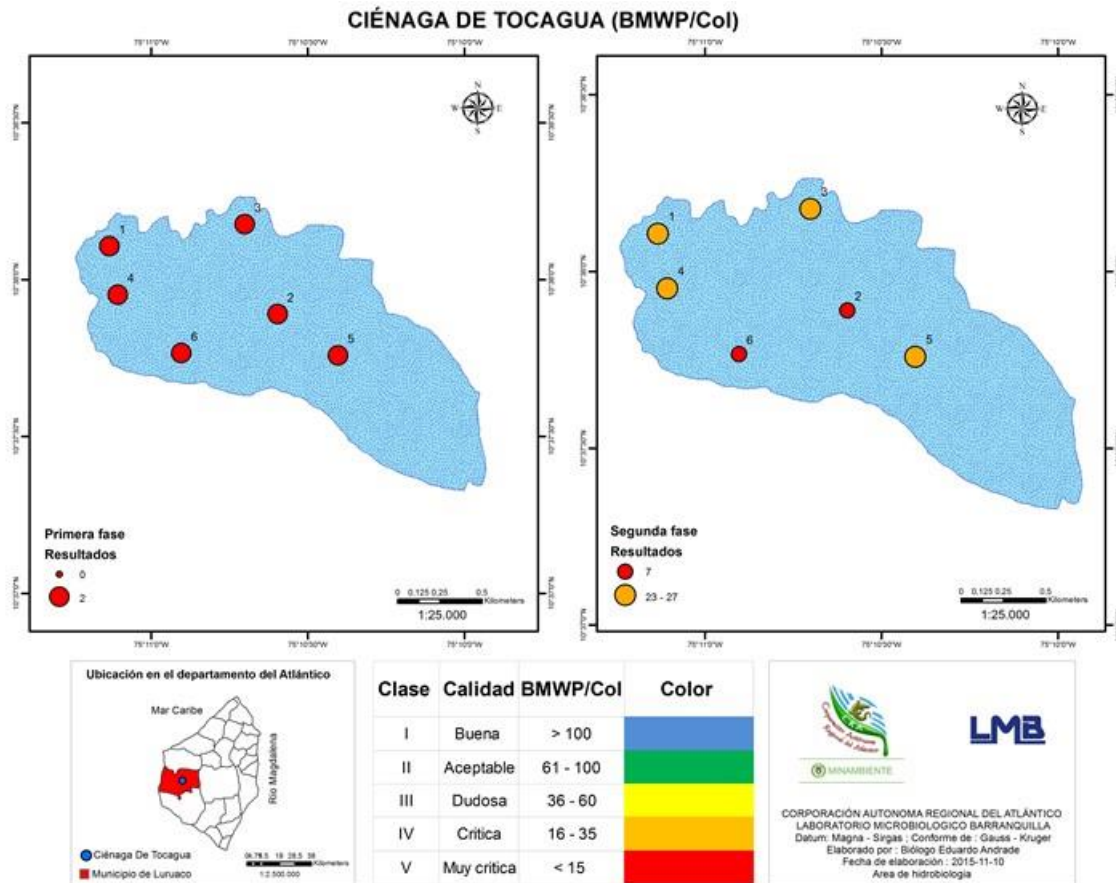


Figura 8-171. Índice BMWP/Col para los puntos de muestreo en la ciénaga de Luruaco, durante las dos fases de muestreo

Se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas en el comportamiento de las abundancias por día durante la Primera Fase (Kruskal Wallis, $p=0,9253$) ni durante la Segunda Fase (Kruskal Wallis, $p=0,8198$). Adicionalmente, el análisis de similaridad con el índice de Bray-Curtis demostró que con un 50% de similaridad, existen diferencias entre los puntos de muestreo, durante la Primera Fase, formándose tres grupos, el primero conformado por los puntos 1 y 4, ubicados en el costado occidental de la ciénaga, el segundo los puntos 3 y 5 y el tercer grupo con los puntos 2 y 6 (Figura 8-172-A), mientras que durante la Segunda Fase, se observó la uniformidad en la composición de la comunidad (Figura 8-172-B).

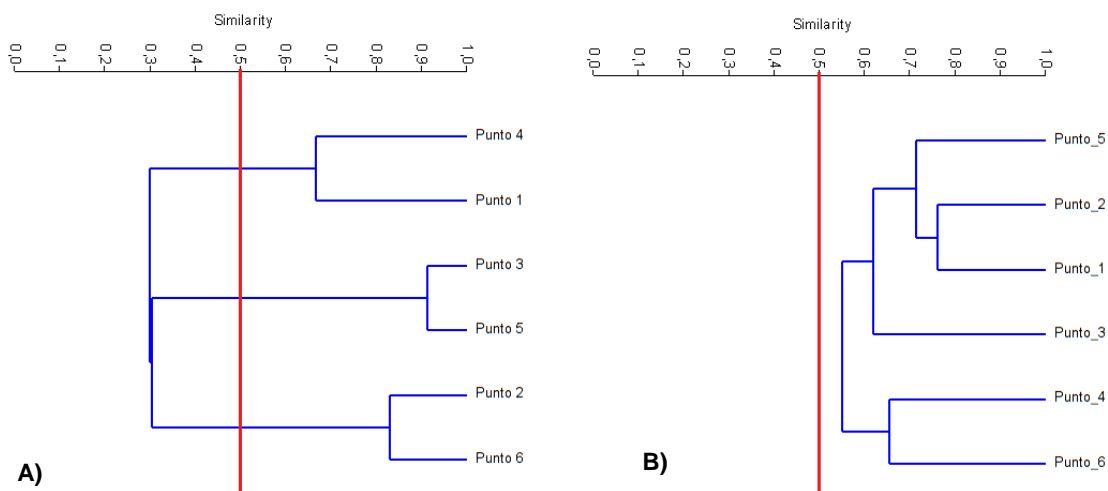


Figura 8-172. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Tocagua

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observaron tres bioindicaciones predominantes, correspondientes a presencia de aguas contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos (Figura 8-173); igualmente, al observar la ciénaga de manera general, se pudo evidenciar el predominio de las mismas bioindicaciones en proporciones del 33,3% cada una (Figura 8-174). Durante la Segunda Fase, se mantuvo el predominio de dichas bioindicaciones en los Puntos 1, 2 y 3; mientras que en el punto 4 se presentaron las bioindicaciones de aguas tranquilas y poco profundas así como la de abundancia de materia orgánica (50% respectivamente); siendo predominante en los Puntos 5 y 6 la abundancia de materia orgánica (21,3% y 29,9% respectivamente), las aguas tranquilas y poco profundas (21,3% y 29,9% respectivamente), las aguas contaminadas (19,2% y 13,4% respectivamente), la sequía (19,2% y 13,4% respectivamente) y los sedimentos planctónicos (19,2% y 13,4% respectivamente (Figura 8-175); por último, para la ciénaga en general predominaron las aguas contaminadas, la sequía y los sedimentos planctónicos en un 26,6% cada una, seguido de abundancia de materia orgánica y aguas tranquilas y poco profundas en proporciones del 10,1% respectivamente (Figura 8-176).

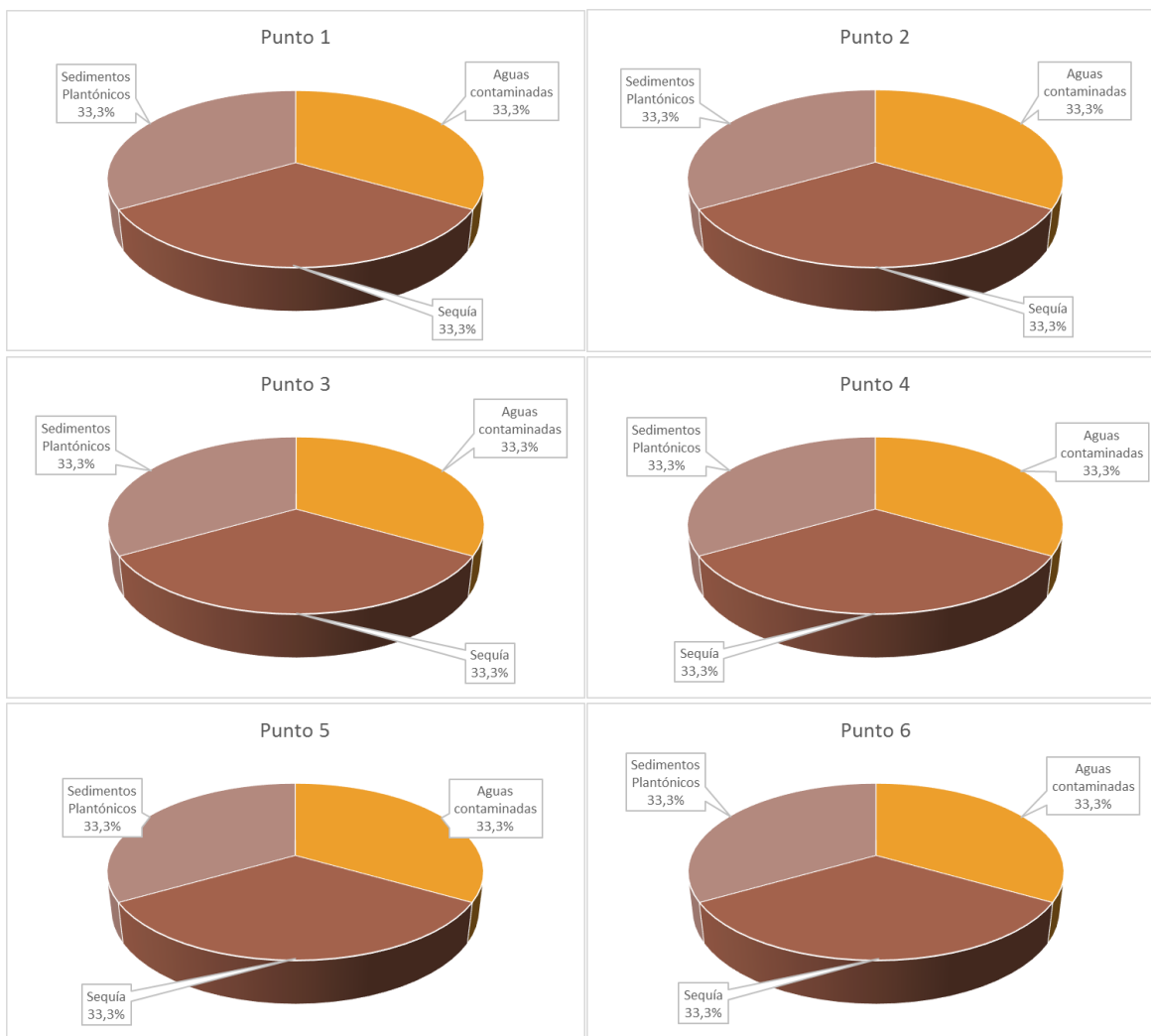


Figura 8-173. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la ciénega de Tocagua, Primera Fase

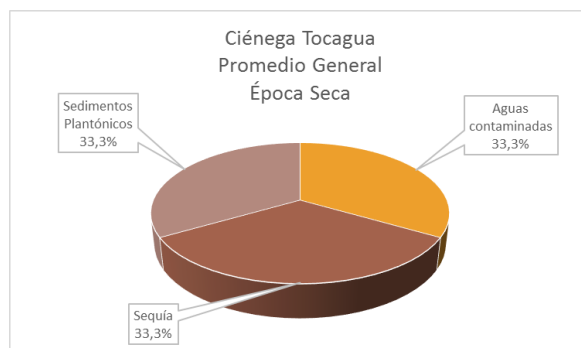


Figura 8-174. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la ciénega de Tocagua durante la Primera Fase

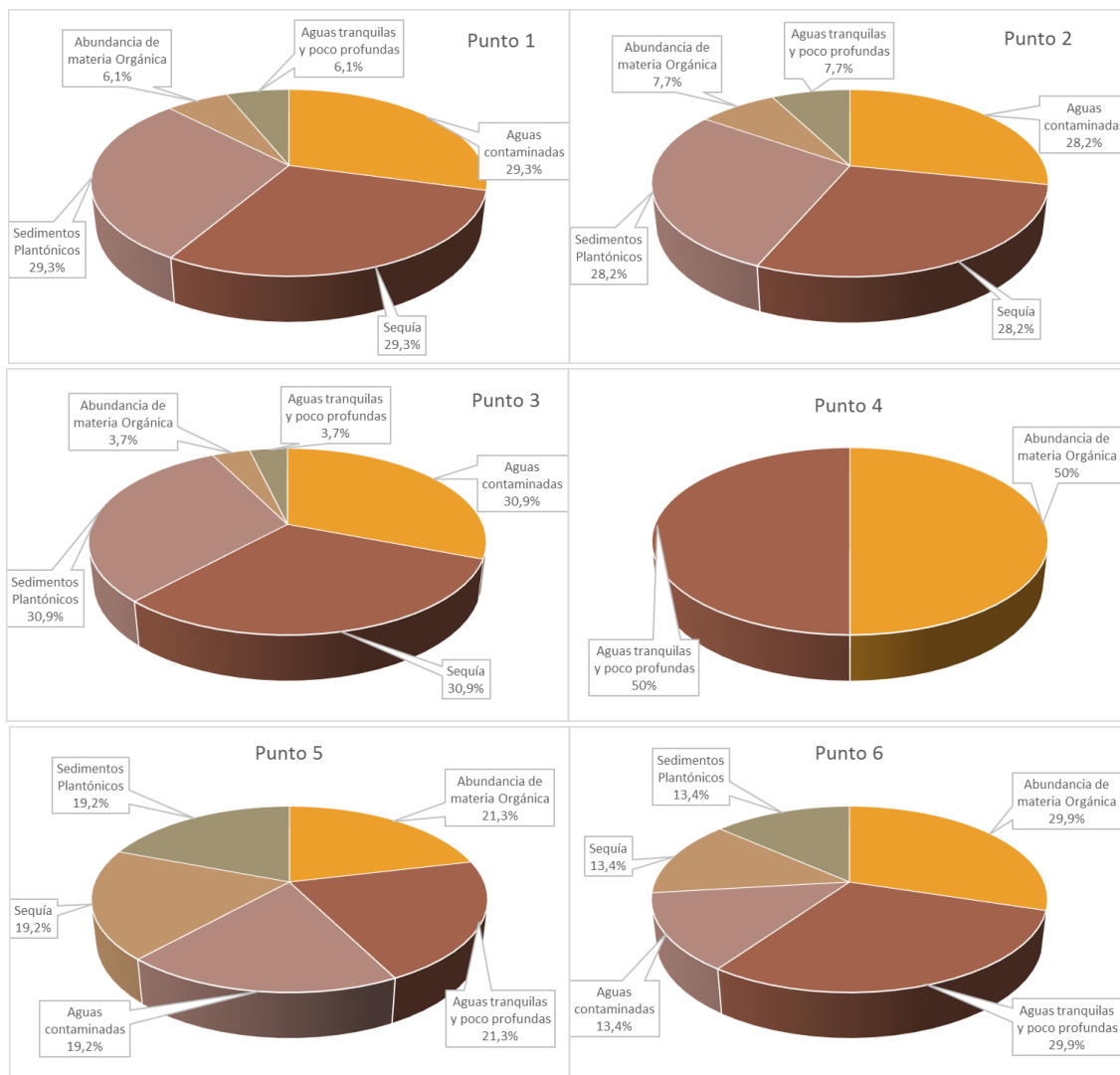


Figura 8-175. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la ciénega de Tocagua, Segunda Fase

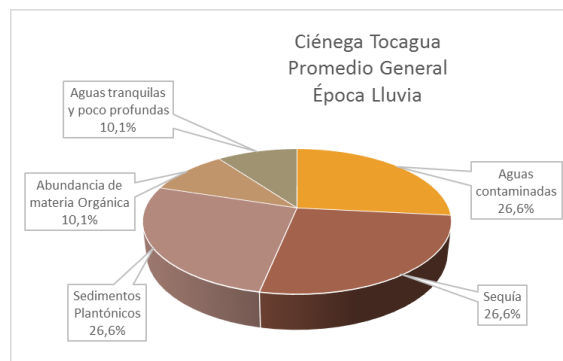


Figura 8-176. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la ciénega de Tocagua durante la Segunda Fase

Se evidenció que durante la Primera Fase la ciénaga presenta una comunidad integrada por insectos y gasterópodos, características de sistema léntico. Para la Segunda Fase, cuando el flujo de agua de escorrentía aumenta, se observó un aumento en la riqueza y la equidad, mientras que los valores de dominancia fueron menores en todos los puntos de la ciénaga; por su parte los valores del índice de Shannon-Wiener indicaron la presencia de “aguas muy contaminadas” tanto en la Primera Fase como en la Segunda Fase. Es posible que incremento esperado de material alóctono arrastrado por las escorrentías hiciera que la composición de la comunidad se afectara produciendo un aumento en riqueza de especies, lo que se evidenció en los dendrogramas de similaridad realizados para cada fase del muestreo, los cuales mostraron la homogenización de la ciénaga durante el periodo de lluvias. A pesar de lo anterior, el análisis de los índices BMWP/Col y ASPT, muestran una ciénaga con una calidad de agua homogénea (crítica) en la Primera Fase, mientras que durante la Segunda Fase los valores del índice BMWP/Col, mejoraron a una calidad de aguas muy contaminadas, en toda la ciénaga, excepto en los puntos 2 y 6; por su parte el índice ASPT, marcó mayores diferencias, indicando que el sector sur occidental (Punto 4) se presentó un foco de aguas con calidad aceptable, el cual puede ocurrir debido a la entrada de aguas de escorrentía que alivian la contaminación de la ciénaga, facilitando allí el desarrollo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, así mismo, se evidenció que sobre los Puntos 1, 3 y 5, también mejoró la calidad del agua, pasando a presentar “aguas moderadamente contaminadas”.

Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos es muy homogénea en cuanto a su composición general durante las dos fases de muestreo evaluadas, excepto los Puntos 1 y 4 de la Primera Fase, los cuales pueden presentar mayores influencias antrópicas dada su localización cercana al centro urbano de San Juan de Tocagua (Figura 8-177 y Figura 8-178).

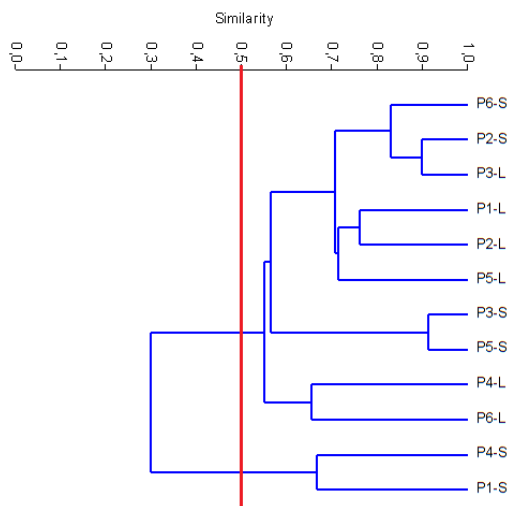


Figura 8-177. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Tocagua, durante las dos fases de muestreo

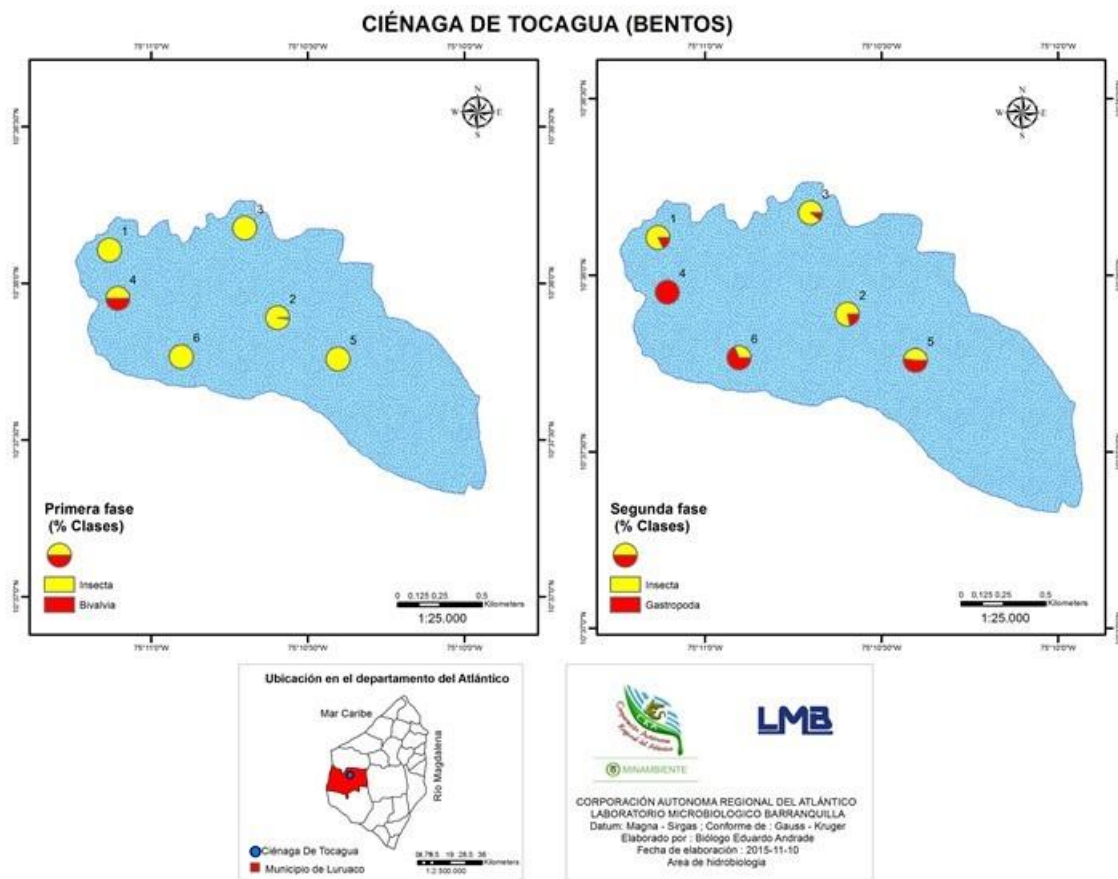


Figura 8-178. Composición de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en la Ciénaga de Tocagua

8.1.8.2.3 Especies ícticas

Se reporta la captura de 15 individuos pertenecientes a dos especies *Andinoacara pulcher* y *Hoplosternum magdalenae*. La clasificación taxonómica de esta especie indicada en la Tabla 8-135. Para la segunda Fase, se colectaron 2 individuos pertenecientes a 2 especies, *Andinoacara pulcher* y *Caquetaia kraussii*. La distribución de la ictiofauna en los puntos de monitoreo, se observa en la Figura 8-179.

Durante la Primera Fase de *Andinoacara pulcher* se colectó un total de 14 individuos, con longitud total que fluctuó entre 90 mm y 113 mm, con un promedio de 102,4 mm (Tabla 8-137), con una distribución de tallas fue muy homogénea (CV=0,068). Mientras que en la Segunda Fase, solo se colectó un individuo con talla 89 mm LT (Tabla 8-138). En la ciénaga grande de Lorica (Córdoba), Olaya-Nieto, *et al.* (2008) y Olaya-Nieto, *et al.* (2010), determinaron la talla media de madurez gonadal para la especie en 9,2, 9,7 y 9,5 cm LT para hembras, machos y sexos combinados, respectivamente, lo que indica que el 14,3% de los individuos colectados (2 peces) durante la Primera Fase (Tabla 8-137), y el 100% de los individuos colectados durante la Segunda Fase, pueden corresponder a juveniles, lo que evidencia que la especie se puede estar reproduciéndose en la ciénaga; adicionalmente se buscó información sobre la indicación de una talla mínima legal de captura para la zona, sin encontrar evidencia de su determinación para la zona, por la autoridad ambiental competente (Figura 8-181).

Tabla 8-135. Composición de la comunidad íctica en la Ciénaga de Tocagua, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara pulcher</i>	Cabeza de piedra - Bobito - Lorito azul
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Siluriformes	Callichthyidae	<i>Hoplosternum magdalenae</i>	Campuncho-Chupi Chupi

Tabla 8-136. Composición de la comunidad íctica en la Ciénaga de Tocagua, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara pulcher</i>	Cabeza de piedra - Bobito - Lorito azul
					<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla

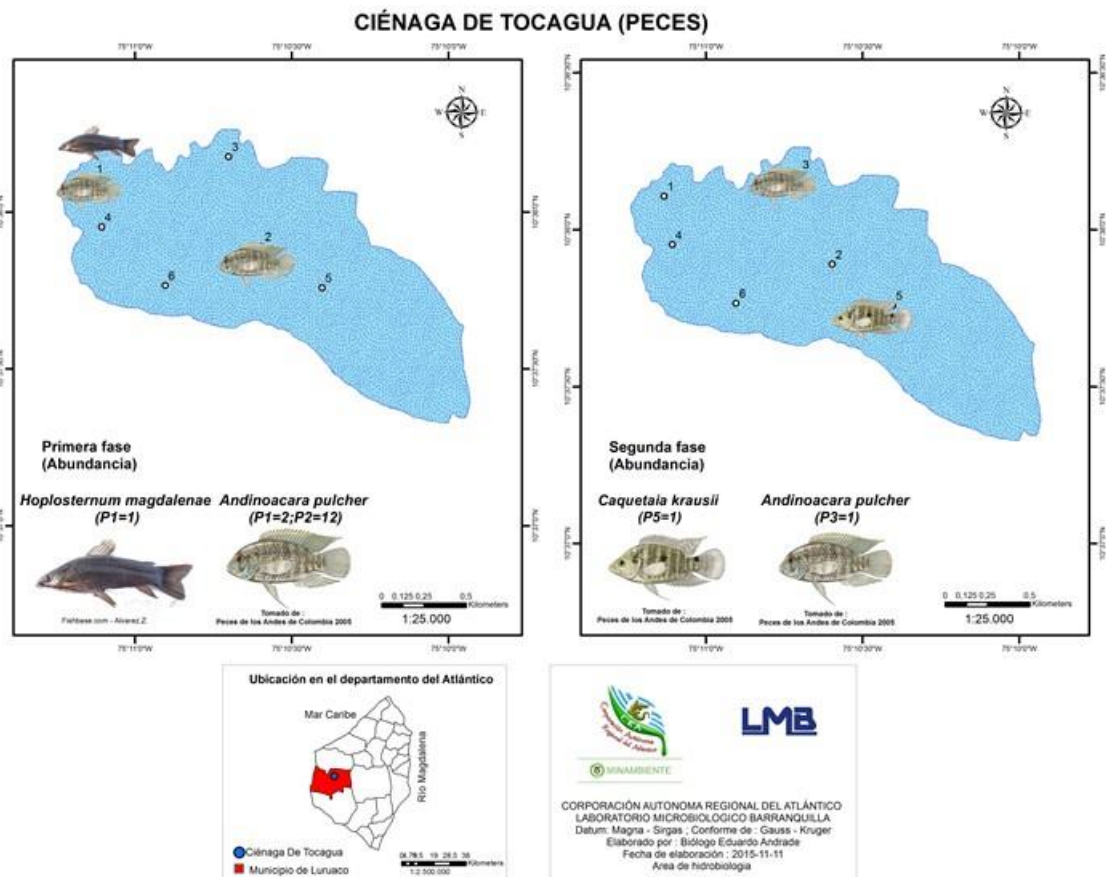


Figura 8-179. Ictiofauna colectada en la ciénaga de Tocagua, durante las dos fases de monitoreo

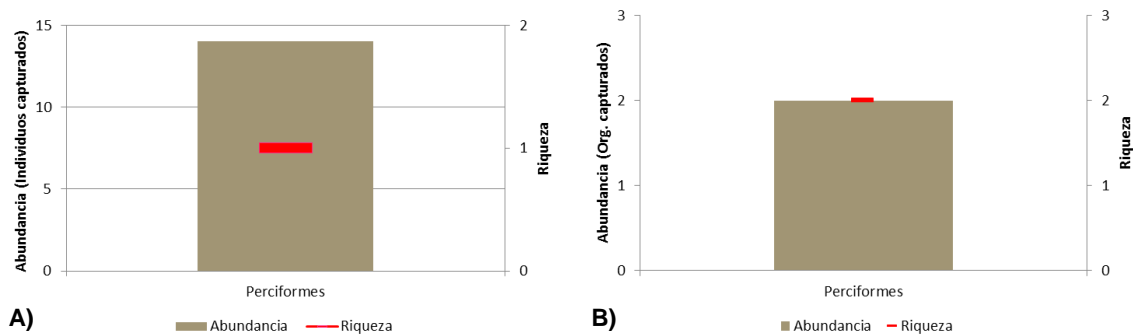


Figura 8-180. Contribución a la riqueza y abundancia de la ictiofauna en la Ciénaga de Tocagua

Tabla 8-137. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la ciénaga de Tocagua, Primera Fase

Nombre científico	Longitud Total (mm)			Total capturado
	Mínimo	Máximo	Promedio	
<i>Andinoacara pulcher</i>	90	113	102,4	14
<i>Hoplosternum magdalenae</i>	111	111	111,0	1

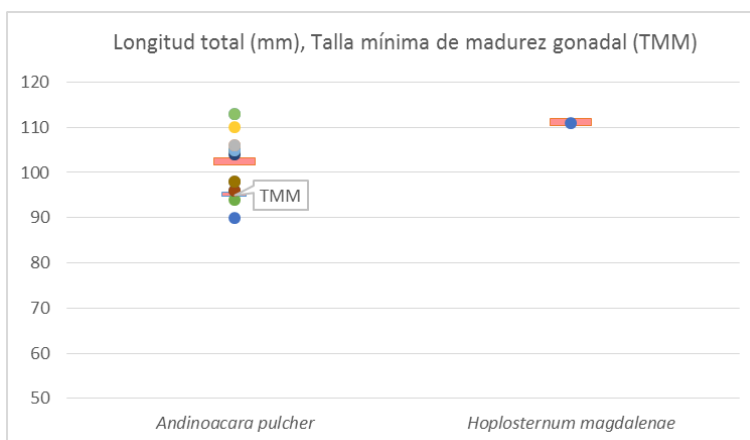


Figura 8-181. Longitud total (LT) y Talla Mínima de Madurez gonadal (TMM) de las especies de peces colectadas en la ciénaga de Tocagua durante la Primera Fase

Tabla 8-138. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la ciénaga de Tocagua, Primera Fase

Nombre científico	Longitud Total (mm)			Total capturado
	Mínimo	Máximo	Promedio	
<i>Andinoacara pulcher</i>	89	89	89,0	1
<i>Caquetaia kraussii</i>	18	18	18,0	1

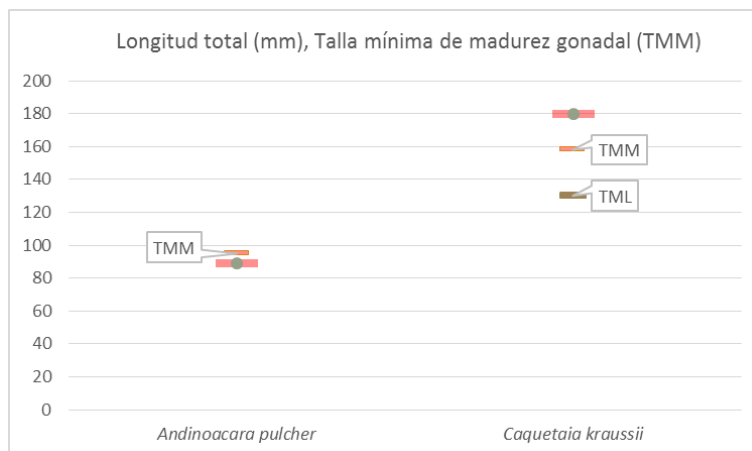


Figura 8-182. Longitud total (LT) y Talla Mínima de Madurez gonadal (TMM) de las especies de peces colectadas en la ciénaga de Tocagua durante la Segunda Fase

Por su parte la especie *Hoplosternum magdalenae*, solo se colectó durante la Primera Fase, y un único individuo, el cual presentó una talla de 111 mm de LT. Este es un pez pacífico y gregario, el cual ha sido bastante comercializado en la piscicultura de ornamentación; habita al oeste de los Andes, en la cuenca del lago de Maracaibo en Venezuela y en las cuencas de los ríos Magdalena, Magdalena, Sinú y Ranchería (Mojica *et al.*, 2006 EN: Olaya-Nieto *et al.*, 2011). Habita en tierras bajas, en aguas muy lentas, caños y pozos; también se encuentra en aguas fangosas, estancadas y pobres en oxígeno. Los peces del género *Hoplosternum* son nadadores de fondo que se pueden encontrar sobre rocas, plantas y madera flotante (Axelrod *et al.*, 1996 EN: Olaya-Nieto *et al.*, 2011); el Chipe vive en pozos que se secan por completo; entonces se entierra y allí puede permanecer vivo por bastante tiempo respirando aire atmosférico (Dahl, 1971 EN: Olaya-Nieto *et al.*, 2011). La ausencia de estudios de la biología reproductiva de la especie y su distribución en el departamento del Atlántico ha imposibilitado determinar el estado de la población. Además no se encontró referencia sobre el establecimiento de talla mínima de captura por parte de autoridad ambiental nacional ni regional.

El espécimen de *Caquetaia kraussii* fue colectado durante la Segunda Fase, con una talla de 180 mm LT. Conocida también como mojarra amarilla, es una especie, que como la mayoría de los cichlidos, es fuertemente territorial y agresiva, se localiza en zonas con vegetación sumergida y aguas lentas, en donde acecha a sus presas; habita en las aguas tranquilas de las partes bajas de los ríos, es una especie voraz que consume otros peces e invertebrados bentónicos (Ortega-Lara *et al.*, 2002 En: Maldonado-Ocampo, *et al.*, 2005); para esta especie, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Corporación Colombia Internacional Nodo Central (MADR y CCI Nodo Central, 2007) indicaron una talla media de madurez sexual para la cuenca del Magdalena, en 15,8, 15,6 y 15,8 cm para hembras, machos y sexos combinados respectivamente; mientras que en estudios adelantados por

Solano-Peña, *et al.*, 2013 en el embalse de Urrá determinaron como talla mínima de madurez sexual 10,4, 11,5 y 11,0 cm para hembras, machos y sexos combinados respectivamente, de esta forma se observa que el 100% de las capturas realizadas se encuentra sobre de la talla media de madurez indicada por Solano-Peña, *et al.* (2013), para sexos combinados; así como de la talla indicada por MADR y CCI Nodo Central (2007).

Por otra parte, para la cuenca del río Magdalena, la AUNAP, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca en su catálogo denominado “Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge” indica como talla mínima de captura legal (TML), 20 cm de LS, con el cual el 100% de los organismos capturados se encuentran por debajo de dicha talla; así mismo, el INPA decreto con la resolución 520 del 8 de noviembre del 2001, 13 cm de LS como talla mínima de captura legal, en toda la Cuenca, Microcuenca y Ciénagas relacionadas con el río Sinú, concepto bajo el cual también el 100% de los organismos capturados sobrepasan dicha talla.

Por último, se determinó la falta de coincidencias entre los peces colectados en la ciénaga de Tocagua, con la lista de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”, según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

8.2 CUERPOS DE AGUA DE SABANAGRANDE, SANTO TOMÁS Y PALMAR DE VARELA Y ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

8.2.1 Estructuras hidráulicas de Santo Tomás

En las estructuras hidráulicas de la ciénaga de Santo Tomás 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Primera Fase de ciénaga correspondió al 18067 y para la Segunda Fase 19257.

8.2.1.1 Estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás, Compuerta

8.2.1.1.1 Comunidades de productores primarios

8.2.1.1.1.1 Fitoperifiton

La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y crecimiento de las comunidades del Fitoperifiton hizo que en el área de estudio de la estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás compuerta (EH4), no se colectaran especímenes para su análisis.

8.2.1.1.1.2 Fitoplancton

Durante la Primera Fase en la estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás, compuerta (EH4), la comunidad fitoplanctónica estuvo conformada por 46 especies pertenecientes a 24 familias, 17 Ordenes, 9 Clases y 6 Divisiones (Tabla 8-139). El aporte a la riqueza realizado por la División Chlorophyta alcanzó el 47,8% (22 especies), seguida por la contribución realizada por la División Cyanobacteria y Bacillariophyta, con un 19,6% cada una (9 especies); mientras que los aportes de las Divisiones restantes fueron mucho menores, Euglenozoa con el 6,5% (3 especies) Ochrophyta aportó el 4,3% (2 especies) y Charophyta contribuyó con el 2,2%, (1 especie). Durante la Segunda Fase, la comunidad fitoplanctónica estuvo conformada por 18 especies pertenecientes a 12 familias, 9 Ordenes, 6 Clases y 4 Divisiones (Tabla 8-140). El aporte a la riqueza realizado por la División Chlorophyta alcanzó el 50% (9 especies), seguida por la contribución realizada por la Divisiones Cyanobacteria, Bacillariophyta y Euglenozoa, con 3 especies (16,7% cada una).

Tabla 8-139. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás, Compuerta (EH4) durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa			
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>			
			Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella spp</i>			
				Gomphonemataceae	<i>Gomphonema spp</i>			
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Caloneis spp</i>			
				Stauroneidaceae	<i>Craticula spp</i>			
			Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira spp</i>		
			Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella bodanica</i>		
						<i>Cyclotella spp</i>		
			Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Pleurochloridaceae	<i>Goniochloris spp</i> <i>Pseudogoniochloris spp</i>	
			Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>
Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i>						
Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Borzia spp</i>						
	Komvophoron spp							
	Arthrospira spp							
Phormidiaceae	Phormidium spp							
	Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae				<i>Leptolyngbya spp</i>		
Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa spp</i> <i>Merismopedia spp</i>						
Plantae	Charophyta	Conjugatophyceae				Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium spp</i>
							Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
			Chlamydomonadales	Treubariaceae	<i>Treubaria quadrispina</i> <i>Treubaria triappendiculata</i>			
				Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum duplex</i>			
					<i>Pediastrum gracillium</i>			
			<i>Tetraëdron cf. muticum</i>					
			<i>Coelastrum astroideum</i> <i>Coelastrum microporum</i> <i>Desmodesmus spp</i>					
			Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acutus</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Scenedesmus quadrispina</i> <i>Tetrastrum spp</i>			
				Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>			
				Selenastraceae	<i>Kirchneriella spp</i> <i>Monoraphidium arcuatum</i> <i>Monoraphidium circinale</i> <i>Monoraphidium contortum</i> <i>Monoraphidium griffithii</i> <i>Selenastrum spp</i>			
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae			<i>Oocystis spp</i>			
Ordo incertae sedis	Familia incertae sedis	<i>Crucigenia crucifera</i> <i>Euglena spp</i>						
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Lepocinclis spp</i> <i>Trachelomonas spp</i>			

Tabla 8-140. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás, Compuerta (EH4) durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
			Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella spp</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa		
				Gomphonemataceae	<i>Gomphonema spp</i>		
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Caloneis spp</i> <i>Navicula spp</i>		
				Stauroneidaceae	<i>Craticula spp</i>		
		Coccinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira spp</i>		
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella bodanica</i>		
					<i>Cyclotella spp</i>		
	Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Pleurochloridaceae	<i>Goniochloris spp</i> <i>Pseudogoniochloris spp</i>		
			Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>		
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i>		
			Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Borzia spp</i> <i>Komvophoron spp</i>		
				Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i> <i>Phormidium spp</i>		
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>		
			Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa spp</i> <i>Merismopedia spp</i>		
	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium spp</i>		
				Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>	
			Chlamydomonadales	Treubariaceae	<i>Treubaria quadrispina</i> <i>Treubaria triappendiculata</i>		
					Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i> <i>Pediastrum gracillium</i> <i>Tetraëdron cf. muticum</i> <i>Coelastrum astroideum</i> <i>Coelastrum microporum</i> <i>Desmodesmus spp</i> <i>Scenedesmus acutus</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Scenedesmus quadrispina</i> <i>Tetrastrum spp</i>	
				Scenedesmaceae	<i>Schroederia spp</i> <i>Kirchneriella spp</i> <i>Monoraphidium arcuatum</i> <i>Monoraphidium circinale</i> <i>Monoraphidium contortum</i> <i>Monoraphidium griffithii</i> <i>Selenastrum spp</i>		
	Plantae	Chlorophyta	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Selenastrum spp</i>		
					Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae
					Ordo incertae sedis	Familia incertae sedis	<i>Crucigenia crucifera</i> <i>Euglena spp</i> <i>Lepocinlis spp</i> <i>Trachelomonas spp</i>
	Protozoa	Euglenozoa	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i> <i>Lepocinlis spp</i> <i>Trachelomonas spp</i>		

Durante la Primera Fase, la mayor contribución a la abundancia en la ciénaga fue realizada por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 32,7% a la abundancia total (1,62 Células/mL), seguida por la División Chlorophyta con un 31,4% (1,55 Células/mL) y

la División Bacillariophyta con 28,9% (1,43 Células/mL) y en menor cuantía las divisiones Euglenozoa, Charophyta y Ochrophyta abundancias de 5,7% (0,28 Células/mL), 0,7% (0,033 Células/mL) y 0,6% (0,031 Células/mL) respectivamente (Figura 8-183-A). Durante la Segunda Fase Chlorophyta lideró el aporte a la abundancia, con el 45,7% (5,4 Células/mL), seguido de la División Cyanobacteria con el 25,3% (3,0 Células/mL), Euglenozoa con el 16,8% (2,0 Células/mL) y Bacillariophyta con el 12,2% (1,4 Células/mL) (Figura 8-183-B).

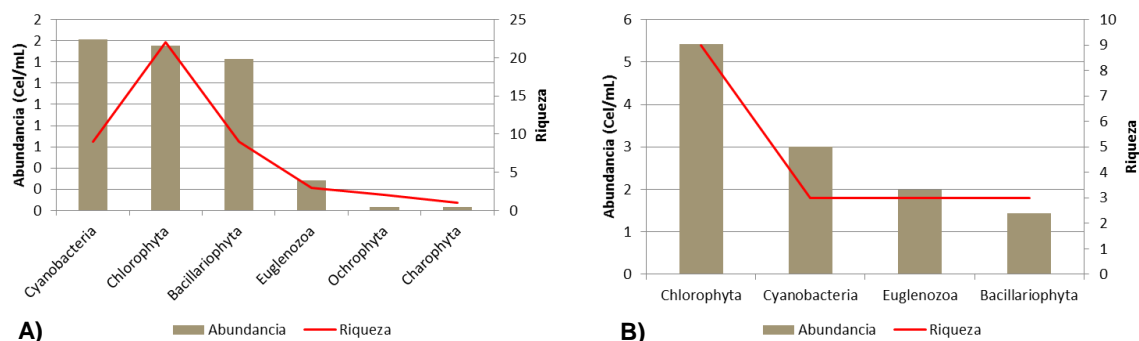


Figura 8-183. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la estructura hidráulica, Compuerta (EH4), durante el año 2015 A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica de los sitios antes y después de la estructura hidráulica, compuerta (EH4), durante la Primera Fase, se observó mayor riqueza en el sitio Después de la compuerta (35 especies), con una estructura de la comunidad, vista desde el índice de equidad, con un equilibrio medio a alto, así mismo una diversidad media, cuyo valor del índice de Shannon Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), indicaron “aguas muy contaminadas”. Por otra parte, las estructura de la comunidad analizada desde el punto de vista de la dominancia permitió evidenciar que los dos sitios muestreados presentan dominancias bajas (Tabla 8-141). Por su parte, durante la Segunda Fase, el sitio Antes de la compuerta presentó mayor riqueza (15 especies) que el sitio Después (12 especies), mientras que la estructura de la comunidad, vista desde el índice de equidad mantuvo valores medio altos, aunque mayores que durante la Primera Fase; así como dominancias bajas; igualmente la diversidad se mantuvo media, aunque con valores un poco más bajos que los reportados durante la Primera Fase, indicando igualmente “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-142).

Tabla 8-141. Índices ecológicos en la estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomas, Compuerta (EH4), Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Compuerta Antes	30	0,747	2,542	-0,072
Compuerta Después	35	0,741	2,633	-0,295

Tabla 8-142. Índices ecológicos en la estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomas, Compuerta (EH4), Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Compuerta Antes	15	0,890	2,409	0,032
Compuerta Después	12	0,888	2,206	0,039

Por otro lado, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p=0,7824$), como en la Segunda Fase ($p=0,5757$). Al evaluar las diferencias entre los puntos de muestreo durante la Primera Fase, mediante un análisis de clasificación tipo cluster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se determinó, con una similitud del 50%, que no existen diferencias entre los puntos evaluados en toda la ciénaga tanto durante la Primera como durante la Segunda Fase (Figura 8-184). La composición de la comunidad por punto de muestreo puede observarse en la Figura 8-185.

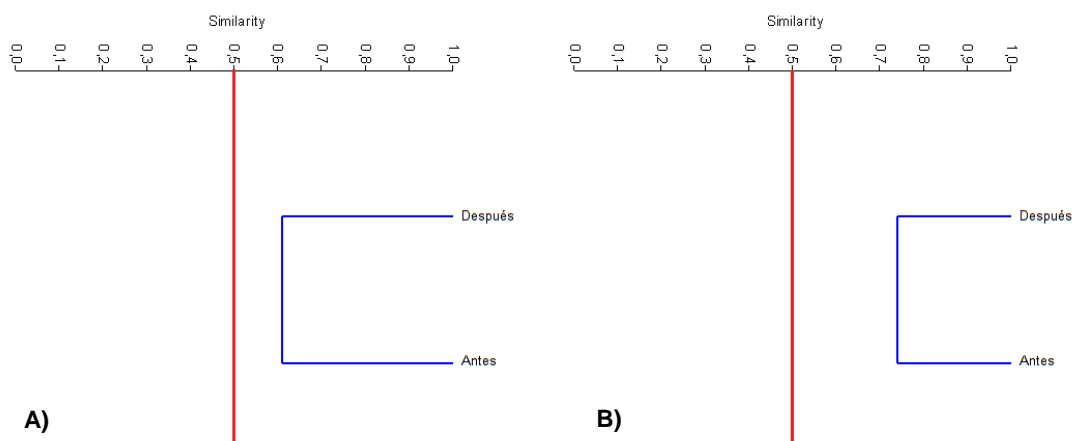


Figura 8-184. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4) A) Primera Fase B) Segunda Fase

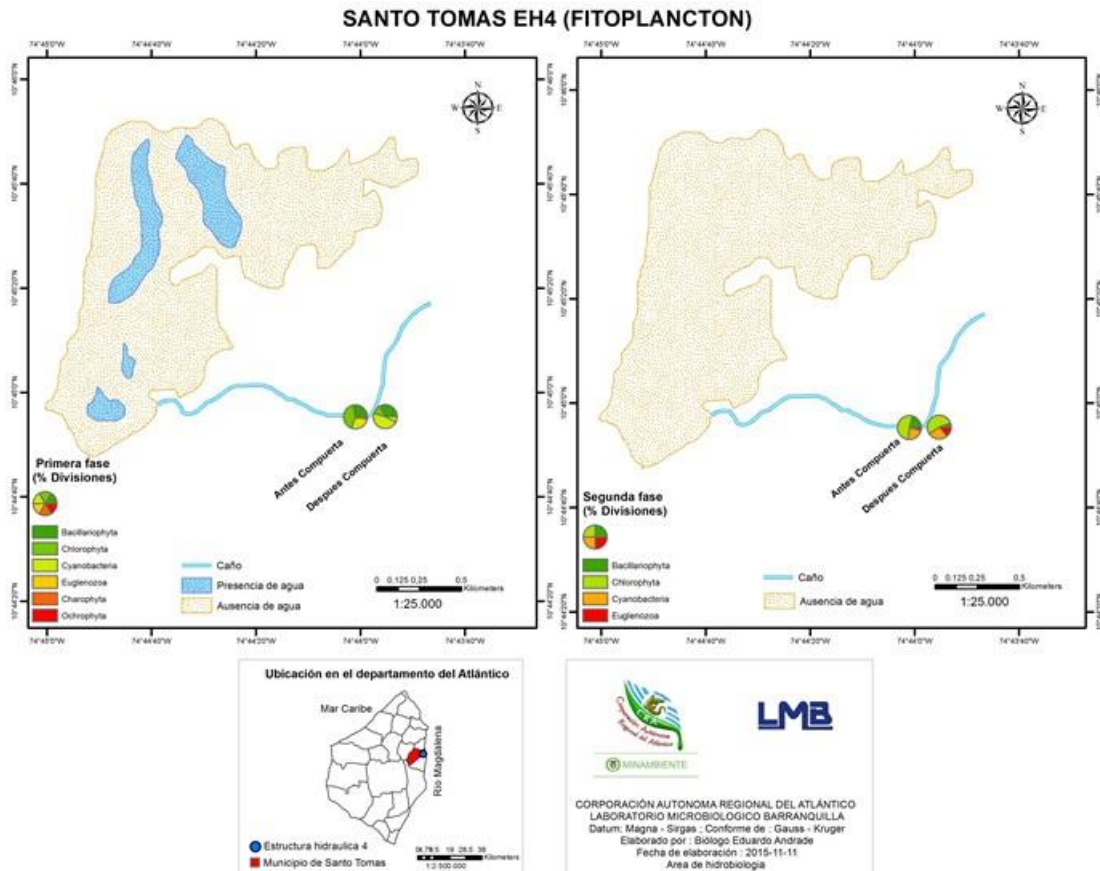


Figura 8-185. Composición del fitoplancton (AR% por clase) en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4)

El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad; al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que sobre en el Punto Antes de la compuerta predominan las bioindicaciones de turbulencia (28,0%), mezcla (15,1%), eutrofia (14,7%) y oligotrofia (11,3%); mientras que en el Punto Después de la compuerta, predominan la eutrofia (34,1%) y la oligotrofia (21,2%) (Figura 8-186) lo que indica que la estructura hidráulica, a pesar de encontrarse abierta actúa como una barrera que, debido al bajo nivel de las aguas, impide el flujo del agua de la ciénaga al río Magdalena, además los bajos niveles de inclinación del terreno no permiten que el agua que se encuentra después de la estructura se desplace por escorrentía, encontrándose estancada y facilitando que los procesos eutróficos se desarrollen. De igual forma se evaluó la bioindicación durante la Segunda Fase, evidenciándose que tanto en el Punto Antes como en el Punto Después, el predominio de la resistencia a pesticidas (36,2 y 36,6% respectivamente) y mesotrofia (27,0

y 30,9% respectivamente), acompañadas de otras bioindicaciones, tal como se observa en la Figura 8-187.

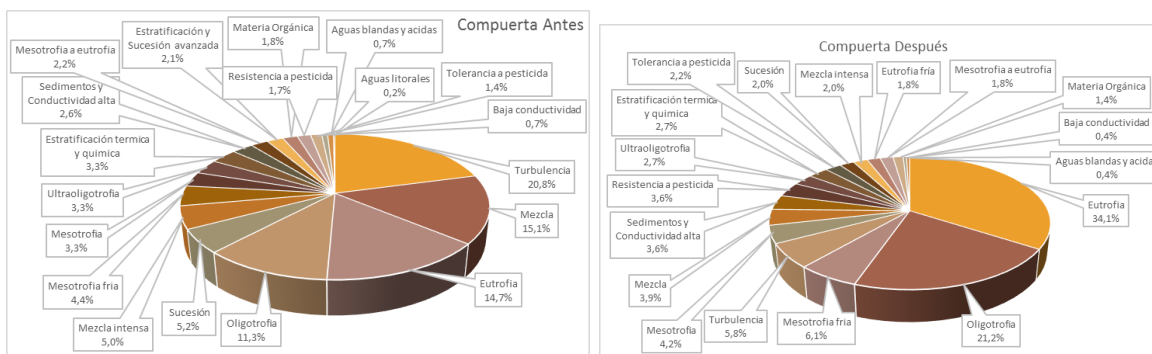


Figura 8-186. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

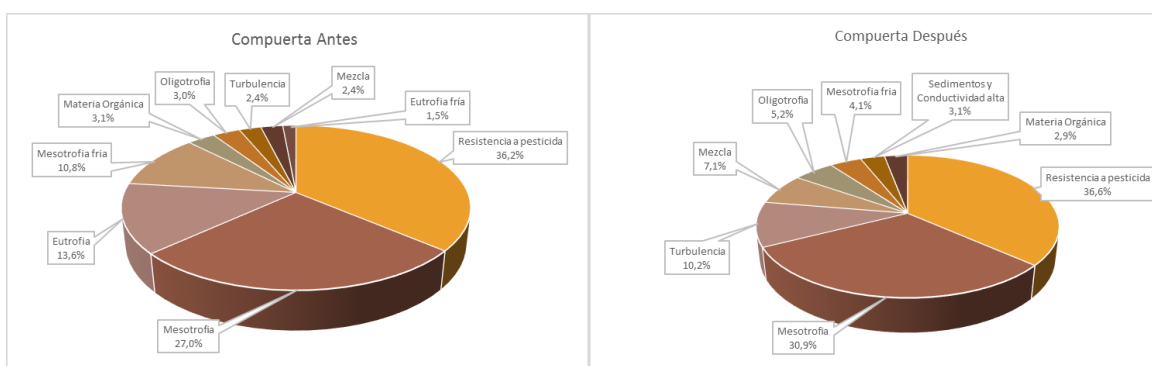


Figura 8-187. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Segunda Fase

El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), tras el paso de la Primera a la Segunda Fase de muestreo se evidenció la ausencia de organismos de las Divisiones Charophyta y Ochrophyta durante la Segunda Fase; así se dio el paso del predominio de las divisiones Cyanobacteria y Chlorophyta en los Puntos Antes y Después, respectivamente, al predominio de las Chlorophyta en los dos sitios de muestreo, igualmente se evidenció un aumento en la abundancia general y una disminución de la riqueza en cada uno de los sitios evaluados. A pesar de lo anterior, no se evidenció diferencias estadísticamente significativas en la composición de la comunidad durante la comparación de las diferentes fases de muestreo (Figura 8-188), pese a que los registros de bioindicación registran y

posible incremento de pesticidas en las aguas, lo que explicaría la pérdida de riqueza de especies.

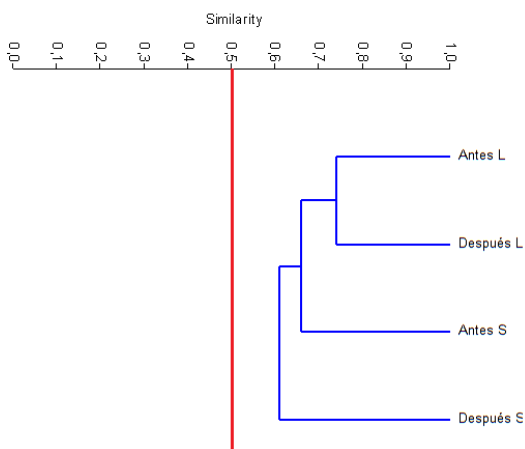


Figura 8-188. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de los organismos fitoplanctónicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), durante las dos fases de muestreo

8.2.1.1.1.3 Macrófitas acuáticas

Respecto a la comunidad de Macrófitas presentes en esta estación de muestreo, durante la Primera Fase se encontraron 6 especies, clasificadas en 6 Familias, 6 Órdenes, 3 Clases y 1 División (Tabla 8-143); en esta época de muestreo, a excepción de Ceratophyllaceae, todas las Familias tuvieron abundancias relativas promedio de 3. Mientras, en la Segunda Fase, se registran tres especies ubicadas taxonómicamente en 3 Familias, 3 Órdenes, 2 Clases y 1 División (Tabla 8-144); de las Familias presentes, la que tuvo una mayor abundancia relativa promedio fue Fabaceae, con 3,5. Las especies de Macrófitas se reportaron tanto aguas arriba como aguas debajo de la Estructura Hidráulica.

Tabla 8-143. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga de Agua
			Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua
			Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Hierba
		Magnoliopsida	Ceratophyllales	Ceratophyllaceae	<i>CeratoPhylum sp</i>	-
			Fabales	Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Dormidera
		Polypodiopsida	Salvinales	Salviniaceae	<i>Salvinia sp</i>	Oreja de Ratón

Tabla 8-144. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Lemna sp</i>	Lenteja de Agua
			Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua
		Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Dormidera

La comunidad de Macrófitas responde rápidamente y de manera precisa a los cambios ambientales debido a su particular fisiología García *et al* (2006). Es probable, por lo tanto, que la diferencia en la diversidad de especies entre las dos fases de campo, se deba a cambios en la ciénaga la Luisa, donde se encuentran los puntos de muestreo, teniendo en cuenta que el espejo de este cuerpo de agua disminuyó de un muestreo a otro.

Según los criterios de Schmidt-Mumm, 1988, se determinaron los biotopos para cada una de las especies de macrófitas registradas en la ciénaga: durante la Primera Fase predominaron las Acropleustófitas, (plantas errantes sobre la superficie del agua, con uso de CO₂ atmosférico), seguidas de las Helófitas (plantas cuya estructura vegetativa está la mayor parte del tiempo por encima del agua, y usan del CO₂ atmosférico), y por último las macrófitas Mesopleustophyta o plantas que están entre dos aguas, cuyo uso del CO₂ se realiza del agua (Tabla 8-145 y Figura 8-189). Durante la Segunda Fase, el biotopo dominante fue Acropleustophyta, seguida de Helóphyta (Tabla 8-146 y Figura 8-189).

Tabla 8-145. Biotopos para las macrófitas acuáticas reportadas en la Estructura Hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

Familia	Taxa	Biotopo
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Acropleustophyta
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Helófitas
Ceratophyllaceae	<i>CeratoPhylum sp</i>	Mesopleustophyta
Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Helófitas
Salviniaceae	<i>Salvinia sp</i>	Acropleustophyta

Tabla 8-146. Biotopos para las macrófitas acuáticas reportadas en la Estructura Hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Segunda Fase

Familia	Taxa	Biotopo
Araceae	<i>Lemna sp</i>	Acropleustophyta
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Helófitas

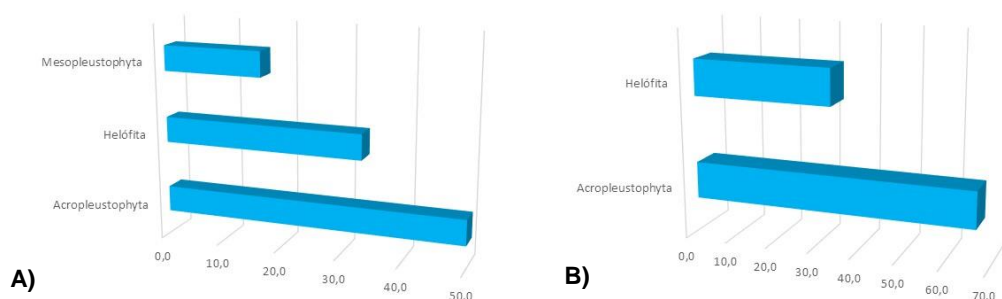


Figura 8-189. Espectro biotipológico de las proporciones de especies en las diferentes formas de vida (biotopos) en la Estructura Hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4) A) Primera Fase B) Segunda Fase

8.2.1.1.2 . Comunidades de consumidores

8.2.1.1.2.1 Zooplancton

En la estructura hidráulica, compuerta (EH4), la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 17 especies, distribuidas en 13 familias, 9 Órdenes, 7 Clases y 4 Phylum. De éstos, las clases Maxillopoda y Branchiopoda fueron los grandes contribuyentes de la riqueza, aportando cada una 4 morfoespecies (23,5% cada Clase); seguido de las Clases Eurotatoria y Lobosa con 3 morfoespecies (17,6% cada uno); contribuyendo en menor proporción las Clases Clitellata, Malacostraca y una clase no determinada de Arthropoda, cada uno con una especie (5,9%) (Tabla 8-147 y Figura 8-190-A). Durante la Segunda Fase, se colectó un total de 20 especies, pertenecientes a 9 familias, 6 Órdenes, 4 Clases y 2 Phylum, la mayor contribución a la riqueza y la abundancia la hizo la Clase Eurotatoria con 10 especies (50% de la riqueza total) y 92,6 Organismos/L (53,1% de la abundancia total), seguido de la clase Maxillopoda con 7 especies (35% de la riqueza total) y 54,1 Organismos/L (31,0% de la abundancia total), también las Clases Arthropoda – ND y Ostracoda realizaron aportes a la abundancia, de 2 y 1 especie (10,0 y 5,0% respectivamente), y a la abundancia con 17,6 y 10,0 Organismos/l (10,1 y 5,7% respectivamente) (Tabla 8-148 y Figura 8-190-B).

Tabla 8-147. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata	ND	ND	Larva Trocophora
				Daphniidae	<i>Daphnia magna</i>
	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina sp</i>
				Acantholeberidae	<i>Acantholeberis curvirostris</i>
		Malacostraca	ND	ND	Branchiopoda Morfoespecie 1
				ND	Larva Nauplio
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae		<i>Ectocyclops sp</i>
					Larva Nauplio Morfoespecie 2

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
				ND	<i>Megacyclops fuscus</i>
		ND	ND	ND	<i>Megacyclops sp</i>
					Larva Nauplio Morfoespecie 1
	Rotifera	Monogonta	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia terminalis</i>
			Ploima	Proalidae	<i>Proales sp</i>
				Synchaetidae	<i>Polyarthra sp 1</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
					<i>Arcella sp 1</i>
				Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>

Tabla 8-148. Composición de la comunidad Zoopláctónica de la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Calanoida	Diaptomidae	<i>Diaptomus sp</i>
					<i>Eudiaptomus sp</i>
					<i>Eucyclops sp</i>
	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclus fuscus</i>
					<i>Macrocyclus sp</i>
					<i>Megacyclus sp</i>
			Harpacticoida	Euterpinidae	<i>Euterpina spp</i>
		Arthropoda- ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 2
					Larva Nauplio Morfoespecie 1
Animalia		Ostracoda	ND	ND	<i>Ostracoda spp</i>
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i>
					<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus bidentatus</i>
					<i>Brachionus havanaensis</i>
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus patulus patulus</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Keratella americana</i>
					<i>Keratella tropica</i>
				Dicranophoridae	<i>Encentrum sp</i>
				Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>

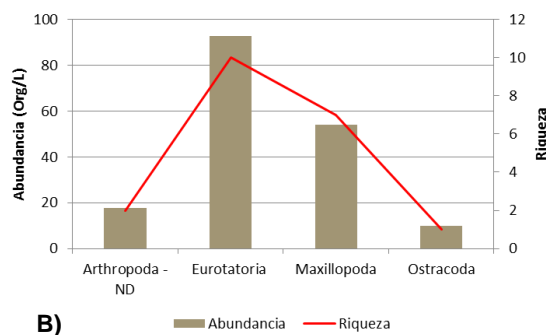
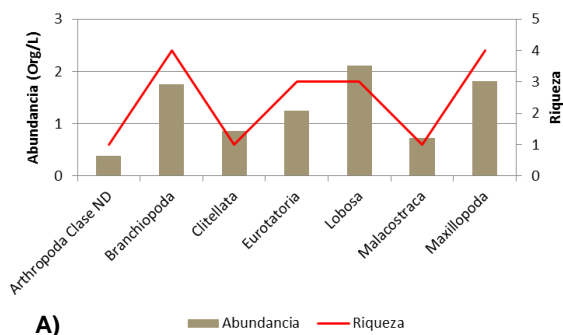


Figura 8-190. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplácton por Clase en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4)

El punto que mayor contribuyeron a la riqueza fue el ubicado después de la estructura hidráulica, compuerta. La estructura de la comunidad observada desde la dominancia por el índice de Simpson, demostró que la dominancia es muy baja en los sitios de muestreo. Por su parte el índice de Pielou reveló que la comunidad zooplanctónica de los sitios antes y después de la compuerta se encuentra muy equilibrada, siendo mayor Antes de la compuerta; por último, se observaron valores del índice de Shannon-Wiener que indican, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), la presencia de aguas medianamente contaminadas en tanto en el punto antes, como en el punto después de la compuerta (Tabla 8-149). Igualmente, durante la Segunda Fase se calcularon los índices ecológicos, observándose mayor riqueza en el Punto Antes, mientras que la equidad se mantuvo alta y la dominancia muy baja, igualmente se mantuvieron valores del índice de Shannon-Wiener, que indicaron la presencia de aguas medianamente contaminadas, tanto en el Punto Antes como en el Punto Después (Tabla 8-150).

Tabla 8-149. Índices ecológicos del fitoplancton en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	A'
Compuerta Antes	11	0,958	2,298	-0,025
Compuerta Después	12	0,932	2,316	-0,146

Tabla 8-150. Índices ecológicos del fitoplancton en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	A'
Compuerta Antes	20	0,933	2,795	0,066
Compuerta Después	14	0,940	2,481	0,086

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados durante la Primera Fase ($p=0,2796$), ni durante la Segunda Fase ($P=0,9568$). Por otro lado se realizó un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que no existen diferencias entre los puntos evaluados, con un 50% de similaridad, tanto durante la Primera, como durante la Segunda Fase (Figura 8-191). Observándose igualmente homogéneos en la Figura 8-192.

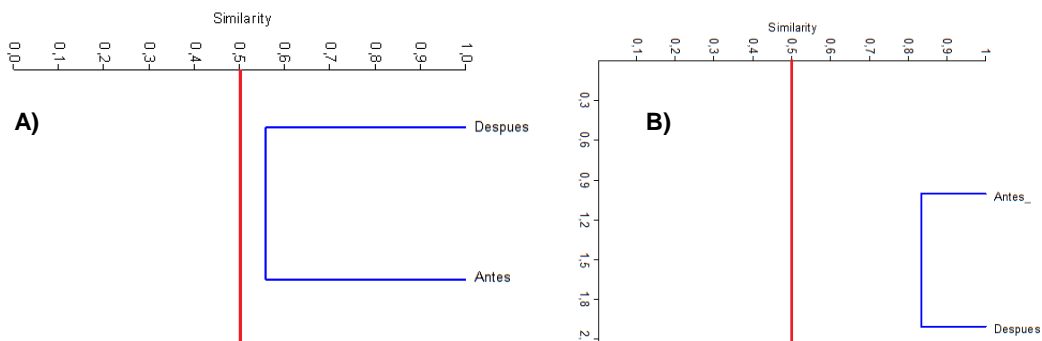


Figura 8-191. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4). A) Primera Fase B) Segunda Fase

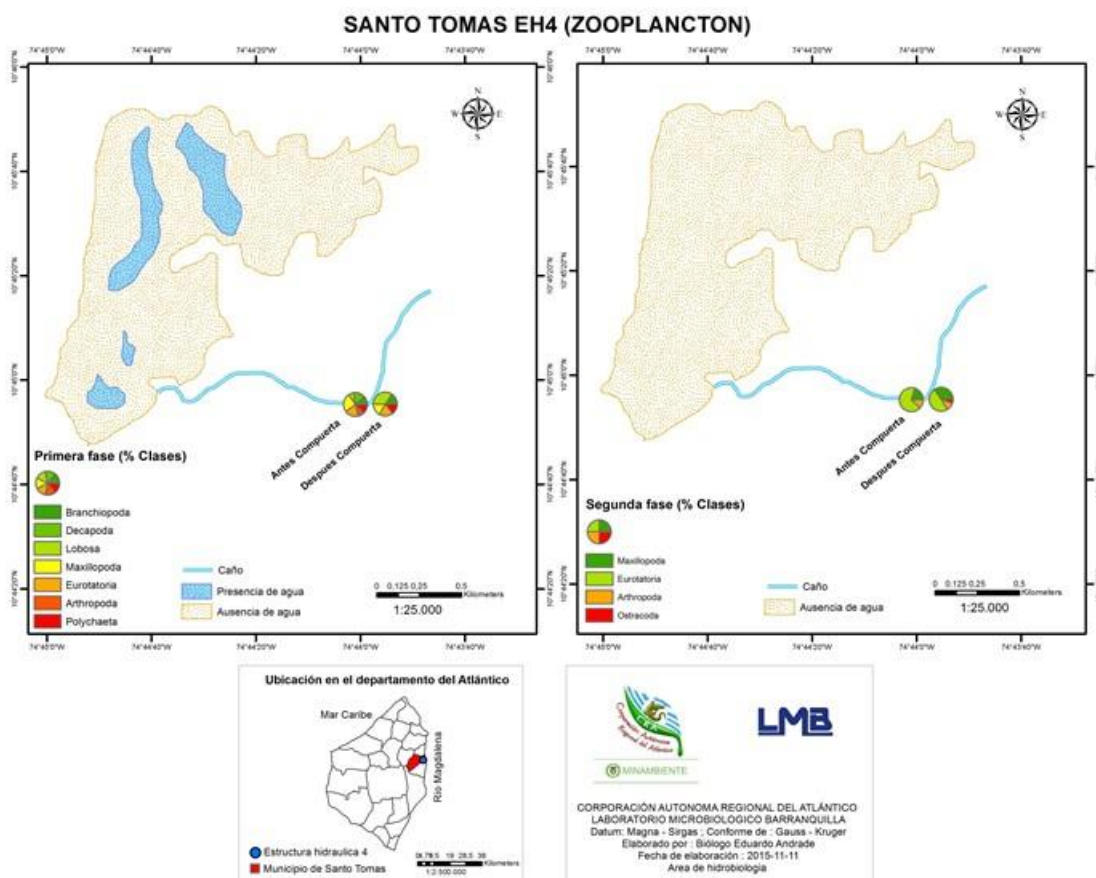


Figura 8-192. Composición del zooplancton (AR% por clase) en la estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás, compuerta (EH4)

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que el Punto ubicado antes de la compuerta presentó predominio de aguas duras y eutrofia (24% cada una), procedido de la bioindicación de aguas mineralizadas (18%), de meso a eutrofia (17%) y sistemas inmaduros (17%). Por su parte el Punto después de la compuerta presentó predominio de eutrofia y aguas duras (31% cada uno), aguas de meso a eutrofia (22%) y sistemas inmaduros (16%) (Figura 8-193). Durante la Segunda Fase se mantuvo la eutrofia como bioindicación predominante tanto en el Punto Antes (33%) como en el Punto Después (30%), seguida en los dos puntos, de la presencia de pH alcalino (19,8 y 21,8% respectivamente) aguas duras (19,8 y 21,8% respectivamente), aguas duras (13,2 y 8,4% respectivamente), Materia Orgánica (4,4 y 7,7% respectivamente), Sistemas inmaduros (4,4 y 7,7% respectivamente), Mesotrofia (4,2 y 1,1% respectivamente) y Meso a Eutrofia (1,2 y 1,1% respectivamente) (Figura 8-194).

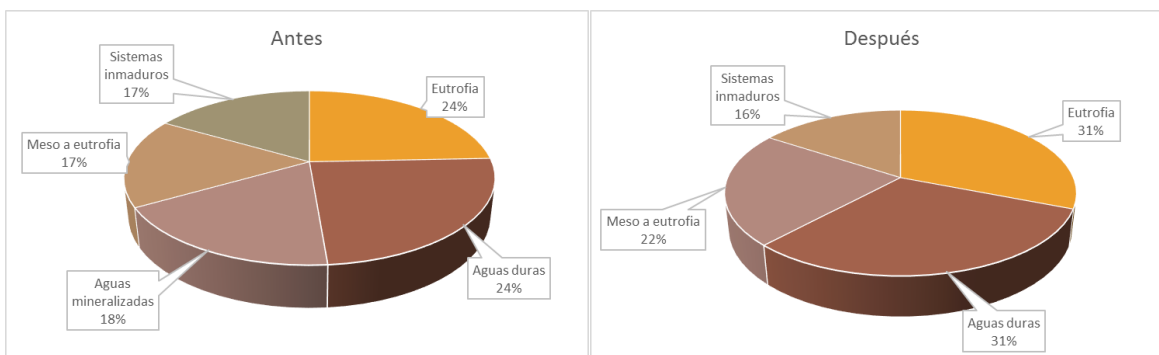


Figura 8-193. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

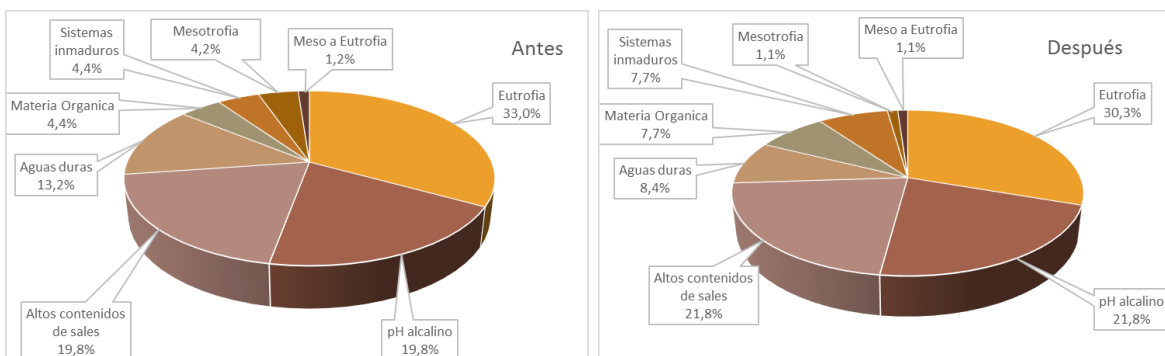


Figura 8-194. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Segunda Fase

8.2.1.1.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la estructura hidráulica, compuerta (EH4) estuvieron representados durante la Primera Fase, por 5 morfoespecies pertenecientes a 5 Familias, 3 Ordenes y 2 Clases, de las cuales la Clase Insecta contribuyó a riqueza en mayor proporción, 80% de la riqueza total, lo que correspondió a 4 especies; seguido de las Clases Clitellata (subclase Oligochaeta), con 20% de la riqueza total, 1 especie; para la Segunda Fase tan solo se observaron 2 morfoespecies, pertenecientes a 2 Familias, 2 Ordenes y 2 Clases (Tabla 8-151 y Tabla 8-152).

Tabla 8-151. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Tubificidae	Morfoespecie 1	
				Carabidae	Morfoespecie 1	
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Morfoespecie 1 (larva)	
				Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1
					Tipulidae	<i>Tipula sp</i>

Tabla 8-152. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata / Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	Morfoespecie 1
	Nemata	Secernentea	Rhabditida	Strongyloididae	<i>Strongyloides sp</i>

Los aportes a la abundancia durante la Primera Fase fueron liderados por la Clase Clitellata (subclase Oligochaeta) con 856,5 Organismos/m², lo que equivale a un 81,7% de AR, mientras que la Clase Insecta contribuyó con 192,3 Organismos/m², 18,3% de la abundancia relativa (Figura 8-195-A); para la Segunda Fase, la Clase Clitellata (subclase Oligochaeta) volvió a ser la que contribuyó en mayor proporción a la abundancia, aportando el 93,7% de los organismos colectados, lo que representó 477,6 Organismos/m², superando los nematodos los cuales contribuyeron con el 6,3% a la abundancia total, 32,1 Organismos/m² (Figura 8-195-B). Las fluctuaciones de las abundancias por Clase taxonómica también se observan en la Figura 8-196

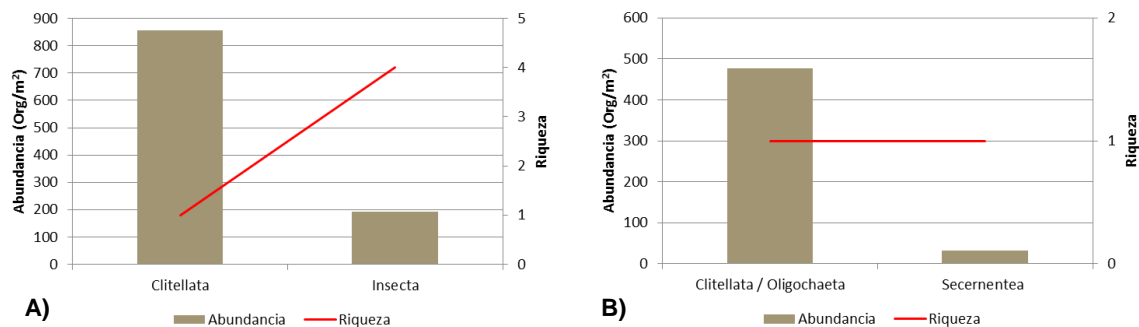


Figura 8-195. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4)

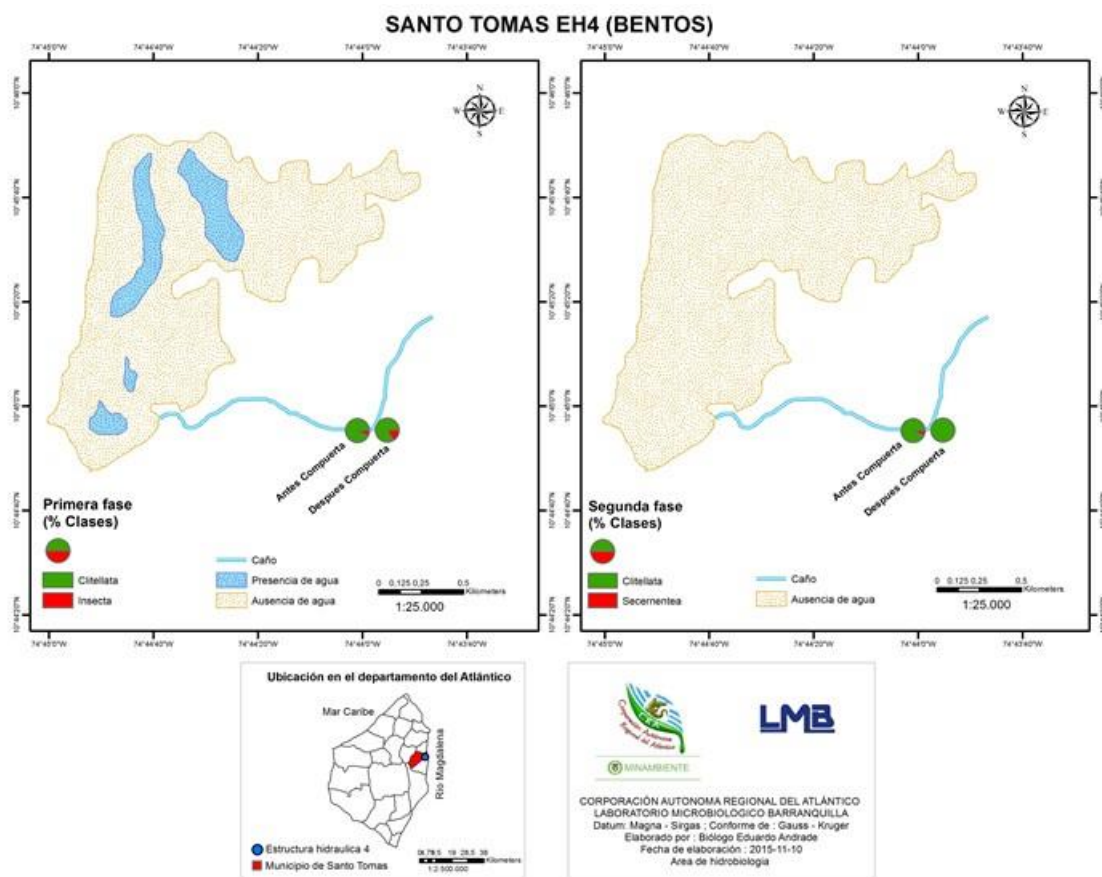


Figura 8-196. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en el vertimiento de Exótica Leather, Primera y Segunda Fase

Los índices ecológicos calculados permitieron evidenciar que la riqueza de especies fue igual en los Punto Antes y Después (3 especies). La estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, demostró que el Punto Después presenta una comunidad con especies más dominantes que el Punto Antes, aunque los dos sitios presentan dominancias medio altas ($\lambda' = 0,869$ y $\lambda' = 0,723$ respectivamente) (Tabla 8-153). Así mismo observando la equidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, con el índice de Pielou, se evidenció que el Punto Antes presenta mayor equidad que el Punto Después; el primero con tendencia a una equidad media y el segundo a una equidad baja; por su parte el índice de equidad de Shannon-Wiener, arrojó valores de 0,537 para el punto Antes de la compuerta y de 0,284 para el Punto Después de la Compuerta, valores que según la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008), dan cuenta de la presencia de “aguas muy contaminadas”.

Tabla 8-153. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Compuerta Antes	3	0,488	0,537	0,723
Compuerta Después	3	0,258	0,284	0,869

Tabla 8-154. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Compuerta Antes	1		0,000	1,000
Compuerta Después	2	0,347	0,240	0,878

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que la estructura hidráulica, compuerta (EH4) en los puntos Antes y Después presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas” (Tabla 8-155 y Figura 8-197). Lo cual, 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 para el punto Después, siendo el índice ASPT un poco mejor en el Punto Antes, indicando que allí se presentan “aguas muy contaminadas”. Durante la segunda Fase de muestreo, las familias de los organismos colectados no contribuyeron con el índice BMWP/Col, ASPT, EPT:C ni EPT:Total, por tal motivo presentaron valores de cero, tal como se aprecia en la Figura 8-197.

Tabla 8-155. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

	Antes	Después
Familias que puntúan	3	3
Índice BMWP/Col	9	6
Valor ASPT	3,0	2,0
EPT	0,0	0,0
EPT:C	0,0	0,0
EPT:Total	0,0	0,0

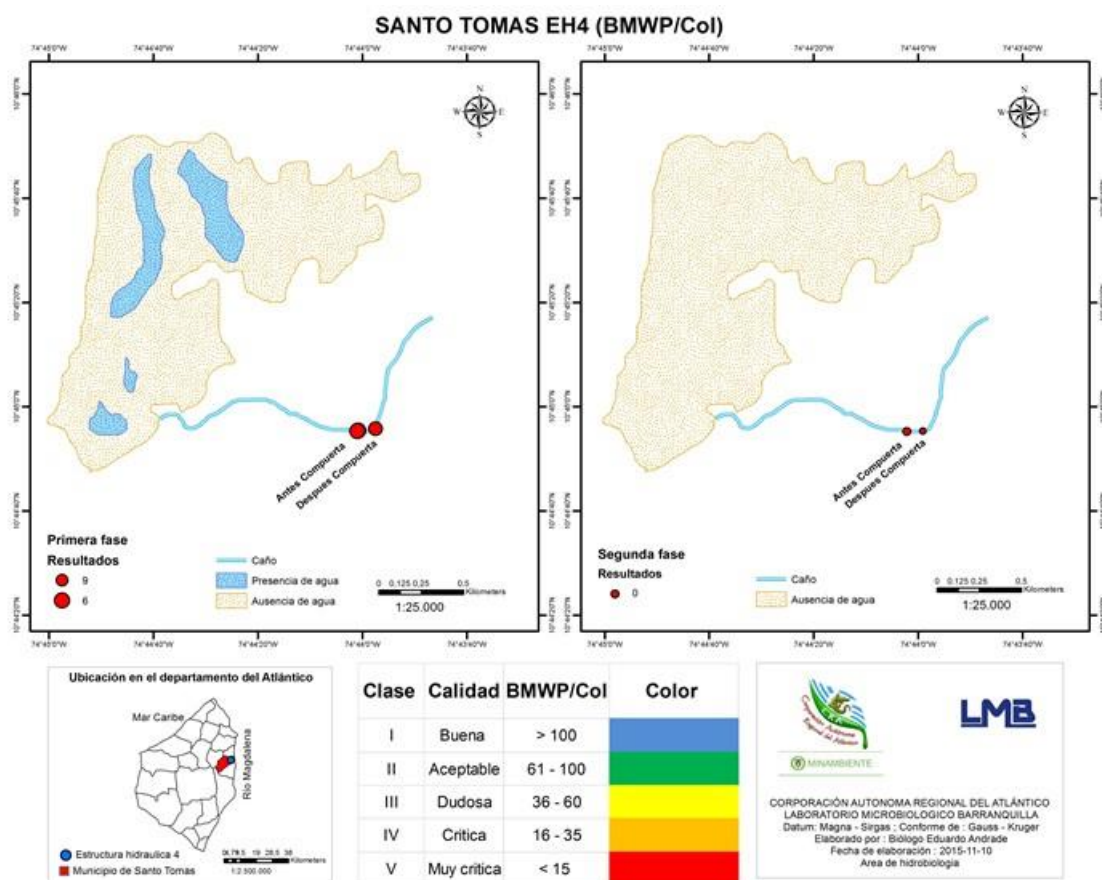


Figura 8-197. Índice BMWP/Col en el vertimiento de Exótika Leather, Primera y Segunda Fase

Se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados durante la Primera (Kruskal Wallis, $p=0,9254$) ni durante la Segunda Fase

(Anova, $p=0,801$) de muestreo. Se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que no existen diferencias entre los puntos evaluados, con un 50% de probabilidad (Figura 8-198).

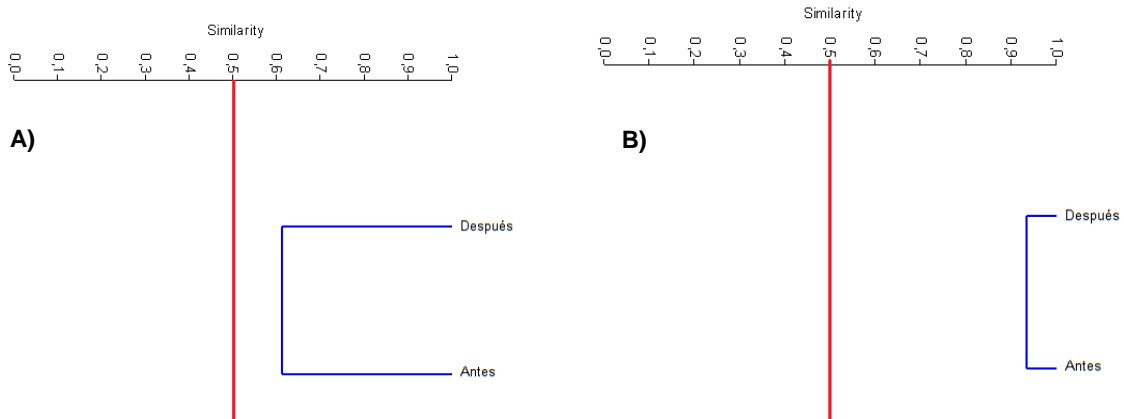


Figura 8-198. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los puntos de muestreo de la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observaron tres bioindicaciones predominantes tanto en el Punto Antes, aguas polisapróbicas, sedimentos alóctonos y aguas limpias a medianamente contaminadas (29,1% cada uno); igualmente en el Punto Después de la estructura se presentaron tres bioindicaciones predominantes, aguas polisapróbicas, aguas limpias a medianamente contaminadas y aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas (31,9% cada uno) (Figura 8-199 y Figura 8-196). Durante la Segunda Fase, se presentaron igualmente tres bioindicaciones “aguas polisapróbicas”, “sedimentos alóctonos” y “aguas limpias a medianamente contaminadas” en los dos sitios de muestreo, todas en proporción del 33,3% en cada sitio (Figura 8-200).

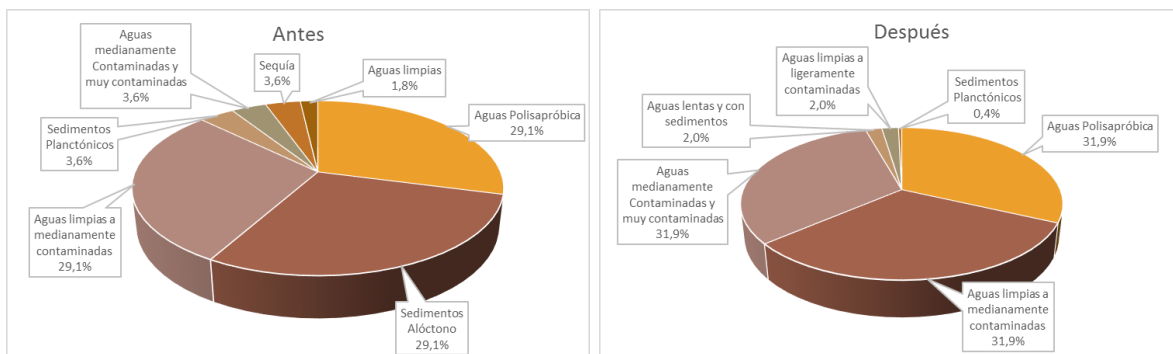


Figura 8-199. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

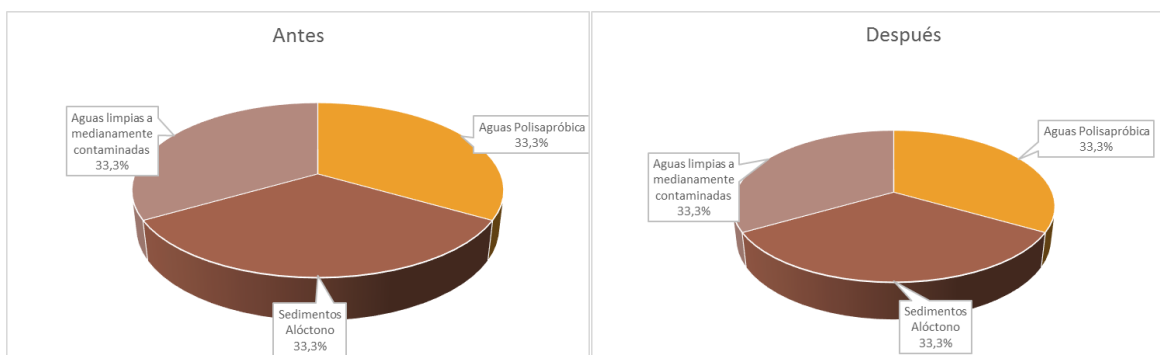


Figura 8-200. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Segunda Fase

En definitiva, los macroinvertebrados bentónicos de la estructura hidráulica, compuerta (EH4) estuvieron representados durante la Primera Fase, por 5 morfoespecies, mientras que en la Segunda Fase tan solo se observaron 2 morfoespecies. Los aportes a la abundancia tanto en la Primera como en la Segunda Fase fueron liderados por la Clase Clitellata (subclase Oligochaeta) (856,5 Organismos/m², 81,7% y 477,6 Organismos/m², 93,7%, respectivamente), el índice BMWP/Col demostró que en las dos zonas de la compuerta se presentan aguas con calidad “muy crítica”, indicador de la presencia de “aguas fuertemente contaminadas”, lo cual fue ratificado por el índice ASPT, aunque indica que el Punto Antes presenta “aguas muy contaminadas”, siendo mejores que las del Punto Después; durante la segunda Fase de muestreo, las familias de los organismos colectados no contribuyeron con el índice BMWP/Col, ASPT, EPT:C ni EPT:Total. Se evidenció la presencia de aguas polisapróbicas tanto en el Punto Antes como Después, acompañada, entre otras bioindicaciones, de “sedimentos alóctonos” y “aguas limpias a medianamente contaminadas”, en el punto Antes y de “aguas limpias a medianamente contaminadas” y de “aguas contaminadas y muy contaminadas” en el Punto Después; mientras que en la Segunda Fase solo se presentaron tres bioindicaciones por punto, “aguas polisapróbicas”, “sedimentos alóctonos” y “aguas limpias a medianamente contaminadas”. Se observó que las dos fases de monitoreo no presentaron diferencias estadísticamente significativas, lo que permite indicar que a pesar de haberse monitoreado durante las dos tradicionales épocas climáticas más contrastantes (seca y lluvia), el déficit pluviométrico presentado por la ocurrencia del ENOS en el Pacífico Sur, repercutió en una continuada sequía generalizada.

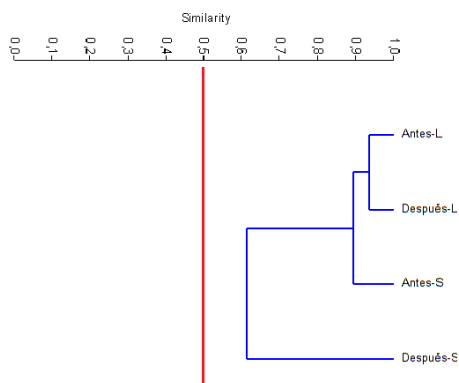


Figura 8-201. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de los macroinvertebrados bentónicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), durante las dos fases de muestreo

8.2.1.1.2.3 Especies ícticas

Con el esfuerzo realizado en las jornadas de pesca durante la Primera Fase, se realizó una captura efectiva de 11 peces, pertenecientes a 2 especies, 2 familias, de 2 ordenes (Tabla 8-156), más durante la Segunda Fase no se obtuvieron ejemplares. El orden Characiformes contribuyó con una especie, *Cyphocharax magdalenae*, lo que representó el 50% de la riqueza total; y el Orden Perciformes contribuyó con una especies, *Andinoacara pulcher*, 50% de la riqueza total (Figura 8-202). Todas las capturas realizadas ocurrieron en el Punto Antes de la Compuerta (Figura 8-203), lo que pone en evidencia que ésta es una barrera efectiva para retener el agua que de la ciénaga Santo Tomás fluye hacia el río Magdalena.

Para la primera especie, *C. magdalenae*, se colectó un total de 5 individuos, con tallas entre 120 y 140 mm de LT, con un promedio de 137,8 mm LT (Tabla 8-157). Estudios adelantados por Blanco *et al.* (2005 *En*: Lasso *et al.*, 2011) aseguran que en la cuenca del río Sinú, se ha establecido una talla mínima legal de captura de 12 cm; mientras que MADR-CCI (2006 *En*: Lasso *et al.*, 2011) y Valderrama *et al.* (2006 *En*: Lasso *et al.*, 2011) aseguran que la talla mínima legal de captura es de 13 cm, para la misma cuenca; mas no se encontró referencia establecida en el país por la entidad estatal responsable para la ciénaga de Santo Tomás; por lo que la comparación con las dos TML establecidas para la cuenca del río Sinú, lo que permitió evidenciar que el 100% de las capturas sobrepasan dicha talla, tal como se puede evidenciar en la Figura 8-204 y el histograma de tallas (Figura 8-205). Por otra parte no se encontró referencias a la talla media de madurez gonadal para esta especie.

Tabla 8-156. Composición de los peces colectados en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4)

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejito
			Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara pulcher</i>	Cabeza de piedra - Bobito - Lorito azul

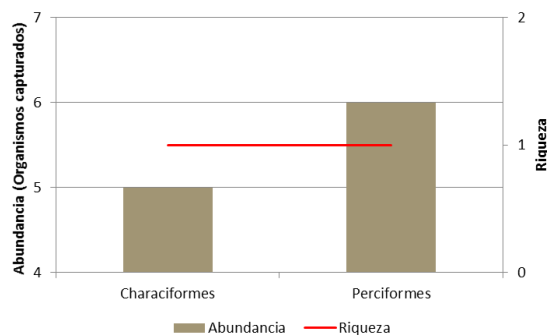


Figura 8-202. Contribución a la riqueza y abundancia de la ictiofauna en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

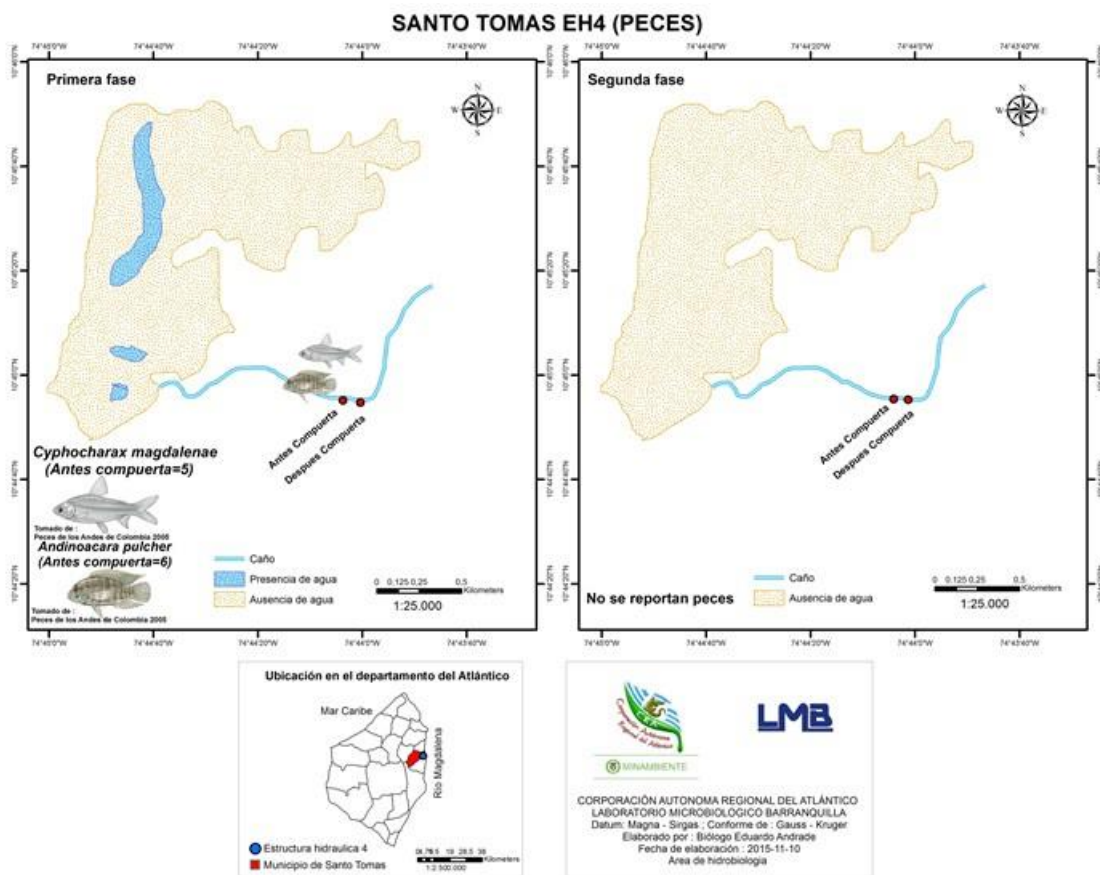


Figura 8-203. Distribución de la ictiofauna (peces colectados) en la Estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, compuerta (EH4), Primera y Segunda Fase

Tabla 8-157. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

Longitud Total (mm)				
Nombre científico	Mínimo	Máximo	Promedio	Total capturado
<i>Cyphocharax magdalenae</i>	120	140	137,8	5
<i>Andinoacara pulcher</i>	115	120	118,5	6

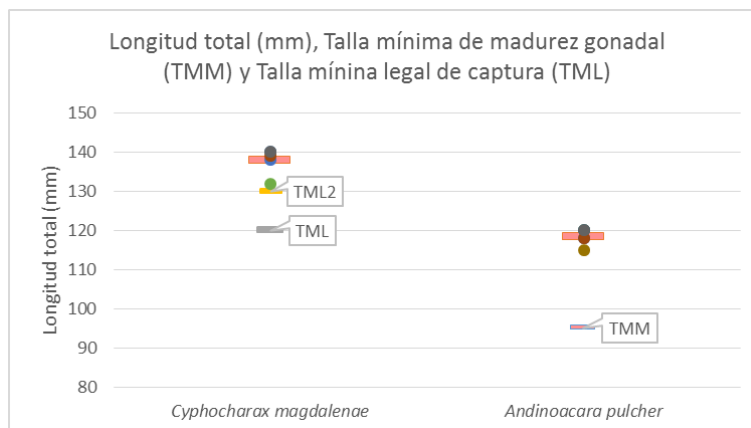


Figura 8-204. Longitud total (LT) de las capturas, Talla Mínima de Madurez gonadal (TMM) y Talla mínima legal de captura (TML: Blanco *et al.*, 2005 *En*: Lasso *et al.*, 2011 y TLM2: MADR-CCI, 2006 y Valderrama *et al.*, 2006, *En*: Lasso *et al.*, 2011) para las especies colectadas en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

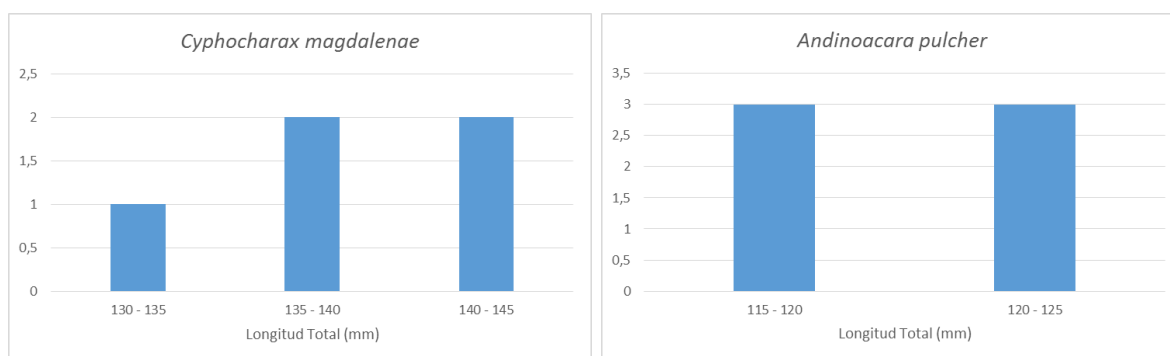


Figura 8-205. Histograma de tallas para las especies ícticas de la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), Primera Fase

Por su parte el *A. pulcher* presenta cuerpo ovalado, boca protractil; coloración verde oliva, con 8 bandas transversales oscuras en el cuerpo; numerosas líneas verde - azulosas brillantes sobre la mejilla; parte media del cuerpo, dorsal y anal con manchas oscuras; los machos son más coloreados y más grandes y crece hasta 15 cm de longitud total (Galvis *et al.*, 1997). Se encuentra ampliamente distribuido en Colombia, en las cuencas de los ríos

Magdalena, Sinú, San Jorge, Cauca, Cesar (Galvis *et al.*, 1997; Mojica, 1999, *En:* Olaya-Nieto, *et al.*, 2010). La población capturada de *A. pulcher*, presentó tallas entre 115 mm y 120 mm de LT, con un promedio de 118,5 mm de LT. Para la cuenca del Orinoco, peces del género presentan una reproducción continua durante todo el año y desove parcial (Lasso, 2004 *En:* Lasso y Sánchez-Duarte, 2011), para la ciénaga grande de Lorica (Córdoba), Olaya-Nieto *et al.*, 2010, indicaron la presencia de hembras maduras en casi todos los meses del año, excepto en marzo, septiembre y diciembre; igualmente indicaron que la talla media de madurez sexual fue de 9,2, 9,7 y 9,5 cm LT para hembras, machos y sexos combinados, respectivamente.

Para el *A. pulcher* se colectó un total de 4 individuos, de los cuales el 100% se encuentra sobre la TMM, tal como se puede observar en la Figura 8-204 y el histograma de tallas (Figura 8-205), muy probablemente los especímenes colectados pertenecen a una sola cohorte. Por lo anterior se consideró, y dada la frecuencia de tallas, que esta especie se está reproduciendo de manera efectiva en la zona arriba de la estructura hidráulica, compuerta (EH4), adicionalmente se buscó información sobre la indicación de una talla mínima legal de captura para la zona, sin encontrar evidencia de su determinación para la zona, por la autoridad ambiental competente.

La composición de las capturas en la ciénaga se muestra en la Figura 8-203. Al realizar la revisión del listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”; según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; se determinó que no existen coincidencias con dicho listado.

8.2.1.2 Estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás, Puente

8.2.1.2.1 Comunidades de productores primarios

8.2.1.2.1.1 Fitoperifiton

La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y crecimiento de las comunidades del Fitoperifiton hizo que en el área de estudio de la estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás (Puente-EH6), no se colectaran especímenes para su análisis.

8.2.1.2.1.2 Fitoplancton

En la estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás, Puente (EH6), la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 36 especies pertenecientes a 21 familias, 15 Ordenes, 8 Clases y 6 Divisiones (Tabla 8-158 y Figura 8-195). El aporte a la riqueza realizado por la División Chlorophyta alcanzó el 55,6% (22 especies), seguida por la contribución realizada por la División Cyanobacteria (8 especies, 22, 2%) y las divisiones Bacillariophyta, Euglenozoa (3 especies, 8,3% cada una), Ochrophyta y Charophyta (1 especie, 2,8% cada una). Durante la Segunda Fase la División Chlorophyta se mantuvo liderando las contribuciones a la riqueza, 40% (8 especies), seguida de la Divisiones Bacillariophyta, Euglenozoa y Cyanobacteria con 30% (6 especies), 15% (3 especies) y 15% (3 especies), respectivamente (Tabla 8-159).

Tabla 8-158. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás (Puente-EH6) durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca spp</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
	Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Pleurochloridaceae	<i>Goniochloris spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>
			Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis spp</i>
				Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i>
				Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>
			Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i>
					<i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
			Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia spp</i>
Plantae	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium spp</i>
				Sphaeropleaceae	<i>Atractomorpha spp</i>
			Chlamydomonadales	Treubariaceae	<i>Treubaria quadrispina</i>
	Chlorophyta	Chlorophyceae			<i>Treubaria triappendiculata</i>
				Characiaceae	<i>Actinastrum spp</i>
			Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum duplex</i>
				<i>Tetraëdron cf. muticum</i>	

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Tetraëdron minimum</i>
					<i>Coelastrum astroideum</i>
					<i>Desmodesmus spp</i>
				Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acutus</i>
					<i>Scenedesmus bicaudatus</i>
					<i>Scenedesmus quadricauda</i>
					<i>Tetrastrum spp</i>
					<i>Kirchneriella lunaris</i>
				Selenastraceae	<i>Kirchneriella spp</i>
					<i>Monoraphidium circinale</i>
					<i>Monoraphidium griffithii</i>
			Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>
		Trebouxiophyceae	Ordo incertae sedis	Familia incertae sedis	<i>Crucigenia crucifera</i>
					<i>Crucigenia lauterbornii</i>
					<i>Euglena spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Lepocinclis spp</i>
					<i>Trachelomonas spp</i>

Tabla 8-159. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás (Puente-EH6) durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca spp</i>
					<i>Nitzschia spp</i>
		Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema spp</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
			Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora spp</i>
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Raphidiopsis spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
					<i>Pseudanabaena spp</i>
			Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
					<i>Scenedesmus acuminatus</i>
				Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus bicaudatus</i>
					<i>Scenedesmus quadricauda</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>
				Selenastraceae	<i>Monoraphidium arcuatum</i>
					<i>Monoraphidium griffithii</i>
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>
					<i>Euglena spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas spp</i>
				Phacaceae	<i>Phacus spp</i>

Durante la Primera Fase, la mayor contribución a la abundancia en la ciénaga fue realizada por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 47,3% a la abundancia total (1,58 Células/mL), seguida por la División Chlorophyta con un 29,2% (0,98 Células/mL), la División Bacillariophyta con 17,5% (0,58 Células/mL) y en menor cuantía las divisiones Euglenozoa, Ochrophyta y Charophyta con abundancias relativas de 5,1% (0,17

Células/mL), 0,6% (0,02 Células/mL) y 0,3% (0,01 Células/mL) respectivamente (Figura 8-206-A). Durante la Segunda Fase los aportes a la abundancia fueron liderados por la División Chlorophyta contribuyendo con un 50,6% (7,3 Células/mL), seguido de la Divisiones Bacillariophyta (22,0%, 3,2 Células/mL), Euglenozoa (18,25, 2,6 Células/mL) y Cyanobacteria (9,2%, 1,3 Células/mL) (Figura 8-206-B).

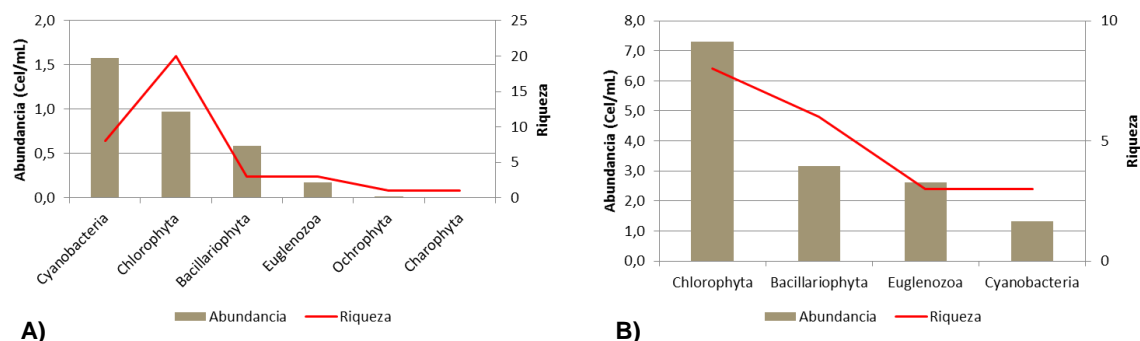


Figura 8-206. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), durante el año 2015 A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica de los sitios antes y después de la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), durante la Primera Fase, se observa una riqueza muy similar entre los sitios muestreados, siendo mayor en el Punto Después del Puente; para la estructura de la comunidad, vista desde el índice de equidad, se evidenció un equilibrio medio a alto, así mismo una diversidad media, cuyo valor del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), indicaron “aguas medianamente contaminadas” y por último una dominancia baja en los dos sitios monitoreados (Tabla 8-160). Por su parte, durante la Segunda Fase, el estructura de la comunidad, demostró una mayor riqueza en el Punto Después del Puente, siendo en los dos puntos, la equidad mayor y la dominancia menor a la evaluada en la Primera Fase (Tabla 8-161).

Tabla 8-160. Índices ecológicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Puente Antes	28	0,72	2,41	-0,32
Puente Después	29	0,78	2,64	-0,27

Tabla 8-161. Índices ecológicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Puente Antes	14	0,94	2,49	0,01
Puente Después	18	0,91	2,63	0,02

Por otra parte, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p=0,7824$), como en la Segunda Fase ($p=0,1683$). Al evaluar las diferencias entre los puntos de muestreo durante la Primera Fase, mediante un análisis de clasificación tipo clúster, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, se determinó que con una similaridad del 50% que existen diferencias entre los puntos evaluados en toda la ciénaga tanto para la Primera como para la Segunda Fase (Figura 8-207).

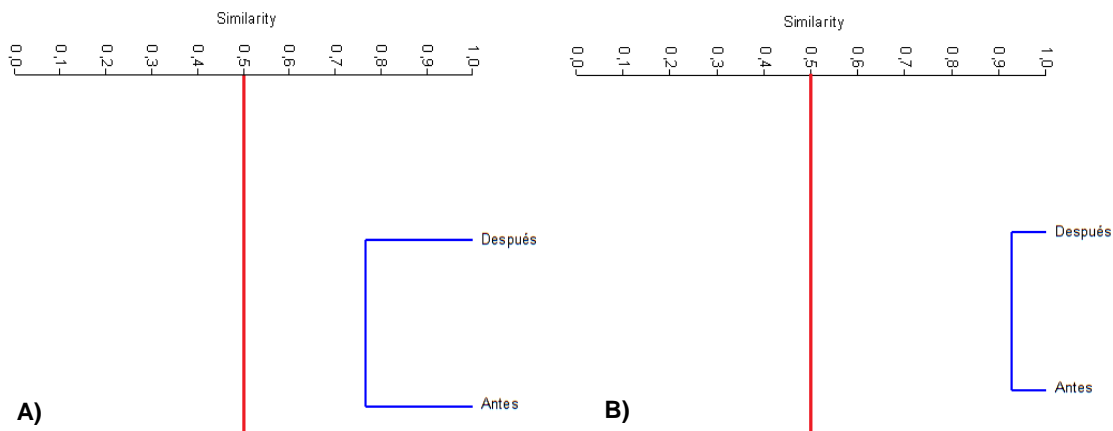


Figura 8-207. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6) A) Primera Fase B) Segunda Fase

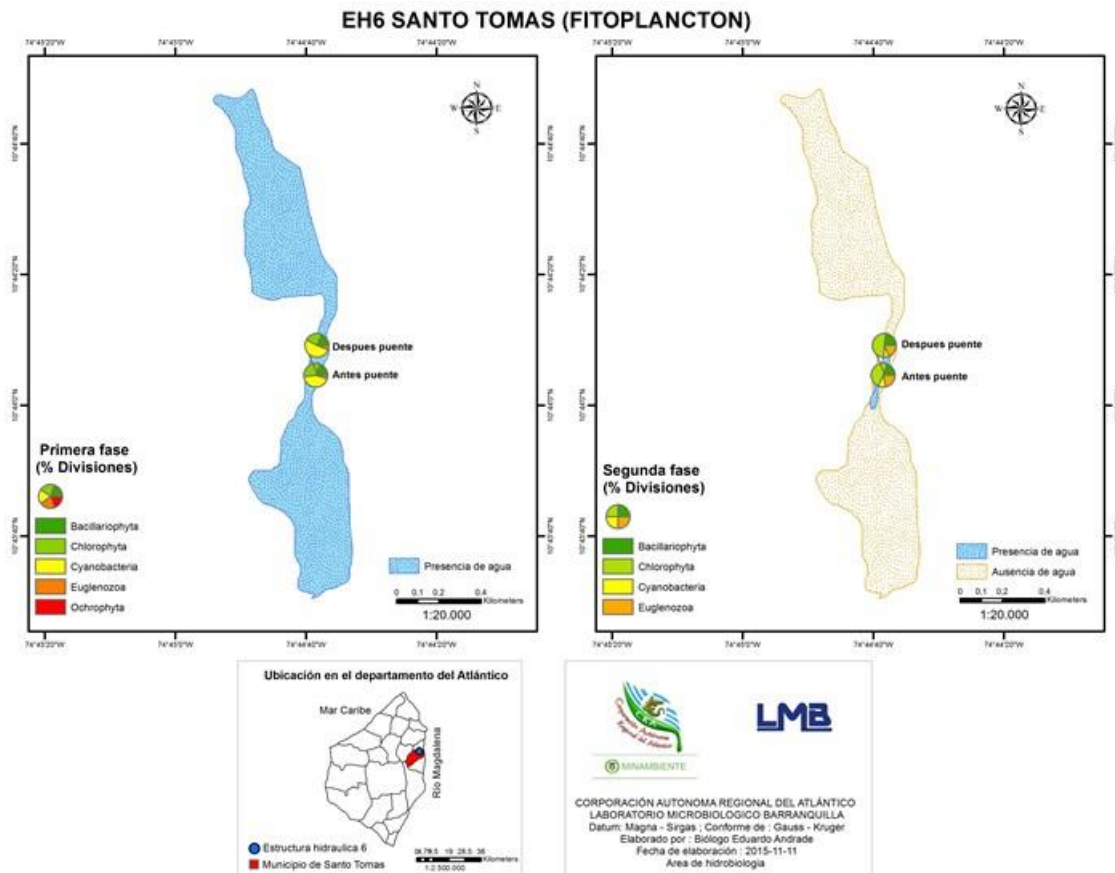


Figura 8-208. Composición del fitoplancton (AR% por clase) en la estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás, Puente (EH6)

El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad; al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que sobre en el Punto Antes del Puente predomina la bioindicación de eutrofia (41,5%), sobre la oligotrofia (17,5%), mesotrofia (6,5%), estratificación térmica y química (5,8%), entre otras; mientras que en el Punto Después del Puente, también predominó la eutrofia (43,6%), sobre la oligotrofia (20,2%) y la resistencia a pesticidas (8,0%), entre otras (Figura 8-209) a pesar de que el Puente facilita el intercambio de aguas entre la zona sur (Antes) y la zona Norte (Después). Igualmente se determinaron las bioindicaciones durante la Segunda Fase, presentándose de manera generalizada el predominio de la resistencia a los pesticidas (18,9 y 27,2% para Antes y Después, respectivamente), seguida en el Punto Antes de los Sedimentos y Conductividad altos, Eutrofia fría y Eutrofia, en proporciones del 16,9, 14,6 y 13,3% respectivamente, entre otras bioindicaciones; mientras que en el Punto Después le siguieron la mesotrofia, eutrofia

y turbulencia en proporciones de 18,1, 16,5 y 8,1% respectivamente, entre otras, como se puede apreciar en la Figura 8-210.

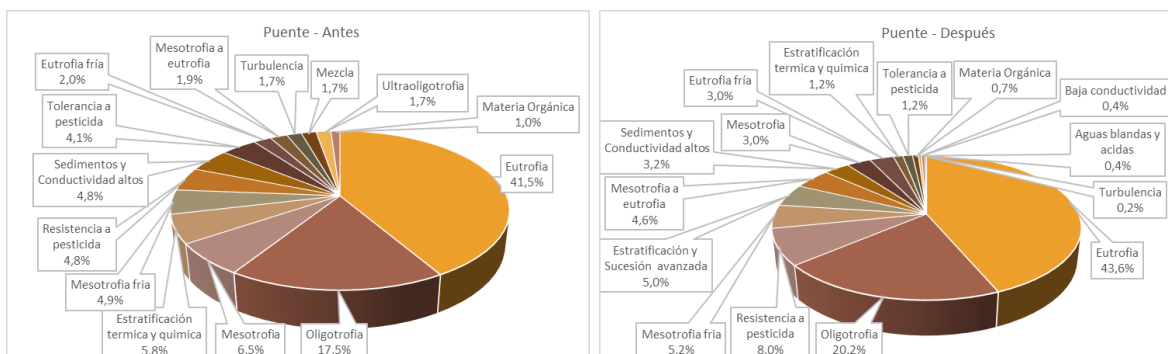


Figura 8-209. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Primera Fase

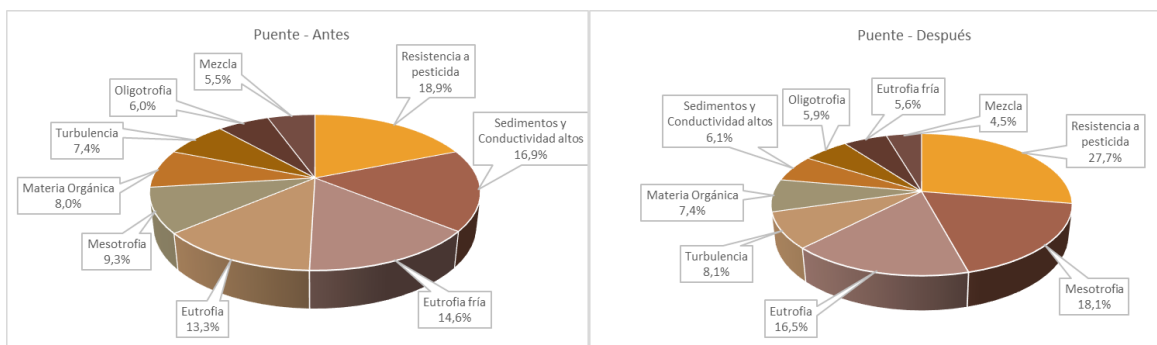


Figura 8-210. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Segunda Fase

El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica de cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), develaron que el Paso de la Primera a la Segunda Fase conllevó una pérdida de riqueza, lo que incluyó la pérdida de los representantes de las Divisiones Charophyta y Ochrophyta; mas durante la Segunda Fase se observó un aumento de la abundancia, pasando de una mayor abundancia de organismos pertenecientes a la División Cyanobacteria (en los dos sitios de muestreo) a una mayoría de organismos de la División Chlorophyta; siendo tal el cambio que se reflejó en la conformación de los grupos del Cluster de similaridad de Bray-Curtis, mostrándose por un lado los puntos de la Primera fase y por otro los de la Segunda (Figura 8-211), dado a que los registros de bioindicación registran la posible influencia de pesticidas en las aguas durante la Segunda Fase, lo que explicaría la pérdida de riqueza de especies y el aumento de las especies con resistencia a los pesticidas.

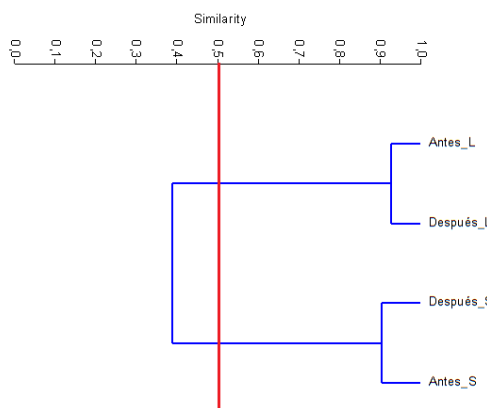


Figura 8-211. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Divisiones de los organismos fitoplanctónicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), durante las dos fases de muestreo

8.2.1.2.1.3 Macrófitas acuáticas

En la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6) durante la Primera Fase, se encontraron 3 especies de macrófitas acuáticas distribuidas en 2 Familias, 2 Órdenes, 1 Clase y 1 División (Tabla 8-162), registradas sólo en el punto Aguas Arriba del Puente. Pontederiaceae fue la Familia con la mayor abundancia relativa promedio, con 3. En la Segunda Fase hubo un aumento en la riqueza, reportándose 8 especies en los puntos Aguas Arriba y Aguas Abajo, pertenecientes a 6 Familias, 6 Órdenes, 3 Clases y 1 División (Tabla 8-163). La Familia con mayor abundancia relativa promedio fue Salviniaceae, con 4.

Tabla 8-162. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua
					<i>Eichhornia sp</i>	Buchón de Agua
			Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Hierba

Tabla 8-163. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia sp</i>	Lechuga de Agua
					<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga de Agua
			Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua
					Poales	Poaceae
		<i>Paspalum sp2</i>	Hierba			
		Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Dormidera
			Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia sp</i>	
		Polypodiopsida	Salvinales	Salviniaceae	<i>Salvinia sp</i>	Oreja de Ratón

El aumento en la diversidad posiblemente se deba a las variaciones en el cuerpo de agua donde se hayan realizado las muestras, teniendo en cuenta que estos organismos responden rápidamente a los cambios climáticos y ambientales (García *et al* 2006).

Se determinaron los biotopos para las comunidades de acuerdo a lo criterios de Schmidt-Mumm (1988), para las dos Fases de Muestreo. Durante la Primera Fase, dos de las especies fueron clasificadas como Acropleustophyta (plantas flotantes con uso de CO₂ atmosférico) y una como Helófitas (plantas con la estructura vegetativa mayormente sobre el agua) (Tabla 8-164 y Figura 8-212-A). Estos dos biotopos también estuvieron presentes durante la Segunda Fase, aunque con una proporción diferente (Tabla 8-165 y Figura 8-212-B).

Tabla 8-164. Biotopos para las macrófitas acuáticas reportadas en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6)

Familia	Taxa	Biotopo
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Pontederiaceae	<i>Eichhornia sp</i>	Acropleustophyta
Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Helófitas

Tabla 8-165. Biotopos para las macrófitas acuáticas reportadas en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6)

Familia	Taxa	Biotopo
Araceae	<i>Pistia sp</i>	Acropleustophyta
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Acropleustophyta
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Helófitas
Poaceae	<i>Paspalum sp2</i>	Helófitas
Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Helófitas
Onagraceae	<i>Ludwigia sp</i>	Helófitas
Salviniaceae	<i>Salvinia sp</i>	Acropleustophyta

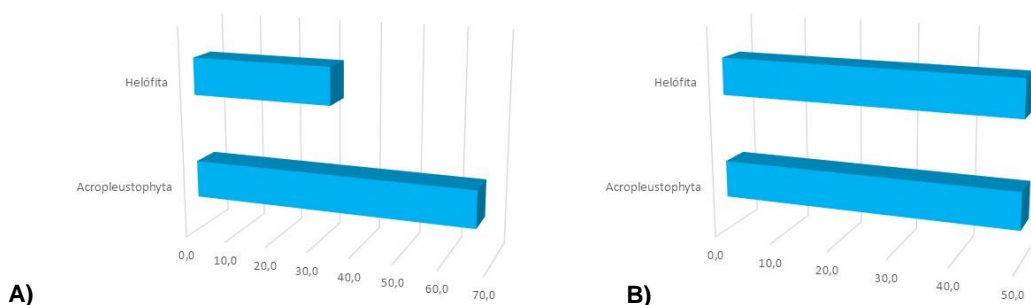


Figura 8-212. Espectro biotipológico de las proporciones de especies en las diferentes formas de vida (biotopos) A) Primera Fase B) Segunda Fase

8.2.1.2.2 . Comunidades de consumidores

8.2.1.2.2.1 Zooplancton

En la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 25 especies, distribuidas en 14 familias 7 Órdenes, 4 Clases y 2 Phylum. De éstos, el Phylum Rotifera, con la Clase Eurotatoria fue la que aportó en mayor proporción a la riqueza de especies, 15 morfoespecies, 60% de la riqueza total, seguida por las Clases Maxillopoda (6 morfoespecies, 24%), Malacostraca (2 morfoespecies, 8%) y una Clase no determinada del Phylum Arthropoda (2 morfoespecies, 8%) (Tabla 8-166). En la Segunda Fase, también se registraron 25 morfoespecies, clasificadas en 11 Familias, 9 Órdenes, 6 Clases y 3 Phylum. 13 de las morfoespecies pertenecieron a la Clase Eurotatoria (52%), 7 a Maxillopoda (28%), 2 a una Clase no determinada del Phylum Arthropoda (8%), y Branchiopoda, Lobosa y Ostracoda aportaron 1 morfoespecie cada uno, siendo esto el 4% (Tabla 8-167).

Tabla 8-166. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa				
Animalia	Arthropoda	Malacostraca	ND	ND	Larva Mysis spp				
					Larva Nauplio				
		Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Ectocyclops sp</i>			
						<i>Eucyclops sp</i>			
					ND	ND	Nauplio Cyclops Morfoespecie 2		
							<i>Megacyclops sp</i>		
					Harpacticoida	Canthocamptidae	Canthocamptidae	<i>Canthocamptus sp</i>	
		Athropoda Clase ND	ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1			
						Larva Nauplio Morfoespecie 2			
		Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia longiseta</i>		
						Trochosphaeridae	<i>Filinia terminalis</i>		
					Brachionidae	Brachionidae	Brachionidae	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>
									<i>Brachionus calyciflorus</i>
	<i>Brachionus havanaensis</i>								
	<i>Brachionus plicatilis</i>								
	<i>Brachionus urceolaris</i>								
	<i>Keratella americana</i>								
	<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>								
	<i>Keratella trophica trophica</i>								
	Dicranophoridae	<i>Encentrum sp2</i>							
	Proalidae	<i>Proales sp</i>							
	Synchaetidae	<i>Polyarthra sp 1</i>							
	Trichocercidae	<i>Trichocerca rattus</i>							
Trichotriidae	<i>Trichotria sp</i>								

Tabla 8-167. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus bidentatus</i>
					<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus caudatus</i>
					<i>Brachionus havanaensis</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus quadridentatus</i>
					<i>Brachionus rubens</i>
					<i>Brachionus urceolaris</i>
					<i>Keratella americana</i>
				Dicranophoridae	<i>Encentrum sp</i>
				Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>
			Harpacticoida	Euterpinidae	<i>Euterpina spp</i>
			Calanoida	Diaptomidae	<i>Diaptomus sp</i>
					<i>Eudiaptomus sp</i>
		Maxillopoda			<i>Eucyclops sp</i>
	Arthropoda			Cyclopoida	Cyclopidae
					<i>Macrocyclops sp</i>
					<i>Megacyclops sp</i>
ND-			ND	ND	<i>Larva Nauplio Morfoespecie 2</i>
Arthropoda			ND	ND	<i>Larva Nauplio Morfoespecie 1</i>
	Ostracoda	ND	ND	<i>Ostracoda spp</i>	
	Branchiopoda	Diplostraca	NA	<i>Alona spp</i>	
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discooides</i>

Al observar las abundancias de las Clases se evidenció el predominio de los representantes de la Clase Eurotatoria, la cual contribuyó con el 73,2% de la abundancia total (37,5 Organismos/L), seguido por el aporte realizado por la Clase Maxillopoda con 16,2% (8,3 Organismos/L), la Clase Malacostraca (8,9%; 4,6 Organismos/L) y por último la clase no determinada de Arthropoda (1,6%; 0,8 Organismos/L) (Figura 8-213-A). Durante la segunda fase, se encontró que la clase más abundante también fue Eurotatoria, con el 59,7% de la abundancia total (102,7 Organismos/L). Maxillopoda tuvo la segunda mayor abundancia con el 26,1%, (11,89 Organismos/L). La Clase no determinada de Arthropoda tuvo una representatividad del 8% (13,8 Organismos/L), la de Ostracoda fue de 3,7% (6,35 Organismos/L), Lobosa aportó el 1,7% (2,88 Organismos/L), y por último la Clase Branchiopoda con el 0,7% (1,25%) (Figura 8-213-B).

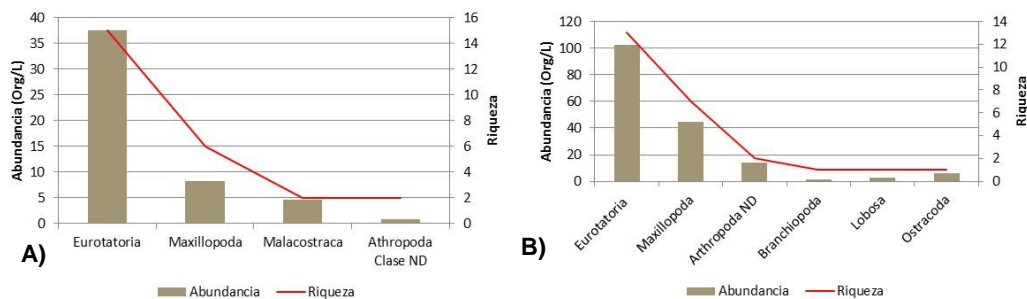


Figura 8-213. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), A) Primera Fase, B) Segunda Fase

El punto que mayor contribuyó a la riqueza fue el ubicado después de la estructura hidráulica, Puente. La estructura de la comunidad observada desde la dominancia por el índice de Simpson, demostró que ésta es muy baja en los sitios de muestreo. Por su parte el índice de Pielou reveló que la comunidad zooplanctónica se encuentra muy equilibrada; por último, se observaron “aguas medianamente contaminadas” en tanto en el Punto Antes, como en el Punto Después del Puente (Figura 8-214). En la Segunda Fase la comunidad también mostró una alta equidad ($J'=0,96$ y $0,89$) y una dominancia baja ($\lambda'=0,06$ y $0,09$), mostrando una comunidad equilibrada. Los valores del índice de Shannon-Wiener también fueron altos, indicando según Roldán y Ramírez (2000) “aguas medianamente contaminadas” (Figura 8-215).

Figura 8-214. Índices ecológicos del fitoplancton en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Puente Antes	19	0,89	2,62	0,07
Puente Después	20	0,88	2,64	0,07

Figura 8-215. Índices ecológicos del fitoplancton en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Puente Antes	20	0,96	2,86	0,06
Puente Después	20	0,89	2,66	0,09

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la densidad de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados, durante la Primera Fase ($p=0,7824$), ni durante la Segunda Fase ($p=0,4312$). Se realizaron dendrogramas de similitud utilizando el índice de Bray-Curtis para las dos fases de muestreo, con los que se pudo determinar que los dos puntos evaluados presentan una similitud mayor al 50%, lo que los hace formar un solo grupo

(Figura 8-216), lo cual es muy similar a lo observado en la distribución de las abundancias relativas (Figura 8-217).

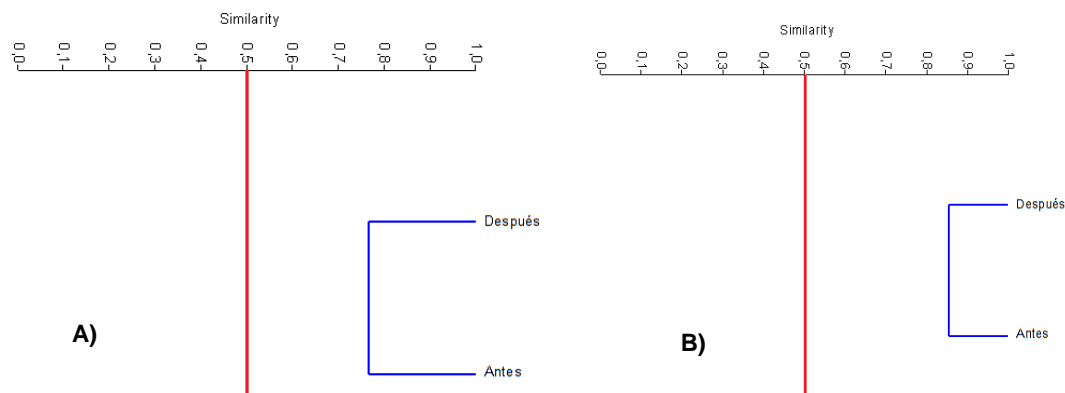


Figura 8-216. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Puente (EH6), A) Primera Fase, B) Segunda Fase

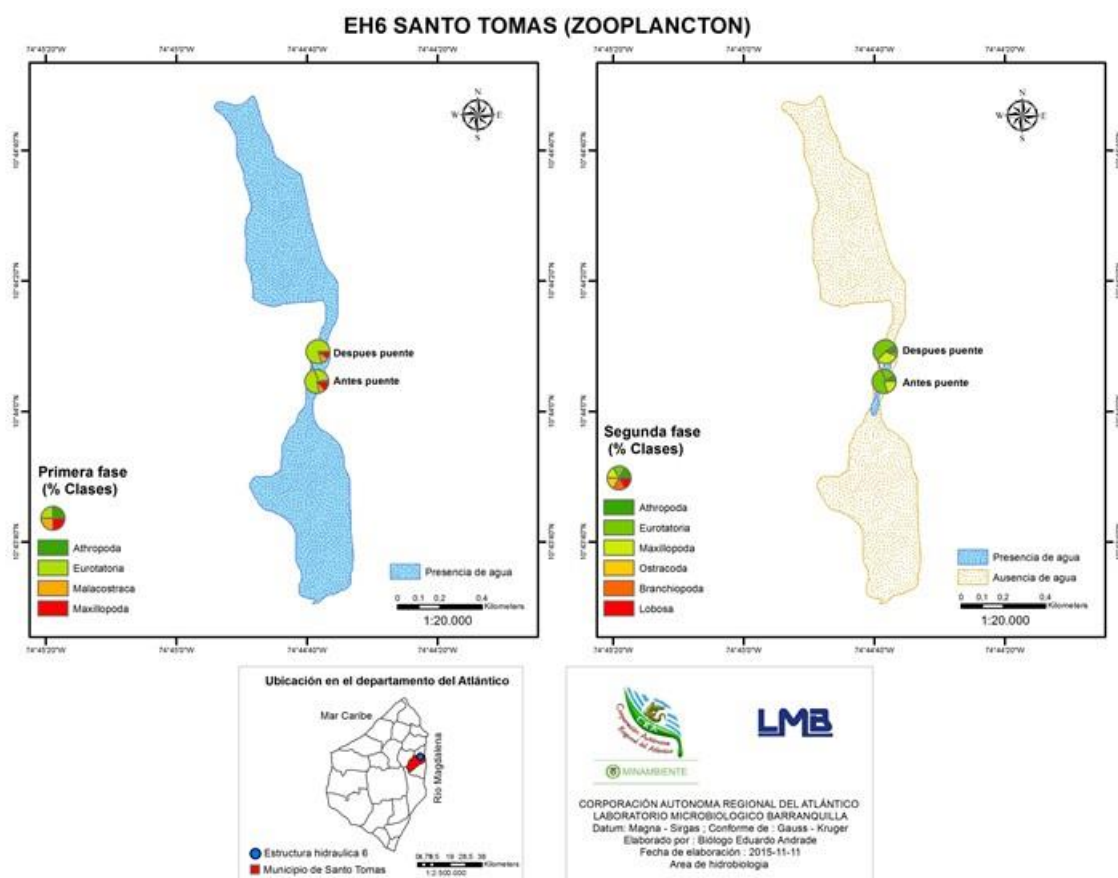


Figura 8-217. Distribución de los organismos zooplanctónicos (AR% por clase) en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Puente (EH6), Primera y Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que el Punto ubicado Antes del Puente presentó predominio de aguas eutrofia, pH alcalino y altos contenidos de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos, 30,3, 26,3 y 26,3% respectivamente; igual fue el predominio de esas tres bioindicaciones en el Punto después del Puente, en proporciones de 29,9, 25,7 y 25,7% respectivamente (Figura 8-218).

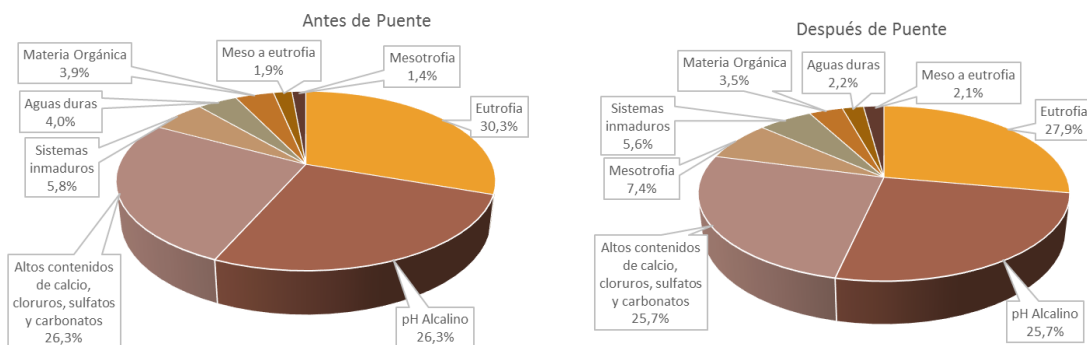


Figura 8-218. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Primera Fase

En la Segunda Fase hubo un predominio de la Eutrofia (33%), el pH alcalino (20%), y los altos contenidos de sales (20%) en el punto Antes del Puente. Estos tres procesos también predominaron en el otro punto, pero esta vez en proporciones de 34, 25 y 25% respectivamente (Figura 8-219).

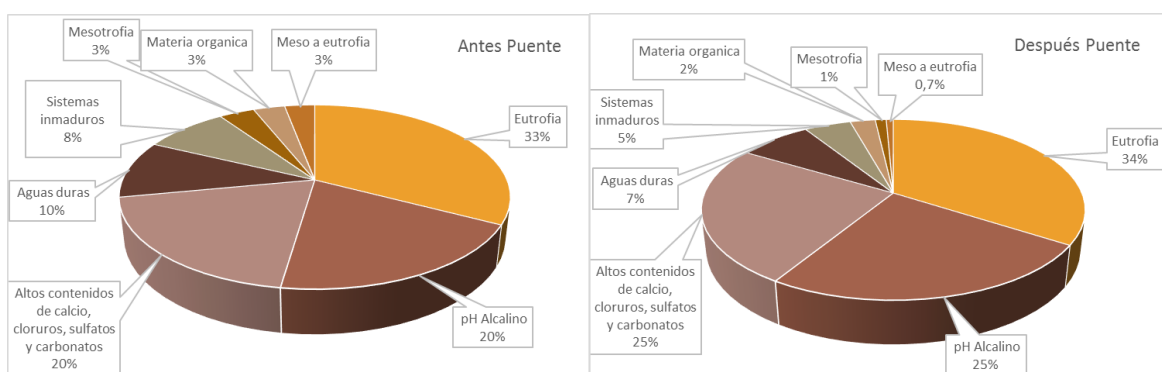


Figura 8-219. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Segunda Fase

El estudio de la comunidad zooplanctónica revela que ésta estuvo compuesta por organismos de la Clase Eurotatoria, dominando en la abundancia y en la riqueza, durante las dos fases de muestreo, seguidos igualmente por los organismos de la Clase Maxillopoda. La riqueza fue muy estable durante las dos fases, así mismo se evidenció una alta equidad, y por consiguiente una baja dominancia. Así mismo, la diversidad fue alta en los dos periodos de muestreo, con valores del índice de Shannon-Wiener, que bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), permitieron evidenciar la presencia de “aguas medianamente contaminadas” en las dos fases. Por otro lado, el análisis de similaridad (Figura 8-220) indicó que las dos fases de muestreo presentan diferencias en cuanto a la composición, dado posiblemente a la aparición de ostrácodos y amebas de la Clase Lobosa y un representante de la Clase Branchiopoda durante la Segunda Fase.

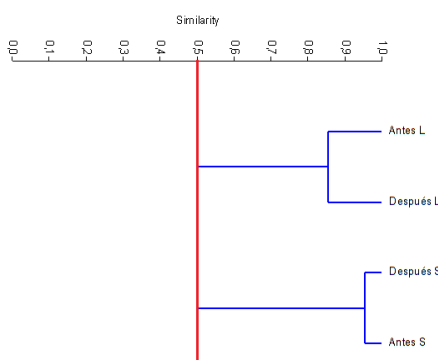


Figura 8-220. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de Zooplancton en estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Puente (EH6), durante las dos fases

8.2.1.2.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6) estuvieron representados por 4 morfoespecies pertenecientes a 4 Familias, 3 Ordenes y 2 Clases, cada una contribuyó con un 50% a la riqueza de la comunidad, Clase Insecta y Clase Clitellata (subclase Oligochaeta) (Tabla 8-168). Por su parte, los aportes a la abundancia fueron liderados por la Clase Clitellata con 181,6 Organismos/m², lo que equivale a un 52,3% de la abundancia relativa, mientras que la Clase Insecta contribuyó con 165,6 Organismos/m², 47,7% de AR (Figura 8-221).

Tabla 8-168. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Puente (EH6), Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Lumbricidae	Morfoespecie 1
				Tubificidae	Morfoespecie 1

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus sp1</i>
			Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1

Durante la Segunda Fase, la comunidad estuvo representada por 3 morfotipos, pertenecientes a 3 Familias, 3 Ordenes y 2 Clases, de las cuales Gastropoda contribuyó en mayor proporción a la riqueza, (2 morfoespecies, 66,7%), mientras que Insecta lo hizo solo con 1 morfoespecie (33,3%), igualmente, al observar la abundancia, los mayores aportes pertenecieron a la Clase Insecta, con 1807,7 Organismos/m² (95,5%), mientras que la Clase Gastropoda lo hizo solo con 85,5 Organismos/m² (4,5%) (Tabla 8-169).

Tabla 8-169. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Puente (EH6), Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1
			Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Pomacea sp</i>
	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Hydrobiidae	<i>Pyrgophorus sp</i>

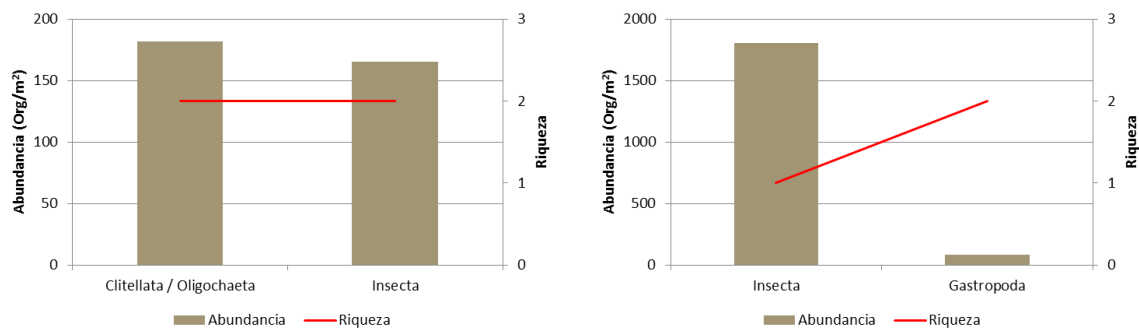


Figura 8-221. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Puente (EH6). A) Primera Fase B) Segunda Fase

Los índices ecológicos calculados, durante la Primera Fase, permitieron evidenciar que la riqueza de especies fue mayor en el Punto Después (4 especies). La estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, demostró que el Punto Antes presenta una comunidad con especies más dominantes que el Punto Después, siendo el primero de baja dominancia y el segundo de media ($\lambda' = 0,35$ y $\lambda' = 0,50$ respectivamente) (Tabla 8-170). Así mismo observando la equidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, con el índice de Pielou, se evidenció que el Punto Antes presenta mayor equidad que el Punto Después; el primero fue totalmente equitativo, al presentar solo dos especies, con la misma abundancia, mientras que el segundo presentó

una equidad alta ($J'=0,85$); por su parte el índice de equidad de Shannon-Wiener, arrojó valores de 0,69 para el punto Antes y de 1,18 para el Punto Después, valores que indican una diversidad baja y los cuales, bajo la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008), dan cuenta de la presencia de “aguas muy contaminadas”. Para la Segunda Fase, los valores de los índices en el punto Antes del Puente, no pudieron ser calculados, al presentar una sola especie, mientras que en el Punto Después del Puente, se observó una equidad baja, alta dominancia y muy baja diversidad, lo que da cuenta de la presencia de “aguas muy contaminadas”.

Tabla 8-170. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	A'
Puente Antes	2	1,00	0,69	0,50
Puente Después	4	0,85	1,18	0,35

Tabla 8-171. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	A'
Puente Antes	1		0,00	1,00
Puente Después	3	0,16	0,17	0,93

El análisis de los valores del índice BMWP/Col, calculados durante la Primera Fase, pusieron en evidencia que la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6) en los puntos Antes y Después presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas” (Tabla 8-172 y Figura 8-222). Lo cual, 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 lo expresado por el índice BMWP/Col. Para la Segunda Fase, los valores indicados se mantuvieron inamovibles, ratificando el alto grado de contaminación (Tabla 8-173 y Figura 8-222).

Tabla 8-172 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Primera Fase

	Antes	Después
Familias que puntúan	2	3
Índice BMWP/Col	3	6
Valor ASPT	1,5	2,0
EPT	0,0	0,0
EPT:C	0,0	0,0
EPT:Total	0,0	0,0

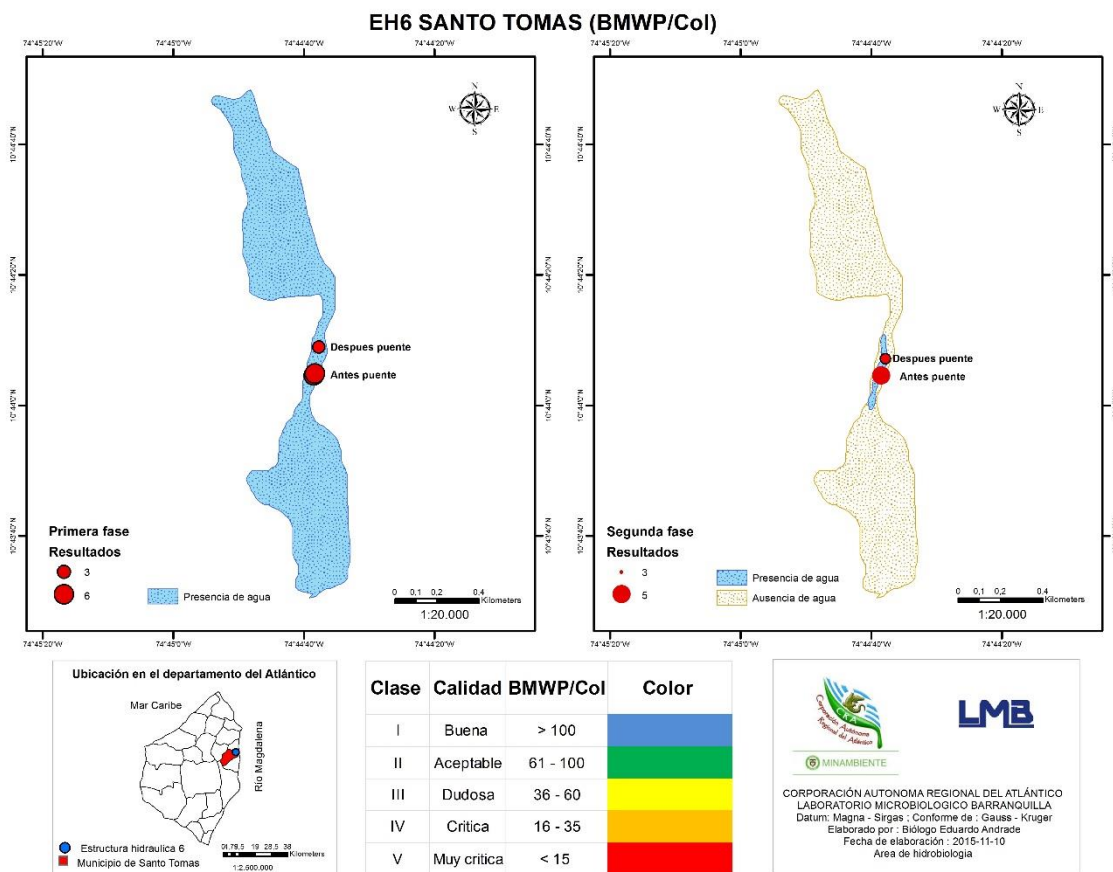


Figura 8-222. Índice BMWP/Col en la estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás, Puente (EH6), Primera y Segunda Fase

Tabla 8-173 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), Primera Fase

	Antes	Después
Familias que puntúan	1	2
Índice BMWP/Col	2	5
Valor ASPT	2,0	2,5
EPT	0,0	0,0
EPT:C	0,0	0,0
EPT:Total	0,0	0,0

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados durante la Primera Fase ($p=0,1138$) ni durante la Segunda Fase ($p=0,2041$). Por su parte, con dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se pudo determinar que no existen diferencias entre los puntos evaluados, con un 50% de similitud, durante la Primera, ni durante la Segunda Fase (Figura 8-223).

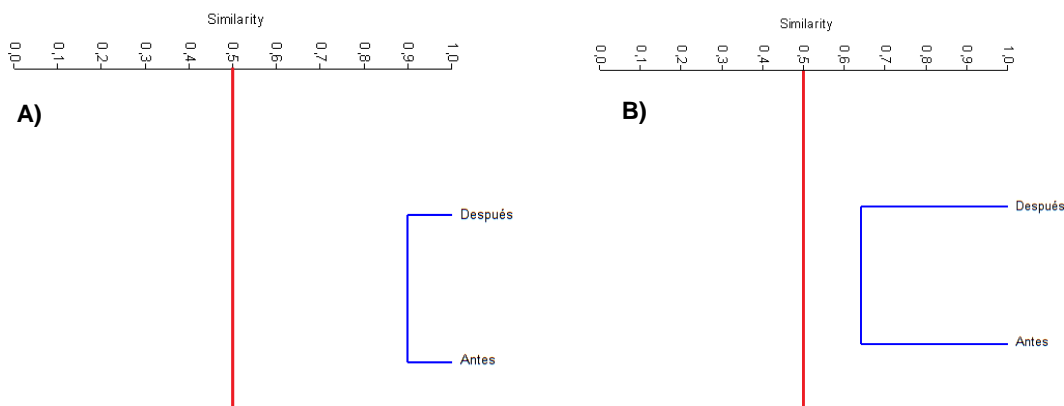


Figura 8-223. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los puntos de muestreo de la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Puente (EH6), A) Primera Fase B) Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observaron seis bioindicaciones predominantes, esto fue debido a que la comunidad expresó una marcada equitatividad, con bioindicaciones de aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas, sequía, sedimentos planctónicos, sedimentos alóctonos, aguas polisapróbicas y aguas limpias a medianamente contaminadas, las tres primeras con un aporte del 17,5% cada una y las tres últimas, con 15,8% cada una. Por su parte el Punto Después del Puente, presentó 10 bioindicaciones, de las cuales predominaron las de sedimentos alóctonos (20%), aguas polapróbicas y aguas limpias a medianamente

contaminadas (16% cada una), aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos (11% cada una), conductividad, dureza y alcalinidad altas (4% cada una) y aguas limpias (3%) (Figura 8-224). Para la Segunda Fase se determinaron tres bioindicaciones predominantes tanto en el Punto Antes como en el Punto Después, aguas contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos (Figura 8-225).

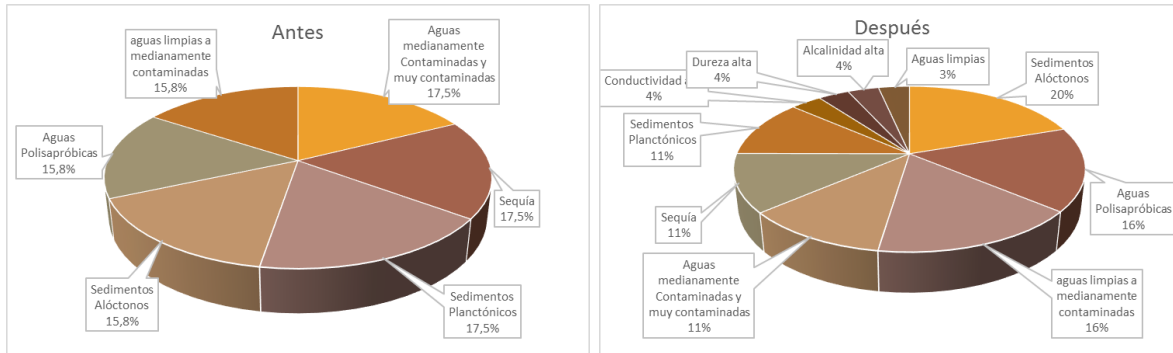


Figura 8-224. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Puente (EH6), Primera Fase

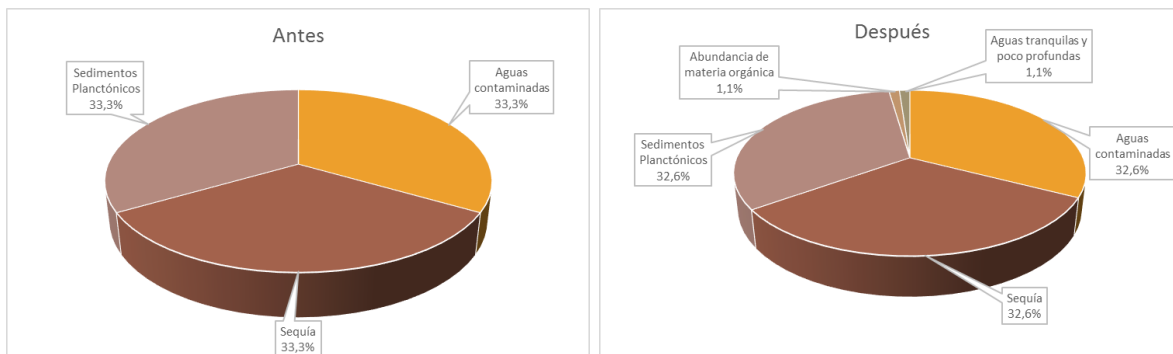


Figura 8-225. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Puente (EH6), Segunda Fase

El análisis de los organismos pertenecientes a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Puente (EH6), puso en evidencia un cambio en la composición de la comunidad, pasando de estar integrada por gusanos clitelados e insectos a estar constituida por insectos y gastrópodos; viéndose afectada tanto la abundancia; ya que los insectos pasaron de aportar el 47,7% de la abundancia total, a contribuir con el 95,5%; como la riqueza, ya que Insecta contribuyó inicialmente con 2 morfoespecies, para luego hacerlo con 3. Dichos cambios hicieron que en el Punto Después la diversidad bajara, la dominancia llegara a valores de muy alta, y por ende, la equidad disminuyera drásticamente. Por su parte los índices BMWP/Col y

ASPT, indicaron una calidad de agua “muy crítica”, lo que indica aguas fuertemente contaminadas, tanto durante la Primera, como durante la Segunda Fase. Es así como durante la Primera Fase, el análisis de bioindicadores mostró predominancia de seis procesos que afectaban el agua evaluada del Punto Antes (aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas, sequía, sedimentos planctónicos, sedimentos alóctonos, aguas polisapróbicas y aguas limpias a medianamente contaminadas, las tres primeras con un aporte del 17,5% cada una y las tres últimas, con 15,8% cada una) y para el Punto Después del Puente, se presentaron 10 bioindicaciones, de las cuales predominaron las de sedimentos alóctonos (20%), aguas polisapróbicas y aguas limpias a medianamente contaminadas (16% cada una). Mientras que durante la Segunda Fase, se observó la homogenización de las bioindicaciones, a solo tres (aguas contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos); siendo así se evidencia el deterioro de la calidad del agua, no se debe a factores antrópicos sino a la afectación causada principalmente por la fuerte sequía que afectó la región durante el año 2015.

8.2.1.2.2.3 Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, no se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad en ninguna de las fases de muestreo, cabe resaltar que en dichas jornadas no se observaron pescadores realizando actividades cerca de los sitios de muestreo.

8.2.2 Estructuras hidráulicas de la Ciénaga Luisa

Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos durante la Primera Fase, por lo que fueron reubicados como se indicó anteriormente.

8.2.3 Estructuras hidráulicas de la Ciénaga Paraíso

Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos durante la Primera Fase, por lo que fueron reubicados como se indicó anteriormente.

8.2.4 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Segunda Fase de ciénaga correspondió al 17864 y para la Segunda Fase 19299.

8.2.4.1 Comunidades de productores primarios

8.2.4.1.1 Fitoperifiton

No pudo ser caracterizada la comunidad fitoperifítica de la Ciénaga El Convento durante la Primera Fase, debido a que los sitios de muestreo no presentaron sustratos sobre los cuales se diera una fijación y crecimiento de las microalgas de esta comunidad. Sin embargo, durante la Segunda Fase sí se pudieron colectar organismos de esta comunidad en el punto 5, reportándose 12 morfoespecies, 10 Familias, 9 Órdenes, 4 Clases y 4 Divisiones. De estas, Cyanobacteria tuvo el mayor aporte a la Riqueza total con 6 morfoespecies (50%), seguida de Bacillariophyta con 3 morfoespecies (25%), Euglenozoa con 2 (16,7%) y Chlorophyta con una sola morfoespecie (8,3%). La composición de especies puede verse en la Tabla 8-174.

Tabla 8-174. Composición de la comunidad del Fitoperifiton en la Ciénaga el Convento durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
				Sellaphoraceae	<i>Sellaphora spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Spirulinaceae	<i>Spirulina spp</i>
			Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Leibleinia spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Phormidium spp</i>
					<i>Leptolyngbya spp</i>
					<i>Pseudanabaena spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Glaucospira spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp</i>
			Euglenales	Euglenaceae (1)	<i>Euglena sp</i>
			ND	ND	Morfoespecie 2

Las cianobacterias presentaron la mayor abundancia con 100,97 Células/cm², representando esto el 91,3%. Las diatomeas tuvieron una abundancia de 4,35 Células/cm² (3,9%), Euglenozoa presentó 3,96 Células/cm² (16,7%), y Chlorophyta 1,23 Células/cm² (8,3%). Las relaciones entre los atributos de abundancia y riqueza se muestran en la Figura

8-226, las relaciones espaciales por abundancia relativa se encuentran en la Figura 8-227. Las abundancias de la comunidad fitoperifítica registrada se observan en el Anexo F.

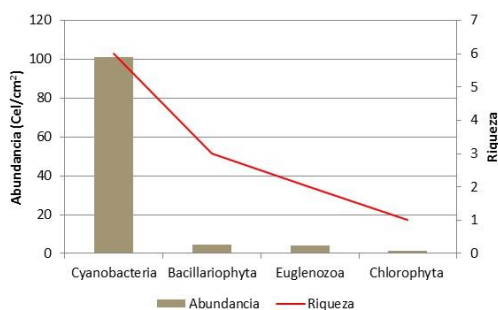


Figura 8-226. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoperifiton en la Ciénaga El Convento durante la Segunda Fase

La comunidad presentó una equidad media ($J'=0,68$) y una dominancia baja ($\lambda'=0,25$), consistente con la interpretación del índice de Shannon-Wiener que, según Roldán y Ramírez (2008), es de “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-175).

Tabla 8-175. Índices ecológicos en la Ciénaga del Convento durante la Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 5	12	0,68	1,68	0,25

CIÉNAGA EL CONVENTO (PERIFITON)

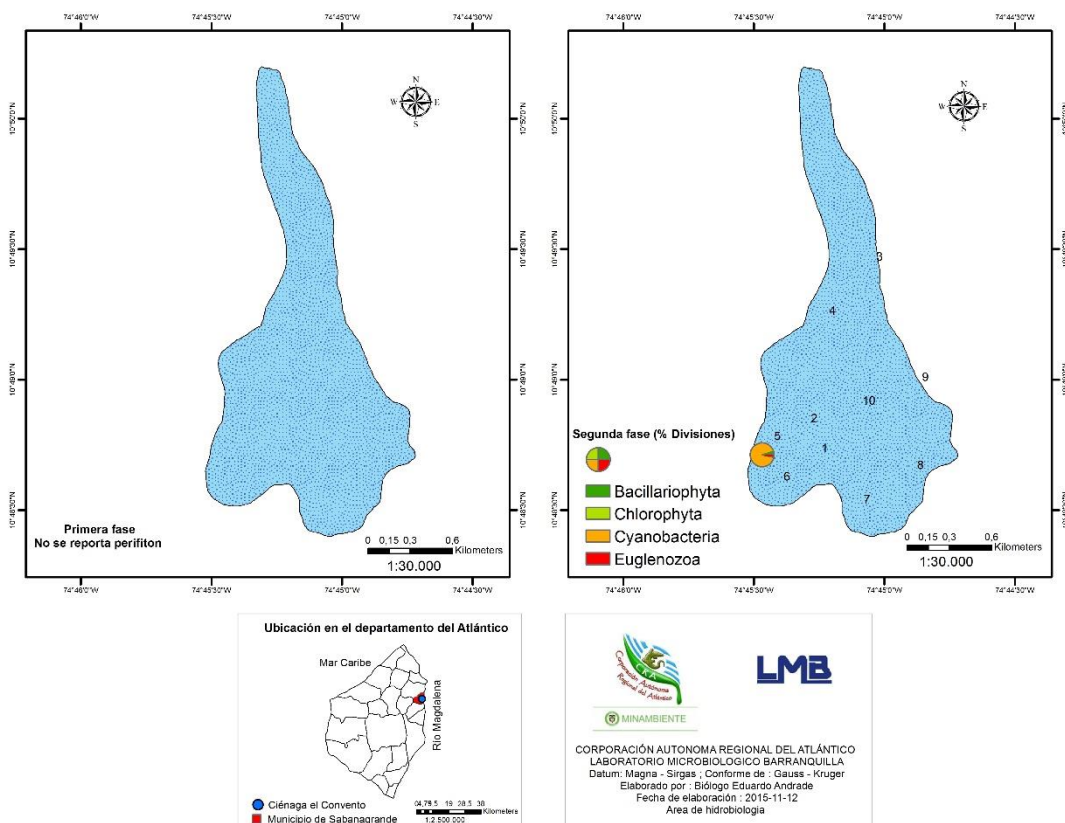


Figura 8-227. Distribución de los organismos fitoperifíticos (AR% por clase) en la ciénaga el Convento, Primera y Segunda Fase

Se observó que los procesos más bioindicados por los organismos del Perifiton, era la Mesotrofia Fría (24%), la Resistencia a Pesticidas (23%), la eutrofia (11%) y la presencia de Materia Orgánica (11%) (Figura 8-228).

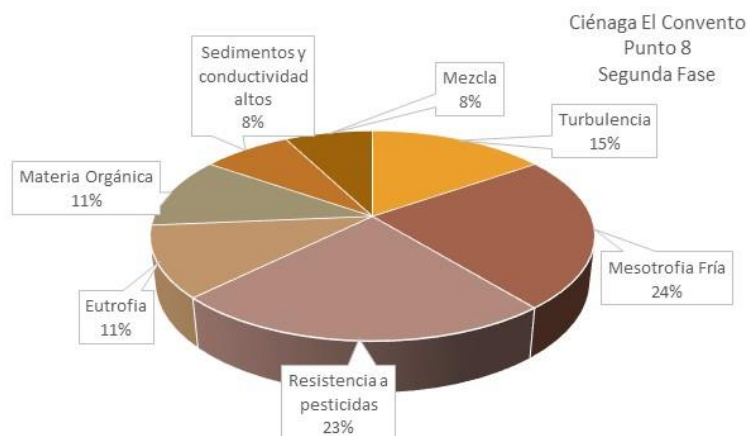


Figura 8-228. Procesos bioindicados por el Fitoperifiton en el Punto 8, en la ciénaga el Convento, Segunda Fase

Se puede evidenciar que aunque la ciénaga El Convento está pasando por un período de desecación, aún hay ciertas condiciones que se mantienen estables y que permiten que la comunidad presente valores de dominancia bajos. Los valores de dominancia tienden a aumentar cuando tienen lugar cambios ambientales que permiten la incorporación de nuevos organismos a la comunidad. Sin embargo, resulta preocupante el hecho de que los procesos bioindicados muestren problemas de contaminación (eutrofia-mesotrofia, presencia de materia orgánica y posibles pesticidas), teniendo en cuenta además que la mayoría de los organismos presentes fueron cianobacterias, que suelen indicar una inminente eutrofización.

8.2.4.1.2 Fitoplancton

En la ciénaga El Convento, la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 56 especies pertenecientes a 17 familias, 12 Ordenes, 7 Clases y 5 Divisiones (Tabla 8-176). El aporte a la riqueza realizado por la División Chlorophyta alcanzó el 51,8% (29 especies), seguida por la contribución realizada por la División Cyanobacteria, con un 33,9% (19 especies); mientras que los aportes de las Divisiones restantes fueron mucho menores, 10,7% (6 especies) por Bacillariophyta, 1,8% (1 especie) por Euglenozoa y Ochrophyta respectivamente. Durante la Segunda Fase la comunidad estuvo conformada por 29 especies pertenecientes a 20 familias, 11 Ordenes, 7 Clases y 5 Divisiones (Tabla 8-177). El aporte a la riqueza realizado por la División Chlorophyta alcanzó el 48,8% (13 especies), seguida por la contribución realizada por Cyanobacteria con el 4,5% (10 especies) así como los aportes realizados por Euglenozoa, Bacillariophyta y Ochrophyta con 13,3, 6,9 y 3,4 % (3, 2 y 1 especies) respectivamente.

Tabla 8-176. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga el Convento durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa						
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca sp 1</i> <i>Cyclotella sp 1</i> <i>Cyclotella sp 2</i>						
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp 3</i> <i>Cyclotella sp 4</i> <i>Cyclotella sp 5</i>						
		Ochromytophyta	Xanthophyceae	NA	NA	Xanthophyceae Morfoespecie 1 <i>Gloeocapsa sp 1</i>					
			Chroococcales	Cyanophyceae	Microcystaceae	<i>Microcystis flosaquae</i> <i>Microcystis sp 2</i> <i>Anabaena flos-aquae</i>					
					Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaenopsis sp 1</i> <i>Anabaenopsis sp 3</i> <i>Raphidiopsis sp 1</i> <i>Arthrospira sp 1</i>				
	Oscillatoriales				Phormidiaceae	<i>Arthrospira sp 2</i> <i>Phormidium spp</i>					
	Eubacteria		Cyanobacteria	Cyanophyceae	Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya sp 1</i> <i>Leptolyngbya sp 2</i> <i>Leptolyngbya sp 4</i> <i>Pseudanabaena sp 1</i> <i>Pseudanabaena sp 2</i> <i>Pseudanabaena sp 3</i> <i>Pseudanabaena sp 4</i>				
		Synechococcales				Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp 1</i> <i>Merismopedia sp 1</i>				
		Chlamydomonadales				Sphaeropleaceae	<i>Atractomorpha sp 1</i> <i>Atractomorpha sp 2</i> <i>Characiaceae</i> <i>Actinastrum sp 3</i> <i>Pediastrum boryanum</i> <i>Pediastrum duplex</i> <i>Pediastrum simplex</i>				
						Hydrodictyceae	<i>Pediastrum sp 2</i> <i>Tetraëdron cf. muticum</i> <i>Tetraëdron cf. regulare</i> <i>Tetraëdron minimum</i>				
Neochloridaceae					<i>Golenkinia sp 1</i> <i>Golenkinia sp 2</i> <i>Golenkinia sp 3</i>						
Plantae		Chlorophyta			Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum astroideum</i> <i>Scenedesmus acuminatus</i> <i>Scenedesmus acutus</i> <i>Scenedesmus bicaudatus</i> <i>Scenedesmus javanensis</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Scenedesmus quadrispina</i> <i>Tetrastrum sp</i> <i>Westella sp 1</i>			
								Schroederiaceae	<i>Schroederia sp 1</i> <i>Ankistrodesmus sp 1</i>		
								Selenastraceae	<i>Monoraphidium sp 1</i> <i>Monoraphidium sp 2</i>		
								Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp 4</i> <i>Oocystis sp 5</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Oocystis sp 6</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae (1)	<i>Euglena sp 1</i>

Tabla 8-177. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga el Convento durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa				
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>				
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>				
	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>				
				Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>			
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcystaceae	<i>Microcystis spp</i>				
				Spirulinaceae	<i>Spirulina spp</i>				
				Borziaceae	<i>Borzia spp</i>				
				Oscillatoriaceae	<i>Komvophoron spp</i>				
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	Pseudanabaenales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya spp</i>		
						Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>		
						Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>		
			Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Planktolyngbya spp</i>				
			Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
							Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus bijuga</i>	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>									
<i>Scenedesmus quadrispinia</i>									
Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>								
Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus spp</i>								
	<i>Kirchneriella spp</i>								
	<i>Monoraphidium circinale</i>								
	<i>Monoraphidium contortum</i>								
Sphaeropleaceae	<i>Monoraphidium griffithii</i>								
	<i>Monoraphidium irregulare</i>								
	<i>Atractomorpha spp</i>								
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>		
				Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>				
					N.A.	<i>Morfoespecie 2</i>			
Phacaceae	<i>Phacus spp</i>								

Durante la Primera Fase, la contribución a la abundancia en la ciénaga fue encabezada por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 79,6% a la abundancia total (1395,8 Células/mL), seguida por la División Chlorophyta con un 18,4% (323,2 Células/mL), la División Bacillariophyta con 1,5% (25,5 Células/mL) y en menor cuantía las divisiones Euglenozoa y Ochrophyta con 0,4% (7,0 Células/mL) y 0,2% (2,9 Células/mL), respectivamente (Figura 8-229-A). Durante la Segunda Fase la mayor contribución a la abundancia la realizó el División Cyanobacteria con el 63% de la abundancia total (278,2 Células/mL), seguida de la División Chlorophyta, con el 24, 3% (106,8 Células/mL) y en menor cuantía las divisiones Euglenozoa, Ochrophyta y Bacillariophyta contribuyendo con el 6,1, 5,8 y 0,5% (26,9, 25,4 y 2,2 Células/mL) respectivamente (Figura 8-229-B).

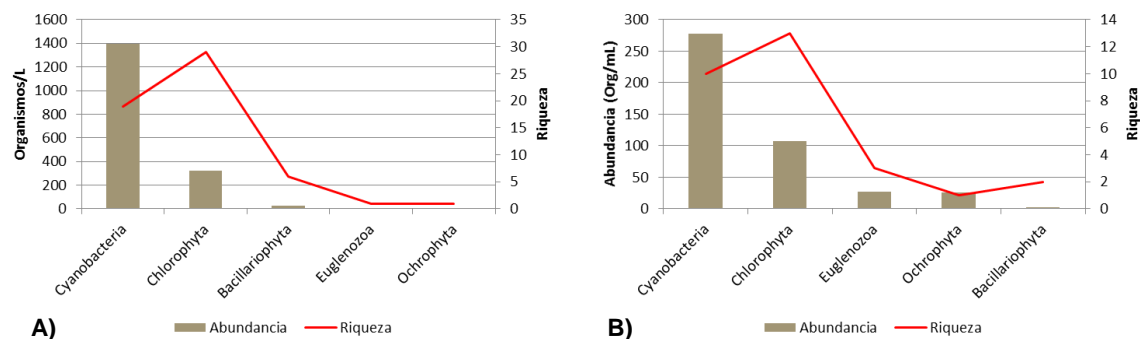


Figura 8-229. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga El Convento durante el año 2015 A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica de la Ciénaga El Convento, durante la Primera Fase, se observó una riqueza muy fluctuante, entre 8 y 30 especies (Puntos 4 y 7 respectivamente); igualmente, la estructura desde el índice de equidad demuestra que en gran parte de la ciénaga, entre los Puntos 4 al 10, se presenta una equidad de media a alta, mientras que en los Puntos 1 al 3 la equidad es baja; así mismo los diversidad de Shannon, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas muy contaminadas” en los Puntos 1 al 3 y “aguas medianamente contaminadas” en los Puntos 4 al 10. Por otra parte, las estructura de la comunidad analizada desde el punto de vista de la dominancia permitió evidenciar que los Puntos 1 al 3 presentan dominancias medias mientras que los puntos 4 al 10 presentan dominancias baja (Tabla 8-178). Por su parte, durante la Segunda Fase, la riqueza fluctuó entre 6 y 13 especies (Puntos 6 y 3, respectivamente), mientras que la estructura de la comunidad, vista desde los índices de equidad indicaron que {esta es media en toda la ciénaga, con excepción de los Puntos 3 y 7, donde fue medio alta; igualmente, la dominancia fue media en toda la ciénaga, con excepción de los Punto 3 y 7 donde fue baja (Tabla 8-179)

Tabla 8-178. Índices ecológicos en la Ciénaga del Convento durante la Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Punto 1	25	0,27	0,88	0,69
Punto 2	24	0,37	1,18	0,57
Punto 3	27	0,34	1,10	0,61
Punto 4	8	0,86	1,79	0,20
Punto 5	28	0,58	1,95	0,26
Punto 6	24	0,62	1,98	0,22
Punto 7	30	0,72	2,45	0,13
Punto 8	25	0,71	2,28	0,16
Punto 9	12	0,75	1,86	0,19
Punto 10	27	0,74	2,45	0,13

Tabla 8-179. Índices ecológicos en la Ciénaga del Convento durante la Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	10	0,49	1,12	0,50
Punto 2	10	0,49	1,12	0,49
Punto 3	13	0,78	2,00	0,19
Punto 4	11	0,60	1,43	0,32
Punto 5	10	0,61	1,42	0,38
Punto 6	6	0,48	0,86	0,59
Punto 7	12	0,79	1,97	0,17
Punto 8	11	0,54	1,29	0,40
Punto 9	8	0,63	1,31	0,36
Punto 10	7	0,68	1,32	0,38

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera ($p= 0,8659$) como en la Segunda Fase ($p= 0,8636$). Al evaluar las diferencias entre los puntos de muestreo durante la Primera Fase, mediante un análisis de clasificación tipo cluster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se determinó que, con una similitud del 50% no existen diferencias entre los puntos evaluados en toda la ciénaga durante la Primera Fase, mientras que durante la Segunda Fase, se conformaron 5 grupos, tres de ellos unitarios, los Puntos 1, 6 y 9, el cuarto grupo conformado por los Puntos 3, 7, 4 y 8 y el quinto grupo conformado por los Puntos 2, 5 y 10 (Figura 8-230-A); indicando una diferencia entre la zona sur, centro y norte de la ciénaga (Figura 8-231).

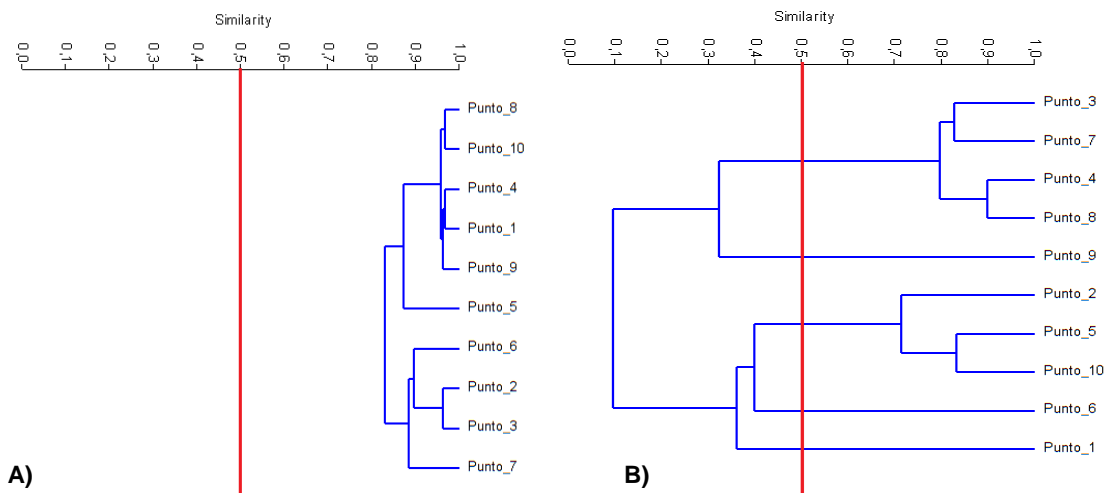


Figura 8-230. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en la Ciénaga El Convento A) Primera Fase B) Segunda Fase

CIÉNAGA EL CONVENTO (FITOPLANCTON)

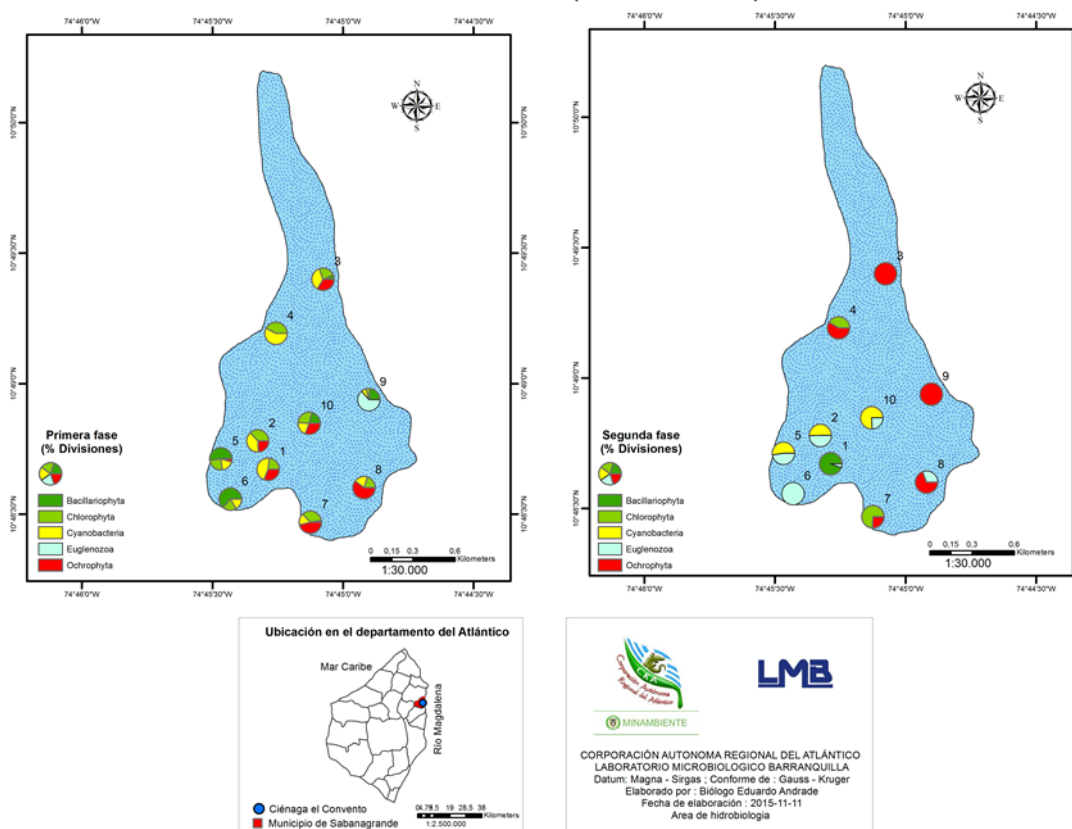
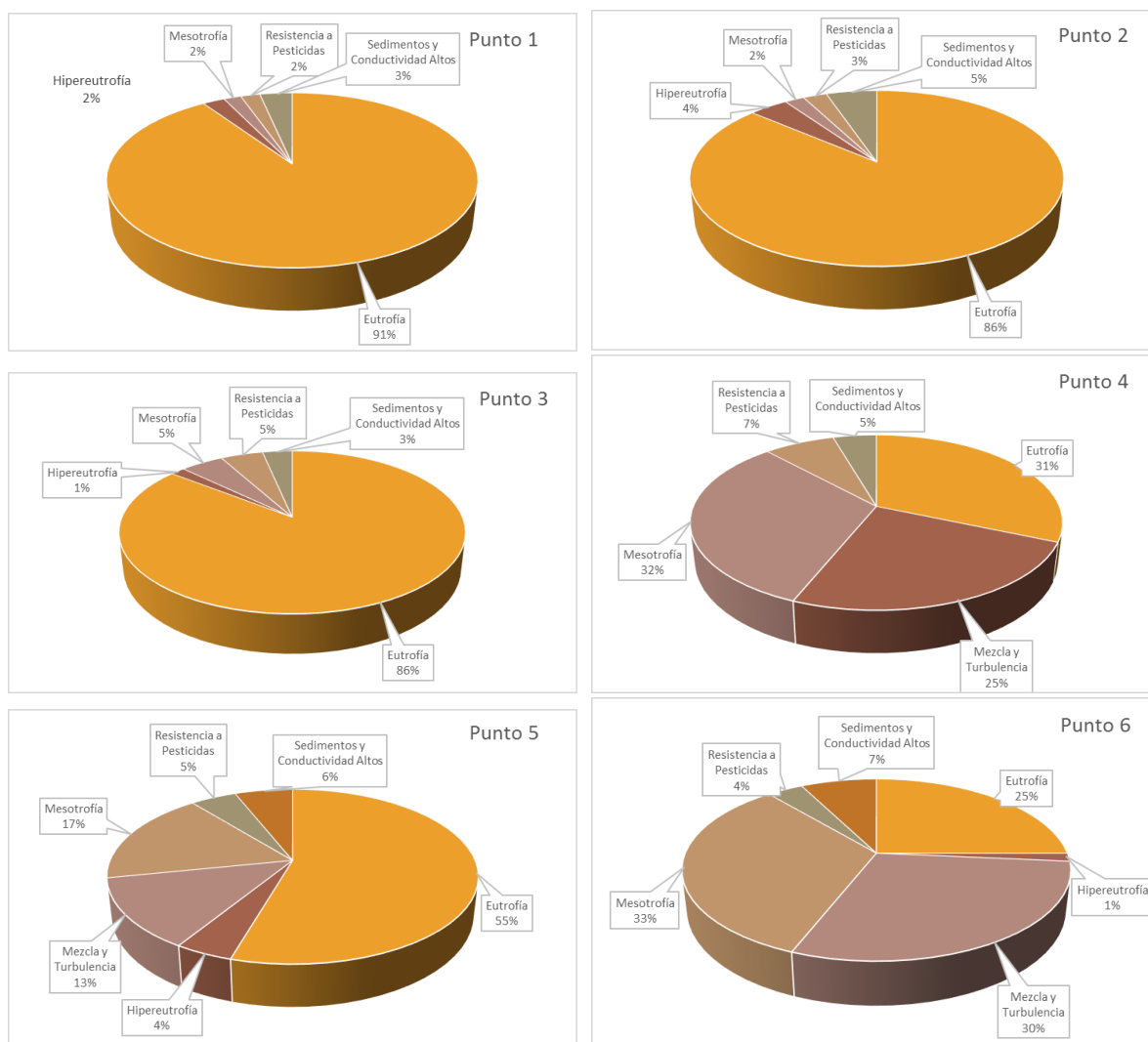


Figura 8-231. Composición del fitoplancton (AR% por clase) en la ciénaga el Convento

El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad, para esto se realizaron dos análisis, uno por punto de muestreo y uno de manera general para la ciénaga, por cada fase del muestreo. Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que sobre el costado sur occidental de la ciénaga, se presenta mezcla y turbulencia (30%), la cual puede deberse a la incidencia de los viento provenientes del nororiente, los cuales llevan las masas de agua en dirección al Punto 6, permaneciendo una mayor tasa de remoción en dicho sector. También se observa que entre la zona sur occidental y centro (Puntos 5, 1, 2 y 10), se presenta el predominio de la eutrofia, al igual que en el punto más al norte (Punto 3), mientras que en el Punto 4, se presenta predominio de la mesotrofia y la eutrofia (32 y 31% respectivamente), sobre la turbulencia y mezcla (25%), indicando que sobre este costado también se presenta el fenómeno de recirculación de agua, causado por la incidencia del viento. En el costado oriental (Punto 9), se presenta en mayor proporción la

mesotrofia (33%) que las bioindicaciones de turbulencia y mezcla (27%) y eutrofia (26%) (Figura 8-232). Para la totalidad de la ciénaga, durante la Primera Fase, se evidenció que la tendencia a la eutrofia en un 50%, seguida de la mesotrofia con un 22%, así como otros procesos tales como mezcla y turbulencia (16%), resistencia a pesticidas (6%), sedimentos y conductividad altos (6%), hipereutrofia (2%) y con muy baja proporción los procesos de presencia de materia orgánica (0,06%) y aguas ricas en sulfatos y cloruro de sodio (0,01%) (Figura 8-233).



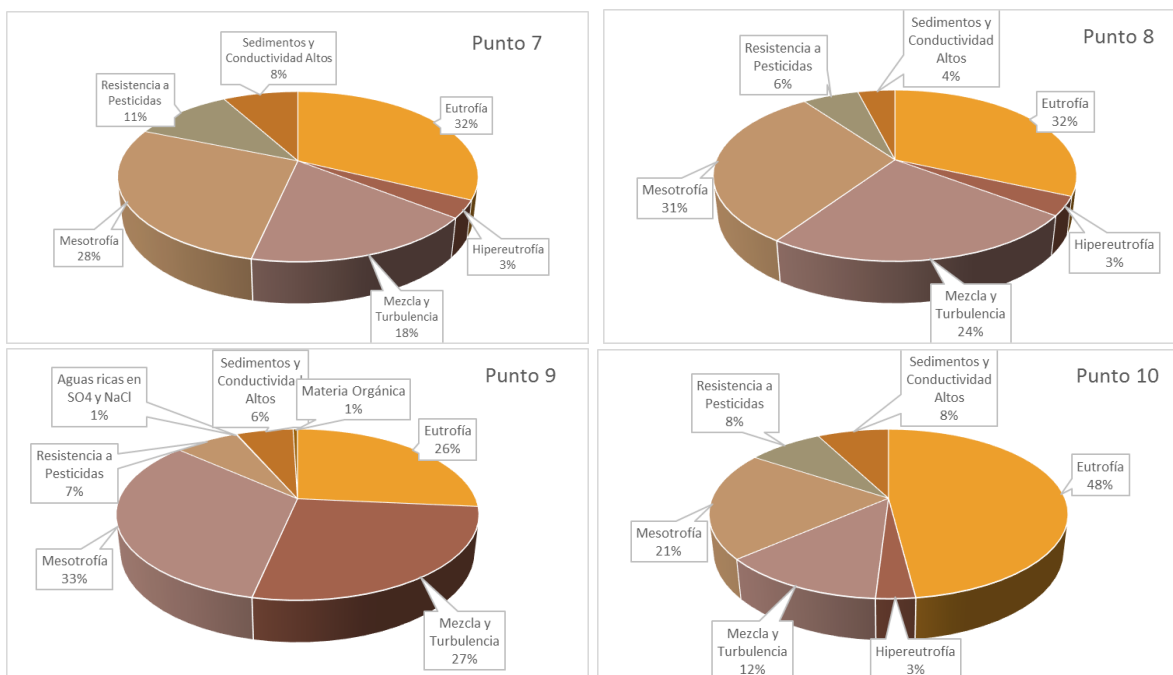


Figura 8-232. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga el Convento, Primera Fase

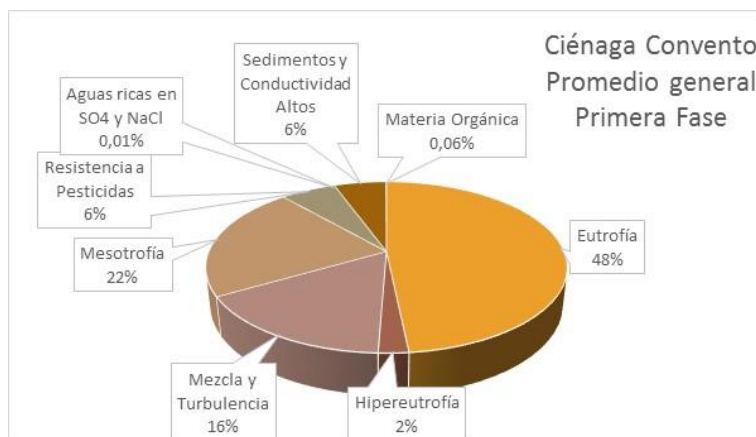
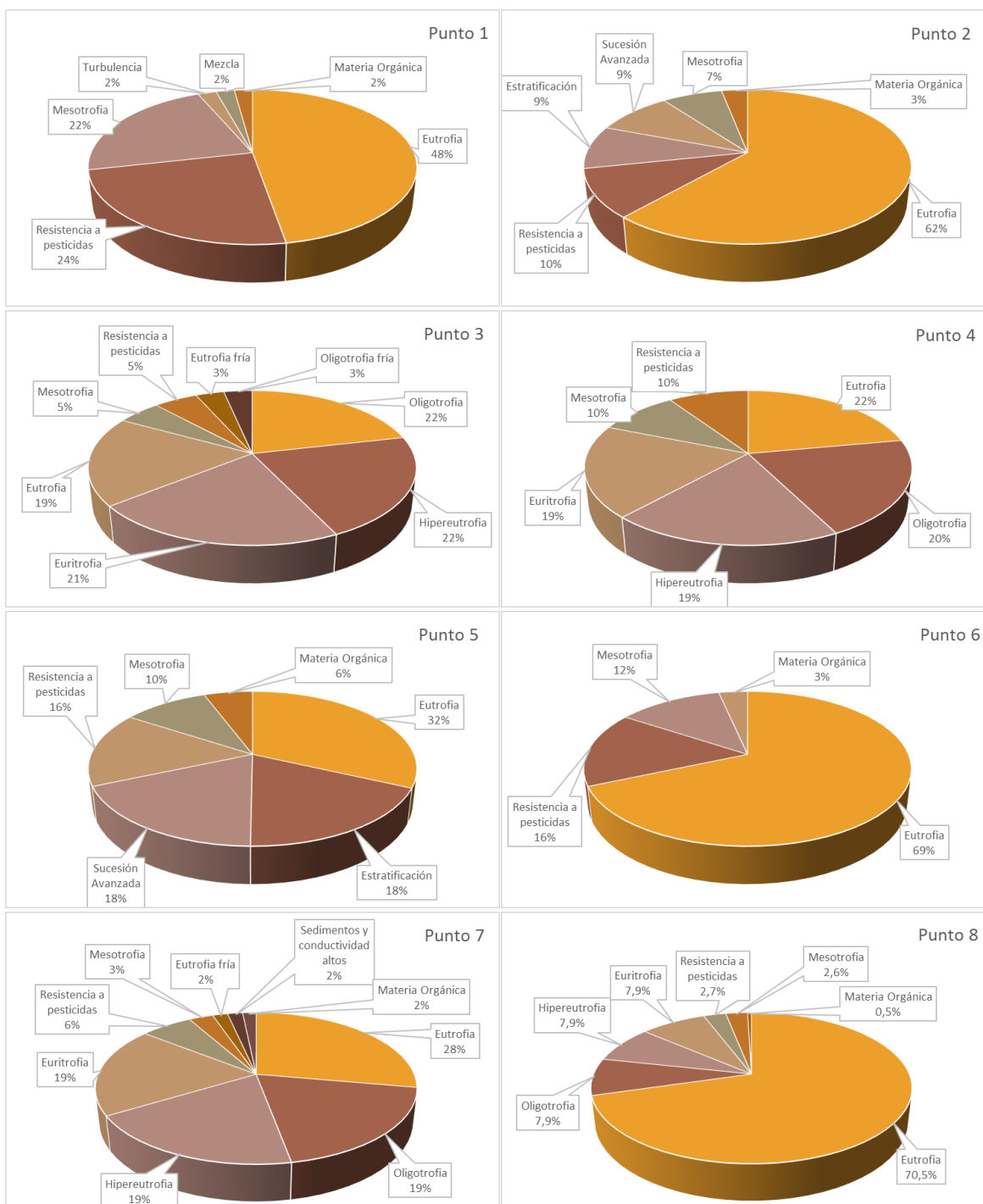


Figura 8-233. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga el Convento durante la Primera Fase

Durante la Segunda Fase, se encontró una ciénaga más homogénea, con mayor proporción de eutrofia en la mayoría de los Puntos, excepto en el Punto 3, donde la oligotrofia, hipereutrofia e eutrofia (amplia distribución trófica) con 21,4% cada una, precedieron la eutrofia 18,7% (Figura 8-234). Igualmente, durante la Segunda Fase una visión general de

la ciénaga permite evidenciar el predominio de la bioindicación eutrofia (45,5%), sobre la oligotrofia (9,6%), hipereutrofia (9,5%) y eutrofia (amplia distribución trófica) (9,5%), entre otras (Figura 8-235).



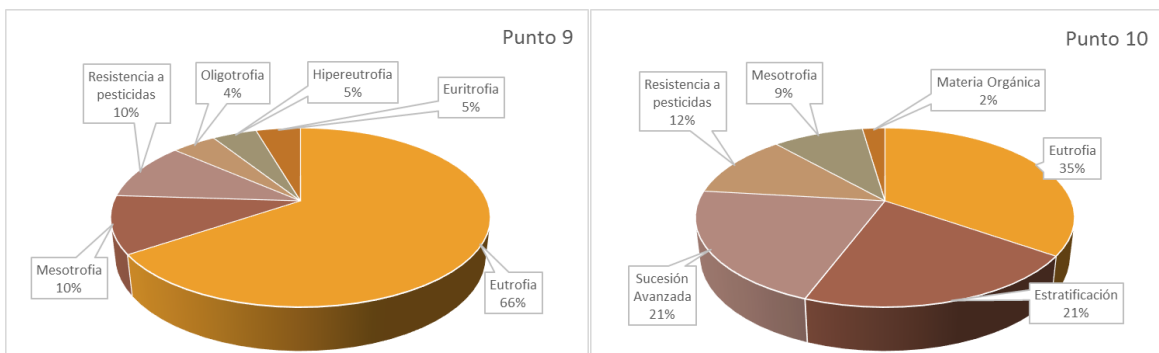


Figura 8-234. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga el Convento, Segunda Fase

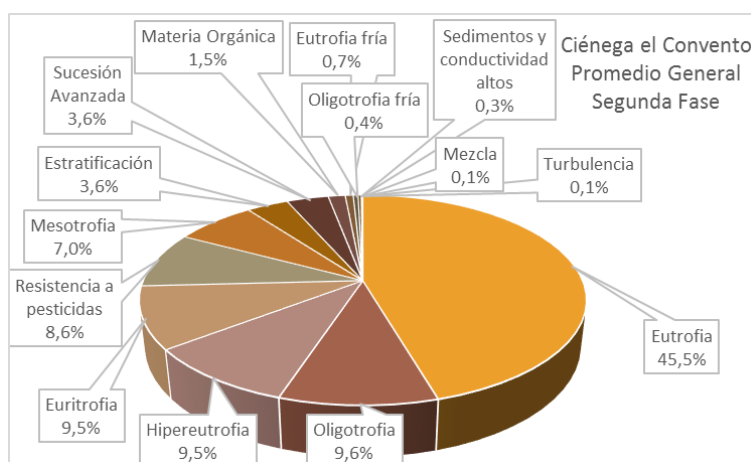


Figura 8-235. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga el Convento durante la Segunda Fase

El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga el Convento, tras el paso de la Primera a la Segunda Fase de muestreo se evidenció en la disminución de la frecuencia de casi todas las Divisiones, excepto Euglenozoa, la cual pasó de encontrarse en el Punto 9 a encontrarse en los Puntos 1, 2, 5, 6, 8 y 10; igualmente sucedió el cambio del predominio de la División Cyanobacteria para dar paso a Ochrophyta, también se evidenció la pérdida de la abundancia y la disminución de la riqueza en cada uno de los sitios evaluados. Además las variaciones permitieron evidenciar diferencias estadísticamente significativas en la composición de la comunidad, mediante un análisis de similaridad de Bray-Curtis, durante la comparación de las diferentes fases de muestreo, siendo la Primera Fase muy homogénea en comparación con la segunda, donde se presentaron grupos asociados a la distribución espacial (zona norte y sur oriental, Puntos 4, 3, 7 y 8; zona centro oriental, Puntos 5, 2, 10, y como los Puntos 1, 6 y 9 fueron

independientes) (Figura 8-236 y Figura 8-231), siendo coherentes con las bioindicaciones predominantes, tanto durante la Primera como durante la Segunda Fase, siendo predominante de la eutrofia para las dos fases, vale resaltar que la zona centro oriental (Puntos 5, 2 y 10) evidencia especies con conocida resistencia a pesticidas.

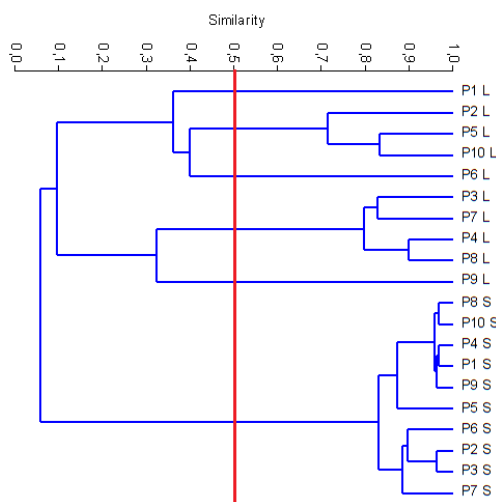


Figura 8-236. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de los organismos fitoplanctónicos en la Ciénaga el Convento, durante las dos fases de muestreo

8.2.4.1.3 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga El Convento durante la Primera Fase, se encontraron 5 especies de macrófitas acuáticas distribuidas en 4 familias, 4 Órdenes, 2 Clases y 1 División, reportadas en los Puntos 3, 4, 5 y 9 (Tabla 8-180). La Familia con la mayor abundancia relativa fue Nelumbonaceae, al registrar valor de 5 durante todos los días de muestreo. Por su parte, en la Segunda Fase se registraron 4 especies clasificadas taxonómicamente en 4 Familias, 4 Órdenes, 2 Clases y una División, en los mismos puntos mencionados anteriormente. Nelumbonaceae también predominó durante todos los días de campo, reportando valores de 5 (Tabla 8-181).

Tabla 8-180. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga el Convento durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Magnoliopsida	Proteales	Nelumbonaceae	<i>Nelumbo lutea</i>	Martillo
			Alismatales	Araceae	<i>Spirodela sp</i>	Lenteja de agua
		Liliopsida	Poales	Typhaceae	<i>Typha dominguensis</i>	Enea
			Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua
					<i>Eichhornia sp</i>	Buchón de Agua

Tabla 8-181. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga el Convento durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Spirodela sp</i>	Lenteja de Agua
			Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua
			Poales	Typhaceae	<i>Typha sp</i>	Enea
		Magnoliopsida	Proteales	Nelumbonaceae	<i>Nelumbo lutea</i>	Martillo

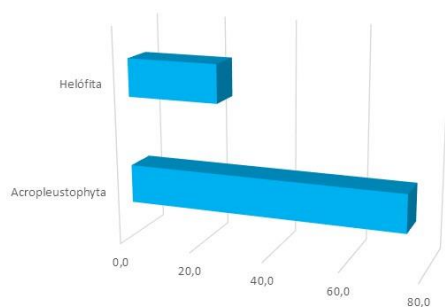
Según los criterios de Schmidt-Mumm, 1988, durante la primera fase de muestreo, el biotopo predominante fue Acropleustophyta, debido a que la mayoría de las especies registradas eran flotantes, seguida de las Helófitas, tal y como *Typha dominguensis* (Tabla 8-182 y Figura 8-237-A). En la Segunda Fase también dominaron las plantas con biotopo Acropleustophyta, seguidas de igual manera de las Helófitas (Tabla 8-183 y Figura 8-237-B).

Tabla 8-182. Biotopos para las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga El Convento, Primera Fase.

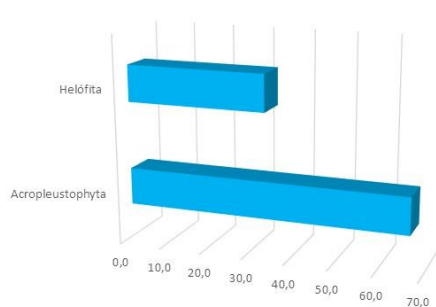
Familia	Taxa	Biotopo
Nelumbonaceae	<i>Nelumbo lutea</i>	ND
Araceae	<i>Spirodela sp</i>	Acropleustophyta
Typhaceae	<i>Typha dominguensis</i>	Helófitas
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Pontederiaceae	<i>Eichhornia sp</i>	Acropleustophyta

Tabla 8-183. Biotopos para las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga El Convento, Segunda Fase.

Familia	Taxa	Biotopo
Araceae	<i>Spirodela sp</i>	Acropleustophyta
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Typhaceae	<i>Typha sp</i>	Helófitas
Nelumbonaceae	<i>Nelumbo lutea</i>	ND



A)



B)

Figura 8-237. Espectro biotipológico de las proporciones de especies en las diferentes formas de vida (biotopos) A) Primera Fase B) Segunda Fase

8.2.4.2 . Comunidades de consumidores

8.2.4.2.1 Zooplancton

En la ciénaga El Convento, la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 27 especies, distribuidas en 13 familias 7 Órdenes, 5 Clases y 3 Phylum. De éstos, el Phylum Rotifera, con la Clase Eurotatoria, representó un 63,0% de la riqueza total (17 especies), seguida por las Clases Branchiopoda y Lobosa las cuales contribuyeron con un 14,8% de la riqueza total cada una (4 especies); las clases Decapoda y Maxillopoda contribuyeron a la riqueza con una especie cada una, representando una contribución del 3,7% respectivamente (Tabla 8-184). Durante la Segunda Fase se reportaron 12 morfoespecies, clasificadas en 9 Familias, 6 Órdenes, 5 Clases y 3 Phylum. La clase Eurotatoria presentó la mayor riqueza, con 8 morfoespecies, representando esto el 66,7%. Las demás Clases aportaron cada una 1 individuo, siendo esto el 8,3% (Tabla 8-185).

Tabla 8-184. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga El Convento, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa				
Protozoa	NA	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella dentata</i>				
					<i>Arcella discoides</i>				
				Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>				
					<i>Centropyxis sp</i>				
				Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella patina</i>			
						<i>Testudinella sp</i>			
					Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>			
						<i>Filinia terminalis</i>			
				Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i>
									<i>Asplanchna sieboldi</i>
									<i>Asplanchna sp</i>
									<i>Brachionus angularis</i>
									<i>Brachionus calyciflorus</i>
	<i>Brachionus caudatus</i>								
	<i>Brachionus havannaensis</i>								
	<i>Brachionus patulus patulus</i>								
	<i>Brachionus plicatilis</i>								
	<i>Brachionus urceolaris</i>								
	<i>Keratella sp 1</i>								
	Dicranophoridae	<i>Encentrum mucronatum</i>							
		<i>Encentrum sp1</i>							
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	ND	Morfoespecie 1					
			Daphniidae	<i>Daphnia sp</i>					
			Moinidae	<i>Moina sp</i>					
			ND	Morfoespecie 1					
			Decapoda	ND	Larva Zoea				
Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Morfoespecie 1						

Tabla 8-185. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga El Convento, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	NA	<i>Diaphanosoma sp1</i>
		ND	ND	ND	Nauplio Morfoespecie 1
		Ostracoda	ND	ND	Ostracoda spp

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Flosculariacea	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>
					<i>Filinia terminalis</i>
	Rotifera	Eurotatoria		Asplanchnidae	<i>Asplanchna sp 2</i>
					<i>Asplanchna priodonta</i>
			Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
				Dicranophoridae	<i>Encentrum sp</i>
				Lecanidae	<i>Lecane leontina</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>

Al observar las abundancias de las Clases en la Primera Fase se evidenció el predominio de los representantes de la Clase Eurotatoria, la cual contribuyó con el 78,2% de la abundancia total (1605,9 Organismos/L), seguido por el aporte realizado por las Clases Lobosa (13,28% de la abundancia total), Branchiopoda (4,1%), Maxillopoda (3,8%) y Decapoda (0,6%) (Figura 8-238-A). Eurotatoria también fue la clase más abundante en la Segunda Fase, con 234,25 Organismos/L, contribuyendo así como el 79,1% del total. Le siguieron en orden de abundancia Branchiopoda con 34,08 Organismos/L (11,5%), Clase Arthropoda ND con 18,75 (6,3%), Ostracoda con 8,97 Organismos/L (3%), y Lobosa con 0,24 Organismos/L (0,1) (Figura 8-238-B). Las abundancias de la comunidad fitoperifítica registrada se observan en el Anexo F.

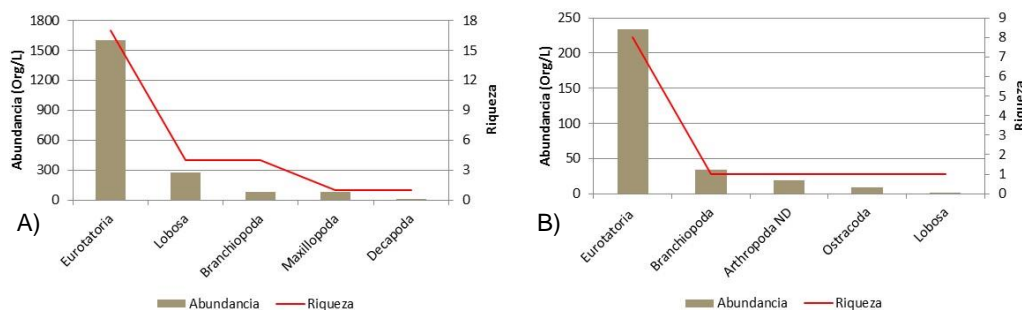


Figura 8-238. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga El Convento A) Primera Fase y B) Segunda Fase

En la Primera Fase, los puntos que mayor contribuyeron a la riqueza fueron el 9, 6 y 2 (13, 12 y 10 especies respectivamente), mientras que en el punto 5 solamente se reportaron 4 especies. 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 a media, ya que sus valores fluctuaron entre 0,12 y 0,57, observándose una dominancia media en los Puntos 10, 5 y 8 y baja en los Puntos 2, 7, 6 y 3. Por su parte el índice de Pielou reveló que la comunidad zooplanctónica de los Puntos 7 y 2 se encuentra muy equilibrada, mientras que en los Puntos 1 y 2, presenta tendencias al el equilibrio y en los Puntos 4, 5, 8, 9 y 10 se

encuentra medianamente equilibrada. De acuerdo a la interpretación del índice de Shannon-Wiener, los puntos 2, 3, 6 y 7 presentan “aguas medianamente contaminadas”, mientras que los otros puntos presentan “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-186). Durante la Segunda Fase los puntos 1 y 2 presentaron una sola especie, por lo que los índices de de Pielou y Simpson no pudieron ser calculados, pero si el de Shannon, que muestra la mínima equidad. Además, el punto 9 no presentó riqueza, por lo que no se pudieron calcular los índices en este. Los puntos con más riqueza fueron el 6, 7, 8 y el 10, siendo mayor en este último. En estos puntos se presentaron los mayores valores de equidad y los menores de dominancia. Respecto a la interpretación del índice de Shannon-Wiener según Roldán y Ramírez (2000), solo los puntos 7 8 y 10 presentan “aguas medianamente contaminadas”, mientras que los demás presentan “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-187).

Tabla 8-186. Índices ecológicos del fitoplancton en la Ciénaga de El Convento, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	8	0,71	1,48	0,34
Punto 2	10	0,94	2,17	0,12
Punto 3	9	0,83	1,81	0,19
Punto 4	8	0,64	1,33	0,39
Punto 5	4	0,69	0,96	0,50
Punto 6	12	0,88	2,18	0,15
Punto 7	9	0,93	2,05	0,14
Punto 8	8	0,47	0,98	0,51
Punto 9	13	0,57	1,47	0,36
Punto 10	9	0,45	0,99	0,57

Tabla 8-187. Índices ecológicos del fitoplancton en la Ciénaga de El Convento, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	1	-	0	-
Punto 2	1	-	0	-
Punto 3	5	0,619	0,996	0,415
Punto 4	5	0,630	1,014	0,412
Punto 5	2	0,761	0,527	0,630
Punto 6	6	0,792	1,420	0,320
Punto 7	8	0,801	1,666	0,258
Punto 8	6	0,874	1,566	0,255
Punto 9	0	-	0	-
Punto 10	7	0,799	1,554	0,254

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los días de muestreo, tanto en la Primera Fase ($p=0,8781$), como en la Segunda ($p=0,928$). Se realizaron dendrogramas de similitud utilizando el índice de Bray-Curtis para las dos fases de muestreo, pudiéndose determinar que en la Primera Fase, los puntos presentan una similitud mayor al 50% (Figura 8-239-A).

Sin embargo, los puntos en la Segunda Fase forman 4 grupos: uno que une los puntos 1 y 2 (los cuales presentaron una sola especie cada uno), otro enlaza los puntos 3, 4 y 5 (con los menores valores de equidad según los índices de Pielou y Simpson), y un tercero que une los puntos 6, 7, 8, y 10 (los cuales presentaron los mayores valores de riqueza, equidad, y los menores de dominancia). Además, por no presentar riqueza, el punto 9 formó una rama aparte (Figura 8-239). La contribución por clase y su relación espacial se observa en el Figura 8-240.

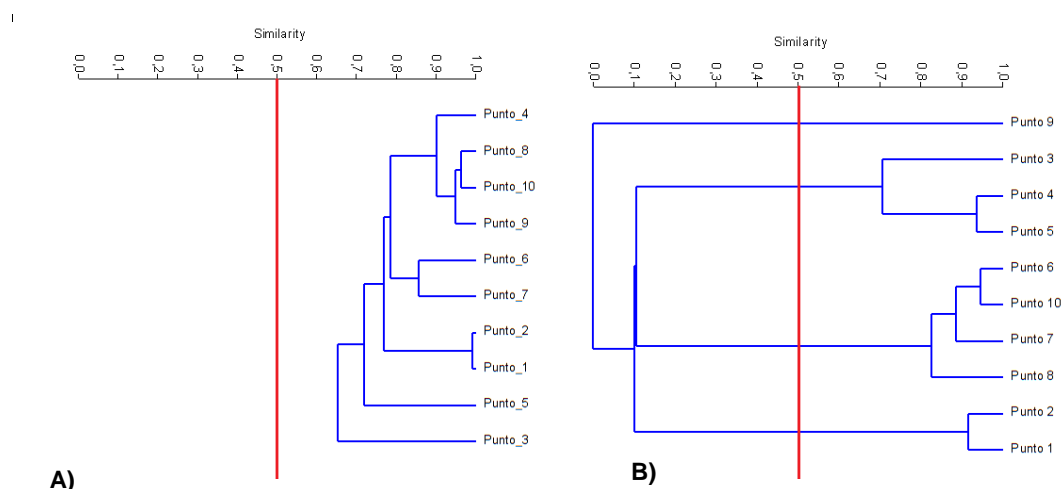


Figura 8-239. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga el Convento A) Primera Fase, B) Segunda Fase.

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que la mayoría de los puntos evaluados en la ciénaga presentan tres bioindicaciones predominantes, altos contenidos de sales, eutrofia y pH alcalino, todas ellas en proporciones similares, excepto en el Punto 7, donde ocurrió un ligero incremento en la proporción de la eutrofia y se evidenció la presencia de aguas duras, y en el Punto 9, donde también se evidenció un leve incremento en la proporción de eutrofia y se evidenció la presencia de mesotrofia (Figura 8-241). De manera general para la ciénaga se observó el predominio de aguas eutróficas (33,49%), con pH alcalino y con alto contenido de sales (33,01% cada una) (Figura 8-242). En la Segunda Fase, solo hubo tres procesos bioindicados, Eutrofia, pH alcalino, y altos contenidos de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos; las proporciones fueron de 34. 33 y 33% en todos los puntos analizados, debido a que solo dos especies se encontraban documentadas en la bibliografía. Los puntos 1 y 2 no presentaron bioindicación y no pudieron ser analizados, al igual que el punto 9 (Figura 8-243 y Figura 8-244).

CIÉNAGA EL CONVENTO (ZOOPLANCTON)

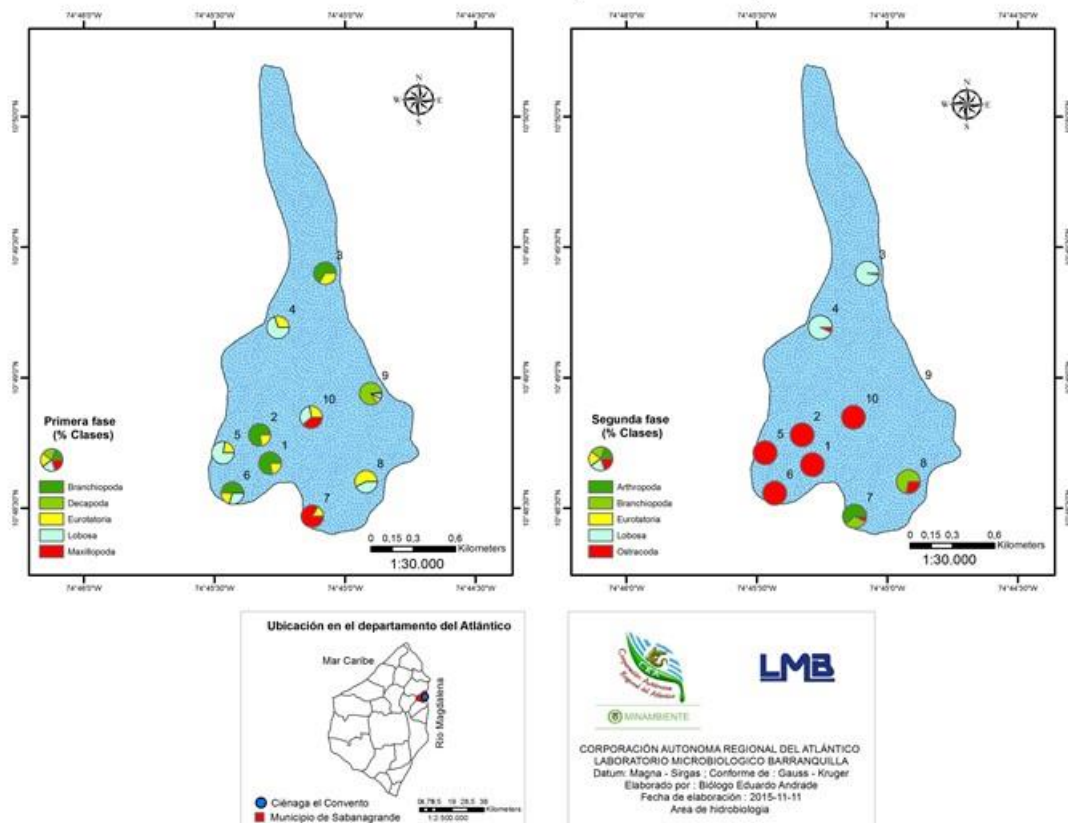
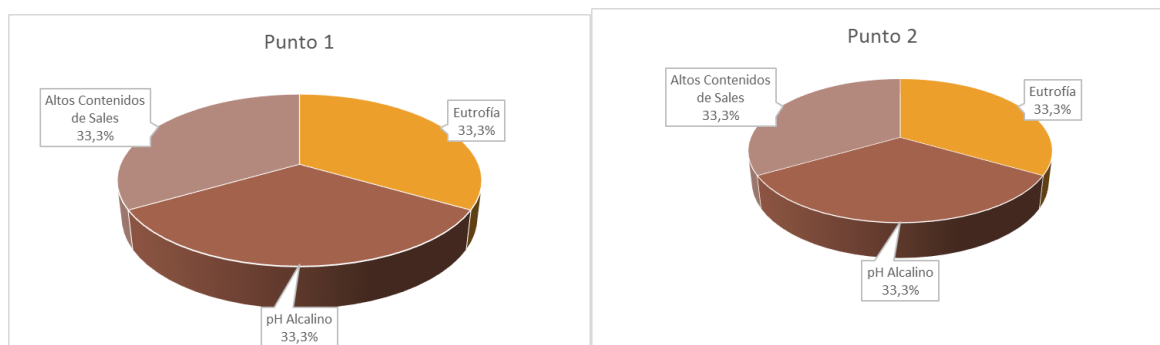


Figura 8-240. Distribución de los organismos zooplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga el Convento, Primera y Segunda Fase



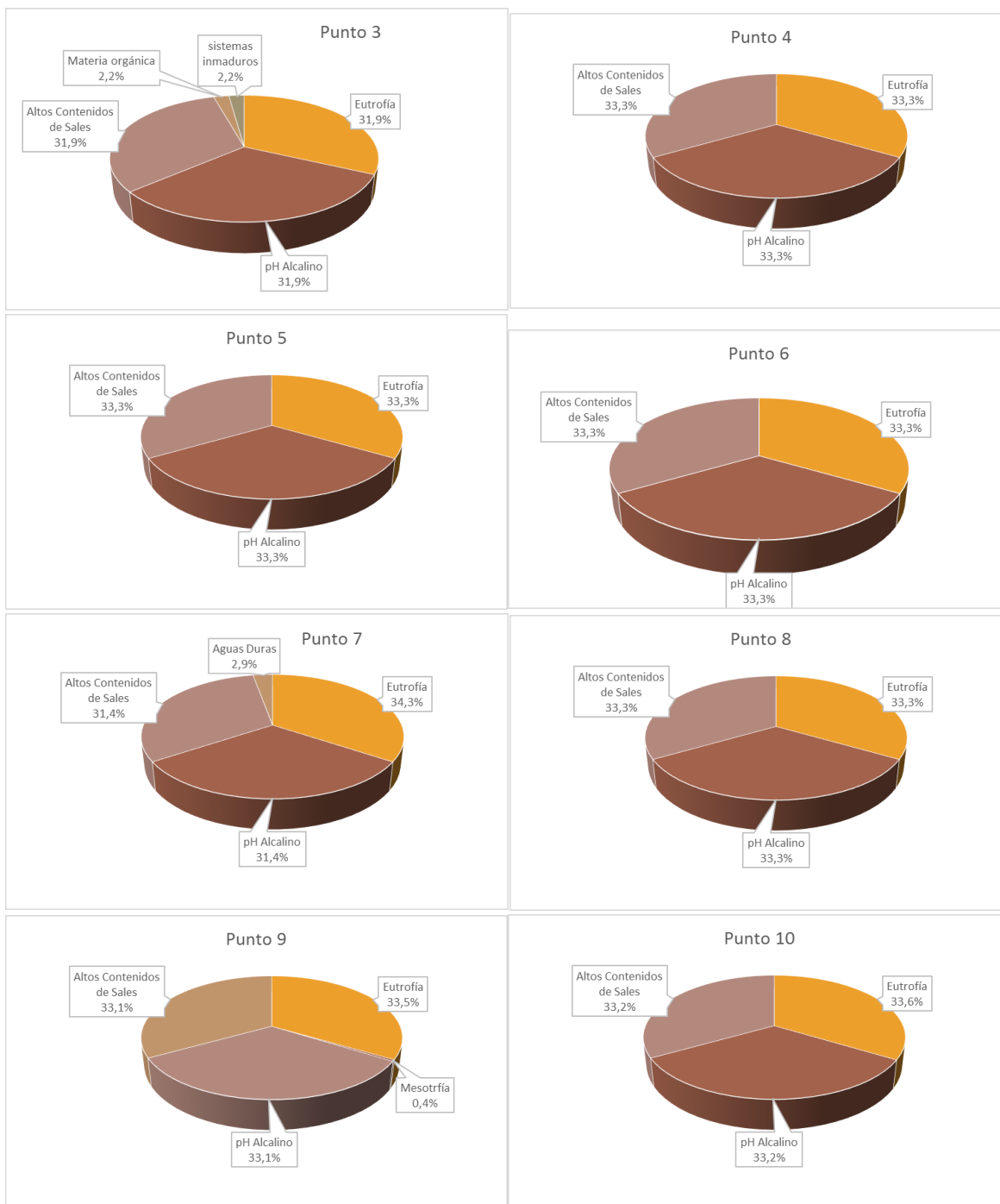


Figura 8-241. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga el Convento, Primera Fase

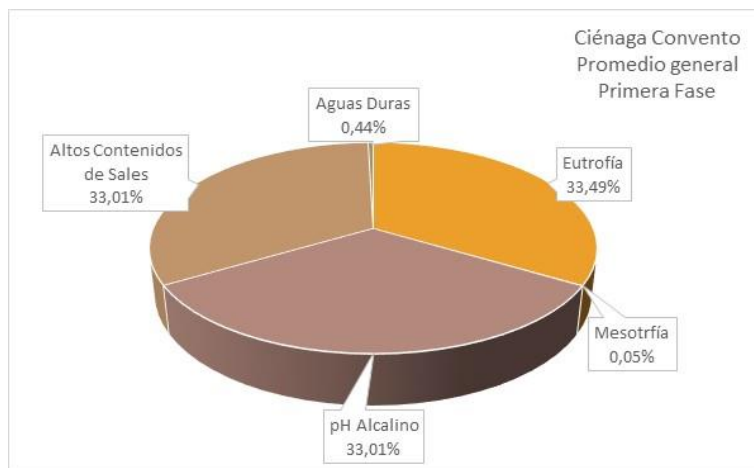
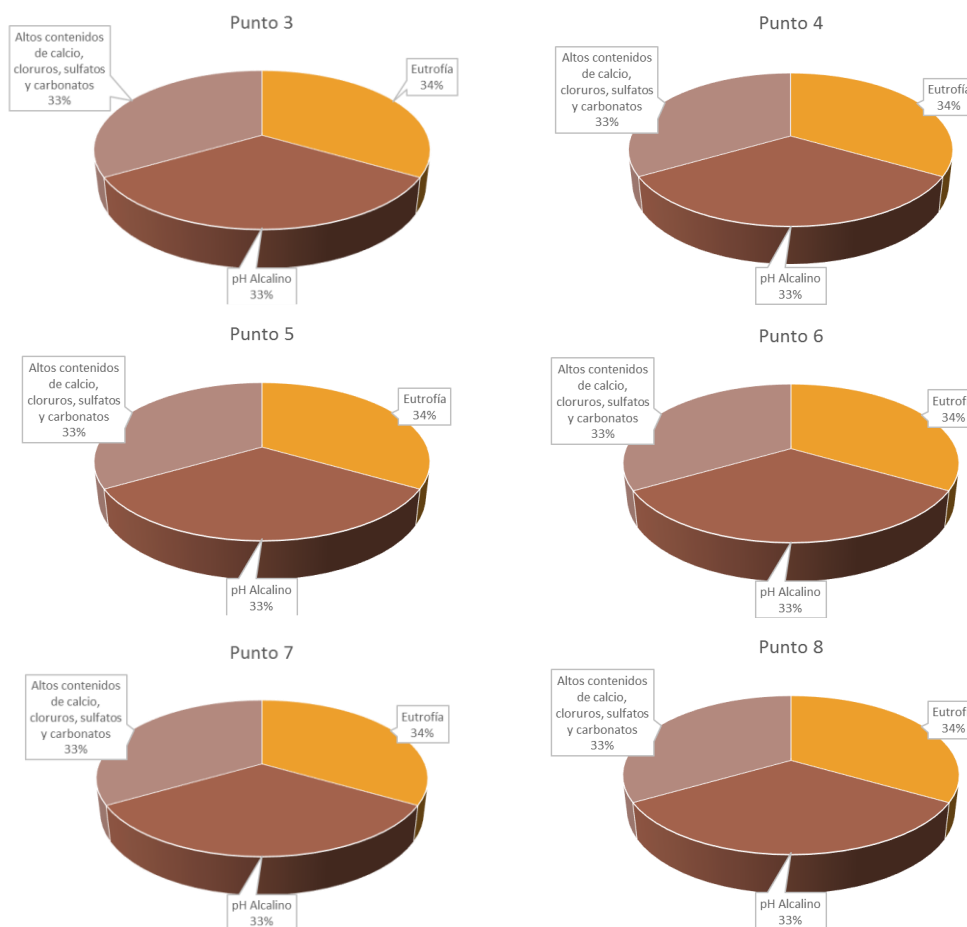


Figura 8-242. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga el Convento durante la Primera Fase



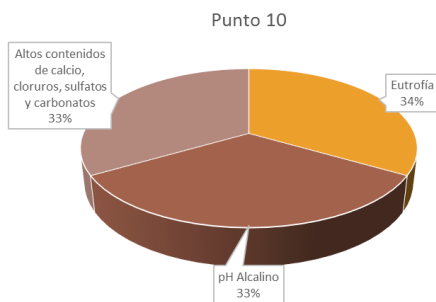


Figura 8-243. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga el Convento, Segunda Fase

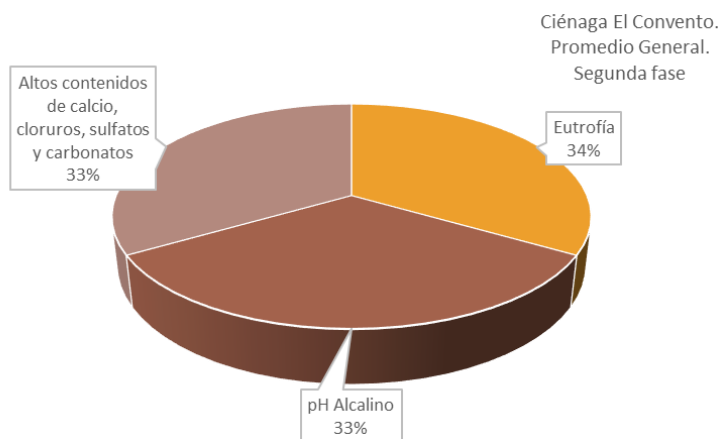


Figura 8-244. Procesos bioindicados (promedio general) de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga el Convento durante la Segunda Fase

Se puede considerar este cuerpo de agua como un sistema eutrofizado, teniendo en cuenta la dominancia de los rotíferos tanto en la abundancia como en la riqueza, en las dos fases de muestreo. Esto puede ser corroborado por los procesos bioindicados en ambas fases, en donde la eutrofia fue la predominante. Se pueden ver fuertes cambios en la estructura de la comunidad, tanto en la riqueza (al pasar de 27 a 12 morfoespecies), como en la distribución de esta comunidad en los diferentes puntos de muestreo. En el dendrograma general de los puntos de la ciénaga (Figura 8-245), se puede ver que todos los puntos de la Primera Fase se agrupan en una sola rama, mientras que los de la Segunda Fase, se distribuyen en las otras tres ramas. Los puntos 1, 2, 3, 4 y 5 de la Segunda Fase fueron los puntos con menor diversidad. Se puede ver que los puntos 6, 7, 8, y 10, al tener mayor diversidad, se ubican en la rama principal. El punto 9 de la Fase 2 es completamente diferente al resto de los otros puntos, debido a la ausencia de organismos en la muestra

analizada. Estos cambios pueden deberse al proceso de desecación por el que actualmente pasa la ciénaga.

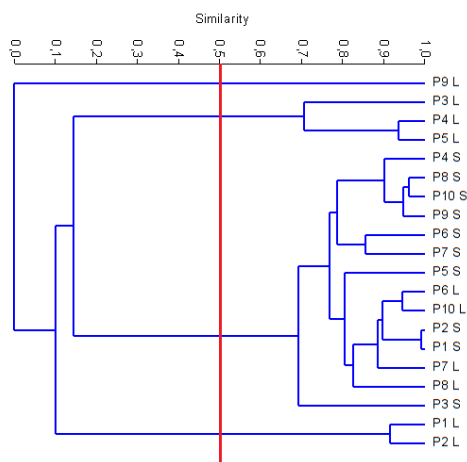


Figura 8-245. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de Zooplancton en la Ciénaga el Convento, durante las dos fases.

8.2.4.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga El Convento estuvieron representados por 12 morfoespecies pertenecientes a 7 familias, 5 Ordenes y 3 clases, de las cuales la Clase Insecta contribuyó a la riqueza en mayor proporción, 66,7% de riqueza total, lo que correspondió a 8 especies; seguido de las Clases Clitellata (subclase Oligochaeta) y Bivalvia, con 16,7% de la riqueza total cada una (2 especies respectivamente) (Tabla 8-188). Durante la Segunda Fase, la comunidad estuvo representada por 7 morfoespecies pertenecientes a 6 familias, 6 Ordenes y 3 clases, de las cuales la Clase Gastropoda contribuyó con el 57,1% de la riqueza total (4 morfoespecies), seguido de la Clase Bivalvia, con el 28,6% (2 morfoespecies) y la Clase Insecta con 14,3% (1 morfoespecie) (Tabla 8-189).

Tabla 8-188. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga El Convento, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa			
Animalia	Annelida	Clitellata / Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 2			
				Tubificidae	Morfoespecie 1			
	Arthropoda	Insecta		Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1		
					Subfamilia Chironominae			
					Subfamilia Orthoclaadiinae			
					Subfamilia Tanypodinae			
				Hemíptera	Corixidae			Morfoespecie 1
								Morfoespecie 2

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					Morfoespecie 3
				Notonectidae	Morfoespecie 1
	Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Corbulidae	<i>Corbicula fluminea</i>
			Unionoidea	Mycetopodidae	<i>Anodontites sp</i>

Tabla 8-189. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga El Convento, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1
		Bivalvia	Veneroidea	Corbulidae	<i>Corbicula fluminea</i>
					<i>Polymesoda solida</i>
Animalia	Mollusca		Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Pomacea sp</i>
		Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Drepanotrema sp</i>
			Caenogastropoda	Hydrobiidae	<i>Pyrgophorus sp</i>
			Discopoda	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>

Los aportes a la abundancia fueron liderados por la Clase Insecta (846,8 Organismos/m², 82,0% de la abundancia relativa), seguida de la Clase Bivalvia (146,8 Organismos/m², 14,2% de AR) y la Clase Clitellata (subclase Oligochaeta) (38,5 Organismos/m², 3,7% de AR) (Figura 8-246).

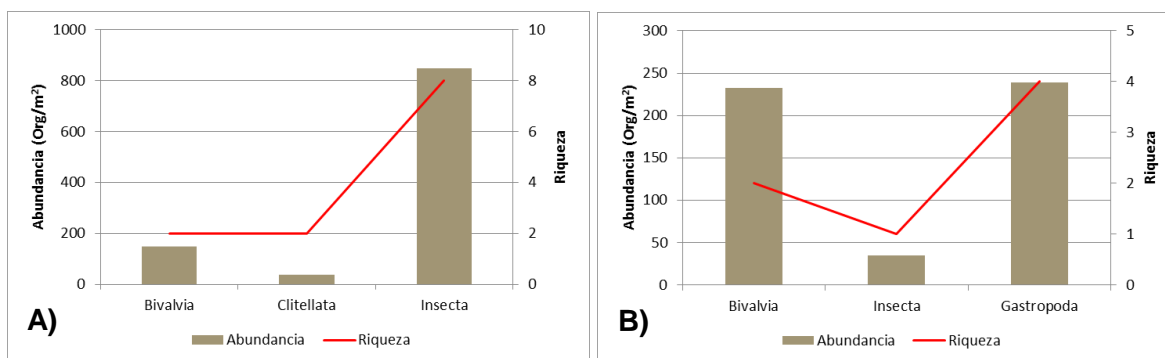


Figura 8-246. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga El Convento A) Primera Fase B) Segunda Fase

Los índices ecológicos calculados para la Segunda Fase, permitieron evidenciar que la riqueza de especies fue mayor en el Punto 4 (7 especies) y el Punto 2 (6 especies), siendo menor en el Punto 9 (2 especies). La estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, demostró que el Punto 3 presenta las mayores dominancias ($\lambda' = 0,75$), y el Punto 4 las menores ($\lambda' = 0,24$) (Tabla 8-190). Así mismo observando la equidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, con el índice de Pielou, se evidenció que los Puntos 6 y 7 son muy equitativos (0,93 y 0,91 respectivamente), mientras que el Punto 3 tiende a la entropía ($J' = 0,36$); el otro índice de equidad evaluado, el índice

de Shannon-Wiener, arrojó valores entre 0,5 y 1,59, valores que según la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008), demuestran de la presencia de “aguas muy contaminadas” para todos los puntos de muestreo, excepto en el Punto 4, donde se indica la presencia de “aguas medianamente contaminadas”. Por otra parte, durante la Segunda Fase, el Punto 1 fue que mayor contribuyó con la riqueza, con 6 morfoespecies, seguido del Punto 10, mientras que el Punto 8 fue el que menos contribuyó, con 1 morfoespecie, razón por la cual no pudieron ser determinados los índices en este punto. Por su parte el índice de equidad de Pielou permitió evidenciar que casi todos los puntos presentan una equidad alta, con excepción de los Puntos 5 y 7 donde es medio alta ($J' = 0,68$ y $0,74$ respectivamente); igualmente las dominancias fueron medias en los Puntos 5, 4 y 7 ($\lambda' = 0,70$, $0,60$ y $0,54$, respectivamente), siendo bajas en los puntos restantes; por último, el valor del índice de Shannon-Wiener indicó la presencia de aguas muy contaminadas en todos los puntos, excepto en el Punto 1, donde se presentaron aguas medianamente contaminadas (Tabla 8-191).

Tabla 8-190. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de El Convento, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	5	0,58	0,93	0,50
Punto 2	6	0,64	1,14	0,41
Punto 3	4	0,36	0,50	0,75
Punto 4	7	0,82	1,59	0,24
Punto 5	3	0,84	0,92	0,43
Punto 6	3	0,93	1,03	0,38
Punto 7	3	0,91	1,00	0,41
Punto 8	5	0,71	1,14	0,37
Punto 9	2	0,86	0,59	0,59
Punto 10	4	0,89	1,23	0,32

Tabla 8-191. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de El Convento, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	6	0,93	1,66	0,21
Punto 2	3	0,80	0,88	0,49
Punto 3	3	0,89	0,97	0,42
Punto 4	2	0,85	0,59	0,60
Punto 5	2	0,68	0,47	0,70
Punto 6	3	0,99	1,08	0,34
Punto 7	3	0,74	0,81	0,54
Punto 8	1		0,00	1,00
Punto 9	3	0,97	1,06	0,36
Punto 10	4	0,84	1,17	0,37

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que la mayoría de los puntos de la ciénaga de Convento presenta una calidad de agua “muy crítica”, lo que indica “aguas fuertemente contaminadas” (Punto 4 al 10), mientras que en los puntos 1, 2 y 3 la calidad del agua fue “crítica”, es decir, con presencia de “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-192). Lo anterior, unido al valor del índice ASPT, a la ausencia de efemerópteros, plecópteros, tricópteros y los valores de los índices EPT:C, EPT:Total, ratifican dicho estado de contaminación, excepto los Puntos 1 al 4, donde el índice ASPT indica una mejor calidad de aguas (“aguas moderadamente contaminadas”) que el BMWP/Col. Por su parte, durante la Segunda Fase, los valores del índice BMWP/Col continuaron indicando aguas con calidad “muy crítica” o con aguas fuertemente contaminadas, en la mayoría de los puntos evaluados, excepto en el Punto 1, donde se observaron aguas de calidad “crítica” o aguas muy contaminadas; aclarando que a pesar de la presencia de organismos bentónicos en el Punto 8, no se presentaron familias que puntuaran para el índice BMWP/Col (Figura 8-247); por su parte el índice ASPT, a la ausencia de efemerópteros, plecópteros, tricópteros y los valores de los índices EPT:C, EPT:Total, ratifican dicho estado de contaminación, excepto entre los Puntos 2 al 7, mientras que para el Punto 9 y 10, la calidad del agua indicada por el índice ASPT, fue “crítica” y para el Punto 1 fue “dudosa” (Tabla 8-193).

Tabla 8-192. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Convento, Primera Fase

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10
Familias que puntúan	3	3	3	2	1	1	1	2	2	2
Índice BMWP/Col	16	16	16	9	2	2	2	3	3	3
Valor ASPT	5,3	5,3	5,3	4,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5
EPT	0,0	0,0	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	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	0,0	0,0

Tabla 8-193. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Convento, Segunda Fase

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10
Familias que puntúan	4	2	2	1	1	2	2	0	1	3
Índice BMWP/Col	19	5	5	2	2	5	5	0	3	10
Valor ASPT	4,8	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5		3,0	3,3
EPT	0,0	0,0	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	0,0	0,0			0,0
EPT:Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

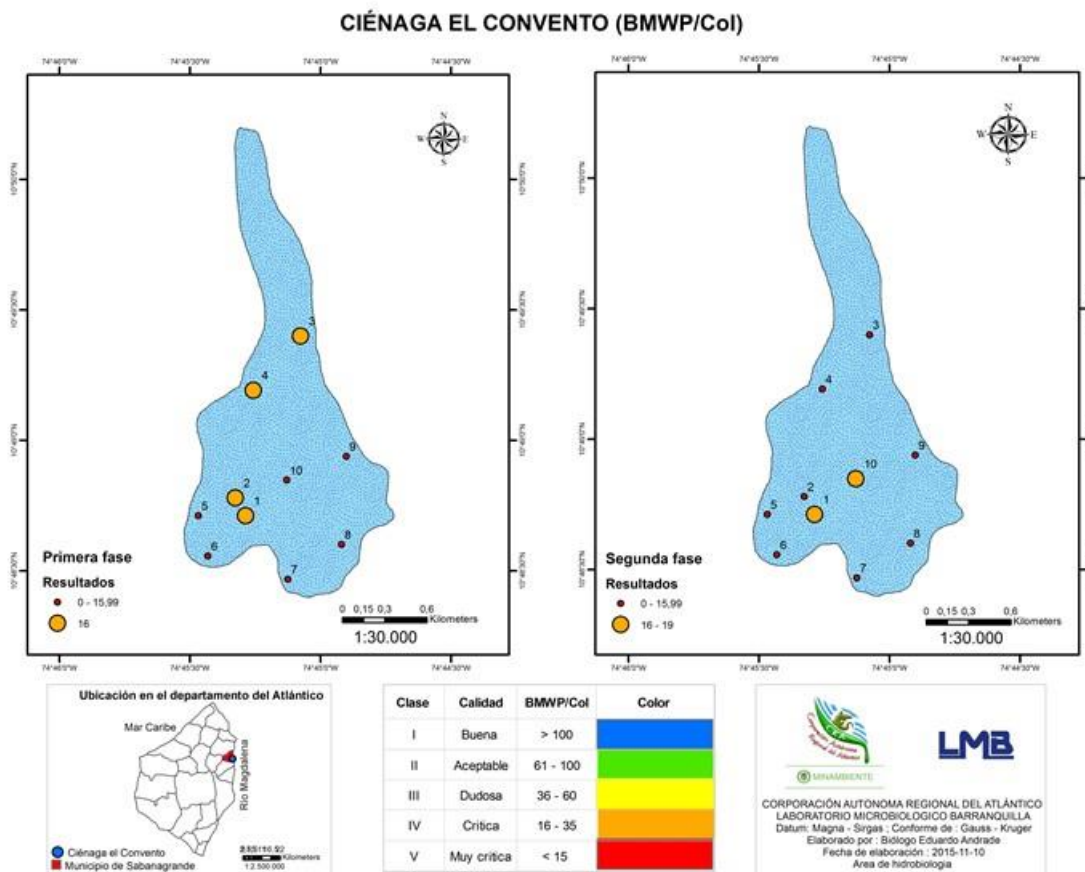


Figura 8-247. Índice BMWP/Col en la ciénaga el Convento, Primera y Segunda Fase

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados tanto en la Primera Fase ($p=0,4043$) como durante la Segunda Fase ($p=0,2379$). Igualmente se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que no existen diferencias entre los puntos evaluados, durante la Primera Fase, ni durante la Segunda Fase, un 50% de similitud (Figura 8-248).

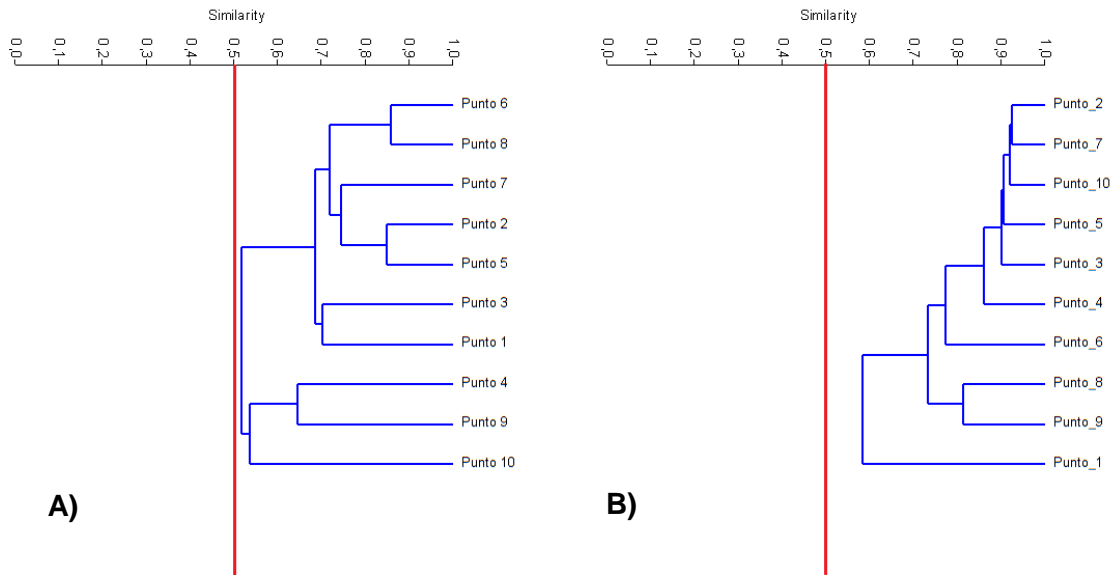
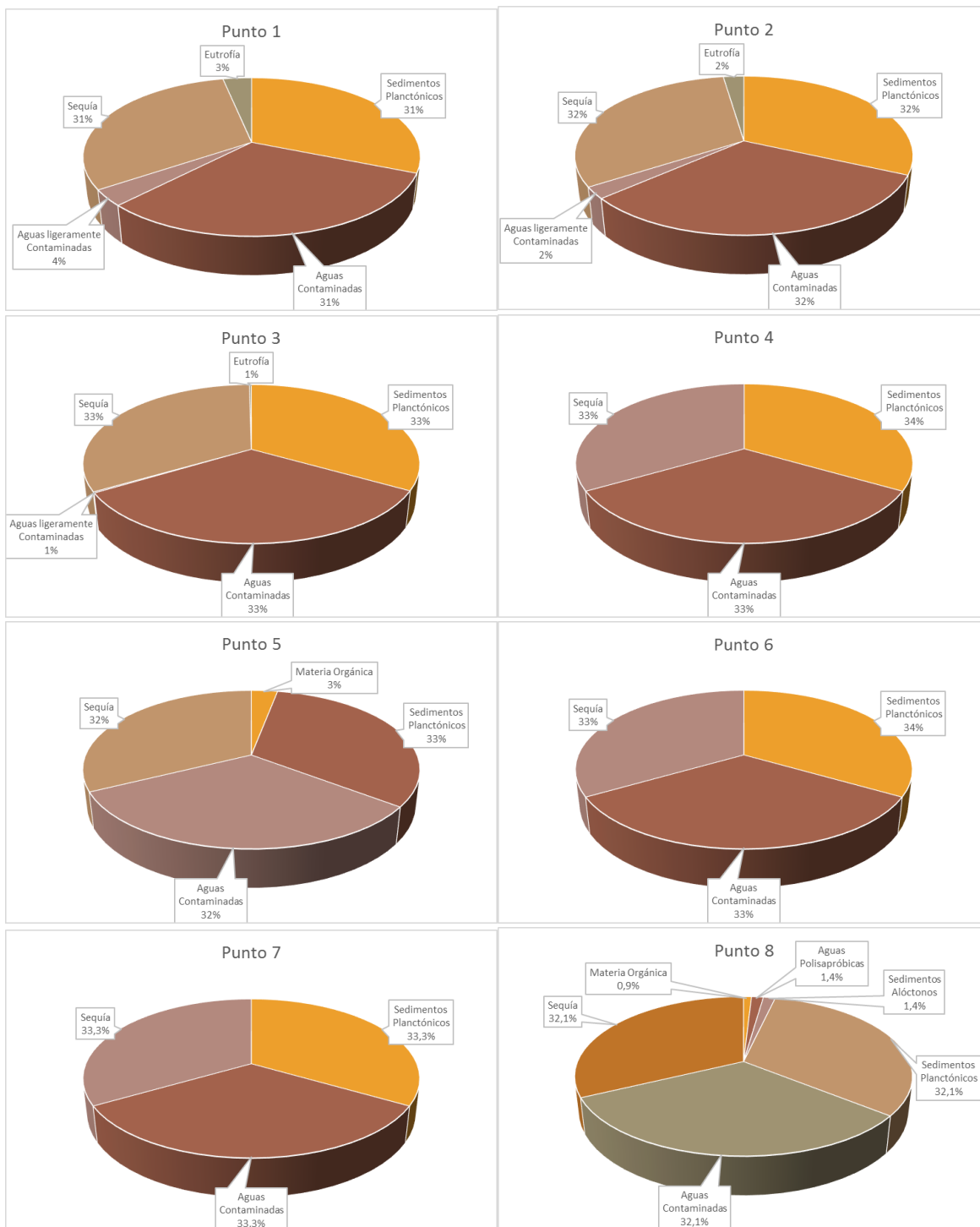


Figura 8-248. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los puntos de muestreo de la Ciénaga el Convento A) Primera Fase, B) Segunda Fase.

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observaron tres bioindicaciones predominantes en los puntos de los costados norte, occidentales y sur-occidental, correspondientes a presencia de sedimentos planctónicos, aguas contaminadas y sequía. Indicándose también en los puntos 1 y 2 la bioindicación de eutrofia en baja proporción (3 y 2% respectivamente), así como la presencia de materia orgánica (3%) en el punto 5. Para los puntos del costado oriental, en especial el Punto 9, aunque predominaron la sequía, aguas contaminadas y los sedimentos planctónicos (26,4% cada una), las bioindicaciones de aguas polisapróbicas y sedimentos alóctonos obtuvieron valores considerables (10,3% cada una). Por su parte el Punto 8, ubicado también en el costado oriental, presentó el predominio de la sequía, aguas contaminadas y los sedimentos planctónicos (32,1% cada una), con la bioindicación de materia orgánica, aguas polisapróbicas y sedimentos alóctonos en bajas proporciones (0,9, 1,4 y 1,4% respectivamente). Así mismo, el Punto 7, ubicado en el costado sur oriental, presentó bioindicaciones de sequía, aguas contaminadas y los sedimentos planctónicos (33,3% cada una). Por otra parte, en el punto central (Punto 10) se observó la homogeneidad de las bioindicaciones de la ciénaga, ya que todas contribuyeron en la misma proporción (Figura 8-249). Por último, al observar la ciénaga de manera general, se pudo evidenciar que las bioindicaciones de sequía, sedimentos planctónicos y aguas contaminadas fueron las predominantes, (31,8% cada una), seguidas de la presencia de sedimentos alóctonos y aguas polisapróbicas (1,2% cada una) y de aguas ligeramente contaminadas (0,9%) y presencia de materia orgánica (0,3%) (Figura 8-250).



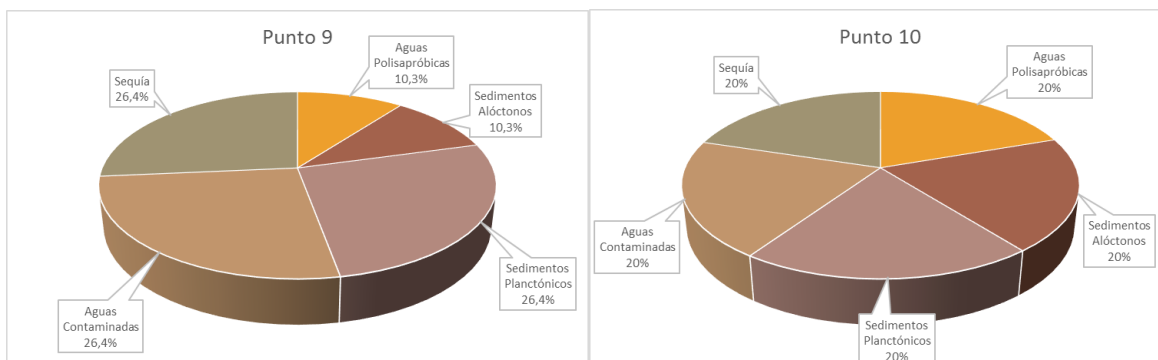


Figura 8-249. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la ciénaga el Convento, Primera Fase

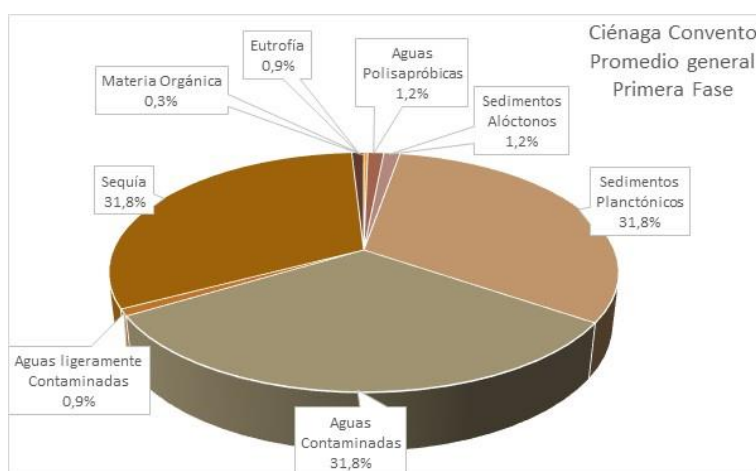


Figura 8-250. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la ciénaga el Convento durante la Primera Fase

Se evidenció que durante la Primera Fase la ciénaga presenta una comunidad integrada por insectos, bivalvos y gusanos clitelados, característicos de sistemas lenticos. Para la Segunda Fase, cuando el flujo de agua de escorrentía aumenta, aparecieron los gasterópodos, disminuyendo la riqueza de los insectos y desapareciendo los gusanos clitelados. Se observó una pérdida de riqueza en los Puntos 1 y 9, más en los Puntos 6, 7 y 10 fue constante, mientras que en los Puntos restantes se incrementó, sobretodo en el Punto 4; por su parte la equidad se afectó negativamente en los Puntos 1, 2 y 3, mientras que en el resto de los puntos de la ciénaga las fluctuaciones no fueron tan notorias. Así mismo el índice de Shannon-Wiener indicó mayores valores en los puntos 8, 4 y 5, aunque tan solo en el Punto 4 indicó una mejor calidad del agua (aguas medianamente contaminadas), lo que se evidenció en los dendrogramas de similaridad realizados para cada fase del muestreo, los cuales mostraron la ciénaga muy homogénea durante las dos

fases de muestreo. A pesar de lo anterior, el análisis de los índices BMWP/Col y ASPT, demostraron que la llegada de las lluvias no fue lo suficientemente intensa como para cambiar las características de la ciénaga, incrementándose la contaminación, con excepción del Punto 1, donde se presentó un mayor valor de índice BMWP/Col y de los Puntos 9 y 10, donde se incrementó el valor de los índices ASPT. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos es muy homogénea en cuanto a su composición general durante las dos épocas fases evaluadas (Figura 8-251), a pesar de las diferencia observadas en cuanto a la composición de la misma (Figura 8-252).

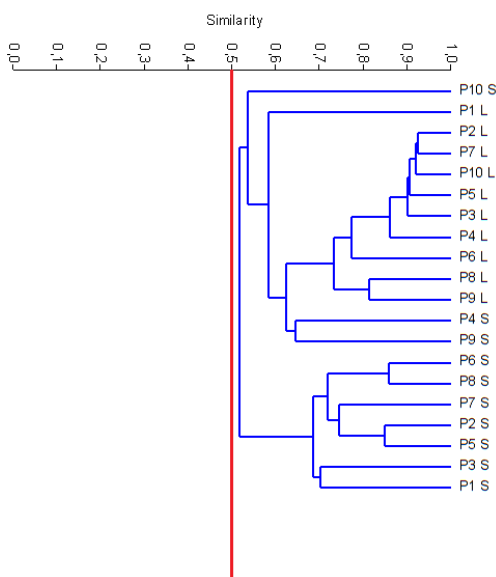


Figura 8-251. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga el Convento, durante las dos fases

CIÉNAGA EL CONVENTO (BENTOS)

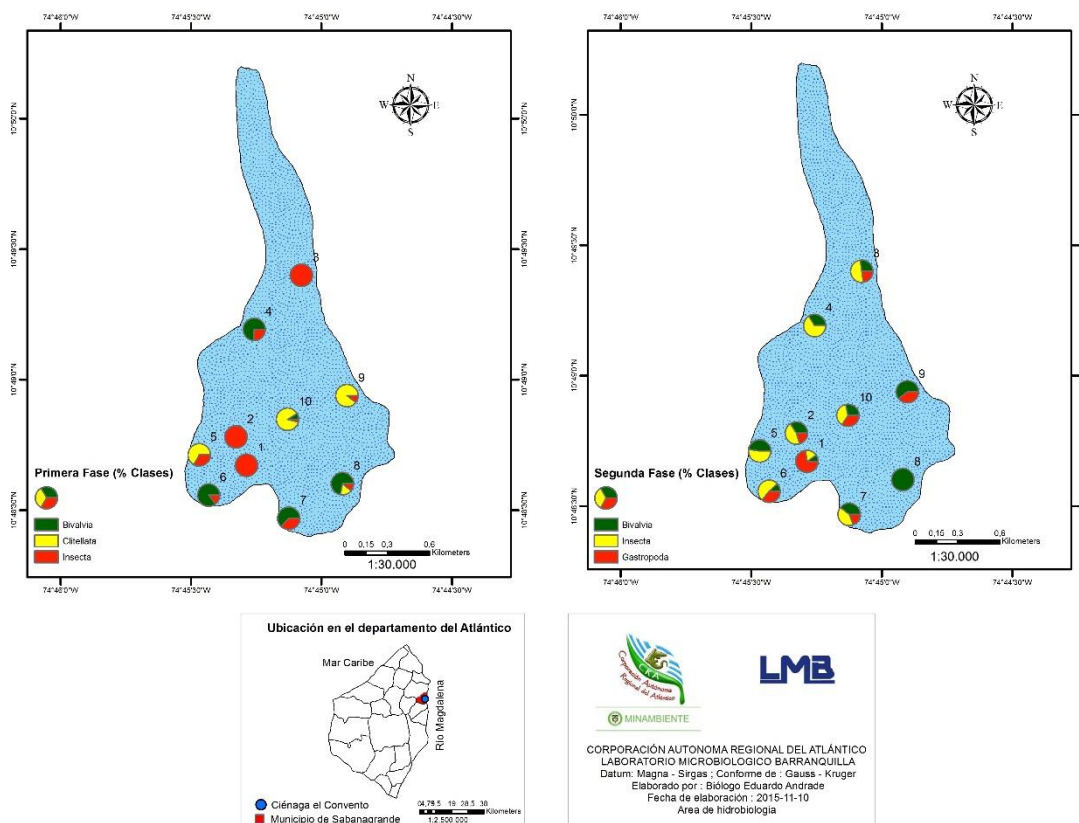


Figura 8-252. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en la ciénaga el Convento, Primera y Segunda Fase

8.2.4.2.3 Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca realizada durante las dos fases de monitoreo, 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. A pesar de lo anterior, en las colectas de macroinvertebrados bentónicos de la Primera Fase, se colectaron de manera fortuita algunos especímenes, los cuales se tratan a continuación. Se colectó un total de 11 individuos pertenecientes a 2 morfoespecies (Tabla 8-194 y Tabla 8-195), todas pertenecientes a la Familia Poeciliidae. *Limia* sp fue la especie más abundante, con 7 individuos, mientras que la Morfoespecie de la familia Poeciliidae contribuyó con 4 individuos. La longitud total para *Limia* sp fluctuó entre 1 cm y 4 cm, observándose mayor cantidad de organismos de tallas menores; algunas especies de éste género alcanzan su madurez sexual a los 3,9 cm, por lo que se consideró, y dada la frecuencia de tallas, que esta especie se está reproduciendo de manera efectiva en la ciénaga el Convento (Figura 8-253 y Figura 8-254).

Tabla 8-194. Composición de los peces colectados en la Ciénaga el Convento

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	Poeciliidae Morfoespecie 1 <i>Limia sp</i>

Tabla 8-195. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la ciénaga el Convento, Primera Fase

Nombre científico	Longitud Total (mm)			Total capturado
	Mínimo	Máximo	Promedio	
<i>Limia sp</i>	1	4	2,0	7
<i>Poeciliidae Morfoespecie 1</i>	2	4	2,9	4

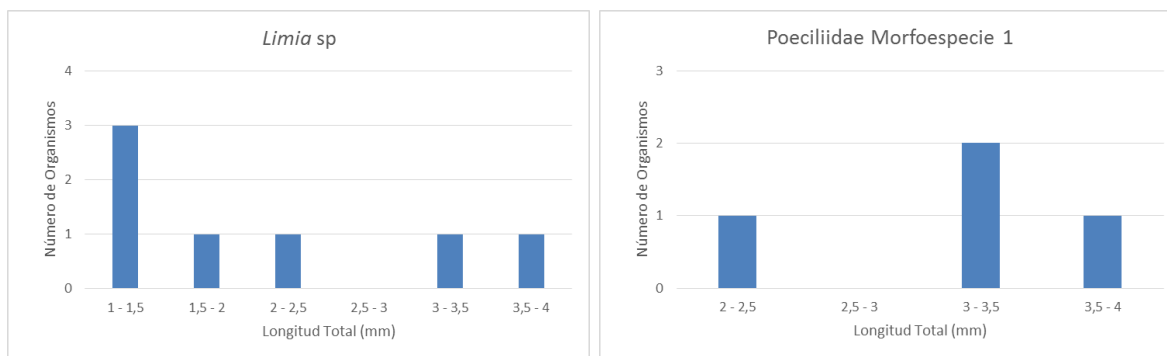


Figura 8-253. Histograma de tallas para las especies ícticas de la ciénaga el Convento, Primera Fase

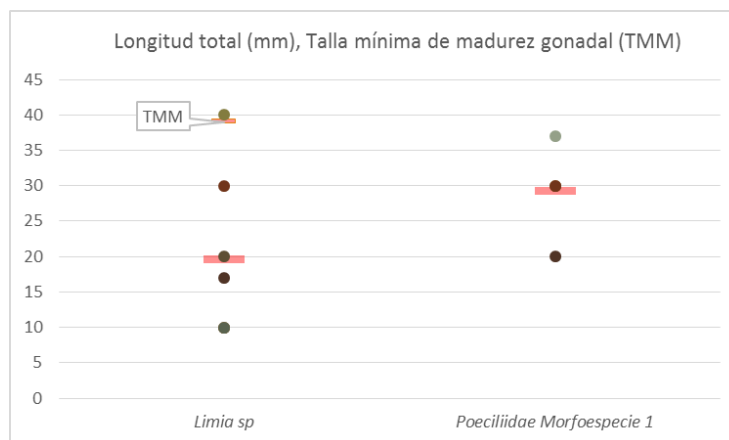


Figura 8-254. Longitud total (LT) y Talla Mínima de Madurez gonadal (TMM) de las especies de peces colectadas en la ciénaga de Convento durante la Primera Fase

En la Figura 8-255 se observa la distribución espacial de los organismos colectados en la ciénaga el convento. Por último, al realizar la revisión del listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”; según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; se determinó que no existen coincidencias con dicho listado.

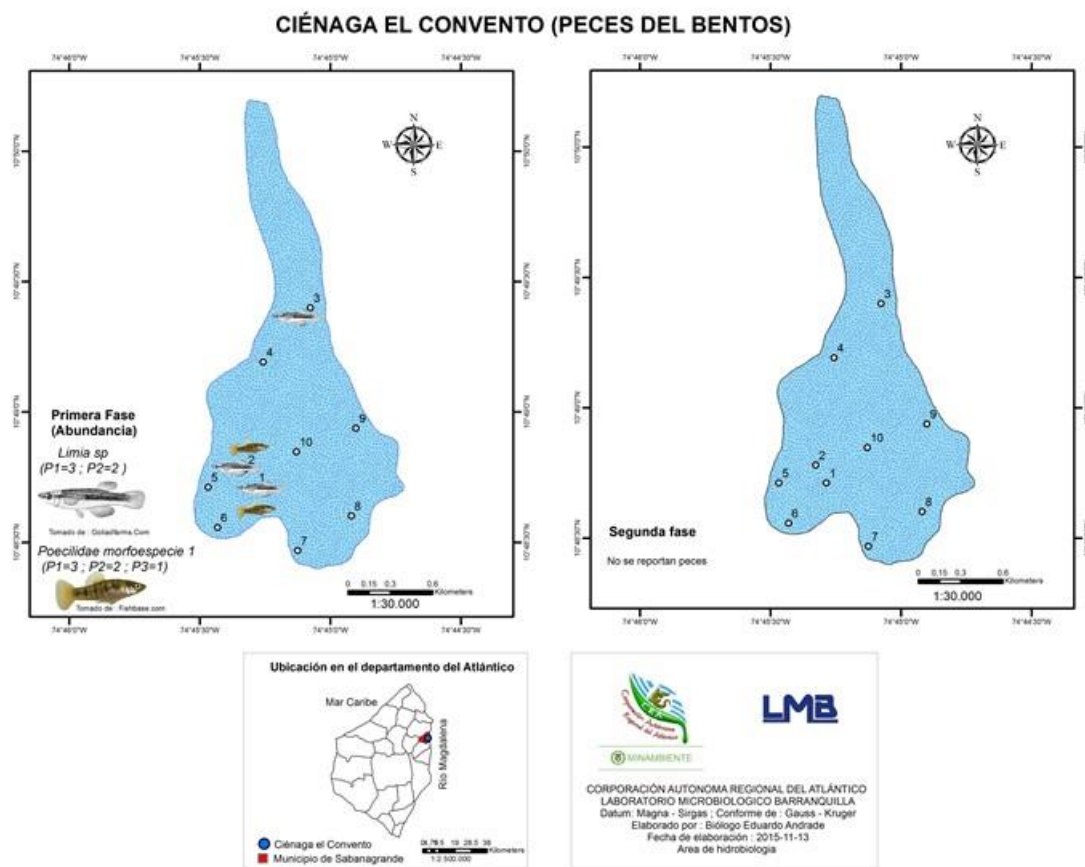


Figura 8-255. Distribución de la ictiofauna (AR% por clase) en la ciénaga el Convento, Primera y Segunda Fase

8.2.5 Ciénaga Sabanagrande

En la ciénaga 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Primera Fase de ciénaga correspondió al 17865 y para la Segunda Fase la ciénaga se encontraba seca en su totalidad, por lo que no pudo ser monitoreada.

8.2.5.1 Comunidades de productores primarios

8.2.5.1.1 Fitoperifiton

La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y crecimiento de las comunidades perifíticas hizo que solo en el punto 8 de la ciénaga de Sabanagrande se pudieran coleccionar muestras. Es así como la comunidad evaluada presentó 7 morfoespecies, pertenecientes a 6 Familias, 6 Órdenes, 4 Clases y 4 Divisiones (Tabla 8-196). La división Cyanobacteria fue la que contribuyó en mayor proporción a la riqueza (4 especies, 57,1%); el resto de las Divisiones fueron representadas solo por una morfoespecie, el 14,3% para cada una (Tabla 8-196).

Tabla 8-196. Composición de la comunidad Fitoperifítica en la Ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaenopsis spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
			Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Pseudanabaena spp</i>
Plantae	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum spp</i>
	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium spp</i>

Cyanobacteria también tuvo la mayor abundancia con 13,7 Células/cm², es decir el 88,0%. Las diatomeas (Bacillariophyta) representaron el 8,8% de la abundancia promedio total, registrando 1,4 Células/cm², las Charophyta con el 2,6% (0,4 Células/cm²) y las Chlorophyta contribuyeron con solo el 0,6%, 0,1 Células/cm². Las relaciones entre los atributos de abundancia y riqueza se muestran en la Figura 8-256. Las abundancias de la comunidad fitoperifítica registrada se observan en el Anexo F.

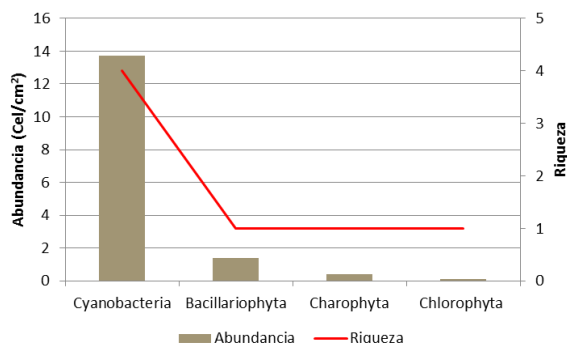


Figura 8-256. Contribución a la abundancia y la riqueza del fitoperifiton en la Ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

Al observar los índices de diversidad, del Punto 8, se pone en evidencia que la estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson indica una comunidad con dominancia media, igualmente el índice de equidad de Pielou indica que es una comunidad con equidad media, más el índice de diversidad de Shannon-Wiener, con la interpretación realizada por Roldán y Ramírez (2008), indica un ecosistema con aguas medianamente contaminadas (Tabla 8-197).

Tabla 8-197. Índices ecológicos del Fitoperifiton en la Ciénaga de Sabanagrande, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 8	7	0,6242	1,2148	0,4023

No se pudo realizar el análisis de Kruskal Wallis, ya que este estadístico requiere mínimo dos puntos de muestreo para la comparación. Por su parte el análisis de la bioindicación de la comunidad fitoperifítica del Punto 8 pone en evidencia que en el sitio de muestreo predomina la turbulencia y mezcla (41% cada una), seguida de la bioindicación de periodo lluvioso, con un 12% (Figura 8-257).

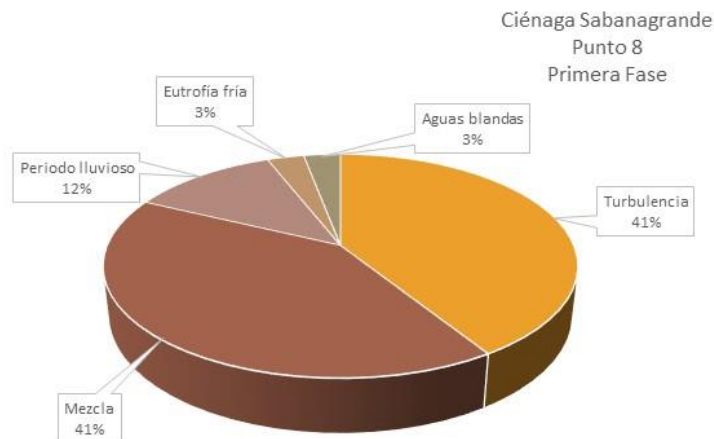


Figura 8-257. Procesos bioindicados (promedio general) de la comunidad del perifiton en la ciénaga Sabanagrande, Primera Fase.

Se puede concluir que la comunidad del Perifiton presenta una diversidad media, equidad media y dominancia media. Se encontró por bioindicación que la ciénaga experimenta básicamente procesos de mezcla y turbulencia, en baja proporciones las bioindicaciones de periodo lluvioso, eutrofia fría y aguas blandas.

8.2.5.1.2 Fitoplancton

En la ciénaga Sabanagrande, la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 75 especies pertenecientes a 31 familias, 23 Órdenes, 12 Clases y 6 Divisiones (Tabla 8-198). El aporte a la riqueza realizado por la División Chlorophyta alcanzó el 36,0% (27 especies), seguida por la División Cyanobacteria, con un 26,7% (20 especies) y Bacillariophyta con un 24% (18 especies); las divisiones restantes presentaron aportes de menor cuantía: Euglenozoa (5 especies, 6,7%), Ochrophyta (3 especies, 4,0%) y Charophyta (2 especies, 2,7%).

Tabla 8-198. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga Sabanagrande durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca sp 1</i>
					<i>Nitzschia sigma</i>
					<i>Nitzschia sp 1</i>
					<i>Nitzschia sp 13</i>
					<i>Nitzschia sp 14</i>
					<i>Nitzschia sp 5</i>
					<i>Tryblionella sp 3</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp 2</i>
			Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia sp</i>
			Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Aulacoseira sp 2</i>
			Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp 1</i>
		Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp 1</i>
					<i>Fragilaria sp 3</i>
					<i>Cyclotella sp 1</i>
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp 2</i>
					<i>Cyclotella sp 3</i>
					<i>Cyclotella sp 4</i>
	Ochrophyta	Eustigmatophyceae	Eustigmatales	Eustigmataceae	<i>Pseudostaurastrum sp 1</i>
		Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas sp</i>
		Xanthophyceae	N.D.	N.D.	Xanthophyceae
					Morfoespecie 1
			Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis sp 2</i>
			N.D.	N.D.	Cyanophyceae sp 3
					<i>Anabaena flos-aquae</i>
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaenopsis sp 1</i>
					<i>Raphidiopsis sp 1</i>
				Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp 1</i>
					<i>Oscillatoria sp 5</i>
			Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira sp 1</i>
					<i>Arthrospira sp 2</i>
					<i>Phormidium spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae			<i>Leptolyngbya sp 1</i>
					<i>Leptolyngbya sp 2</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena sp 1</i>
					<i>Pseudanabaena sp 2</i>
					<i>Pseudanabaena sp 3</i>
					<i>Aphanocapsa sp 1</i>
					<i>Merismopedia elegans</i>
			Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia glauca</i>
					<i>Merismopedia sp 1</i>
					<i>Merismopedia sp 2</i>
	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp 2</i>
					<i>Staurastrum sp 3</i>
			Chlamydomonadales	Sphaeropleaceae	<i>Atractomorpha sp 1</i>
					Chlorophyceae sp 4
			N.D.	N.D.	Chlorophyceae sp 7
					Chlorophyceae sp 8
					<i>Pediastrum duplex</i>
					<i>Pediastrum Simplex</i>
					<i>Pediastrum tetras</i>
				Hydrodictyceae	<i>Tetraëdron cf. muticum</i>
					<i>Tetraëdron minimum</i>
					<i>Tetraëdron sp 1</i>
		Chlorophyceae		Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp 1</i>
				Radiococcaceae	<i>Radiococcus sp 1</i>
Plantae	Chlorophyta		Sphaeropleales		<i>Coelastrum astroideum</i>
					<i>Coelastrum sphaericum</i>
					<i>Desmodesmus quadricauda</i>
				Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acutus</i>
					<i>Scenedesmus bicaudatus</i>
					<i>Scenedesmus quadricauda</i>
					<i>Scenedesmus quadrispira</i>
					<i>Tetrastrum simplex</i>
				Schroederiaceae	<i>Schroederia sp 1</i>
			Volvocales	Volvocaceae	<i>Eudorina sp 1</i>
				Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium sp</i>
					<i>Micractinium sp 1</i>
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Eremosphaeraceae	<i>Excentrosphaera sp</i>
				Oocystaceae	<i>Oocystis sp 4</i>
					<i>Oocystis sp 5</i>
					<i>Euglena sp 7</i>
					<i>Euglena sp 9</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae (1)	<i>Lepocinclis sp 1</i>
					<i>Trachelomonas sp 4</i>
				Phacaceae	<i>Phacus sp 1</i>

Durante la Primera Fase, la contribución a la abundancia en la ciénaga fue encabezada por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 74,1% a la abundancia total (949,8 Células/mL), seguida por la División Bacillariophyta (18,7%, 239,4 Células/mL), Chlorophyta (5,3%, 68,5 Células/mL); y en menor cuantía las divisiones Euglenozoa con 0,8% (10,7 Células/mL), Charophyta con 0,7% (8,9 Células/mL) y Ochrophyta con 0,3% (4,4 Células/mL) (Figura 8-258).

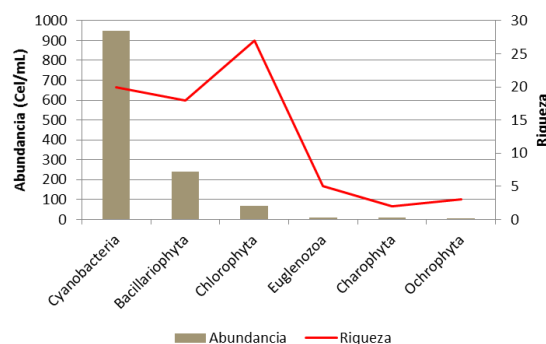


Figura 8-258. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga Sabanagrande durante el año 2015, Primera Fase

Al evaluar los índices ecológicos durante la Primera Fase, los índices de equidad reportaron valores entre 0,41 y 0,60, indicando que el comportamiento general de la comunidad en la ciénaga es medianamente equilibrado, con mayores valores en los Puntos 4, 6 y 7. y menores en los Puntos 1, 5 y 9. Desde el punto de vista de la dominancia, se observaron valores entre 0,18 y 0,51, lo que representa dominancias bajas a medias; las primeras se presentaron en los Puntos 3, 4, 6, 7 y 8 y los segundos en los Puntos 1 y 9. Por su parte, el índice de diversidad de Shannon, presentó valores entre 1,24 y 2,19; que bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicó “aguas muy contaminadas” en los Puntos 1, 2 y 9, así como “aguas medianamente contaminadas” en los Puntos 3 al 8 (Tabla 8-199).

Tabla 8-199. Índices ecológicos en la Ciénaga Sabanagrande durante la Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	20	0,41	1,24	0,51
Punto 2	12	0,53	1,33	0,36
Punto 3	29	0,54	1,80	0,25
Punto 4	24	0,60	1,90	0,25
Punto 5	25	0,49	1,57	0,32
Punto 6	29	0,60	2,03	0,21

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 7	39	0,60	2,19	0,18
Punto 8	25	0,57	1,85	0,25
Punto 9	14	0,47	1,25	0,48

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, en la Primera Fase ($p=0,4589$). Al evaluar las diferencias entre los puntos de muestreo durante la Primera Fase, mediante un análisis de clasificación tipo clúster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se evidenció la homogeneidad de la comunidad en la ciénaga (Figura 8-259), igualmente sucedió con las abundancias de las Divisiones, tal como se aprecia en la Figura 8-260.

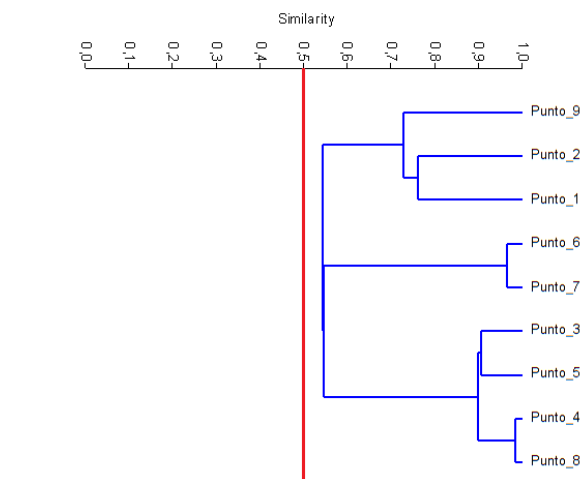


Figura 8-259. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en la Ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

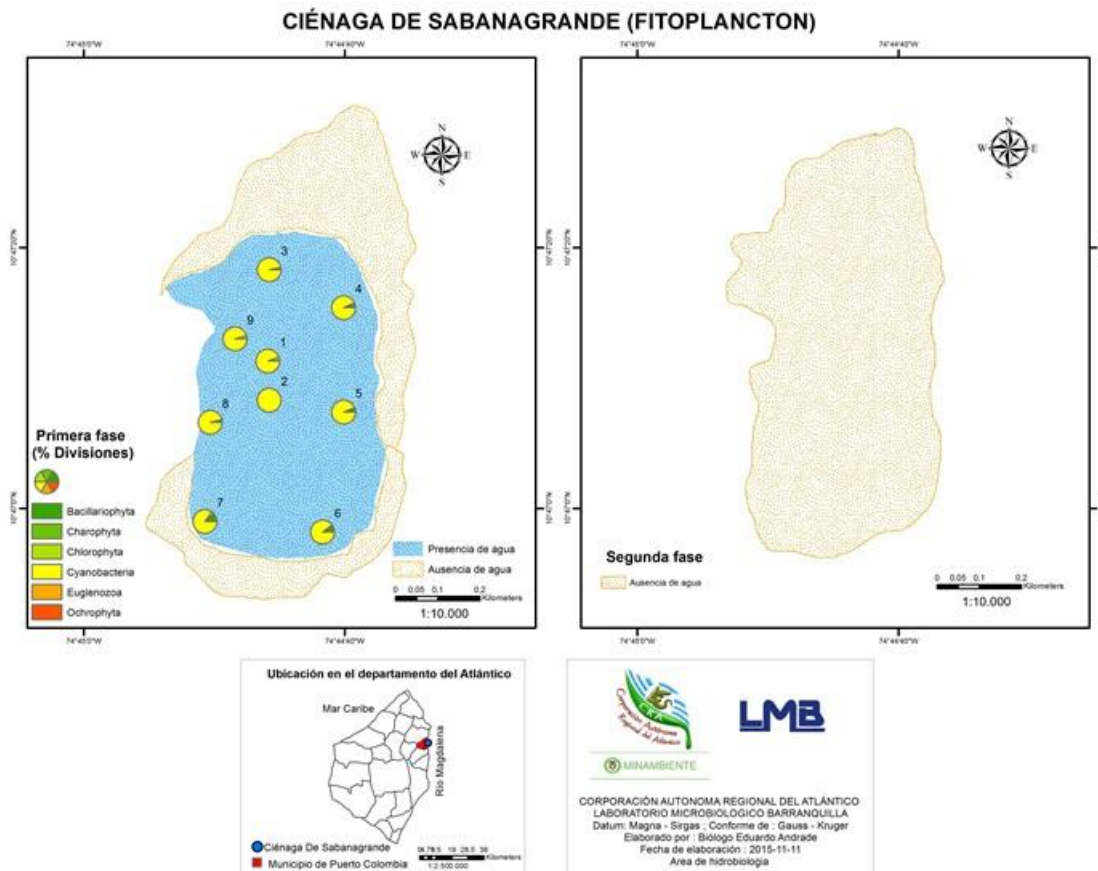


Figura 8-260. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Sabanagrande, Primera y Segunda Fase

El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad, para esto se realizaron dos análisis, de manera general, por época climática y de manera puntual. Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo se observó que la mayoría de los puntos presentan como bioindicaciones predominantes la eutrofia o la eutrofia fría, la cual se refiere a que los lagos donde fue encontrada con predominancia la microalga a la cual se le asignó esta bioindicación, eran lagos de alta montaña (temperatura del agua fría), no obstante sigue siendo la eutrofia del ecosistema lo que se resalta. Para los Puntos 1 y 2 se observa la eutrofia (63,7 y 73,7% respectivamente) seguida de la oligotrofia fría (11,1 y 16,9% respectivamente); en los Puntos 3 y 8 la eutrofia (25,8 y 41,25% respectivamente) fue seguida por la eutrofia (17,5 y 25,14% respectivamente); en los Puntos 4, 5, 6, y 7 la eutrofia (36,7, 49,69, 45,22 y 35,09% respectivamente) la precedió la mesotrofia fría (18,2, 29,02, 28,82 y 21,55 % respectivamente), mientras que el Punto 9 la eutrofia predominó con un 87,19% (Figura 8-261). Para la totalidad de la ciénaga, se

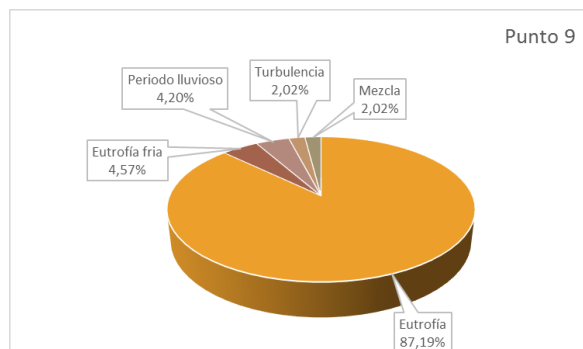


Figura 8-261. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

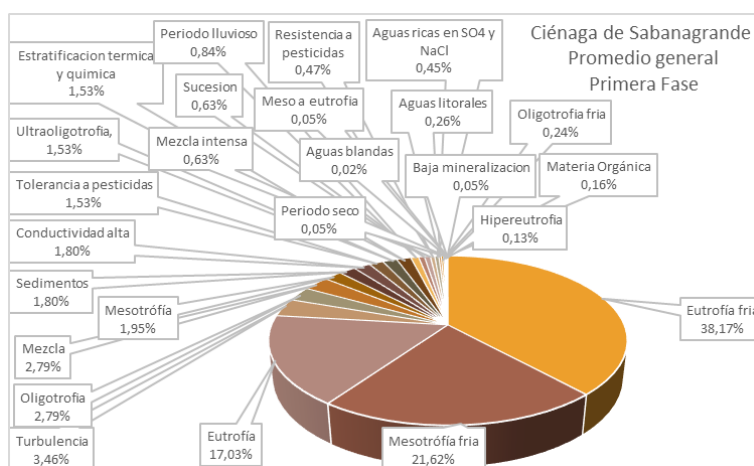


Figura 8-262. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

Durante la Primera Fase se presentó una dominancia en las cianobacterias, que junto a los procesos bioindicados por las morfoespecies colectadas, muestra ciertas condiciones de eutrofia y de presencia de materia orgánica en este ecosistema.

En general, la ciénaga Sabanagrande, la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 75 especies, siendo la División Chlorophyta la que aportó más especies a la riqueza (36,0%, 27 especies), mientras que la contribución a la abundancia en la ciénaga fue liderada por la División Bacillariophyta (18,7%, 239,4 Células/mL); los índices ecológicos indicando que una comunidad medianamente equilibrada, con dominancias bajas a medias y diversidades bajas a medias. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los puntos de monitoreo; además se observó a la

eutrofia (y la eutrofia fría) como la bioindicación predominante en todos los puntos de muestreo.

8.2.5.1.3 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga Sabanagrande durante la Primera Fase, se encontraron 4 especies de macrófitas acuáticas clasificadas en 3 Familias, 3 Órdenes, 2 Clases y 1 División (Tabla 8-200). Se reportaron especies de macrófitas acuáticas en los puntos 3, 5 y 6, todos ellos puntos litorales. La Familia que presentó las mayores abundancias relativas promedio fue Pontederiaceae, con 4,8. Por otro lado, esta comunidad solo pudo muestrearse durante esta época debido a que se encontraba seca al momento de realizar la Segunda Fase, por lo que no existen datos concernientes a la diversidad de la Macrófitas durante el último período del año.

Tabla 8-200. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua
					<i>Eichhornia sp</i>	Buchón de Agua
			Poales	Poaceae	Morfoespecie 1	Hierba
		Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Dormidera

Los biotopos de la comunidad de las macrófitas reportadas en la primera fase de muestreos, fue caracterizada según Schmidt-Mumm (1988) (Tabla 8-201). Acropleustophyta y Helophyta tuvieron igual representatividad en esta comunidad (50% para cada una) (Figura 8-263). Las primeras hacen referencia a las plantas flotantes con uso de dióxido de carbono del aire, mientras que las segundas son plantas enraizadas cuya parte vegetativa se encuentra mayormente fuera del agua. Hay que tener en cuenta que estas últimas plantas pasan gradualmente a la vegetación terrestre o con muy poca agua.

Tabla 8-201. Biotopo para las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Sabanagrande

Familia	Taxa	Biotopo
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Pontederiaceae	<i>Eichhornia sp</i>	Acropleustophyta
Poaceae	Morfoespecie 1	Helófitas
Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Helófitas

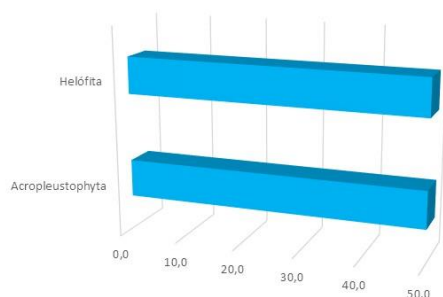


Figura 8-263. Espectro biotaxológico de las proporciones de especies en las diferentes formas de vida (biotopos) A) Primera Fase.

8.2.5.2 . Comunidades de consumidores

8.2.5.2.1 Zooplancton

En la ciénaga Sabanagrande, la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 40 especies, distribuidas en 20 familias, 10 Órdenes, 7 Clases y 4 Phylum. De éstos, el Phylum Rotifera, con la Clase Eurotatoria, representó un 47,5% de la riqueza total (19 especies), seguida por las Clases Branchiopoda la cual contribuyó con un 20,0% a la riqueza total (8 especies) y Lobosa con 15,0% de la riqueza total (6 especies), así como otras clases que contribuyeron en menor proporción, Maxillopoda (7,5%, 3 especies), Malacostraca (5%, 2 especies) y Animalia-ND y Ostracoda con una especie cada una (2,5% cada una) (Tabla 8-202).

Tabla 8-202. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
				Bosminidae	<i>Bosmina sp1</i>
				Daphniidae	<i>Daphnia sp</i>
				Macrothricidae	<i>Macrothrix laticornis</i>
			Diplostraca/Cladocera	ND	Cladocera-Morfoespecie 1
		Branchiopoda		Moinidae	<i>Moina brachiata</i>
				Polyphemidae	<i>Polyphemus pediculus</i>
				Acantholeberidae	<i>Acantholeberis sp</i>
Animalia	Arthropoda		ND	ND	Branchiopoda Morfoespecie 1
		Malacostraca	ND	ND	Larva Nauplio Larva Zoea
			Calanoida	ND	Calanoida Morfoespecie 1
		Maxillopoda	Cyclopoida	ND	Cyclopoida Morfoespecie 1 Larva Nauplio Cyclops Morfoespecie 2
		Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	<i>Eucypris Virens</i>

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	ND	ND	ND	ND	Larva Trocophora
			Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>
					<i>Filinia opoliensis</i>
					<i>Filinia terminalis</i>
					<i>Asplanchna sp 2</i>
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i>
					<i>Asplanchna sieboldi</i>
					<i>Asplanchna sp</i>
					<i>Anuraeopsis sp</i>
					<i>Brachionus angularis</i>
	Rotifera	Eurotatoria			<i>Brachionus calyciflorus</i>
			Ploima		<i>Brachionus caudatus</i>
					<i>Brachionus havannaensis</i>
				Brachionidae	<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus sp</i>
					<i>Brachionus urceolaris</i>
					<i>Keratella americana</i>
					<i>Keratella sp 2</i>
					<i>Keratella trophica trophica</i>
				Lecanidae	<i>Lecane curvicornis</i>
					<i>curvicornis</i>
					<i>Arcella discooides</i>
				Arcellidae	<i>Arcella sp</i>
					<i>Arcella vulgaris</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida		<i>Centropyxis aculeata</i>
				Centropyxidae	<i>Centropyxis sp</i>
				Plagiopyxidae	<i>Bullinularia indica</i>

Al observar las abundancias de las Clases se evidenció el predominio de los representantes de la Clase Eurotatoria, la cual contribuyó con el 74,6% de la abundancia total (5540 Organismos/L), seguido por el aporte realizado por las Clases Branchiopoda (14,2% AT, 1056 Organismos/L), Malacostraca (5,1%, 381 Organismos/L), Ostracoda (3,2%, 238 Organismos/L), Lobosa (1,6%, 116 Organismos/L), Animalia-ND (1,2%, 88 Organismos/L) y Maxillopoda (0,1 %, 6 Organismos/L) (Figura 8-264). Esto nos permite considerar a este sistema acuático como un medio eutrofizado, donde los rotíferos por su condición euritolerante y pionera ocupan estos espacios, modificando y fluctuando sus comunidades de acuerdo a las condiciones del ambiente.

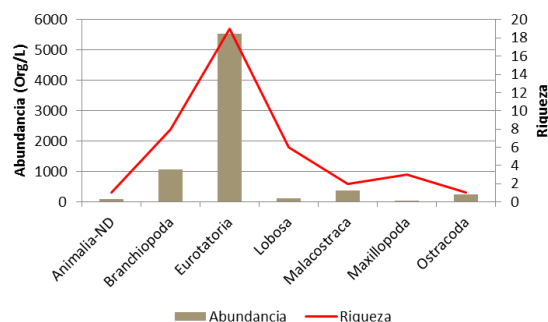


Figura 8-264. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga Sabanagrande

Por su parte los índices ecológicos utilizados demostraron que la estructura de la comunidad, es muy poco dominante, al presentar valores entre 0,09 y 0,27, siendo menor la dominancia en los puntos 9, 5, 6 y 7 y mayor en los puntos 4 y 3; igualmente, desde el punto de vista de la equidad, la comunidad presenta puntos con una equidad media (puntos 4 y 3) y puntos con una equidad alta, como los puntos 9, 1, 8 y 2. Al observar la diversidad indicada por el índice de Shannon Wiener, presenta valores entre 1,85 y 2,49, para los cuales la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en toda la ciénaga (Tabla 8-203).

Tabla 8-203. Índices ecológicos del fitoplancton en la Ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	A'
Punto 1	8	0,89	1,86	0,18
Punto 2	10	0,85	1,96	0,17
Punto 3	15	0,72	1,96	0,21
Punto 4	16	0,67	1,85	0,27
Punto 5	16	0,84	2,32	0,11
Punto 6	16	0,90	2,49	0,10
Punto 7	18	0,80	2,31	0,12
Punto 8	11	0,85	2,04	0,15
Punto 9	14	0,94	2,49	0,09

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados durante la Primera Fase ($p=0,9334$). Igualmente, se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, formándose tres grupos, con un 50% de similitud; el primero integrado por los Puntos 1 y 2; el segundo por el Punto 5, y el tercero por los Puntos restantes (Figura 8-265 y Figura 8-266).

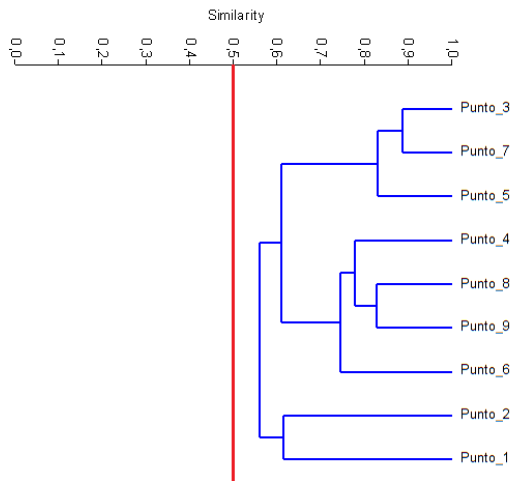


Figura 8-265. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga Sabanagrande

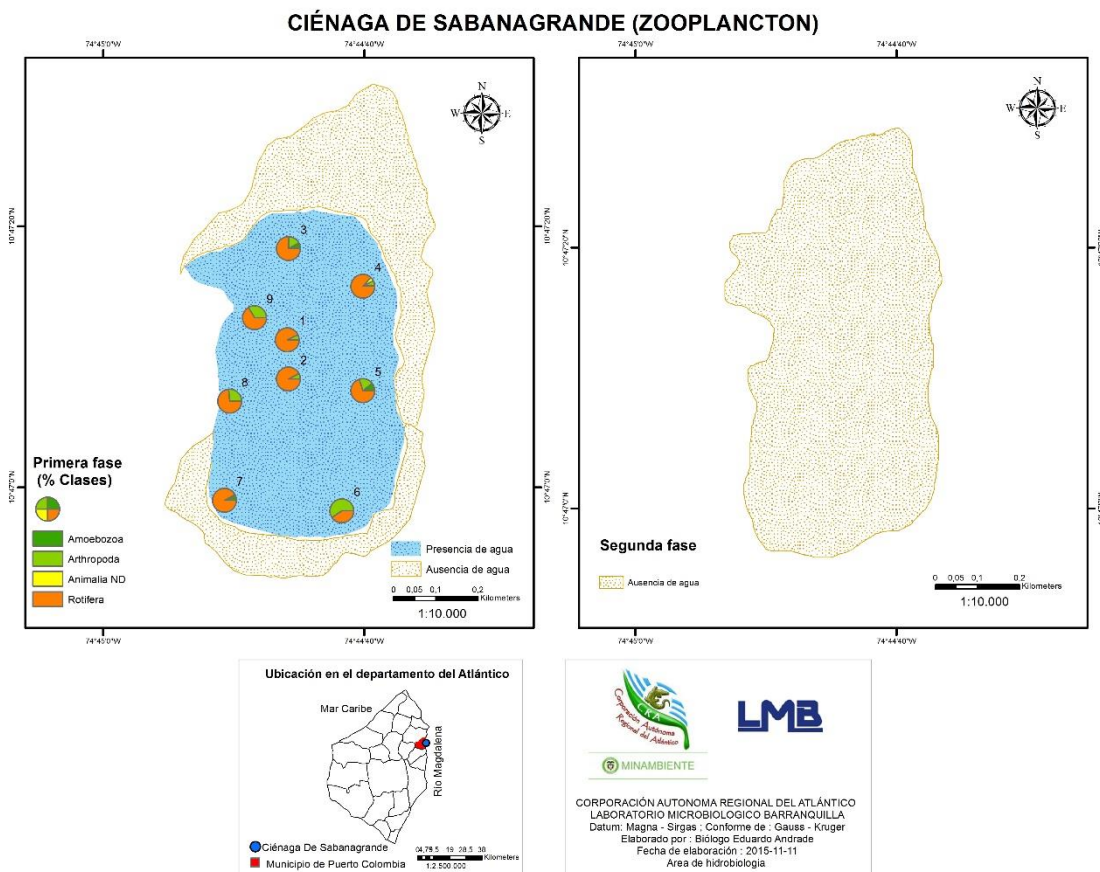
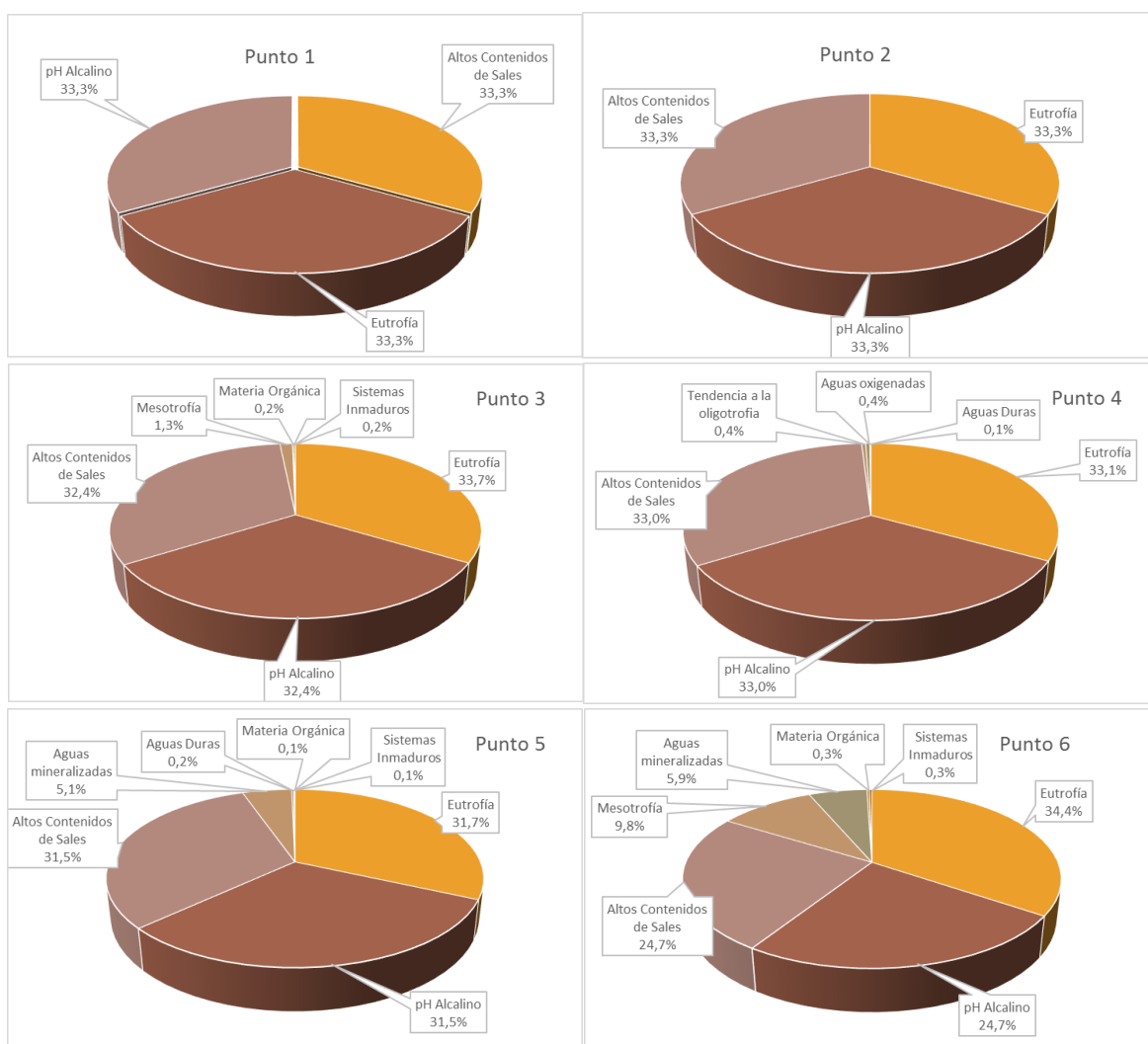


Figura 8-266. Distribución de los organismos zooplanctónicos (AR% por clase) en ciénaga de Sabanagrande, Primera y Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que en todos los puntos evaluados en la ciénaga presentan tres bioindicaciones predominantes, altos contenidos de sales, eutrofia y pH alcalino, todas ellas en proporciones similares; el Punto 6 además de las anteriores bioindicaciones ocurrió un ligero incremento en la proporción de la eutrofia y se evidenció la presencia de aguas mesotróficas (Figura 8-267). De manera general para la ciénaga se observó el predominio de aguas eutróficas (32,5%), con pH alcalino y con alto contenido de sales (31,7% cada una) (Figura 8-268).



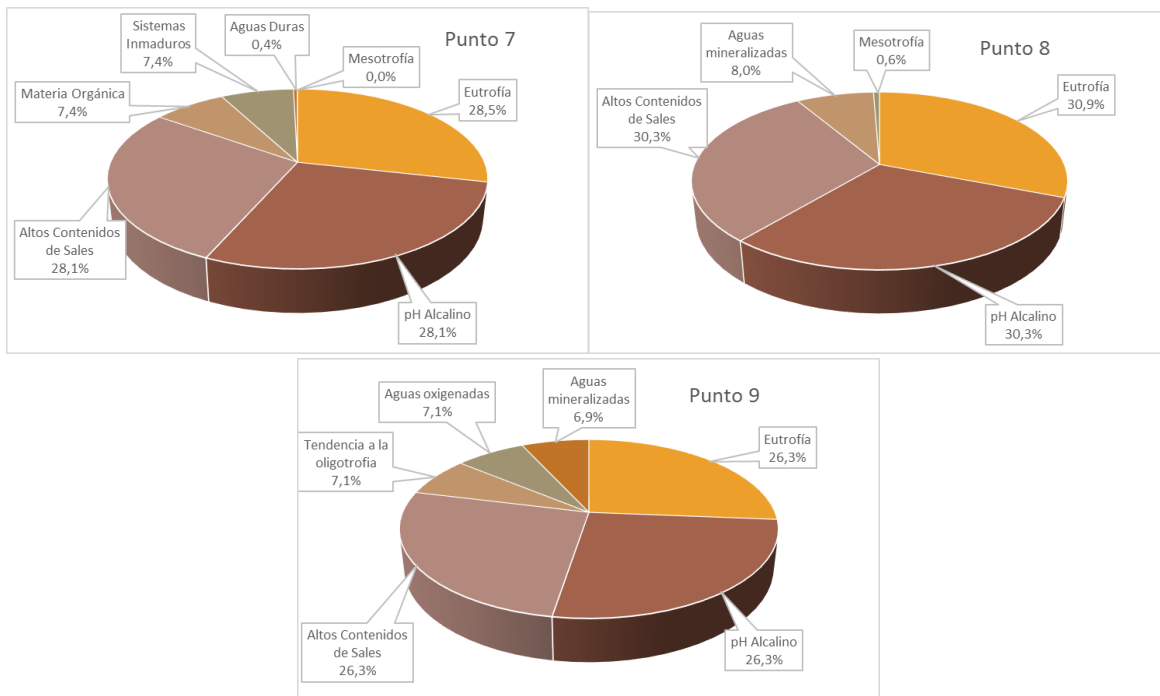


Figura 8-267. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

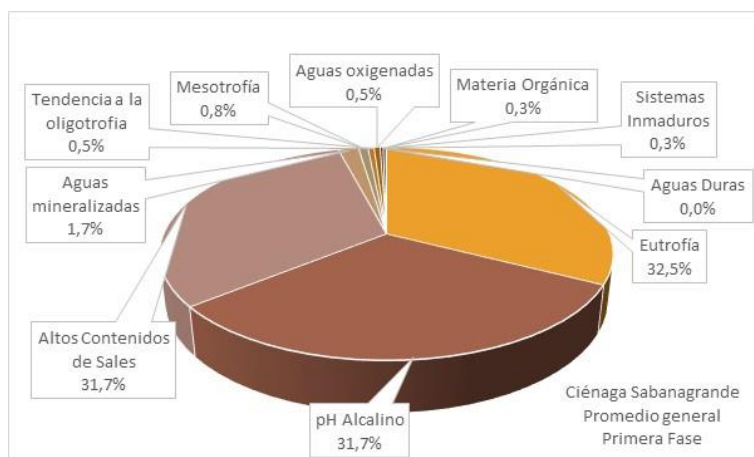


Figura 8-268. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad zooplanctónica, en la ciénaga Sabanagrande durante la Primera Fase

La evaluación de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga de Sabanagrande, durante la Primera Fase de monitoreo puso en evidencia el predominio de la División Eurotatoria, tanto en abundancia como en riqueza, con grandes fluctuaciones en los índices de equidad y dominancia, resaltando que la diversidad indicada por el índice de Shannon Wiener, presenta valores entre 1,85 y 2,49, para los cuales la interpretación del índice realizada por

Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en toda la ciénaga; lo que indicó una homogeneidad espacial la cual fue corroborada con el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis y la bioindicación, la cual fue con predominancia de eutrofia, pH alcalino y altos contenidos de sales en todos los puntos de la ciénaga.

8.2.5.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga Sabanagrande estuvieron representados por 16 morfoespecies pertenecientes a 8 familias, 5 Ordenes y 4 clases, de las cuales la Clase Insecta contribuyó a la abundancia en mayor proporción a la riqueza total, 43,8% (7 morfoespecies); seguido de las Clases Clitellata, 37,5% (6 morfoespecies), Bivalvia, 12,5% (2 morfoespecies) y Malacostraca, 6,3% (1 morfoespecie) (Tabla 8-204).

Tabla 8-204. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga Sabanagrande

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 1	
					Morfoespecie 2	
					Pristina sp	
				Tubificidae	Morfoespecie 1	
					Morfoespecie 2	
					<i>Tubifex sp</i>	
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Ceratopogonidae	Morfoespecie larva
					Psychodidae	Morfoespecie 1
						Morfoespecie 2
				Sub Familia Orthoclaadiinae		
				Sub Familia Tanypodinae		
				Sub Familia Tanypodinae morfo 2		
				Malacostraca	Decapoda	Penaeidae
	Morfoespecie 1					
	Mollusca	Bivalvia	Unionoida	Mycetopodidae	<i>Anodontites sp</i>	
			Veneroida	Corbulidae	<i>Corbicula fluminea</i>	

Los aportes a la abundancia fueron liderados por la Clase Insecta (1486 Organismos/m², 49,7% de la abundancia relativa), seguida de la Clase Clitellata (1376 Organismos/m², 46,0% de AR), la Clase Bivalvia (96 Organismos/m², 3,2% de AR) y la Clase Malacostraca (32 Organismos/m², 1,1% de AR) (Figura 8-269).

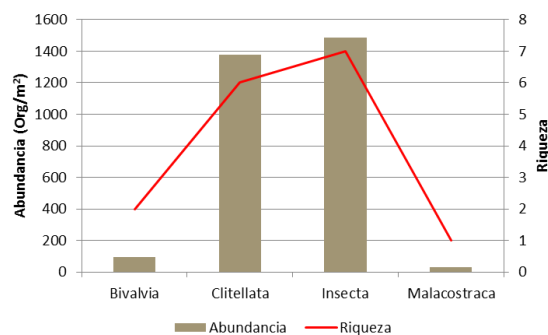


Figura 8-269. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga Sabanagrande

Los índices ecológicos calculados permitieron evidenciar que la riqueza de especies fue mayor en el Punto 6 (10 especies) y el Punto 7 (8 especies), siendo menor en el Punto 9 (3 especies). La estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, demostró que el Punto 9 presentó las mayores dominancias ($\lambda'=0,80$), y el Punto 6 las menores ($\lambda'=0,16$) (Tabla 8-205). Así mismo observando la equidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, con el índice de Pielou, se evidenció que los Puntos 4, 3 y 10 son muy equitativos (0,90, 0,87 y 0,86 respectivamente), mientras que los Puntos 2 y 9 tienden a la entropía (0,38); el otro índice de equidad evaluado, el índice de Shannon-Wiener, arrojó valores entre 0,42 y 1,99, valores que según la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008), demuestran de la presencia de “aguas muy contaminadas” para todos los Puntos 1, 2, 7, 8 y 9, los puntos restantes presentaron “aguas medianamente contaminadas”.

Tabla 8-205. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	4	0,58	0,80	0,52
Punto 2	4	0,38	0,53	0,75
Punto 3	6	0,87	1,56	0,25
Punto 4	6	0,90	1,61	0,23
Punto 5	7	0,78	1,51	0,28
Punto 6	10	0,86	1,99	0,16
Punto 7	8	0,63	1,32	0,35
Punto 8	4	0,83	1,15	0,38
Punto 9	3	0,38	0,42	0,80

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que la ciénaga Sabanagrande presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente

contaminadas” en todos los puntos, excepto en el Punto 4, el cual presentó una calidad del agua “crítica”, es decir, con presencia de “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-206 y Figura 8-270). 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. Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.5518$) entre la concentración de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados. Se realizó un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que no existen diferencias entre los puntos evaluados, con un 50% de similaridad (Figura 8-271).

Tabla 8-206 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9
Familias que puntúan	3	2	3	3	3	2	2	2	2
Índice BMWP/Col	6	3	6	10	6	3	3	3	3
Valor ASPT	2,0	1,5	2,0	3,3	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5
EPT	0,0	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	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	0,0

CIÉNAGA DE SABANAGRANDE (BMWP/Col)

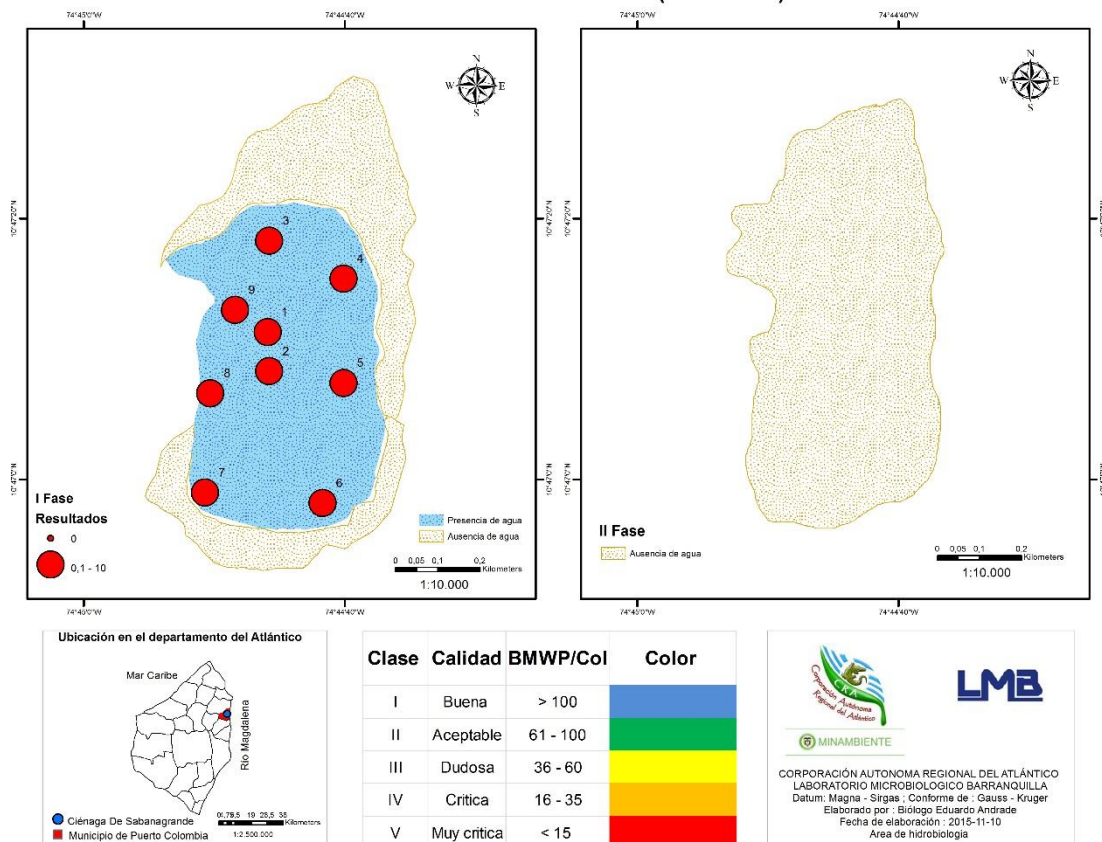


Figura 8-270. Índice BMWP/Col en la ciénaga de Sabanagrande, Primera y Segunda Fase

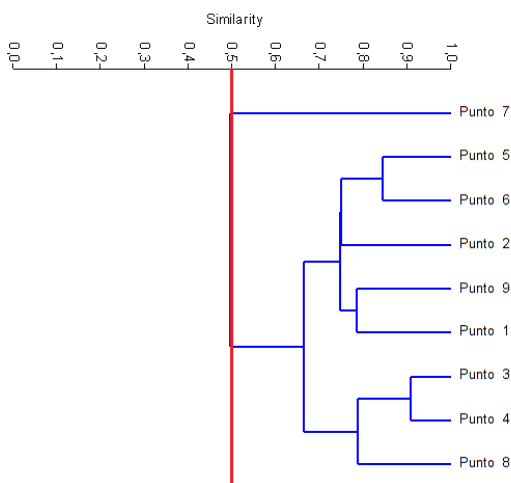
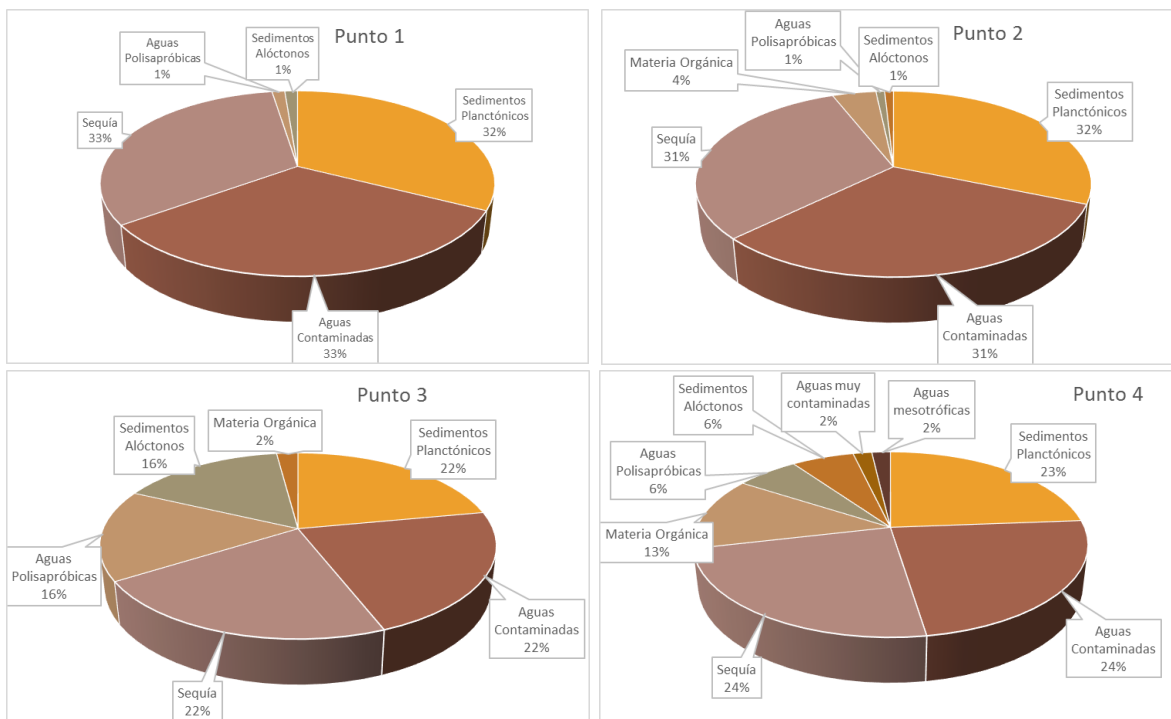


Figura 8-271. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los puntos de muestreo de la Ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observaron tres bioindicaciones predominantes en los puntos 1 al 4, Punto 6, 8 y 9, sedimentos planctónicos, aguas contaminadas y sequía; mientras que en el Punto 7, la bioindicaciones predominantes fueron de aguas polisapróbicas y sedimentos alóctonos, y para el Punto 5 fueron la materia orgánica y las aguas polisapróbicas (Figura 8-272). Por último, al observar la ciénaga de manera general, se pudo evidenciar que las bioindicaciones de sedimentos planctónicos, aguas contaminadas y sequía (21,7% cada una), fueron las bioindicaciones predominantes, seguidas de aguas polisapróbicas (13,99%), la presencia de sedimentos alóctonos (12,8%), presencia de materia orgánica (5,35%), hipoxia (0,99%), alta contaminación con materia orgánica (0,99%) y aguas muy contaminadas (0,49%) (Figura 8-273).



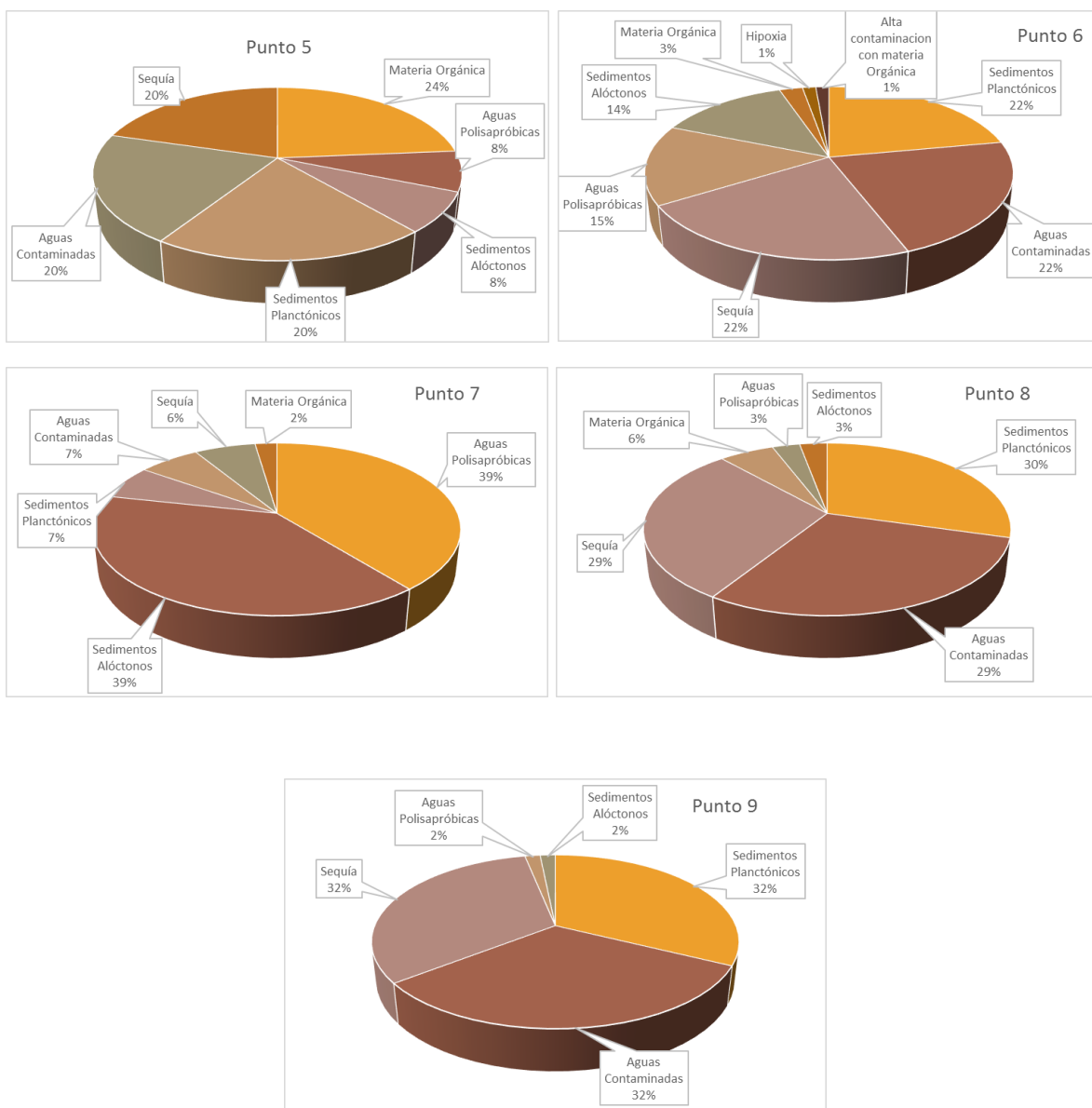


Figura 8-272. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

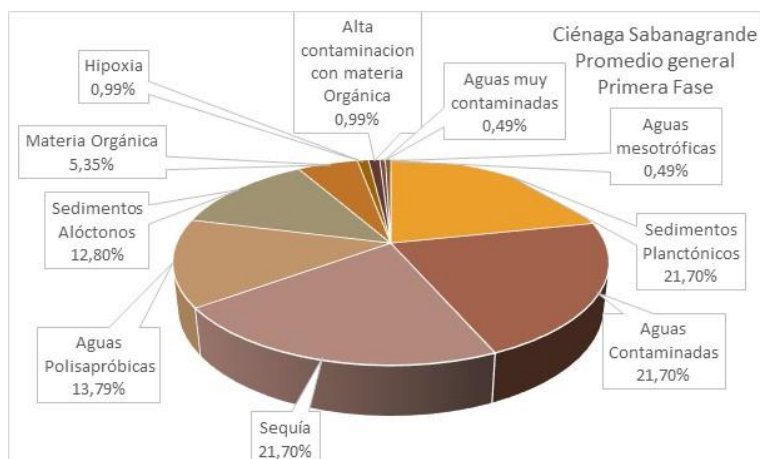


Figura 8-273. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la ciénaga Sabanagrande durante la Primera Fase

Los análisis realizados en la Ciénaga Sabanagrande develaron que la composición de la comunidad bentónica durante la Primera Fase está representada por organismos de las clases Clitellata, Insecta, Malacostraca y Bivalvia; siendo los insectos los más representativos para la riqueza (7 morfoespecies) y la abundancia (1486 Organismos/m²); el sitio de mayor riqueza fue el Punto 4 (10 Morfoespecies), seguido del Punto 7 (8 morfoespecies) (Figura 8-274); a pesar de lo anterior, la calidad de aguas expresada por el índice BMWP/Col fue homogénea en toda la ciénaga, “muy crítica”, o con “aguas fuertemente contaminadas”; resultados que se reflejaron en el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, donde tan solo el Punto 7 presentó diferencias con los demás puntos, así como en las bioindicaciones, aunque para estas últimas los Puntos 1, 2 y 6 mostraron predominancia de aguas contaminadas, sedimentos planctónicos y sequía; mientras que los Puntos 3 y 5, de aguas polisapróbicas y sedimentos planctónicos; lo que devela el estado eutrófico de la ciénaga; en definitiva, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos indicó que toda la ciénaga presenta características de un sistema eutrofizado.

CIÉNAGA DE SABANAGRANDE (BENTOS)

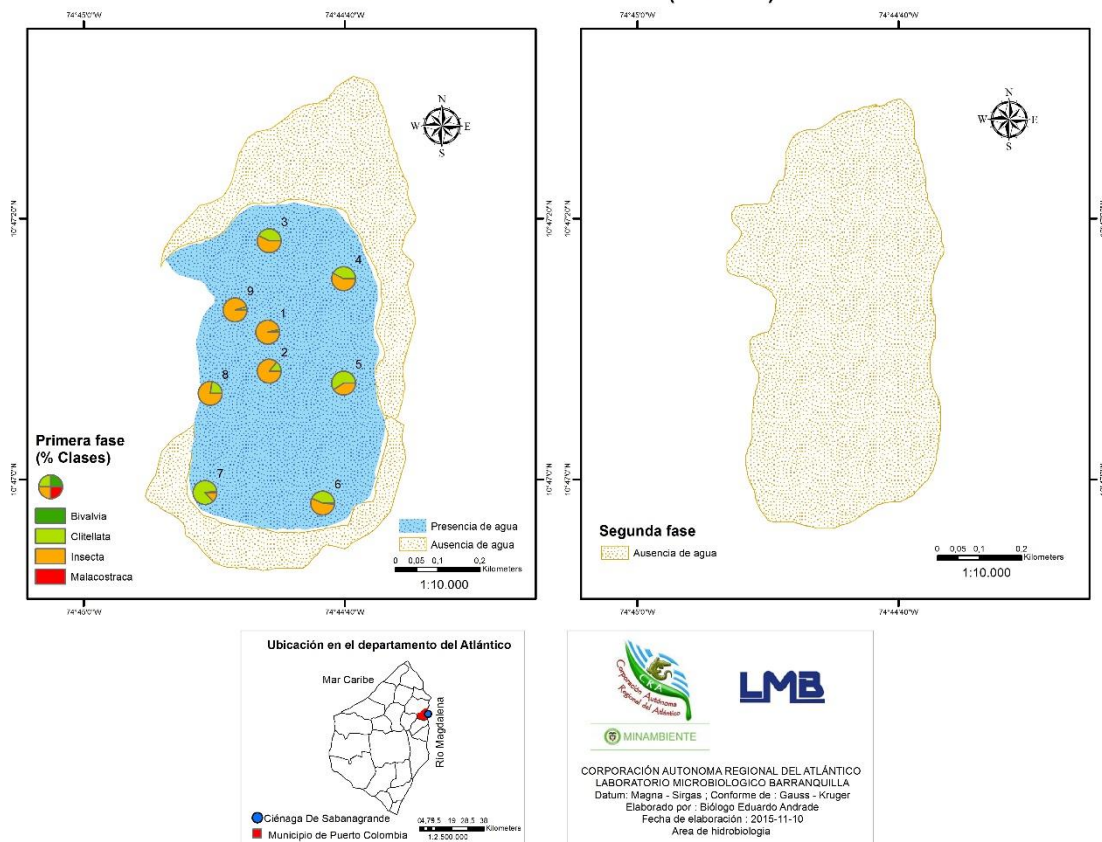


Figura 8-274. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Sabanagrande

En definitiva, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande, evaluada durante la Primera Fase, mostró la prevalencia de insectos y gusanos clitelados, tanto en abundancia como en riqueza de especies; una comunidad que presentó grandes fluctuaciones espaciales en los valores de equidad, y dominancia, igualmente en los valores de diversidad, para los cuales, la interpretación del índice de Shannon-Wiener realizada por Roldán y Ramírez (2008), indicaron la presencia de “aguas medianamente contaminadas” en los puntos 3, 4, 5 y 6 y la presencia de “aguas muy contaminadas” en los Puntos 1, 2, 7, 8 y 9, los cuales se ubican frente en la zona centro occidental y sur occidental de la ciénaga. Más los valores del índice BMWP/Col, permiten asegurar que la contaminación por materia orgánica es generalizada.

8.2.5.2.3 Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, solo se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad en los puntos 6, 7 y 8, cabe resaltar que en dichas jornadas se observaron pocos pescadores realizando actividades en el interior de la ciénaga y en un día se observó una embarcación persiguiendo y dando muerte a una nutria. Se colectó un total de 71 individuos pertenecientes a 6 especies, 4 familias, 3 Ordenes y 1 Clase (Tabla 8-207). El orden Perciformes fue el que más contribuyó a la riqueza, con cuatro especies (66,7%), mientras que Siluriformes y Characiformes contribuyeron con una especie (16,7% cada una). Igualmente el Orden Perciformes fue el más abundante, contribuyendo con 69 individuos, mientras que Siluriformes y Characiformes lo hicieron con un individuo cada uno. La especie más abundante correspondió a *Trichogaster* sp (Terapia) con 39 individuos, seguida de *Andinoacara pulcher* conocido como Cabeza de piedra, bobito o lorito azul (11 individuos), *Caquetaia kraussii* (10 individuos), *Oreochromis niloticus* (9 individuos), *Rhamdia quelen* o Barbul royelo (1 Individuo) y *Cyphocharax magdalenae* o viejito (1 individuo) (Tabla 8-207 y Figura 8-275).

Tabla 8-207. Composición de los peces colectados en la Ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Siluriformes	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>	Barbul Royelo
			Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara pulcher</i>	Cabeza de piedra - Bobito - Lorito azul
					<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla
					<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra lora - Mojarra negra
				Osphronemidae	<i>Trichogaster</i> sp	Terapia
			Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejito

Los representantes colectados de la especie *Trichogaster* sp (Terapia), presentaron valores entre 100 y 153 mm de longitud total, con un promedio de 138,4 mm, para este género, no se encontró referencia sobre la talla de maduración sexual para las especies de éste género, tampoco se encontró referencia en el país una talla mínima de captura legal (TML), establecida por la entidad estatal responsable para la ciénaga de Sabanagrande.

Por su parte el *A. pulcher*, cómo se indicó anteriormente, se encuentra ampliamente distribuido en Colombia, en las cuencas de los ríos Magdalena, Sinú, San Jorge, Cauca, Cesar (Galvis *et al.*, 1997; Mojica, 1999, *En*: Olaya-Nieto, *et al.*, 2010). La población capturada de *A. pulcher*, presentó tallas entre 61 y 124 mm de LT, con un promedio de 98,2mm de LT. Como se indicó anteriormente, en la cuenca del Orinoco, los peces del género presentan una reproducción continua durante todo el año y desove parcial (Lasso, 2004 *En*: Lasso y Sánchez-Duarte, 2011), para la ciénaga grande de Lórica (Córdoba), Olaya-Nieto *et al.*, 2010, indicaron la presencia de hembras maduras en casi todos los meses del año, excepto en marzo, septiembre y diciembre; igualmente indicaron que la talla

media de madurez sexual fue de 9,2, 9,7 y 9,5 cm LT para hembras, machos y sexos combinados, respectivamente, lo que indica que el 27,3% de los individuos capturados se encontraban por debajo de la TMM (Figura 8-275) y al observar el histograma de tallas (Figura 8-276), muy probablemente los especímenes colectados pertenecen a una sola cohorte. Por lo anterior se consideró, y dada la frecuencia de tallas, que esta especie se está reproduciendo de manera efectiva en la ciénaga de Sabanagrande.

La especie *Caquetaia kraussii*, o la mojarra amarilla, como la mayoría de los cichlidos, es fuertemente territorial y agresiva, se localiza en zonas con vegetación sumergida y aguas lentas, en donde acecha a sus presas; habita en las aguas tranquilas de las partes bajas de los ríos, es una especie voraz que consume otros peces e invertebrados bentónicos (Ortega-Lara *et al.*, 2002 *En:* Maldonado-Ocampo, *et al.*, 2005); para esta especie, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Corporación Colombia Internacional Nodo Central (MADR y CCI Nodo Central, 2007) indicaron una talla media de madurez sexual para la cuenca del Magdalena, en 15,8, 15,6 y 15,8 cm para hembras, machos y sexos combinados respectivamente; mientras que en estudios adelantados por Solano-Peña, *et al.*, 2013 en el embalse de Urrá determinaron como talla mínima de madurez sexual 10,4, 11,5 y 11,0 cm para hembras, machos y sexos combinados respectivamente, de esta forma se observa que el 10% de las capturas realizadas se encuentra por debajo de la talla media de madurez indicada por Solano-Peña, *et al.* (2013), para sexos combinados; mientras que si tomamos la TMM indicada por MADR y CCI Nodo Central (2007), el porcentaje de porcentaje aumenta al 100% (Figura 8-275).

Por otra parte, para la cuenca del río Magdalena, la AUNAP, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca en su catálogo denominado “Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge” indica como talla mínima de captura legal (TML), 20 cm de LS, con el cual el 100% de los organismos capturados se encuentran por debajo de dicha talla; así mismo, el INPA decretó con la resolución 520 del 8 de noviembre del 2001, 13 cm de LS como talla mínima de captura legal, en toda la Cuenca, Microcuenca y Ciénagas relacionadas con el río Sinú, concepto bajo el cual también el 100% de los organismos capturados se encuentra por debajo de dicha talla.

Al puntualizar en el *Oreochromis niloticus* es un pez de agua dulce, nativo del bajo río Nilo, otros ríos del Oeste de África y Oriente Medio (Howard, 2004 *En:* Caraballo, 2009), que fue introducida en Colombia en la década de sesenta para fines de acuicultura y rápidamente fue siendo introducida voluntaria (programas de repoblamiento estatales) e involuntariamente por los programas de cultivo de peces en jaulas ubicadas en las planicies inundables de la cuenca del río Magdalena donde actualmente se presenta una producción permanente de esta especie, que fue evaluada en 83,9 ton/mes en 1988 por Caraballo (Caraballo, 1988 *En:* Caraballo, 2009) en el embalse del Guájaro en la costa Norte de Colombia.

De esta especie se obtuvieron capturas entre 125 y 170 mm de LT, con un promedio de 155,1 mm de LT; para esta especie se conoce como talla promedio de maduración sexual 21,3 cm (Cadavid, *et al.*, 2011; Narváez, *et al.*, 2008 e Ibarra, *et al.*, 2013) lo que indica la totalidad de la colecta correspondió a especímenes que probablemente no se han reproducido. Igualmente, se observó que la colecta pudo contener individuos de dos cohortes diferentes. De esta especie no se encontró referencia en el país una talla mínima de captura legal (TML), establecida por la entidad estatal responsable para la ciénaga de Sabanagrande.

El individuo capturado de la especie *Rhamdia quelen* o Barbul royelo presentó una longitud total de 185 mm; esta es una especie omnívora, con tendencia a la carnivoría. Las especies tiene hábitos nocturnos, durante el día permanecen ocultas entre la vegetación sumergida, palizadas y rocas en sectores de los ríos donde la pendiente se reduce (Ortega-Lara 2004). La talla mínima de captura para el Barbul royelo no ha sido establecida aún en el país por la entidad estatal responsable, ni se conocen registros sobre tallas medias de capturas en la cuenca del río Sinú, ni en las cuencas del Atrato, Cauca, San Jorge y Magdalena. La talla de madurez sexual es particular a la cuenca. Para la cuenca alta del Atrato, la talla mínima de madurez fue estimada en 15 cm LE y la TMM fue de 21 cm LE; en el río Patía se estima en 32 cm LE. En el bajo Atrato se encontró que las hembras alcanzan la madurez sexual a una talla menor (20 cm LE) que los machos (Jaramillo-Villa 2005). Igualmente, Olaya-Nieto, *et al.*, 2010 indicaron 24,1 cm de LT, como talla media de madurez sexual para las hembras y 23,6 cm de LT la de los machos (Figura 8-275); por lo que el individuo capturado (100% de la captura), se encontró por debajo de la citada talla media de madurez sexual.

La última especie colectada, *Cyphocharax magdalenae* o viejito, el género *Cyphocharax* es excepcional por su amplia distribución geográfica e incluye 34 especies, un poco más de la tercera parte de las 97 reconocidas en la familia (Vari, 1992 *En:* Olaya-Nieto *et al.*, 2007). Se encuentra distribuido al oeste de la Cordillera de los Andes, los planos inundables del Caribe colombiano y en los ríos costeros de la vertiente Pacífica de Costa Rica y Panamá (Bussing, 1987); y ausente en los ríos de la vertiente Pacífica de Colombia, Ecuador, Norte del Perú. La talla media de madurez gonadal reportada por la Corporación Colombia Internacional y el Incoder en el documento pesca y acuicultura Colombia 2006 fue de 13,2 cm para la cuenca del río Sinú, la cual no difiere con la determinada por Valderrama *et al.* (2006), 13 cm, para el Embalse de Urrá. De esta especie se encontró como referencia una talla mínima de captura legal (TML) de 12cm para la cuenca del río Sinú (INPA, 2001), por lo anterior, se evidenció que el pez colectado supera la talla mínima de captura legal (TML) y la media de madurez gonadal (TMM) indicada.

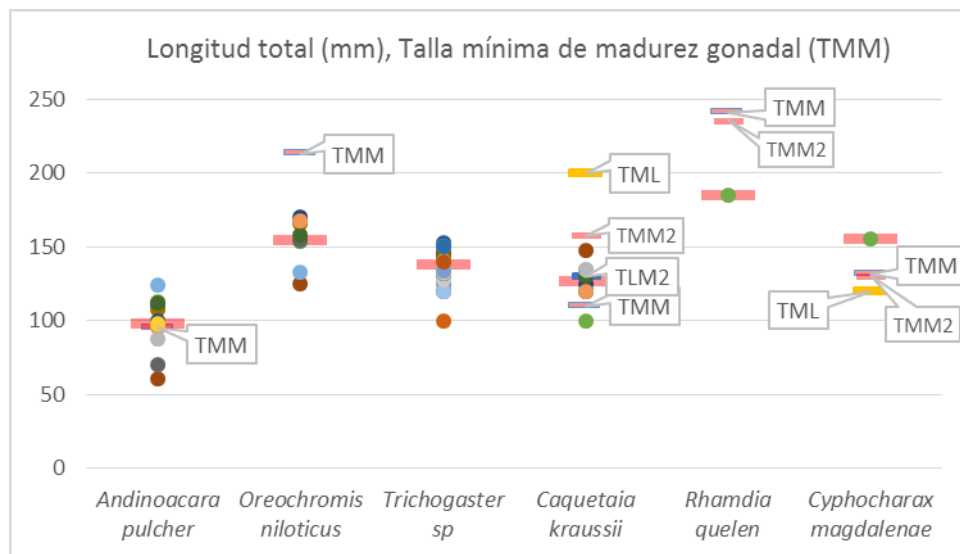


Figura 8-275. Longitud total (LT) de las capturas, Talla Mínima de Madurez gonadal (TMM) y Talla mínima legal de captura (TML: Blanco *et al.*, 2005 *En*: Lasso *et al.*, 2011 y TLM2: MADR-CCI, 2006 y Valderrama *et al.*, 2006, *En*: Lasso *et al.*, 2011) para las especies colectadas en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Compuerta-EH4), Primera Fase

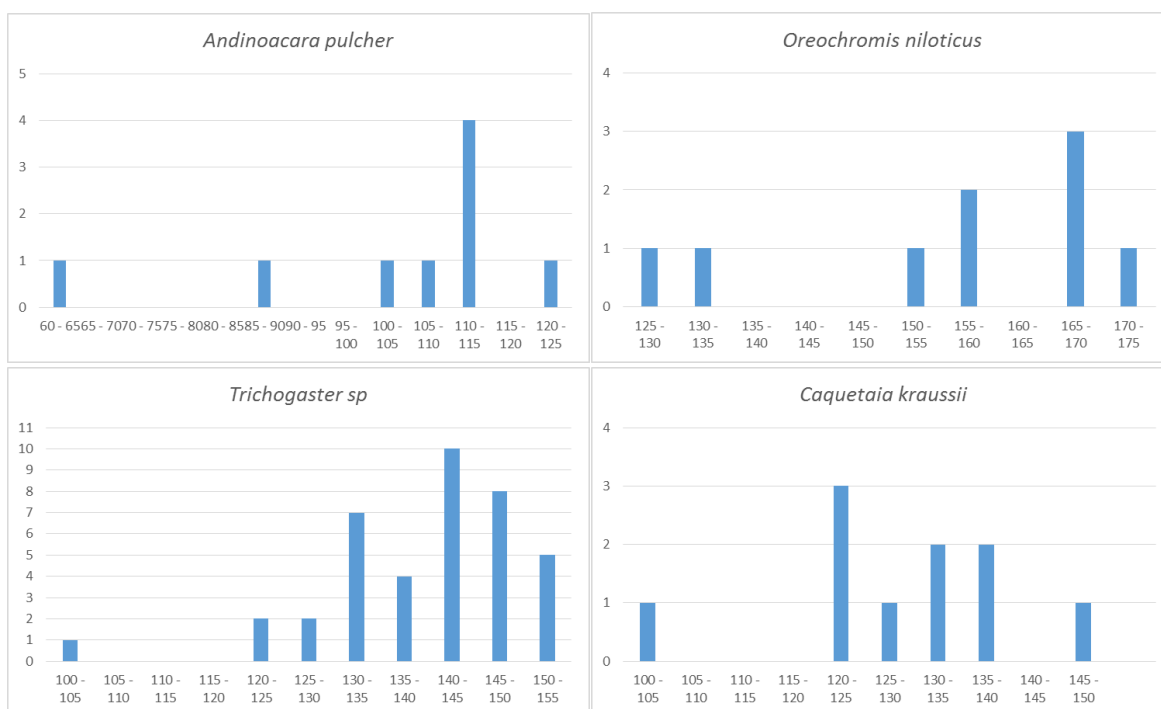


Figura 8-276. Histograma de tallas para las especies ícticas de la ciénaga Sabanagrande, Primera Fase

Se indicó la distribución de la ictiofauna mediante la Figura 8-277, donde se evidenció la preferencia de los peces por la zona sur occidental y occidental de la ciénaga.

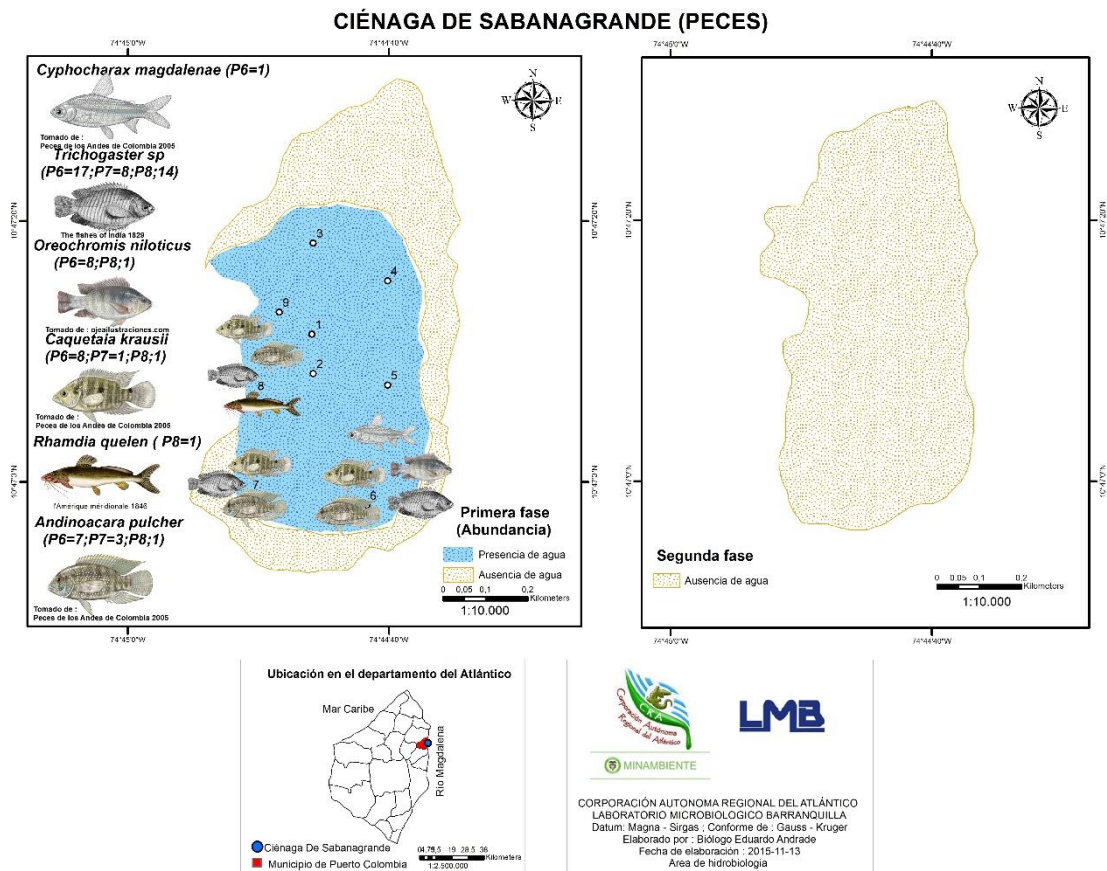


Figura 8-277. Distribución de los organismos de la ictiofauna (número de peces colectados) en la ciénaga Sabanagrande, Primera y Segunda Fase

Al realizar la revisión del listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”; según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; se determinó que no existen coincidencias con dicho listado.

8.2.6 Ciénaga Santo Tomás

En la ciénaga Santo Tomás 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Primera Fase de ciénaga correspondió al 18003 y para la Segunda Fase la ciénaga se encontraba seca.

8.2.6.1 Comunidades de productores primarios

8.2.6.1.1 Fitoperifiton

La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y crecimiento de las comunidades perifíticas hizo que en el interior de la ciénaga de Santo Tomás no se pudieran coleccionar muestras para esta comunidad.

8.2.6.1.2 Fitoplancton

En la ciénaga Santo Tomás, la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 85 especies pertenecientes a 44 familias, 27 Órdenes, 13 Clases y 7 Divisiones (Tabla 8-208). El aporte a la riqueza realizado por la División Chlorophyta alcanzó el 37,6% (32 especies), seguida por la División Bacillariophyta con un 22,4% (19 especies) y Cyanobacteria, con el 21,2% (18 especies); las divisiones restantes presentaron aportes de menor cuantía, y Charophyta (8 especies, 9,4%), Ochrophyta (5 especies, 5,9%), Euglenozoa (2 especies, 2,4%) y Dinophyta (1 especie, 1,2%).

Tabla 8-208. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga Santo Tomás durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Dinophyta	Dinophyceae	Gonyaulacales	Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax spp</i>
			Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
					<i>Tryblionella spp</i>
	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Encyonema spp</i>		
			<i>Gomphonema affine</i>		
	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Achnanthaceae	<i>Achnanthes spp</i>
				Amphipleuraceae	<i>Frustulia spp</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Caloneis spp</i>
					<i>Gyrosigma spp</i>
					<i>Navicula spp</i>
				Pinnulariaceae	<i>Pinnularia spp</i>
				Sellaphoraceae	<i>Sellaphora spp</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia spp</i>
			Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella linearis</i> <i>Surirella spp</i>
		Coccinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira spp</i>
		Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria spp</i>
			Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra spp</i>
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
		Eustigmatophyceae	Eustigmatales	Chlorobotrydaceae	<i>Pseudostaurastrum spp</i>
		Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>
	Ochrophyta				<i>Goniochloris spp</i>
		Xanthophyceae	Mischococcales	Pleurochloridaceae	<i>Pseudoniochloris spp</i> <i>Tetraëdriella spp</i>
				Chroococcaceae	<i>Chroococcus dispersus</i> <i>Chroococcus spp</i>
			Chroococcales	Gomphosphaeriaceae	<i>Coelosphaerium sp</i>
				Microcystaceae	<i>Gloeocapsa spp</i> <i>Microcystis spp</i>
				Spirulinaceae	<i>Spirulina spp</i>
					<i>Anabaena spp</i>
					<i>Anabaenopsis spp</i>
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Raphidiopsis sp 1</i> <i>Raphidiopsis spp</i>
				Rivulariaceae	<i>Calothrix spp</i>
				Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>
			Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria spp</i>
				Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i> <i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i> <i>Pseudanabaena spp</i>
			Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia spp</i>
				Closteriaceae	<i>Closterium spp</i>
					<i>Cosmarium regnelli</i>
			Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium spp</i> <i>Desmidium spp</i>
	Charophyta	Conjugatophyceae			<i>Staurastrum spp</i> <i>Mougeotia spp</i>
			Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra flavescens</i> <i>Spirogyra spp</i>
					<i>Desmatractum spp</i>
			Chlamydomonadales	Treubariaceae	<i>Treubaria quadrispina</i> <i>Treubaria triappendiculata</i>
			Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium spp</i>
				Characiaceae	<i>Actinastrum spp</i> <i>Pediastrum duplex</i> <i>Pediastrum simplex</i>
				Hydrodictyceae	<i>Pediastrum tetras</i> <i>Tetraëdron cf. muticum</i> <i>Tetraëdron minimum</i>
	Chlorophyta	Chlorophyceae			<i>Golenkinia spp</i>
			Sphaeropleales	Radiococcaceae	<i>Coenococcus sp 1</i> <i>Coelastrum astroideum</i> <i>Coelastrum microporum</i> <i>Desmodesmus spp</i>
				Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acutus</i> <i>Scenedesmus javanensis</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Scenedesmus quadrispinna</i>
					<i>Tetrastrum spp</i>
					<i>Westella spp</i>
				Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>
					<i>Kirchneriella spp</i>
					<i>Monoraphidium circinale</i>
				Selenastraceae	<i>Monoraphidium contortum</i>
					<i>Monoraphidium griffithii</i>
					<i>Monoraphidium spp</i>
					<i>Selenastrum spp</i>
			Volvocales	Volvocaceae	<i>Eudorina spp</i>
				Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium spp</i>
		Trebouxiophyceae	Chlorellales		<i>Gloeotaenium</i>
				Oocystaceae	<i>loitlesbergereanum</i>
					<i>Oocystis spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>
					<i>Trachelomonas spp</i>

Durante la Primera Fase, la contribución a la abundancia en la ciénaga fue encabezada por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 52,6% a la abundancia total (101,1 Células/mL), seguida por la División Bacillariophyta (28,3%, 54,5 Células/mL), Chlorophyta (11,3%, 21,8 Células/mL); y en menor cuantía las divisiones Charophyta con 4,8% (9,3 Células/mL), Ochrophyta con 2,1% (4,0 Células/mL), Euglenozoa con 0,8% (1,6 Células/mL) y Dinophyta con 0,1% (0,2 Células/mL) (Figura 8-278).

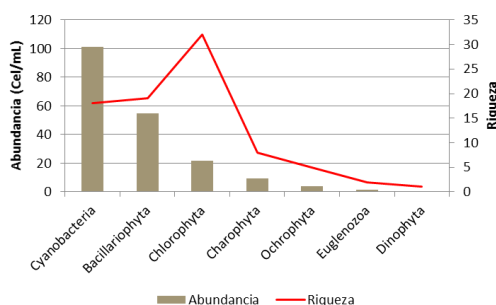


Figura 8-278. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga Santo Tomás durante el año 2015, Primera Fase

Al evaluar los índices ecológicos, se observó que en todos los puntos se presenta una equidad media, siendo mayor en el punto 5 ($J'=0,69$) y mínima en el punto 4 ($J'=0,46$). Así mismo, la dominancia de Simpson osciló entre 0,19 (en el punto 1) y 0,45 en el punto 4. El índice de Shannon muestra aguas “aguas medianamente contaminadas” de acuerdo a la interpretación de Roldán y Ramírez (2000) (Tabla 8-209).

Tabla 8-209. Índices ecológicos en la Ciénaga Santo Tomás durante la Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	53	0,58	2,31	0,28
Punto 2	41	0,66	2,46	0,19
Punto 3	38	0,59	2,16	0,20
Punto 4	27	0,46	1,50	0,45
Punto 5	45	0,69	2,61	0,16
Punto 6	25	0,68	2,20	0,20

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, en la Primera Fase ($p=0,939$). Por otro lado, al comparar entre los puntos de muestreo mediante un análisis de clasificación tipo cluster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se conforman tres ramas con una similitud del 50%; el primero formado por el punto 4, el siguiente por el punto 6, y el último por los puntos restantes (Figura 8-279 y Figura 8-280).

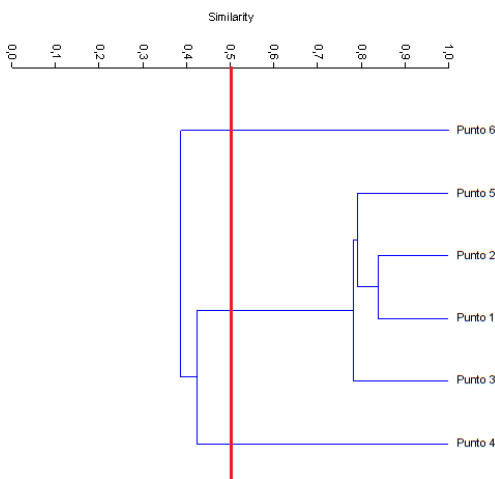


Figura 8-279. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en la Ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

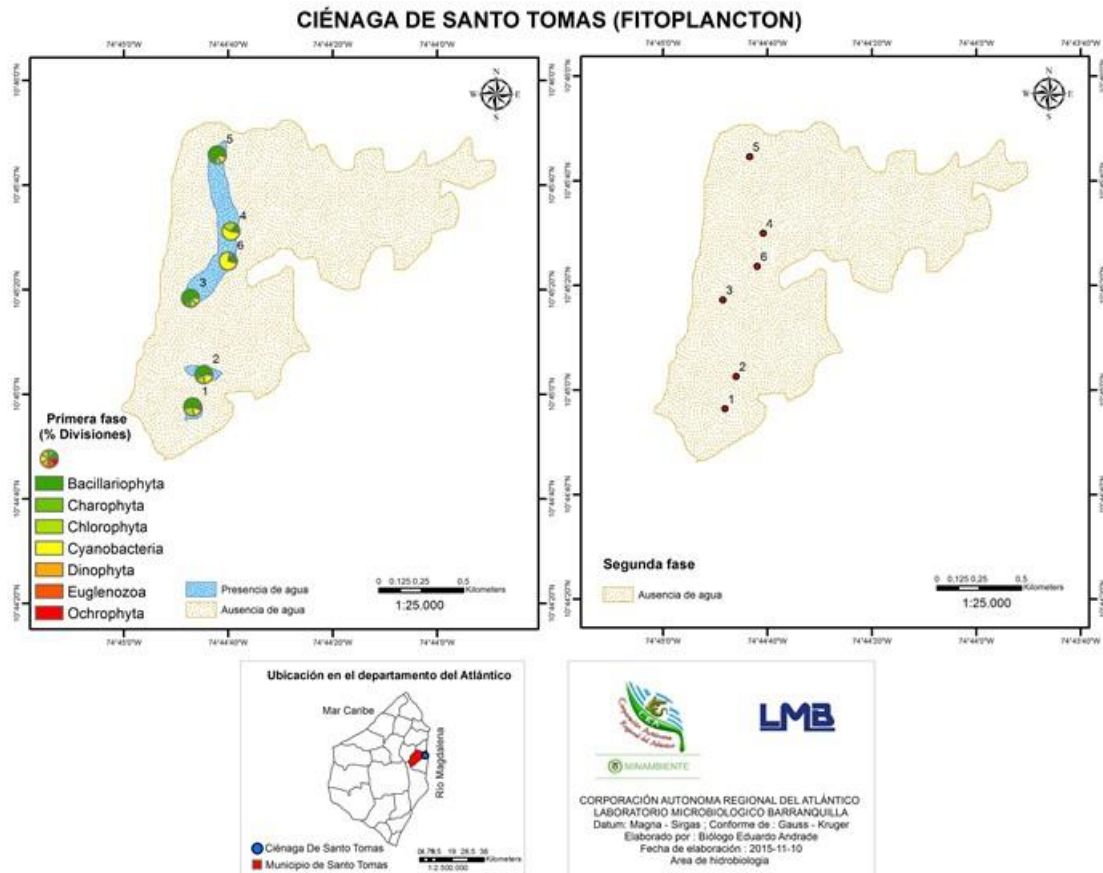


Figura 8-280. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Santo Tomás, Primera y Segunda Fase

El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad, para esto se realizaron dos análisis, de manera general, por época climática y de manera puntual. Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo, se observó que la mayoría de los puntos presentan como bioindicaciones predominantes la turbulencia y mezcla, eutrofia y sedimentos y conductividad altos, resaltando en el Punto 4 el predominio de la bioindicación de mesotrofia (Figura 8-281). Para la totalidad de la ciénaga, se evidenció la tendencia de presencia de sedimentos y conductividad altos en un 11,1% cada uno, de la eutrofia con un 9,2% y mezcla con un 7,6%; la gran diversidad de especies arrojó gran cantidad de procesos bioindicados para cada uno de los puntos monitoreados, como se observa en la Figura 8-281 y en la Figura 8-282.

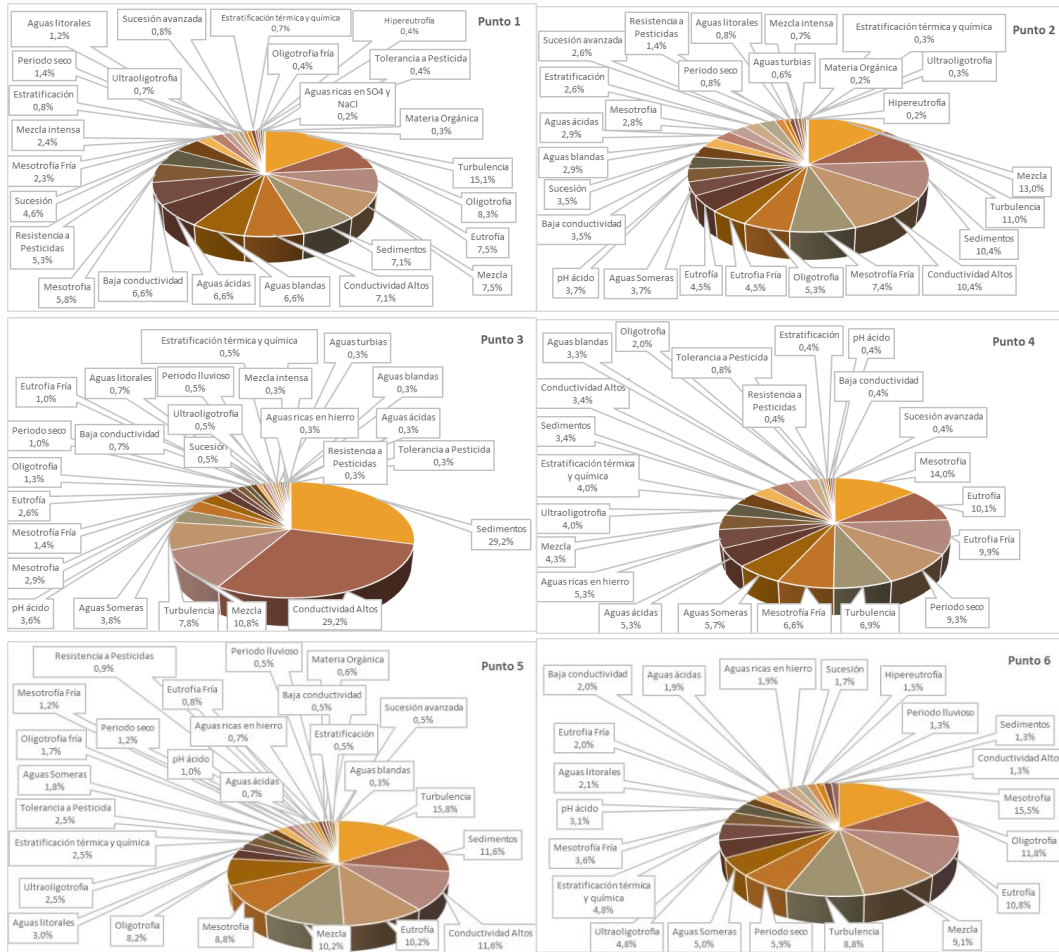


Figura 8-281. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

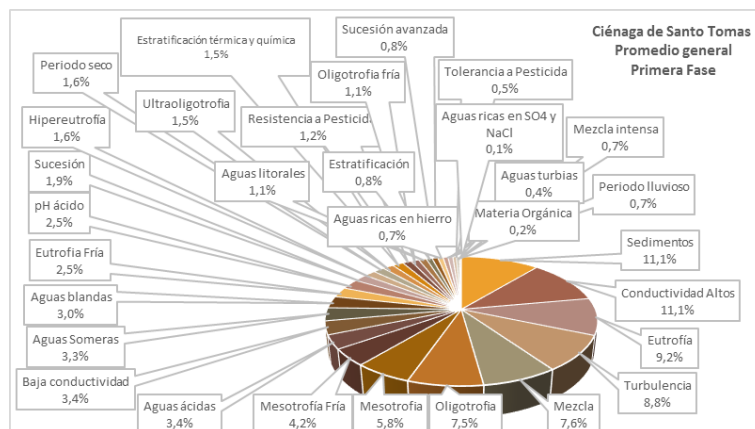


Figura 8-282. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

Se bioindicaron múltiples procesos, de los cuales conductividad alta, la mesotrofia, la eutrofia y eutrofia fría, las aguas y pH ácido, la sucesión y la resistencia a pesticidas, muestran indicios de contaminación y de eutrofia, y también de desecación, tal y como se presentó en la ciénaga.

Para resumir el comportamiento de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Santo Tomás durante la Primera Fase de monitoreo, se puede decir que fue dominada en riqueza de especies pertenecientes a la División Chlorophyta, aunque la abundancia fue liderada por la División Cyanobacteria; presentándose una equidad media en todos los puntos de muestreo, así como dominancias de bajas en la mayoría de los puntos, excepto en el Punto 4 donde fue media; mientras que por su parte, el índice de diversidad de Bray-Curtis, presentó valores entre 1,50 y 2,19, indicando, bajo la interpretación del Roldán y Ramírez (2008), la presencia de “aguas medianamente contaminadas” en toda la ciénaga. Pese a lo anterior, al análisis espacial realizado mediante el índice de similaridad de Bray-Curtis, demostró que los Puntos 6 y 4 presentaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a los puntos restantes. Lo cual fue concordante con las bioindicaciones predominantes, ya que estos dos puntos se caracterizaron por presentar bioindicaciones de aguas mesotróficas y eutróficas con mayor peso, mientras que los puntos restantes se destacó la turbulencia, mezcla y la presencia de sedimentos y conductividad altos.

8.2.6.1.3 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga Santo Tomás durante la Primera Fase, se encontraron 9 especies de macrófitas acuáticas pertenecientes a 9 Familias, 7 Órdenes, 3 Clases y 1 División (Tabla 8-210), presentes en los puntos 1, 3, 4, 5 y 6. La Familia que presentó las mayores abundancias relativas promedio fue Ceratophyllaceae, con 5, aunque la mayoría de las familias presentaron abundancias relativas cercanas a 3. No se pudieron obtener datos concernientes para las Macrófitas en la Segunda Fase debido a que la ciénaga se encontraba seca.

Tabla 8-210. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga de Agua
				Hydrocharitaceae	<i>Najas spp</i>	Lama
			Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua
			Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Hierba
			Ceratophyllales	Ceratophyllaceae	<i>CeratoPhylum sp</i>	Lama
		Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Dormidera
			Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	Lechosa
		Polypodiopsida	Salviniales	Marsileaceae	<i>Marsilea sp</i>	Trébol de Agua
				Salviniaceae	<i>Salvinia sp</i>	Oreja de Ratón

Según los criterios de Schmidt-Mumm (1988), se determinaron los biotopos de la comunidad analizada. Se presentaron 4 biotopos, de los cuales las Helófitas (enraizadas con partes aéreas y consumo de CO₂ atmosférico) tuvieron mayor representatividad, seguidas de las Acropleustófitas (plantas flotantes y uso de CO₂ atmosférico), Mesopleustophyta (plantas en la interface, y consumo de CO₂ del agua) y Hyphydata (plantas sumergidas y consumo de CO₂ del agua) (Tabla 8-211 y Figura 8-283)

Tabla 8-211. Biotopos para las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga Santo Tomás, Primera Fase.

Familia	Taxa	Biotopo
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Acropleustophyta
Hydrocharitaceae	<i>Najas spp</i>	Hyphydata
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Helófitas
Ceratophyllaceae	<i>CeratoPhylum sp</i>	Mesopleustophyta
Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Helófitas
Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	Helófitas
Marsileaceae	<i>Marsilea sp</i>	Helófitas
Salviniaceae	<i>Salvinia sp</i>	Acropleustophyta

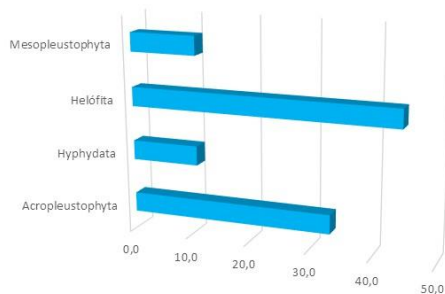


Figura 8-283. Espectro biotológico de las proporciones de especies en las diferentes formas de vida (biotopos) A) Primera Fase

8.2.6.2 . Comunidades de consumidores

8.2.6.2.1 Zooplancton

En la ciénaga Santo Tomás, la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 50 especies, distribuidas en 26 familias, 12 Órdenes, 9 Clases y 5 Phylum. De éstos, el Phylum Rotifera, con la Clase Eurotatoria, fue la que contribuyó en mayor proporción a la riqueza de la ciénaga, con 31 morfoespecies lo que representó un 62% de la riqueza total, seguida por las clases Branchiopoda y Maxillopoda las cuales contribuyeron con 4 especies cada una (8%); las clases Ostracoda y Lobosa, con 3 especies cada una

(6%); la Clase Clitellata, con 2 especies (4%) y las clases Malacostraca, Arthropoda-clase y Animalia-ND, con 1 especie cada una (2%) (Tabla 8-212).

Tabla 8-212. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 1 <i>Pristina sp</i>
	Animalia Phylum ND	Animalia Clase ND	ND	ND	Larva Trocophora
		Arthropoda Clase ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1
				Bosminidae	<i>Bosmina sp1</i>
				Daphniidae	<i>Daphnia pulex</i>
				Daphniidae	<i>Daphnia sp</i>
				NA	<i>Sida crystalina</i>
	Arthropoda	Malacostraca	ND	ND	Larva Nauplio
			Calanoida	Diaptomidae	<i>Eudiaptomus gracilis</i>
				ND	Calanoida Morfoespecie 1
		Maxillopoda	Cyclopoida	ND	<i>Megacyclops sp 1</i>
			Harpacticoida	Canthocamptidae	<i>Canthocamptus staphylinus</i>
		Ostracoda	ND	ND	Ostracodo Morfoespecie 1 Ostracodo Morfoespecie 2 Ostracodos spp
				Testudinellidae	<i>Testudinella patina</i>
			Flosculariaceae		<i>Filinia longiseta</i>
			Trochosphaeridae		<i>Filinia opaliensis</i> <i>Filinia terminalis</i>
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i>
Animalia					<i>Brachionus angularis</i> <i>Brachionus calyciflorus</i> <i>Brachionus caudatus (Morfortipo 2)</i>
				Brachionidae	<i>Brachionus falcatus falcatus</i> <i>Brachionus patulus patulus</i> <i>Brachionus plicatilis</i> <i>Keratella trophica trophica</i>
				Dicranophoridae	<i>Enicentrum mucronatum</i> <i>Enicentrum sp2</i>
	Rotifera	Eurotatoria		Epiphanidae	<i>Epiphanes spp</i>
			Ploima		<i>Lecane (monostyla) lunaris lunaris</i> <i>Lecane bulla bulla</i> <i>Lecane cornuta</i> <i>Lecane leontina</i> <i>Lecane ludwigi</i>
				Lecanidae	<i>Lecane luna</i> <i>Lecane lunaris lunaris</i> <i>Lecane obtusa</i> <i>Lecane remanei</i> <i>Lecane sp</i> <i>Lecane unguitata</i>
				Lepadellidae	<i>Lepadella sp 2</i>
				Mytilinidae	<i>Mytilina sp</i>
				Trichocercidae	<i>Trichocerca sp 2</i> <i>Trichocerca sp 3</i>

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Trichocerca porcellus</i>
				Arcellidae	<i>Arcella gibbosa</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
				Centropxyidae	<i>Centropxyxis aculeata</i>

Al observar las abundancias de las Clases se evidenció el predominio de los representantes de la Clase Eurotatoria, la cual contribuyó con el 57,3% de la abundancia total (680,2 Organismos/L), seguido por el aporte realizado por las Clase Clitellata correspondiente al 18,6% (221 Organismos/L), y en menores proporciones las clases Ostracoda (5,9%, 69,6 Organismos/L), Branchiopoda (5,7% AT, 67,6 Organismos/L), Lobosa (5,0%, 59,1 Organismos/L), Malacostraca (2,7%, 32,2 Organismos/L), Maxillopoda (2,5%, 29,8 Organismos/L), Arthropoda – ND (2,2%, 26,1 Organismos/L) y Animalia-ND (0,2%, 2,2 Organismos/L) (Figura 8-284). Esto nos permite considerar a este sistema acuático como un medio eutrofizado, donde los rotíferos por su condición euritolerante y pionera ocupan estos espacios, modificando y fluctuando sus comunidades de acuerdo a las condiciones del ambiente.

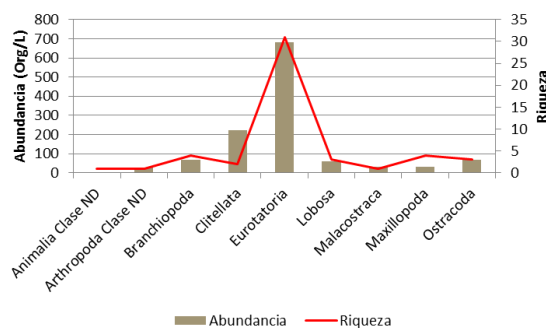


Figura 8-284. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga Santo Tomás

Por su parte los índices ecológicos utilizados indicaron que la comunidad zooplanctónica presenta una dominancia muy baja en la ciénaga, siendo mayor en el Punto 6 (0,12), igualmente la equidad fue muy alta en todos los puntos evaluados, siendo menor en el Punto 6. Por su parte, la diversidad, evaluada desde el índice de Shannon-Wiener, presentó valores entre 2,39 y 2,95, los cuales, según la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en todos los puntos de muestreo (Tabla 8-213).

Tabla 8-213. Índices ecológicos del fitoplancton en la Ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Punto 1	22	0,91	2,80	0,07
Punto 2	24	0,93	2,95	0,06
Punto 3	19	0,96	2,83	0,06
Punto 4	21	0,87	2,64	0,09
Punto 5	22	0,89	2,75	0,08
Punto 6	17	0,84	2,39	0,12

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados durante la Primera Fase ($p=0,8753$). Se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, evidenciándose que no existen diferencias entre los puntos evaluados (Figura 8-285 y Figura 8-286).

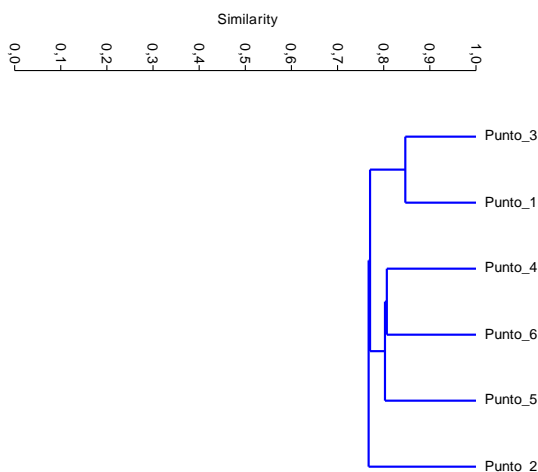


Figura 8-285. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga Santo Tomás

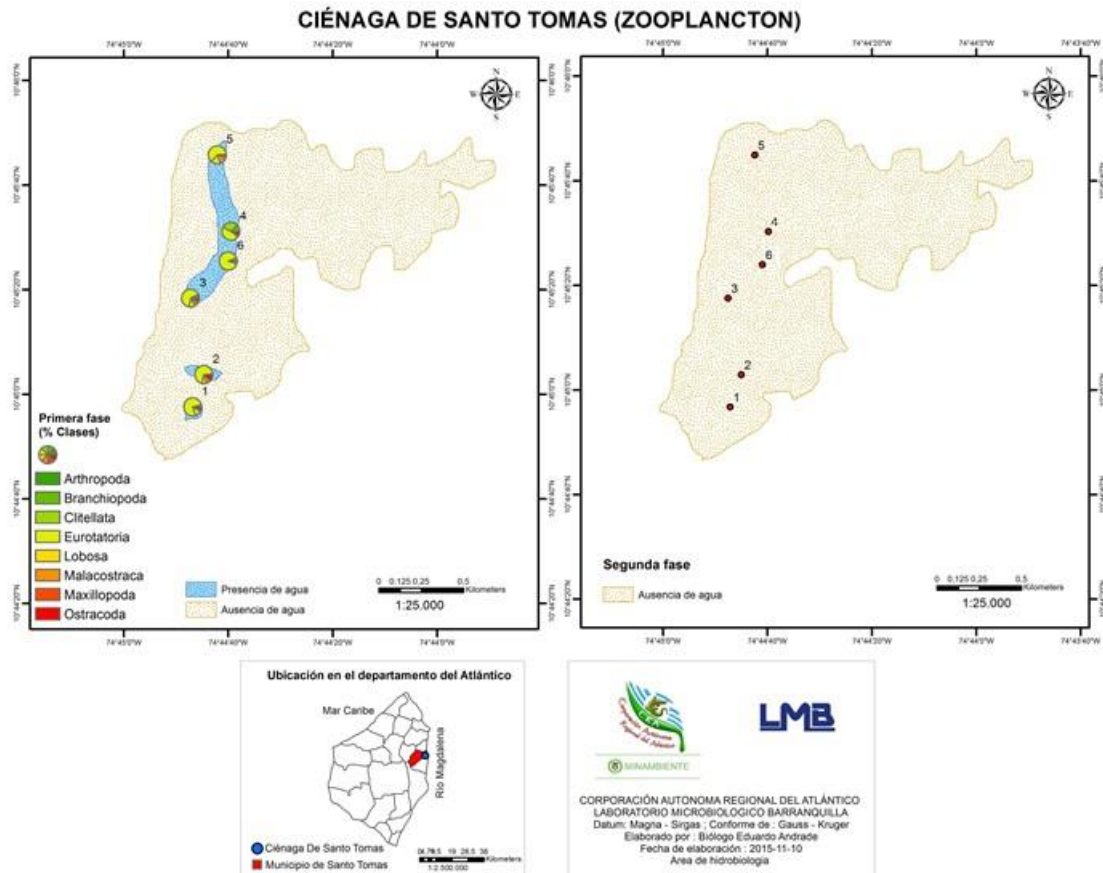


Figura 8-286. Distribución de los organismos zooplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Santo Tomás, Primera y Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que la mayoría de los puntos evaluados en la ciénaga presentan tres bioindicaciones predominantes, altos contenidos de sales, eutrofia y pH alcalino, todas ellas en proporciones similares, excepto en el Punto 5, donde la mesotrofia se vio incrementada quedando en segundo lugar, después de la eutrofia (Figura 8-287). De manera general para la ciénaga se observó el predominio de aguas eutróficas (38,3%), con pH alcalino y con alto contenido de sales (22,7% cada una), así como aguas mesotróficas (14,7%) (Figura 8-288).

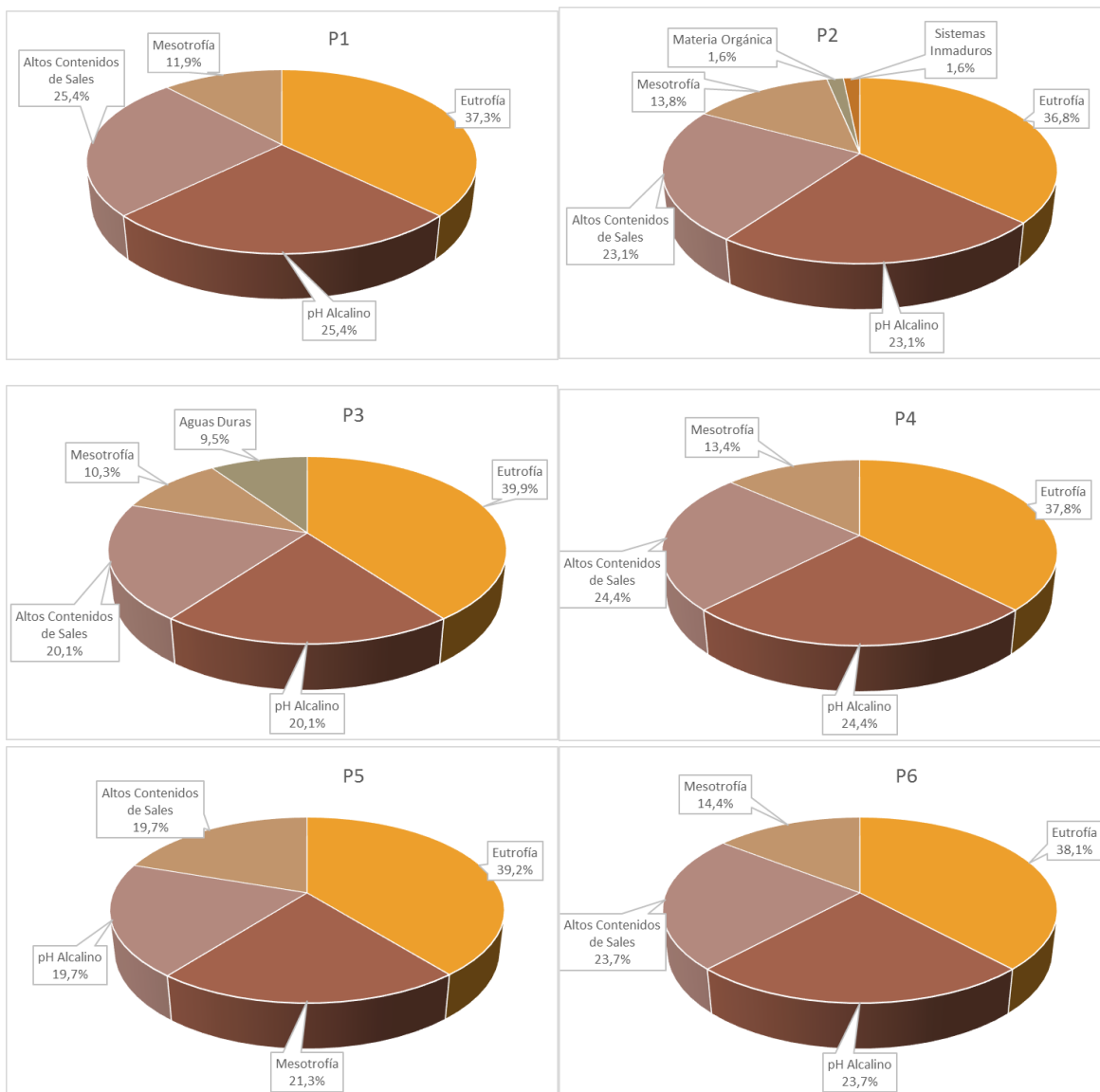


Figura 8-287. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

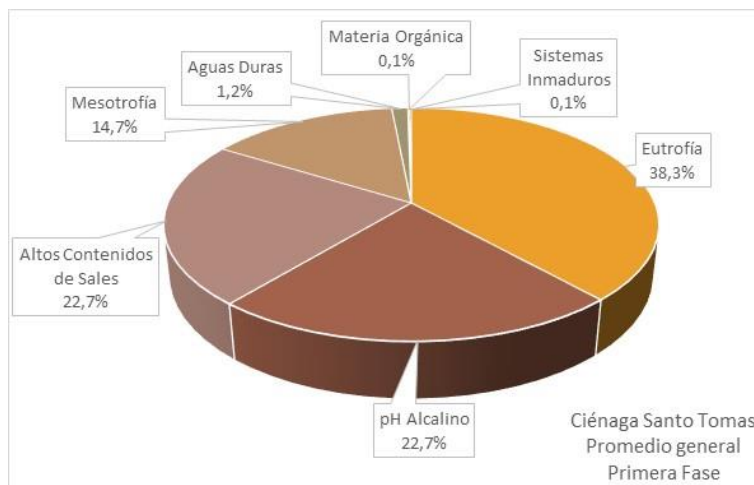


Figura 8-288. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la Ciénaga Santo Tomás durante la Primera Fase

Para resumir, durante la Primera Fase, la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Santo Tomás estuvo representada por una gran riqueza y abundancia de organismos pertenecientes a la Clase Eurotatoria, lo que se tradujo en altos valores de equidad y aunque con baja dominancia; más diversidades altas en todos los puntos de muestreo, valores del índice de Shannon-Wiener que bajo a interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas”. Todo esto se reflejó en una homogeneidad espacial alta, observada mediante el dendrograma de similaridad de Bray Curtis; siendo igualmente homogénea la bioindicación, eutrofia, pH alcalino y altos contenidos de sales.

8.2.6.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga Santo Tomás estuvieron representados por 9 morfoespecies pertenecientes a 7 familias, 5 Ordenes y 3 clases, de las cuales la Clase Insecta contribuyó a la abundancia en mayor proporción a la riqueza total, 44,4% (4 morfoespecies); seguido de la Clase Bivalvia, 33,3% (3 morfoespecies) y Clitellata, 22,2% (2 morfoespecies) (Tabla 8-214). Los aportes a la abundancia fueron liderados por la Clase Clitellata contribuyendo con 718,4 Organismos/m² (56,4% de AR), seguida por la Clase Insecta con 297,6 Organismos/m² (23,4% AR), y por último la Clase Bivalvia (257,7 Organismos/m², 20,2% de AR) (Figura 8-289).

Tabla 8-214. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga Santo Tomás

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 1	
				Tubificidae	Morfoespecie 1	
				Ceratopogonidae	Morfoespecie larva	
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1	
					Morfoespecie 1 (Pupa)	
					Sub Familia Tanypodinae	
	Mollusca	Bivalvia		Myoidea	Corbulidae	Morfoespecie 1
				Unionoidea	Mycetopodidae	<i>Anodontites</i> sp
				Veneroidea	Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i>

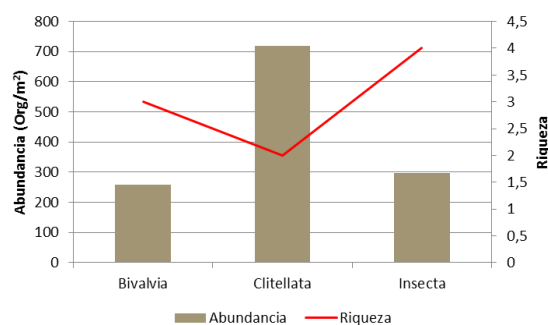


Figura 8-289. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga Santo Tomás

Los índices ecológicos calculados permitieron evidenciar que la riqueza de especies fue mayor en el Punto 5 (6 especies), siendo menor en los Puntos 3,4 y 6 (3 especies). La estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, demostró que en los puntos evaluados tienen dominancias medias a bajas (Tabla 8-215). Así mismo observando la equidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, con el índice de Pielou, se evidenció que los Puntos 5 y 6 son muy equitativos (0,90 y 0,93 respectivamente), mientras que el Puntos 1 es medianamente equilibrado (0,58); el otro índice de equidad evaluado, el índice de Shannon-Wiener, arrojó valores entre 0,90 y 1,61, valores que según la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008), demuestran de la presencia de “aguas muy contaminadas” para la mayoría de los puntos de muestreo, excepto en el Punto 5, donde la interpretación de valor indica “aguas medianamente contaminadas”.

Tabla 8-215. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	5	0,58	0,93	0,55
Punto 2	5	0,71	1,14	0,42
Punto 3	3	0,82	0,90	0,45
Punto 4	3	0,88	0,97	0,42
Punto 5	6	0,90	1,61	0,23
Punto 6	3	0,93	1,03	0,38

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que la ciénaga Santo Tomás presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas” en todos los puntos; 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 (Tabla 8-216).

Tabla 8-216 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
Familias que puntúan	3	2	2	1	3	1
Índice BMWP/Col	6	3	5	2	6	2
Valor ASPT	2,0	1,5	2,5	2,0	2,0	2,0
EPT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EPT:C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EPT:Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados ($p=0,5518$). Al realizar un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, con un 50% de similitud, conformándose dos grupos, el primero integrado por los puntos 1 y 2, ubicados en la zona sur, hacia el centro de la ciénaga, y el segundo conformado por los puntos restantes (Figura 8-291).

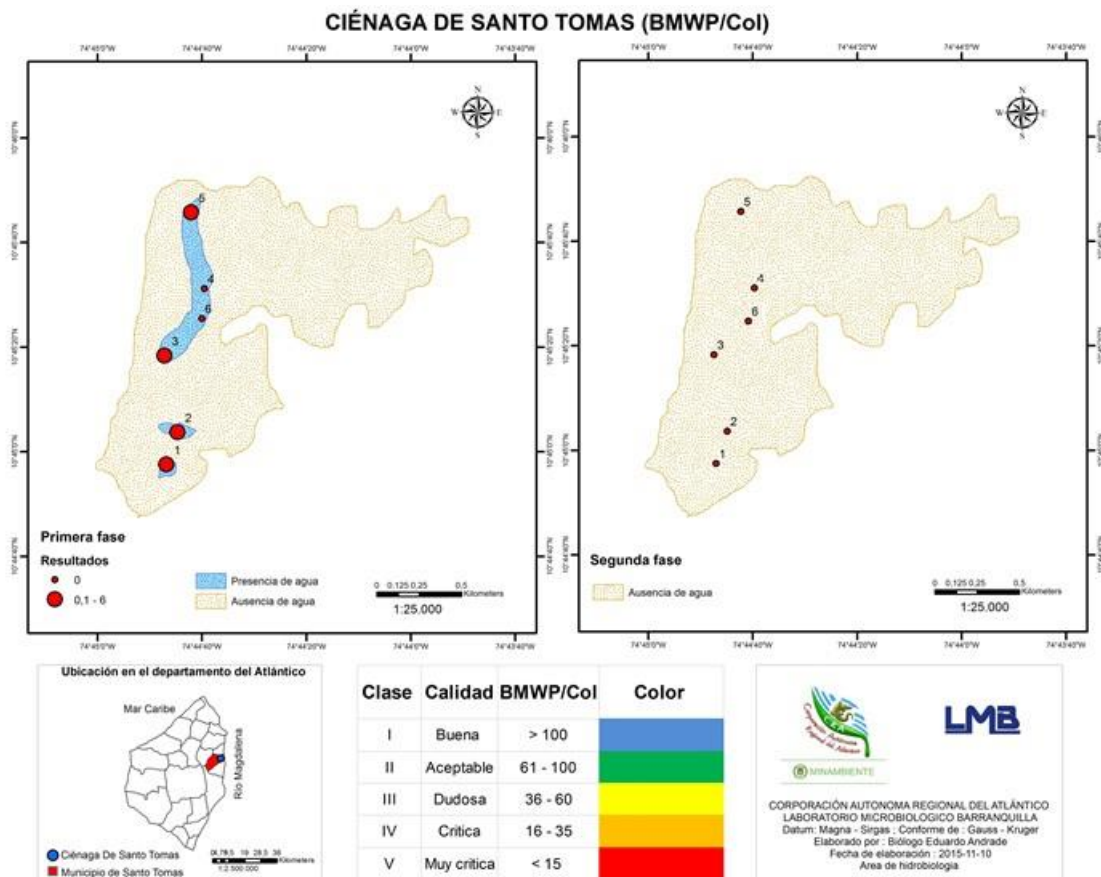


Figura 8-290. Índice BMWP/Col en la Ciénaga de Santo Tomás, Primera y Segunda Fase

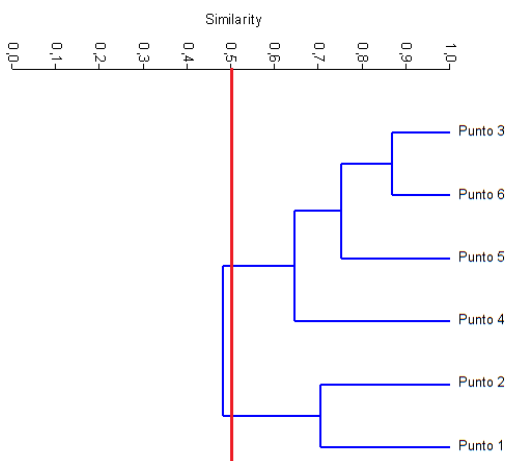


Figura 8-291. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los puntos de muestreo de la Ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observaron tres bioindicaciones predominantes en los Puntos 1, 2 y 6 sedimentos planctónicos, aguas contaminadas y sequía en igualdad de proporciones para cada punto (25, 33,3 y 33,3% respectivamente), mientras que los puntos 3 y 5 presentaron aguas polisapróbicas y sedimentos plantónicos en proporciones del 50% cada una, en cada punto (Figura 8-292). Por último, al observar la ciénaga de manera general, se pudo evidenciar que las bioindicaciones de sedimentos planctónicos, aguas contaminadas y sequía (30,1% cada una), fueron predominantes, seguidas de aguas polisapróbicas (4,8%), la presencia de sedimentos alóctonos (4,8%) (Figura 8-293).

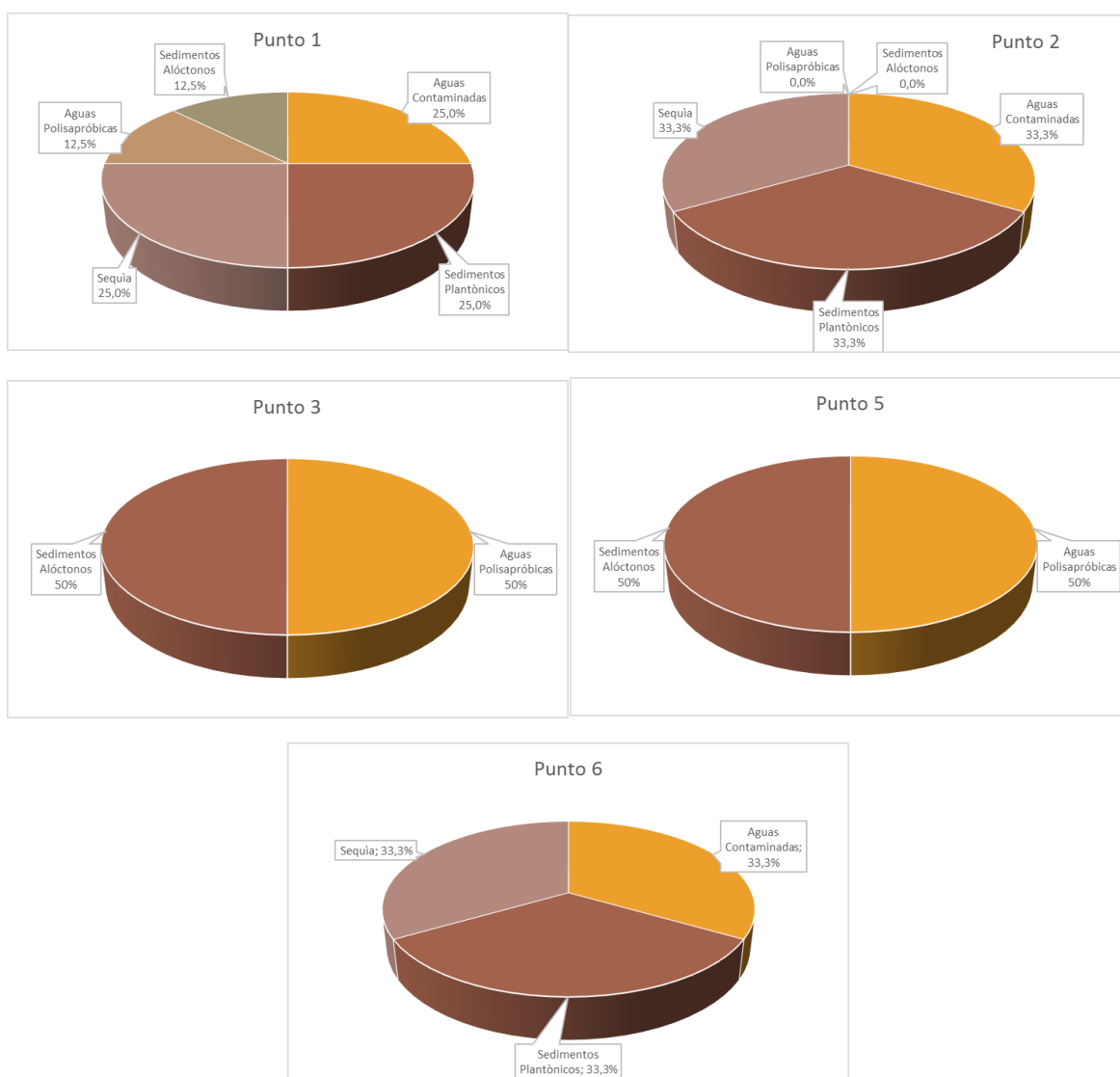


Figura 8-292. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

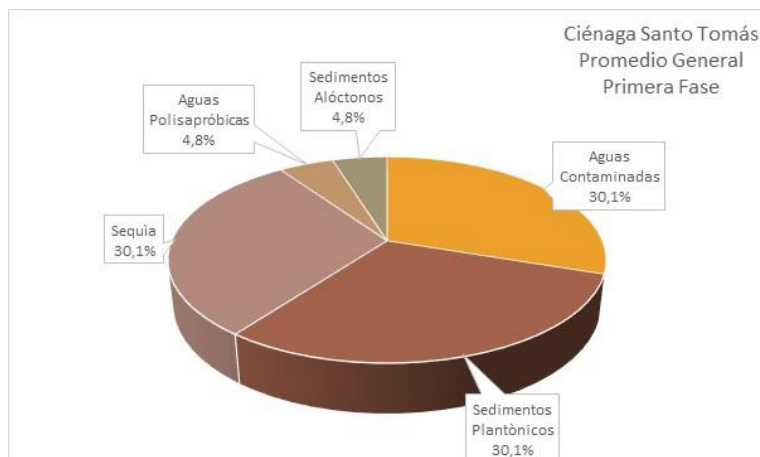


Figura 8-293. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la ciénaga Santo Tomás durante la Primera Fase

Los análisis realizados en la ciénaga de Santo Tomás develaron que la composición de la comunidad bentónica durante la Primera Fase está representada por organismos de las clases Clitellata, Insecta y Bivalvia; siendo los insectos los más representativos para la riqueza (4 morfoespecies), mientras que los Clitellata para la abundancia (718,4 Organismos/m²) (Figura 8-294); los sitios de mayor riqueza fueron el Punto 5 (6 Morfoespecies) y los Puntos 1 y 2 (5 morfoespecies); a pesar de ello, la calidad de aguas expresada por el índice BMWP/Col fue homogénea en toda la ciénaga, “muy crítica”, o con “aguas fuertemente contaminadas”; resultados que se reflejaron en el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis y las bioindicaciones, aunque para estas últimas los Puntos 1, 2 y 6 mostraron predominancia de aguas contaminadas, sedimentos planctónicos y sequia; mientras que los Puntos 3 y 5, de aguas polisapróbicas y sedimentos planctónicos; lo que indica el estado eutrófico de la ciénaga.

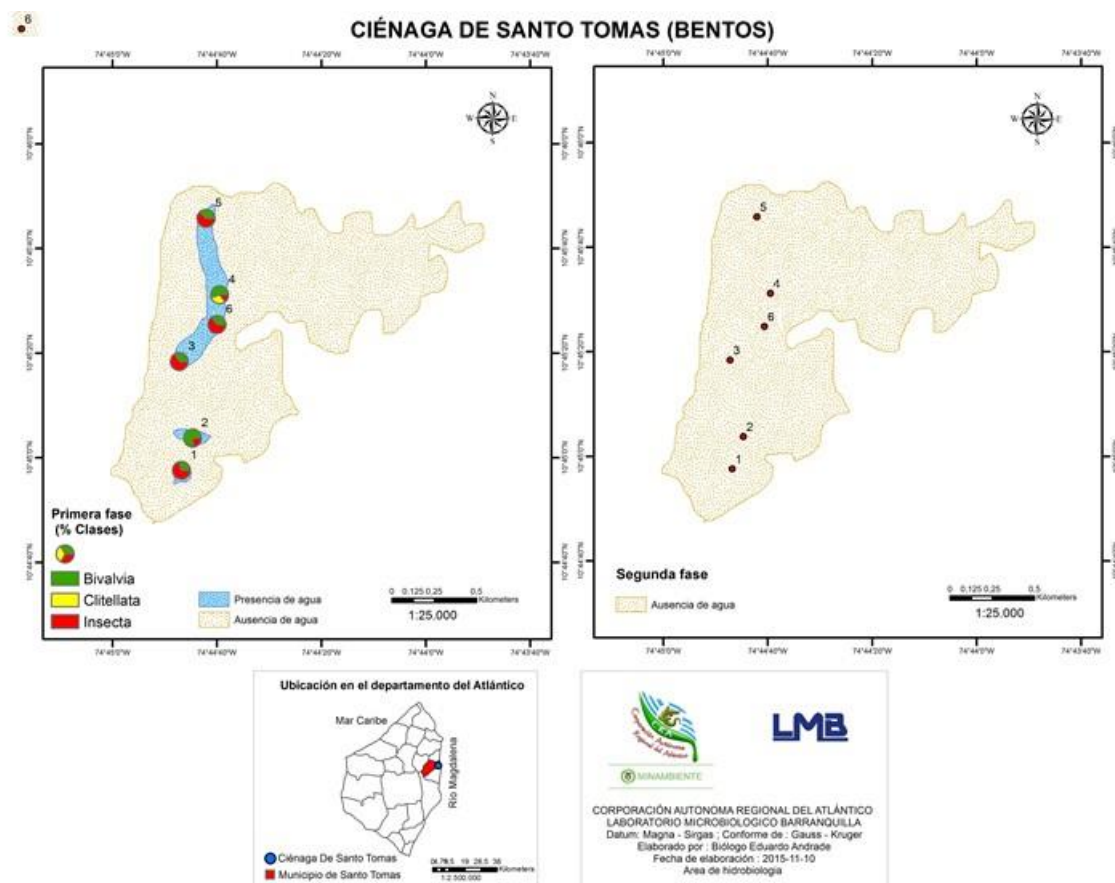


Figura 8-294. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Santo Tomás

8.2.6.2.3 Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, solo se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad en los puntos 1 y 5, cabe resaltar que en dichas jornadas no se observaron pescadores realizando actividades en el interior de la ciénaga. Se colectó un total de 6 individuos pertenecientes a 2 especies, 1 familia, 1 Orden y 1 Clase (Tabla 8-217 y Figura 8-295). De las especies capturadas, *Andinoacara pulcher*, cómo se indicó anteriormente, se encuentra ampliamente distribuido en Colombia, en las cuencas de los ríos Magdalena, Sinú, San Jorge, Cauca, Cesar (Galvis *et al.*, 1997; Mojica, 1999, *En:* Olaya-Nieto, *et al.*, 2010). La población capturada de *A. pulcher*, presentó tallas entre 107 y 122 mm de LT, con un promedio de 117,3 mm de LT. Como se indicó anteriormente, en la cuenca del Orinoco, los peces del género presentan una reproducción continua durante todo el año y desove parcial (Lasso, 2004 *En:* Lasso y Sánchez-Duarte, 2011), para la ciénaga grande de Lorica (Córdoba), Olaya-Nieto *et al.*, 2010, indicaron la presencia de hembras maduras en casi todos los meses del año, excepto en marzo,

septiembre y diciembre; igualmente indicaron que la talla media de madurez sexual fue de 9,2, 9,7 y 9,5 cm LT para hembras, machos y sexos combinados, respectivamente, lo que indica que el 100% de los individuos capturados sobrepasaron de la TMM (Figura 8-296) y al observar el histograma de tallas (Figura 8-297), sin un análisis más exhaustivo, es muy difícil discernir si los especímenes colectados pertenecen a una o a dos cohortes y si esta especie se está reproduciendo de manera efectiva en la ciénaga de Santo Tomás.

Para la *Caquetaia kraussii* se colectaron individuos entre los 95 y los 105 mm de LT, con un promedio de 100,0 mm; de los 2 especímenes capturados (Tabla 8-218), el 100 % se encontraba por debajo de la talla media de madurez gonadal (15,8 cm para sexos combinados) indicada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Corporación Colombia Internacional Nodo Central (MADR y CCI Nodo Central, 2007), así como de la indicada por Solano-Peña, *et al.*, 2013 (11cm para sexos combinados) para el embalse de Urrá. Igualmente se encontraron por debajo de la talla mínima legal establecida por el INPA (2001) para la cuenca, microcuenca y todas las ciénagas relacionadas con el río Sinú (13 cm); así como a la indicada en la cartilla “Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge” (AUNAP, Sin año) (20 cm de LT).

Tabla 8-217. Composición de los peces colectados en la Ciénaga Santo Tomás

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara pulcher</i>	Cabeza de piedra - Bobito - Lorito azul
					<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla

Tabla 8-218. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la ciénaga de Santo Tomás

Longitud Total (mm)				
Nombre científico	Mínimo	Máximo	Promedio	Total capturado
<i>Andinoacara pulcher</i>	107	122	117,3	4
<i>Caquetaia kraussii</i>	95	105	100,0	2

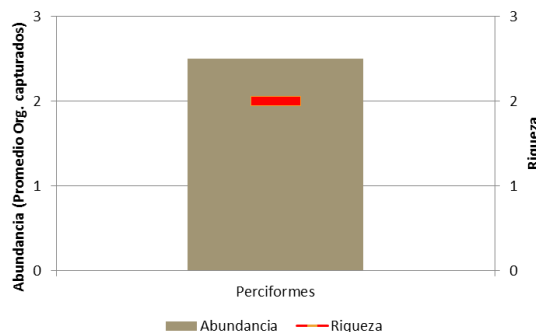


Figura 8-295. Contribución a la riqueza y abundancia de la ictiofauna en la Ciénaga de Santo Tomás, Primera Fase

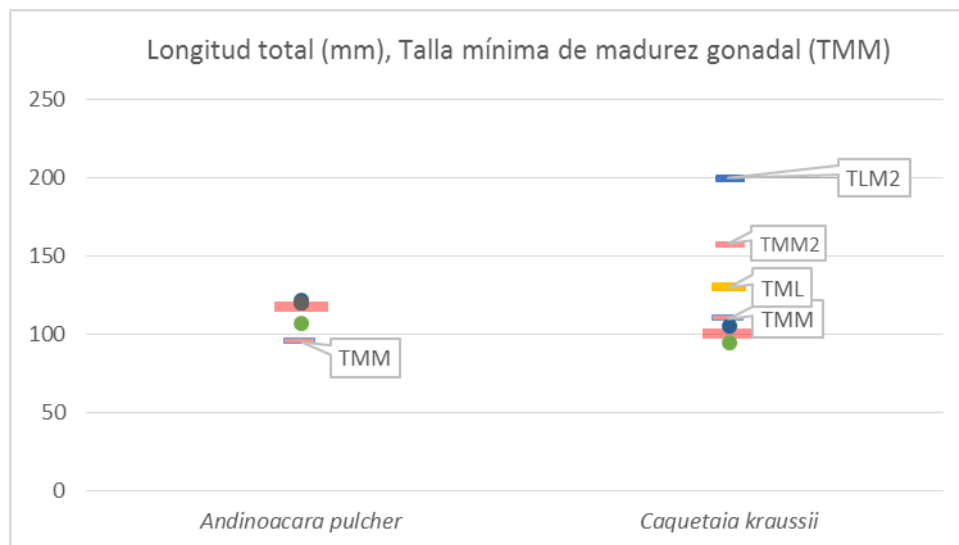


Figura 8-296. Longitud total (LT) y Talla Mínima de Madurez gonadal (TMM) de las especies de peces colectadas en la Ciénaga de Santo Tomás durante la Primera Fase

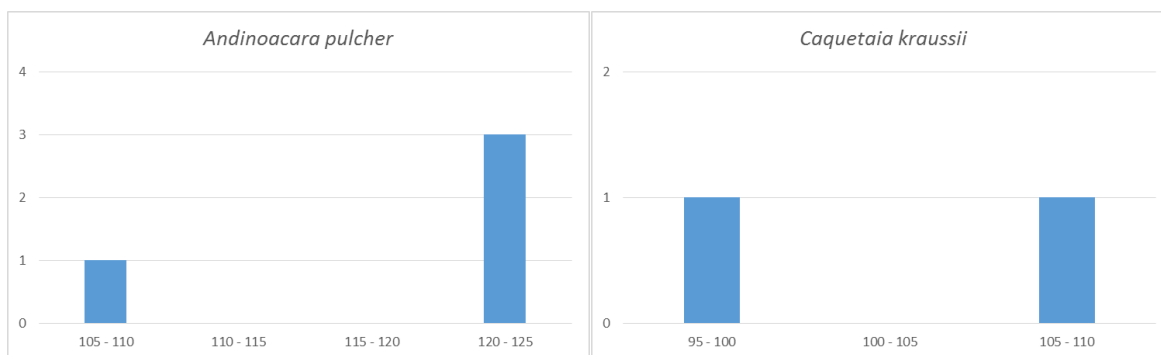


Figura 8-297. Histograma de tallas para las especies ícticas de la ciénaga Santo Tomás, Primera Fase

Por otra parte, se indicaron los puntos efectivos de captura en la Figura 8-298. Evidenciándose la presencia tan solo en la porción de agua ubicada en la zona norte. Al realizar la revisión del listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”, según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, se determinó que no existen coincidencias con dicho listado.

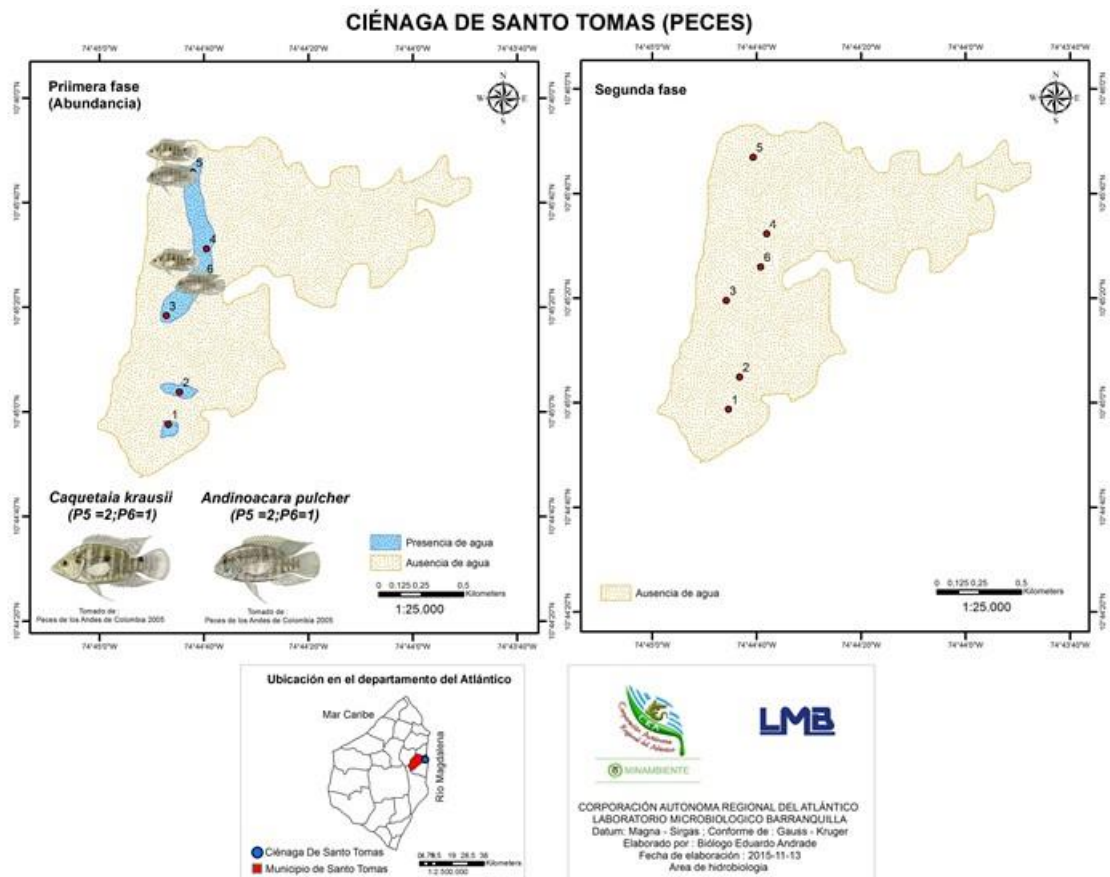


Figura 8-298. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en la Ciénaga Santo Tomás, Primera y Segunda Fase

8.2.7 Ciénaga La Luisa

En la ciénaga La Luisa 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Primera Fase de la ciénaga correspondió al 17954 y para la Segunda Fase 19025; en este periodo, el muestreo se vio afectado por el hecho de encontrar el 80% de la ciénaga seca, siendo posible tomar muestras solo en los Puntos 7 y 8.

8.2.7.1 Comunidades de productores primarios

8.2.7.1.1 Fitoperifiton

No pudo ser caracterizada la comunidad fitoperifítica de la Ciénaga La Luisa debido a que los sitios de muestreo no se presentaron sustratos sobre los cuales se diera una fijación y permitiera el crecimiento de las microalgas de esta comunidad.

8.2.7.1.2 Fitoplancton

En la ciénaga La Luisa, la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 87 especies pertenecientes a 35 familias, 22 Ordenes, 11 Clases y 6 Divisiones (Tabla 8-219). La División Chlorophyta fue la que mayor aporte a la riqueza realizó, alcanzando el 50,6% de la riqueza total (44 especies), seguida por la contribución realizada por la División Cyanobacteria, con un 20,7% (18 especies) y la División Bacillariophyta con 16,1% (14 especies); mientras que los aportes de las Divisiones restantes fueron menores, Ochrophyta el 6,9% (6 especies), Euglenozoa el 4,6% (4 especies) y Charophyta el 1,1% (1 especie). En lo concerniente a la abundancia, las Divisiones Cyanobacteria, Bacillariophyta y Chlorophyta contribuyeron en mayor porcentaje a la ciénaga, con aportes similares, 14,3 Células/mL (31,2% de AR), 14,1 Células/mL (30,8% de AR) y 13,7 Células/mL (29,8% de AR), respectivamente; las Divisiones Ochrophyta, Euglenozoa y Charophyta tenían menor participación en el sistema con 2,8 Células/mL (6,1% de AR), 0,9 Células/mL (1,9% de AR) y 0,1 Células/mL (0,2% de AR) respectivamente (1,5% de AR) (Tabla 8-220).

Durante la Segunda Fase, la comunidad se estuvo representada por 31 especies, pertenecientes a 17 familias, 13 Órdenes, 7 Clases y 4 Divisiones de 4 Reinos. De las 31 especies reportadas, la División Chlorophyta aportó la mayor proporción, 58,1% de la riqueza total (18 especies), las Divisiones restantes aportaron en menor medida a la riqueza, la División Bacillariophyta con 19,4% de la riqueza (6 especies), la División Cyanobacteria con 12,9% (4 especies) y Euglenozoa 9,7,% (3 especies) (Tabla 8-220). En cuanto a la abundancia, la División Cyanobacteria contribuyó de manera predominante en

la ciénaga, con 15,220 Célula/mL, lo que representó un 53,0% de la Abundancia Relativa, del 47,0% faltante el mayor porcentaje lo ocupó de la División Bacillariophyta con 5,680 Células/mL (19,8% de AR); seguido por las Divisiones, Euglenozoa con 4,194 Células/mL (14,6% de AR) y la División Cyanobacteria en menor cuantía con 3,608 Células/mL (1,5% de AR) (Tabla 8-220 y Figura 8-299).

Tabla 8-219. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga La Luisa durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa			
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca spp</i>			
					<i>Nitzschia acicularis</i>			
					<i>Nitzschia palea</i>			
					<i>Nitzschia spp</i>			
					<i>Tryblionella spp</i>			
			Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema spp</i>			
					Naviculaceae	<i>Caloneis spp</i>		
						<i>Navicula spp</i>		
			Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Craticula cuspidata</i>			
					<i>Craticula sp 1</i>			
			Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia spp</i>			
			Cocinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira spp</i>		
			Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria spp</i>		
			Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodisceae	<i>Cyclotella spp</i>		
			Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>		
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Pleurochloridaceae	<i>Goniachloris sp</i>				
				<i>Goniachloris spp</i>				
				<i>Tetraëdriella sp</i>				
				<i>Tetraëdriella spp</i>				
				ND	ND	<i>Morfoespecie 1</i>		
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus dispersus</i>			
					<i>Chroococcus minor</i>			
					<i>Chroococcus sp 1</i>			
					<i>Chroococcus turgidus</i>			
					Microcystaceae	<i>Microcystis spp</i>		
				Nostocales	Nostocaceae	Spirulinaceae	<i>Spirulina spp</i>	
						<i>Anabaena flos-aquae</i>		
						<i>Anabaenopsis spp</i>		
				Oscillatoriales	Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Raphidiopsis spp</i>	
							<i>Borzia spp</i>	
							<i>Komvophoron spp</i>	
							Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria spp</i>
							Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i>
				Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Phormidium spp</i>		
						<i>Leptolyngbya spp</i>		
<i>Pseudanabaena spp</i>								
			<i>Merismopedia minima</i>					
			<i>Merismopedia sp 1</i>					

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium spp</i>
				Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
					<i>Desmatractum spp</i>
			Chlamydomonadales	Treubariaceae	<i>Echinosphaerella limnetica</i>
					<i>Treubaria quadrispina</i>
					<i>Treubaria triappendiculata</i>
					<i>Pediastrum boryanum</i>
					<i>Pediastrum duplex</i>
					<i>Pediastrum tetras</i>
				Hydrodictyceae	<i>Tetraëdron caudatum</i>
					<i>Tetraëdron cf. muticum</i>
					<i>Tetraëdron incus</i>
					<i>Tetraëdron minimum</i>
					<i>Tetraëdron trigonium</i>
				Neochloridaceae	<i>Golenkinia radiata</i>
					<i>Coelastrum astroideum</i>
					<i>Coelastrum cambricum</i>
					<i>Coelastrum microporum</i>
					<i>Desmodesmus spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae			<i>Scenedesmus acutus</i>
					<i>Scenedesmus arcuatus</i>
					<i>Scenedesmus armatus</i>
			Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus bicaudatus</i>
					<i>Scenedesmus javanensis</i>
					<i>Scenedesmus maximus</i>
					<i>Scenedesmus quadricauda</i>
					<i>Scenedesmus quadrispina</i>
					<i>Scenedesmus sp 6</i>
					<i>Tetrastrum spp</i>
					<i>Westella spp</i>
				Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>
					<i>Ankistrodesmus spp</i>
					<i>Kirchneriella spp</i>
					<i>Monoraphidium arcuatum</i>
				Selenastraceae	<i>Monoraphidium circinale</i>
					<i>Monoraphidium contortum</i>
					<i>Monoraphidium griffithii</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
				Sphaeropleaceae	<i>Atractomorpha spp</i>
			Volvocales	Volvocaceae	<i>Eudorina spp</i>
					<i>Actinastrum spp</i>
			Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium spp</i>
		Trebouxiophyceae		Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>
					<i>Crucigenia crucifera</i>
			Ordo incertae sedis	Familia incertae sedis	<i>Crucigenia rectangularis</i>
					<i>Crucigenia sp 1</i>
					<i>Euglena spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Lepocinclis spp</i>
					<i>Trachelomonas spp</i>
				Phacaceae	<i>Phacus spp</i>

Tabla 8-220. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga La Luisa durante la Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca spp</i>
		Bacillariophyceae			<i>Nitzschia spp</i>
Chromista	Bacillariophyta		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
			Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora spp</i>
		Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira spp</i>
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Raphidiopsis spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
					<i>Pseudanabaena spp</i>
			Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
				Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum duplex</i>
					<i>Pediastrum tetras</i>
					<i>Tetraëdron cf. muticum</i>
					<i>Coelastrum astroideum</i>
					<i>Coelastrum microporum</i>
					<i>Scenedesmus acuminatus</i>
		Chlorophyceae		Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus bicaudatus</i>
Plantae	Chlorophyta		Sphaeropleales		<i>Scenedesmus quadricauda</i>
					<i>Scenedesmus quadripina</i>
					<i>Scenedesmus sp 2</i>
					<i>Tetrastrum spp</i>
				Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>
					<i>Monoraphidium arcuatum</i>
				Selenastraceae	<i>Monoraphidium circinale</i>
					<i>Monoraphidium griffithii</i>
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Morfoespecie 1
			Ordo incertae sedis	Familia incertae sedis	<i>Crucigenia crucifera</i>
					<i>Euglena spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas spp</i>
				Phacaceae	<i>Phacus spp</i>

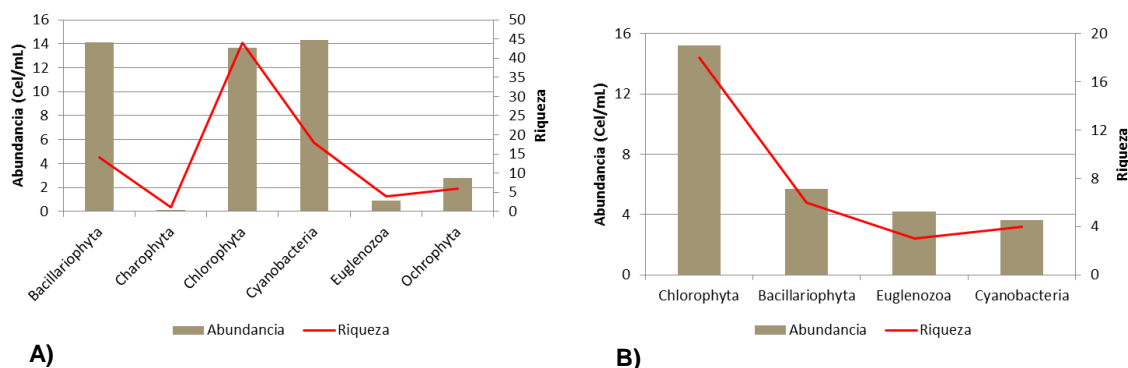


Figura 8-299. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga La Luisa durante el año 2015 A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica de la Ciénaga La Luisa, durante la Primera Fase, se observó que la estructura de la comunidad, evaluada desde los índices de equidad demuestran una comunidad equilibrada; siendo mayor su valor en el Punto 3 ($J'=0,89$), con menores valores en los puntos restantes, excepto en el Punto 7, donde es medianamente equilibrada ($J'=0,54$). Por su parte el índice de dominancia de Simpson reveló que todos los puntos tienen muy baja dominancia, siendo máximo en el Punto 7 y el Punto 10 ($\lambda'=0,30$ y $\lambda'=-0,30$, respectivamente); así mismo los valores del índice de diversidad de Shannon, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en todos los puntos de muestreo (Tabla 8-221).

Tabla 8-221. Índices ecológicos en la Ciénaga La Luisa durante la Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	46	0,73	2,81	0,04
Punto 2	41	0,72	2,68	0,07
Punto 3	20	0,89	2,68	0,05
Punto 4	31	0,75	2,58	0,09
Punto 5	31	0,73	2,50	0,12
Punto 6	33	0,78	2,73	0,03
Punto 7	32	0,54	1,88	0,30
Punto 8	19	0,71	2,08	0,11
Punto 9	29	0,73	2,45	-0,02
Punto 10	26	0,74	2,41	-0,30

Por su parte, durante la Segunda Fase, la estructura de la comunidad, vista desde los índices de equidad, muestra una comunidad equilibrada. Por otro lado, el índice de dominancia de Simpson reveló que ambos puntos tienen muy baja dominancia; y los valores del índice de diversidad de Shannon, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en los puntos de muestreo (Tabla 8-222).

Tabla 8-222. Índices ecológicos en la Ciénaga de La Luisa durante la Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 7	18	0,94	2,70	0,03
Punto 8	24	0,88	2,79	0,04

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p=0,921$), como en la Segunda Fase ($P=0,786$).

Al evaluar las diferencias entre los puntos de muestreo durante la Primera Fase, mediante un análisis de clasificación tipo cluster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se determinó que con una similitud del 50% se conformaron siete grupos diferentes; cuatro de los cuales, conformados por puntos individuales, correspondientes a los puntos 9, 10, 1 y 5; este grupo lo conforman los puntos más al sur de cada sección de la Luisa; el quinto grupo, conformado por los puntos 7 y 8, los cuales contiene aguas con mayor profundidad y forman el canal que une cada sección de la ciénaga; el siguiente grupo conformado por los puntos 4 y 6 que fueron puntos de muy poca profundidad; el último grupo conformado por los puntos 2 y 3, los cuales están ubicados hacia el interior de la sección norte de la ciénaga (Figura 8-300, A). Así mismo, para la segunda Fase se evaluaron las diferencias entre los dos puntos de la ciénaga que pudieron ser muestreados, mediante el mismo índice de similitud (Bray-Curtis), al igual que en la Primera Fase se determinó que con una similitud del 50% los puntos 7 y 8 se agrupaban (Figura 8-300, B). Esto también, puede observarse en la Figura 8-301, donde se observa la distribución porcentual por Divisiones taxonómicas para la comunidad.

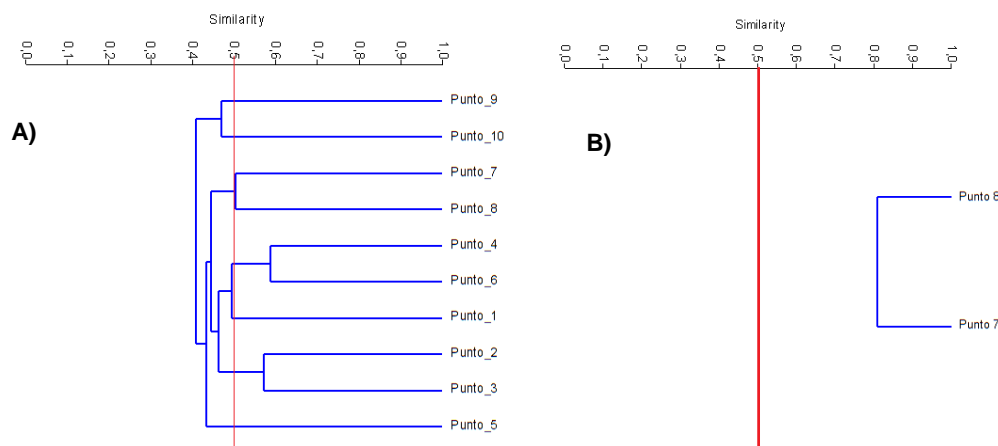


Figura 8-300. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en la Ciénaga La Luisa A) Primera Fase B) Segunda Fase

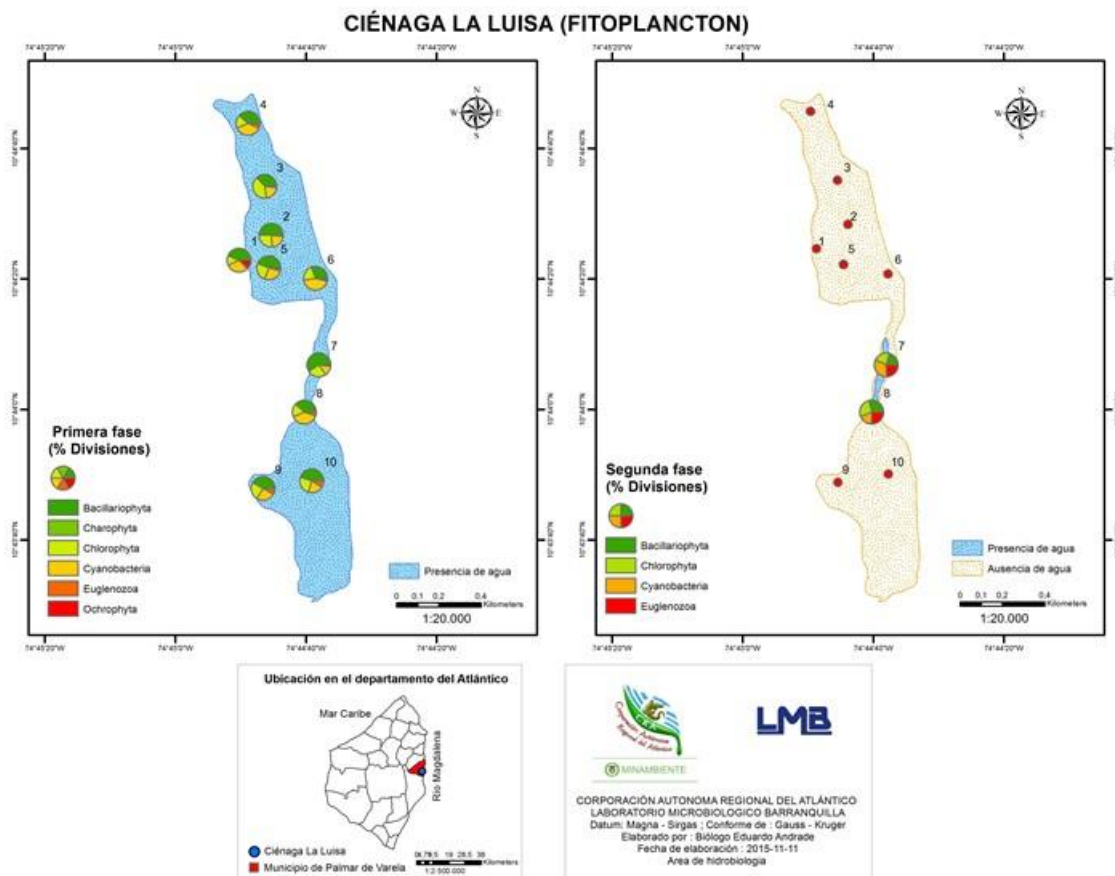
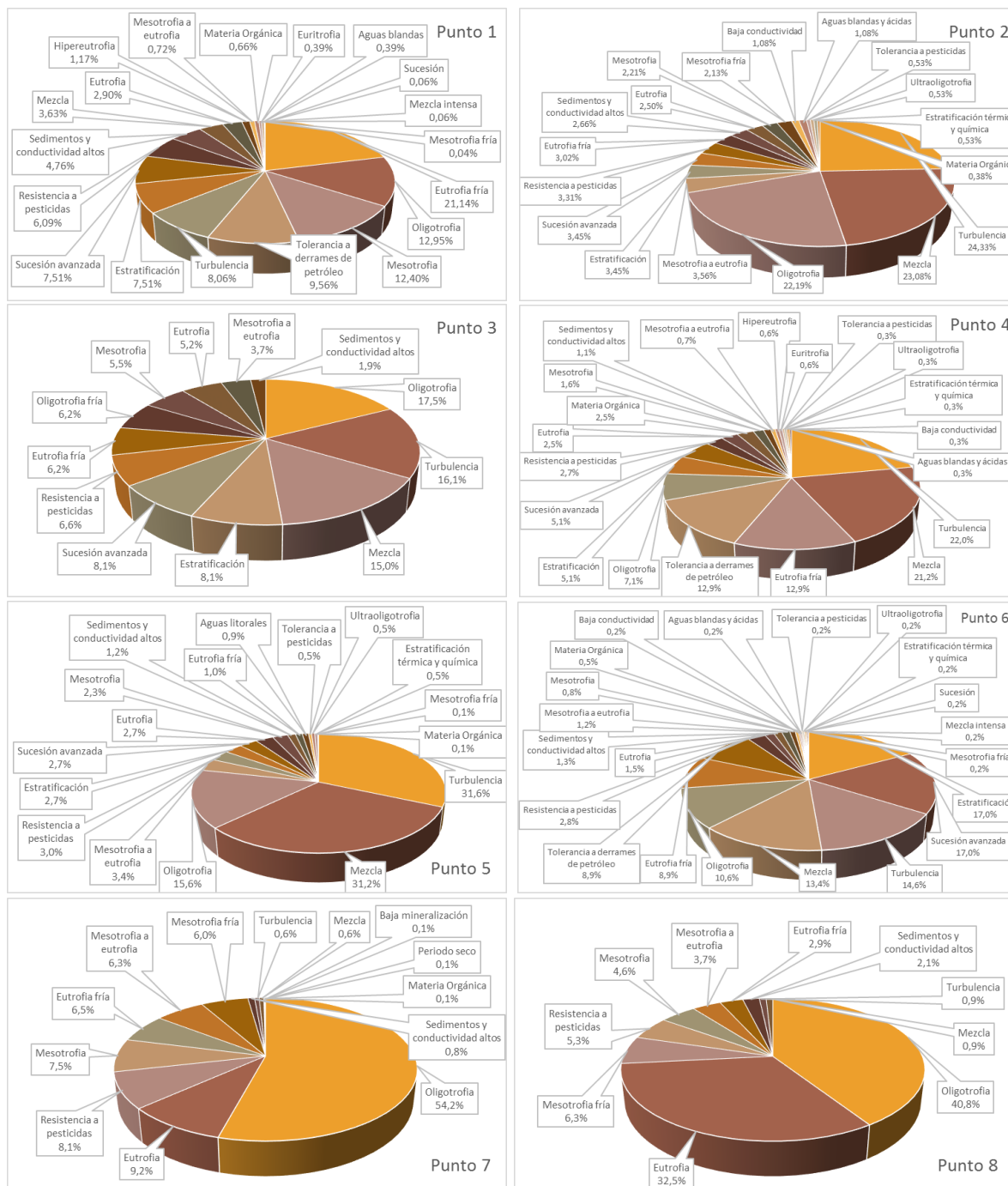


Figura 8-301. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de la Luisa, Primera y Segunda Fase

El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad, para esto se realizaron dos análisis, de manera general, por época climática y de manera puntual.

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que en la parte sur de la ciénaga (Puntos 7 al 10), después del puente, se presenta dominio de la oligotrofia, seguida de la eutrofia, bioindicaciones que en conjunto aportaron, en cada uno de los puntos, más del 50% de la bioindicación. Por su parte el sector norte de la ciénaga, las bioindicaciones de turbulencia y mezcla fueron las predominantes en todos los puntos, con excepción del punto 3, donde predominó la oligotrofia y en el Punto 1 donde predominó la eutrofia fría, seguida de la oligotrofia y la mesotrofia y la tolerancia a derrames

de petróleo (21,1, 19,9, 12,4 y 9,6% respectivamente). En el punto 6 se observó el predominio de la estratificación y de la sucesión avanzada (17% cada uno). Igualmente se resalta sobre el punto 4 la tolerancia a derrames por petróleo, la cual aportó un 12,9% de la bioindicación del punto (Figura 8-302).



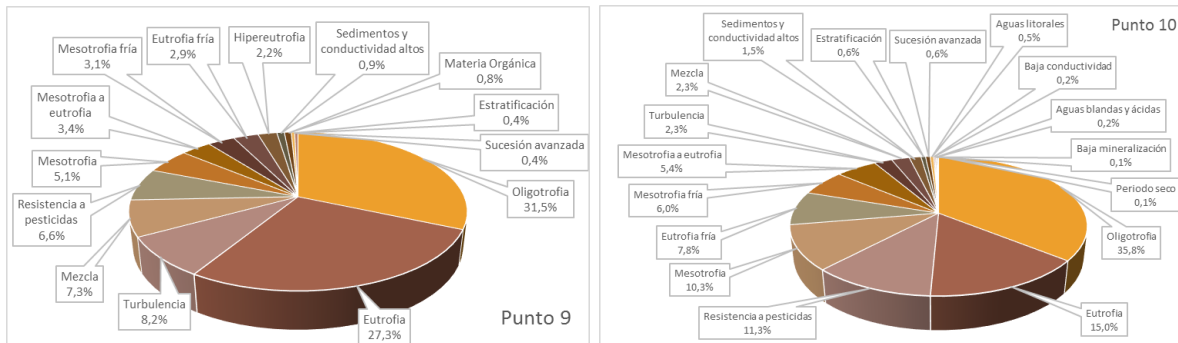


Figura 8-302. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga La Luisa, Primera Fase

Para la totalidad de la ciénaga, durante la Primera Fase, se evidenció el predominio de las bioindicaciones de oligotrofia, turbulencia y mezcla, con aportes del 18,8, 18,5 y 17,4% respectivamente, seguido de las bioindicaciones de eutrofia fría (7,6%), eutrofia (5,3%), estratificación (5,3%), sucesión avanzada (5,3%), resistencia a pesticidas (4,5%), mesotrofia (4,3%), tolerancia a derrames de petróleo (4,2%) y otras 18 bioindicaciones más, tal como se observa en la Figura 8-303.

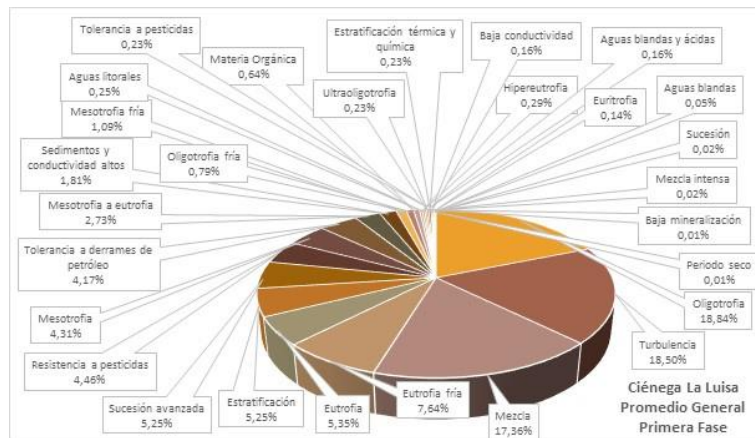


Figura 8-303. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga La Luisa durante la Primera Fase

De igual forma, al evaluar la bioindicación de los puntos de muestreo durante la Segunda Fase, se observó que los puntos 7 y 8 continuaron comportándose de manera similar entre sí, se presentó dominio de la resistencia a pesticidas, mesotrofia y eutrofia, (27,9%; 21,4% y 16,4% respectivamente en el punto 7 y 22,5%; 22,5% y 13% respectivamente en el punto 8) las cuales abarcaron más del 50% de las bioindicaciones en cada punto (Figura 8-304).

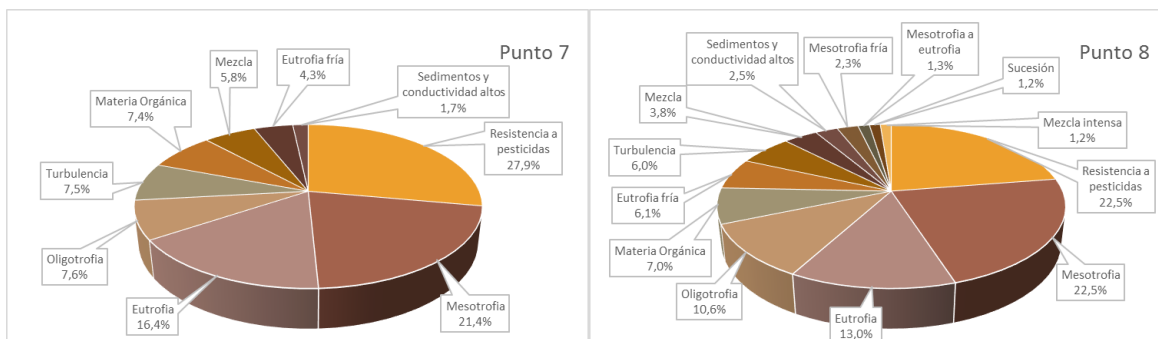


Figura 8-304. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga La Luisa, Segunda Fase

Para la totalidad de la ciénaga, durante la Segunda Fase, debido a que los puntos 7 y 8 eran muy similares, tal como en la Primera Fase, se mantuvo la proporción de las bioindicaciones continuándose en el mismo orden, la resistencia a pesticidas, mesotrofia y eutrofia con aportes del 18,8, 18,5 y 17,4% respectivamente, el resto de las bioindicaciones no aportaron más del 10%, tal como se observa en la Figura 8-305

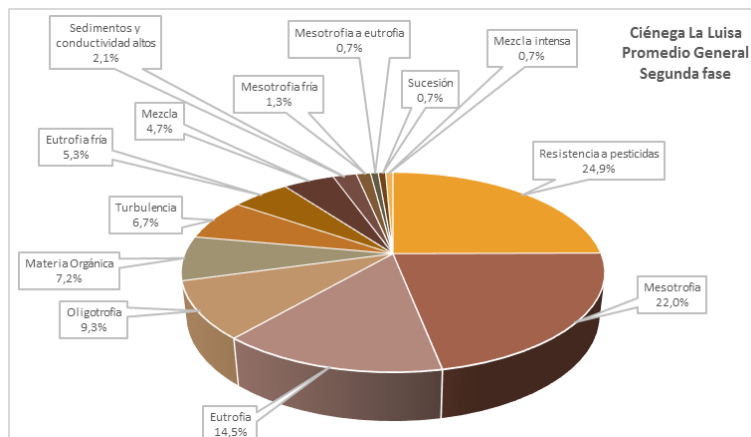


Figura 8-305. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga La Luisa durante la Segunda Fase

Se evidenció que tanto durante la Primera como en la Segunda Fase la ciénaga de la Luisa presenta una comunidad cuya riqueza fue integrada en su mayoría por organismos de la División Chlorophyta, mientras que desde la abundancia, en la Primera fue compartida por las Divisiones Cyanobacteria, Bacillariophyta y Chlorophyta, mientras que durante la segunda fase, ésta última División superó en abundancia a las demás, casi el 3 veces; se evidenció en los Puntos comparables, una pérdida de riqueza, el aumento de la equidad y pérdida de la dominancia. Se observó que los Puntos 7 y 8 fueron homogéneos durante las

dos fases de muestreo, a pesar de que la ciénaga presentó durante la primera Fase, fuertes divisiones entre la zona norte, sur y centro, indicando diferentes afectaciones espaciales; su comparación con los puntos de la Segunda Fase evidenció la homogeneidad entre las diferentes épocas de muestreo (Figura 8-306).

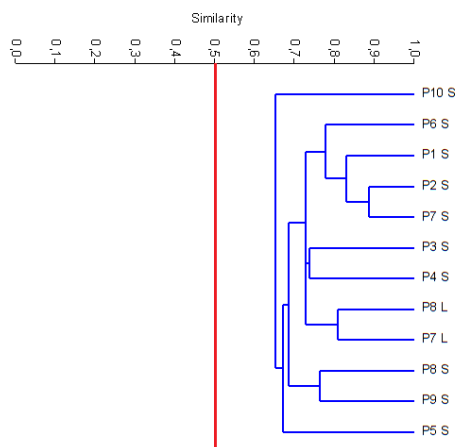


Figura 8-306. Dendrograma de similaridad, distancia euclidiana, para las para las Divisiones de los organismos fitoplanctónicos en la ciénaga la Luisa, durante las dos fases de muestreo, S) Primera Fase L) Segunda Fase

8.2.7.1.3 Macrófitas acuáticas

En la Ciénaga La Luisa durante la Primera Fase, se encontraron 8 especies de macrófitas acuáticas distribuidas en 6 familias, 5 Órdenes, 2 Clases y 1 División (Tabla 8-223). Se reportaron especies de macrófitas acuáticas de los Puntos 1 al 7, que corresponde al sector norte de ciénaga; mientras que en los puntos 8, 9 y 10 no se reportaron macrófitas. La Familia Pontederiaceae presentó la mayor abundancia relativa promedio, con 4,5. En la Segunda Fase, se registraron 4 especies pertenecientes a 4 Familias, 4 Órdenes, 2 Clases y 1 División (Tabla 8-224). Se presentaron organismos en los dos puntos muestreados, el 7 y el 8. La Familia con mayor abundancia Promedio fue Pontederiaceae, con 2,6.

Tabla 8-223. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga La Luisa durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común	
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Alismataceae	<i>Sagittaria sp</i>	Batatilla	
				Araceae	<i>Lemna sp</i>	Lenteja de Agua	
			Commelinales	Pontederiaceae	<i>Wolffia sp</i>	Lenteja de Agua	
				Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua	
			Poales	Poaceae	Morfoespecie	Hierba	
				Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Hierba	
			Magnoliopsida	Ceratophyllales	Ceratophyllaceae	<i>CeratoPhylum sp</i>	Lama
				Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	Lechosa

Tabla 8-224. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga La Luisa durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua
			Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Hierba
			Alismatales	Araceae	<i>Lemna sp</i>	Lenteja de Agua
		Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Dormidera

De los biotopos determinados para la Primera Fase, de acuerdo a los criterios de Schmidt-Mumm (1988), Helophyta fue el predominante con el 50%, seguida de Acropleustophyta, con el 40% y Mesopleustophyta obteniendo el 10% (Tabla 8-225 y Figura 8-307-A) En la Segunda Fase, los biotopos Helophyta y Acropleustophyta tuvieron igual representatividad en la comunidad (Tabla 8-226 y Figura 8-307-B).

Tabla 8-225. Biotopo para las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga La Luisa, Primera Fase.

Familia	Taxa	Biotopo
Alismataceae	<i>Sagittaria sp</i>	Helófito
Araceae	<i>Lemna sp</i>	Acropleustophyta
	<i>Wolffia sp</i>	Acropleustophyta
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Poaceae	Morfoespecie	Helófito
	<i>Paspalum sp</i>	Helófito
Ceratophyllaceae	<i>CeratoPhylum sp</i>	Mesopleustophyta
Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	Helófito

Tabla 8-226. Biotopo para las macrófitas acuáticas reportadas en la Ciénaga La Luisa, Segunda Fase.

Familia	Taxa	Biotopo
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Helófito
Araceae	<i>Lemna sp</i>	Acropleustophyta
Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Helófito

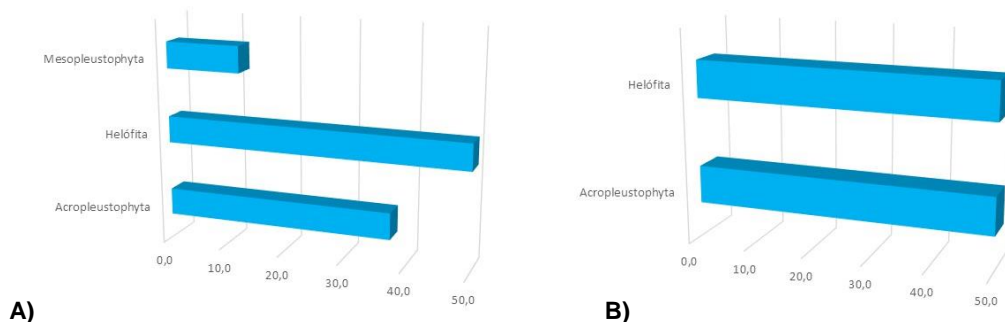


Figura 8-307. Espectro biotológico de las proporciones de especies en las diferentes formas de vida (biotopos) A) Primera Fase B) Segunda Fase

8.2.7.2 . Comunidades de consumidores

8.2.7.2.1 Zooplancton

En la ciénaga La Luisa, la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 59 especies, distribuidas en 24 familias, 12 Órdenes, 7 Clases y 3 Phylum. De éstos, el Phylum Rotifera, con la Clase Eurotatoria, representó un 44,1% de la riqueza total (26 especies), seguida por las Clases Maxillopoda, Branchiopoda y Lobosa las cuales contribuyeron con un 28,8, 10,2 y 6,8% de la riqueza total respectivamente, lo que correspondió a 17, 6 y 4 especies, respectivamente; por su parte la Clase no determinada de Arthropoda y la Clase Ostracoda y la Clase Malacostraca, contribuyeron a la riqueza con 3, 2 y 1 especies (5,1, 3,4 y 1,7% respectivamente) (Tabla 8-227).

Mientras que en la Segunda Fase se encontraron 14 morfoespecies (Taxa), distribuidos en 9 Familias, 7 Ordenes, 6 Clases, y 3 Phylum, es importante recordar que en la Segunda Fase solo se monitorearon los puntos 7 y 8, es posible que por esto se encuentre una marcada diferencias en la Riqueza de morfoespecie entre la Primera Fase (59 especies) y la Segunda Fase (14 especies) Tabla 8-228.

Para la Segunda Fase la Clase Eucariota continuo presentando los mayores porcentajes de riqueza 42.9% (6 Taxa), entretanto la Clase no determinada de Arthropoda-ND, la Clase Branchiopoda y Maxillopoda aportaron 2 especies cada una lo que sumado equivale al 42.9% de la riqueza total, por su parte las Clases Lobosa y Ostracoda mostraron los valores más bajos de riqueza 7.1% y 7.1% aportando una especie cada clase.

Tabla 8-227. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga La Luisa, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Alona spp</i>
				Chydoridae	<i>Alonella sp 1</i>
		Branchiopoda	Diplostraca		<i>Eurycercus lamellatus</i>
				Daphniidae	<i>Daphnia longispina</i>
					<i>Daphnia sp</i>
				ND	Branchiopoda Morfoespecie 1
		Malacostraca	ND	ND	Larva Nauplio
Animalia	Arthropoda			Diaptomidae	<i>Diaptomus sp</i>
			Calanoida		<i>Eudiaptomus vulgaris</i>
				ND	Calanoida Morfoespecie 1
					Larva Nauplio Calanoida
		Maxillopoda			<i>Ectocyclops sp</i>
					<i>Ergasilus sp 1</i>
			Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Eucyclops sp</i>
					Larva Nauplio Cyclops
					<i>Macrocyclus fuscus</i>
					<i>Megacyclus sp</i>

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
				ND	Cyclopoida Morfoespecie 1
			Harpacticoida	Canthocamptidae	<i>Canthocamptus staphylinus</i>
					<i>Bryocamptus minutus</i>
					<i>Bryocamptus minutus</i>
				ND	Larva Copepodito I
			ND	ND	Larva Nauplio Cirripedo
					Larva Nauplio Copepoda
		Arthropoda-ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1
					Larva Nauplio Morfoespecie 2
					Larva Nauplio Morfoespecie 3
		Ostracoda	ND	ND	Ostracodo Morfoespecie 1
			Podocopida	Cyprididae	<i>Eucypris virens</i>
			Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>
					<i>Filinia terminalis</i>
					<i>Asplanchna sp 2</i>
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i>
					<i>Asplanchna sieboldi</i>
					<i>Asplanchna sp</i>
					<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus bidentata</i>
					<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus caudatus</i> (Morfotipo 1)
					<i>Brachionus caudatus</i> (Morfotipo 2)
				Brachionidae	<i>Brachionus havannaensis</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus rubens</i>
					<i>Brachionus sp</i>
					<i>Brachionus urceus</i>
					<i>Keratella trophica trophica</i>
				Dicranophoridae	<i>Wierzejskiella sp</i>
					<i>Polyarthra dolichoptera</i>
					<i>Polyarthra major</i>
				Synchaetidae	<i>Polyarthra remata</i>
					<i>Polyarthra sp 1</i>
				Trichocercidae	<i>Trichocerca sp 3</i>
					<i>Encentrum sp 1</i>
				Dicranophoridae	<i>Encentrum sp 2</i>
					<i>Lecane sp</i>
					<i>Arcella discoides</i>
				Arcellidae	<i>Arcella hemisphaerica</i>
					<i>Centropyxis aculeata</i>
				Centropyxidae	<i>Centropyxis marsupiformis</i>

Tabla 8-228. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga La Luisa, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
				NA	<i>Alona spp</i>
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	ND	Branchiopoda sp
		Maxillopoda	Calanoida	Acartiidae	<i>Acartia sp</i>

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Megacyclops sp</i>
		Arthropoda-ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 2
					Larva Nauplio Morfoespecie 1
		Ostracoda	ND	ND	Ostracoda spp
					<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus havanaensis</i>
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Brachionus quadridentatus</i>
					<i>Keratella americana</i>
				Synchaetidae	<i>Polyarthra spp</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>

Al observar las abundancias de las Clases para la Primera Fase se evidenció el predominio de los representantes de la Clase Eurotatoria, la cual contribuyó con el 39,5% de la abundancia total (317,4 Organismos/L), seguido por del aporte realizado por las Clases Maxillopoda (0,8%, 118,2 Organismos/L), Malacostraca (6,3%, 50,4 Organismos/L), Lobosa (4,1%, 33,0 Organismos/L), Branchiopoda (4,0%, 32,0 Organismos/L) y Ostracoda (2,0%, 18,0 Organismos/L) (Figura 8-308 A).

Para la Segunda Fase la Clase Eurotatoria se mantuvo con las mayores abundancias 56% (54,6 Organismos/L), procedidos por la Clases no determinada de Arthropoda-ND con el 22% (21,5 Organismos/L), Maxillopoda 15,3 (14,9 Organismos/L), Ostracoda 3,2% (3,1 Organismos/L), Branchiopoda 2,7 (2,6 Organismos/L), Lobosa 0,9% (0,8 Organismos/L) Figura 8-308 B.

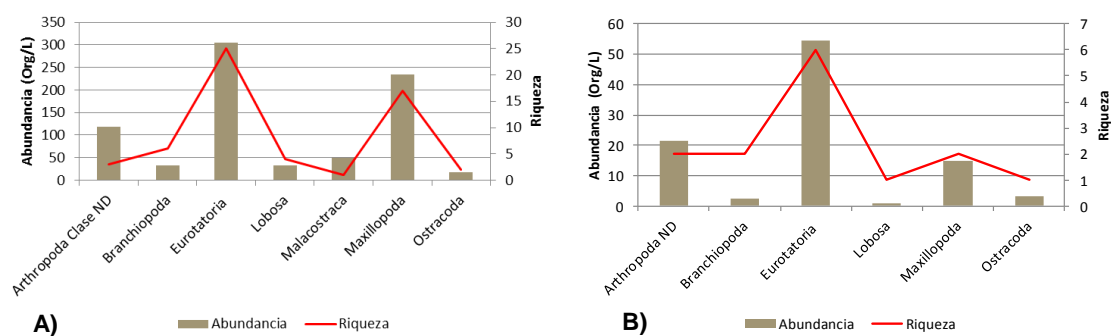


Figura 8-308. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga La Luisa A) Primera Fase y B) Segunda Fase.

Los puntos que en la Primera Fase contribuyeron con la mayor riqueza fueron el 8, 10 y 3 (24, 23 y 21 especies respectivamente), mientras que en los puntos 6, 1, 7, y 4 se reportaron

las menores riquezas (11, 12, 14 y 14 especies respectivamente). La estructura de la comunidad observada desde la dominancia permitió evidenciar que ésta es muy baja en toda la ciénaga siendo mayor en el Punto 7 ($\lambda' = 0,33$), igualmente los resultados del índice de equidad demuestran que esta fluctúa entre media y muy alta, siendo menor en los puntos 7 y 2 ($J' = 0,67$ y $0,70$ respectivamente) y mayor en los puntos 9, 3, 5 y 4 ($J' = 0,94$, $0,94$, $0,93$ y $0,92$ respectivamente). Por su parte el índice de diversidad de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), permitió evidenciar la presencia de aguas medianamente contaminadas en todos los puntos de la ciénaga (Tabla 8-229).

Para la Segunda Fase Tabla 8-230, el punto 7 de muestreo presentó la mayor riqueza (S) 14 especies, aumentando la diversidad de especies en dos Taxas comparados con el punto 7 de la Primera Fase que para esa fase de muestreo presentó 12 especies, mientras que el punto 8 se determinaron 11 especies, presentándose un contraste con la Primera Fase de muestreo donde el punto 8 fue el de mayor diversidad con 24 morfoespecies, los rangos de variación obtenidos para el índice de Pielou para el punto 7 y 8 fueron de 0,84 y 0,85 respectivamente, por su parte el índice de Shannon-Wiener bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), continúa presentado igual que en la Primera Fase valores menores a 3 en ambos puntos, lo que para la Segunda Fase indica que siguen predominando “aguas medianamente contaminadas”.

Tabla 8-229. Índices ecológicos del Zooplancton en la Ciénaga de La Luisa, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	12	0,76	1,88	0,19
Punto 2	16	0,70	1,95	0,21
Punto 3	21	0,94	2,87	0,06
Punto 4	14	0,92	2,42	0,10
Punto 5	18	0,93	2,68	0,07
Punto 6	11	0,79	1,90	0,18
Punto 7	14	0,67	1,76	0,33
Punto 8	24	0,84	2,67	0,09
Punto 9	17	0,94	2,67	0,08
Punto 10	23	0,86	2,69	0,09

Tabla 8-230 Índices ecológicos del Zooplancton en la Ciénaga de La Luisa, Segunda fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 7	14	0,84	2,21	0,13
Punto 8	11	0,85	2,03	0,16

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados durante la Primera ($p=0,5982$) ni la Segunda Fase ($p=0,3727$). También se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de

Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que para la Primera Fase existen diferencias entre los puntos evaluados, formándose, con un 50% de similaridad, dos grupos; el primero unitario e integrado por el Punto 6; el segundo por los Puntos restantes, lo que se debe en parte a que en este punto fueron más abundantes los organismos de las Clases Maxillopoda y Malacostraca, presentando las abundancias más bajas (Figura 8-309-A y Figura 8-310). Mientras que los puntos evaluados durante la Segunda Fase fueron muy homogéneos (Figura 8-309-B).

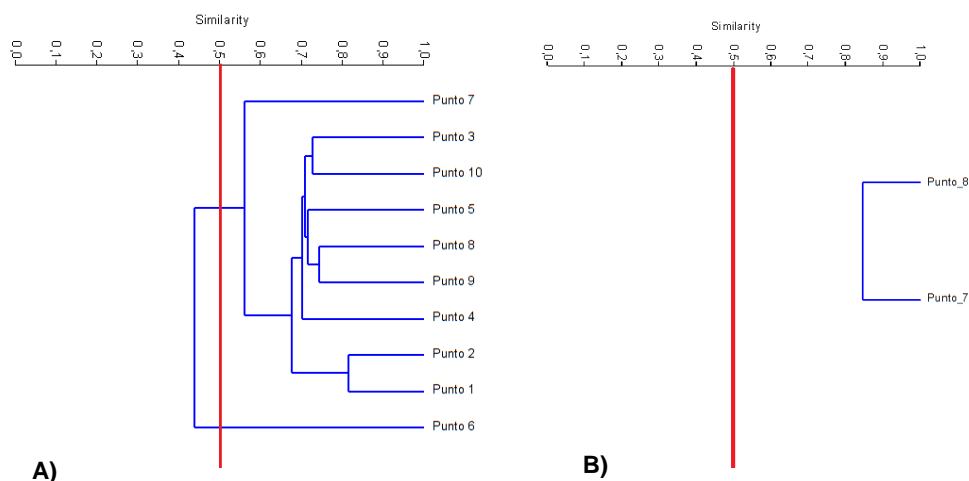


Figura 8-309. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga La Luisa, A) Primera Fase, B) Segunda Fase.

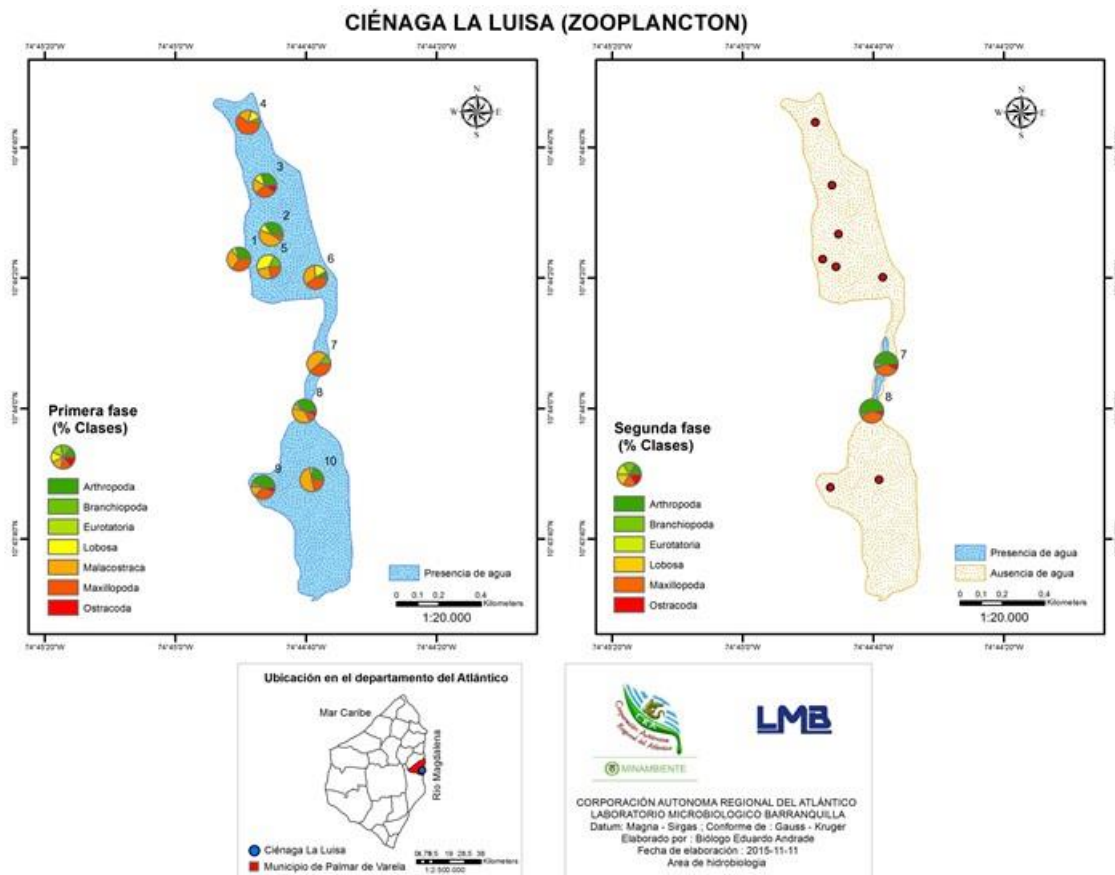
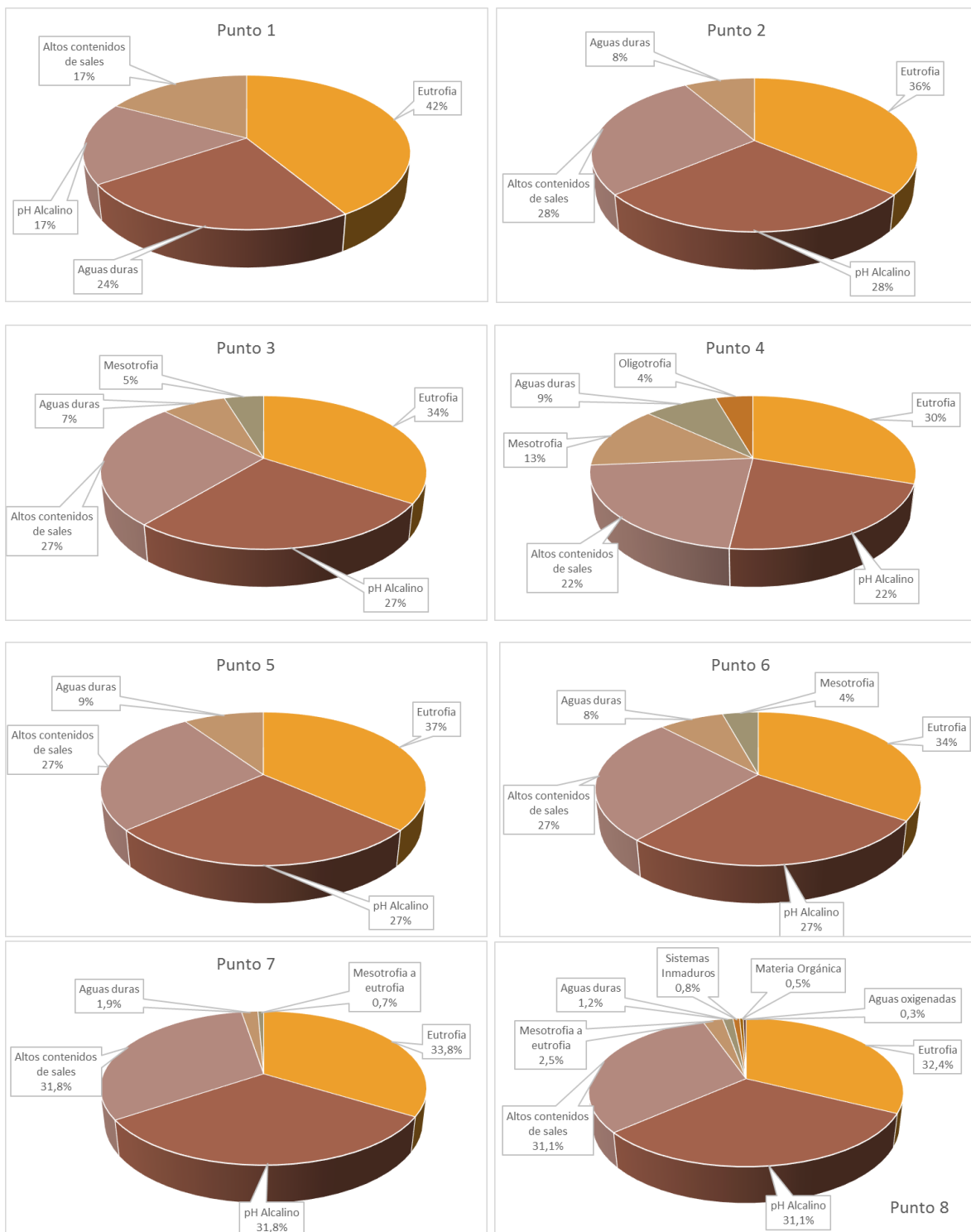


Figura 8-310. Distribución de los organismos zooplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de la Luisa, Primera y Segunda Fase

Para la Segunda Fase solo se pudo evaluar el punto 7 y 8 Figura 8-309 B, se evidenció que existe similitud entre los puntos evaluados, es posible que las cercanías entre los puntos generen un comportamiento similar entre las comunidades del zooplancton.

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que la mayoría de los puntos evaluados en la ciénaga presentan tres bioindicaciones predominantes, eutrofia, pH alcalino y altos contenidos de sales; con predominio de la eutrofia en todos los puntos, seguido del pH alcalino, excepto en el Punto 1, donde preceden a eutrofia las bioindicaciones de aguas duras y pH alcalino (42, 24 y 17% respectivamente)

Figura 8-311). De manera general para la ciénaga se observó el predominio de aguas eutróficas (35,3%), con pH alcalino y con alto contenido de sales (27,14% cada una), seguido de otras 7 bioindicaciones que se observan en la Figura 8-312.



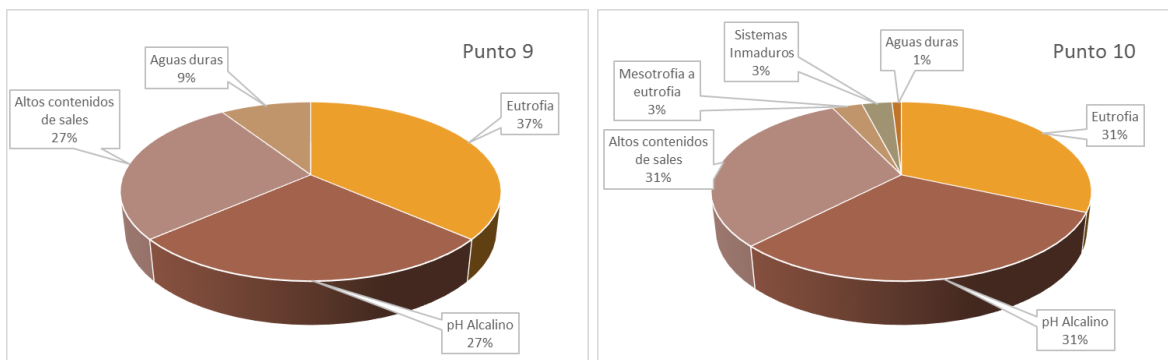


Figura 8-311. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga La Luisa, Primera Fase

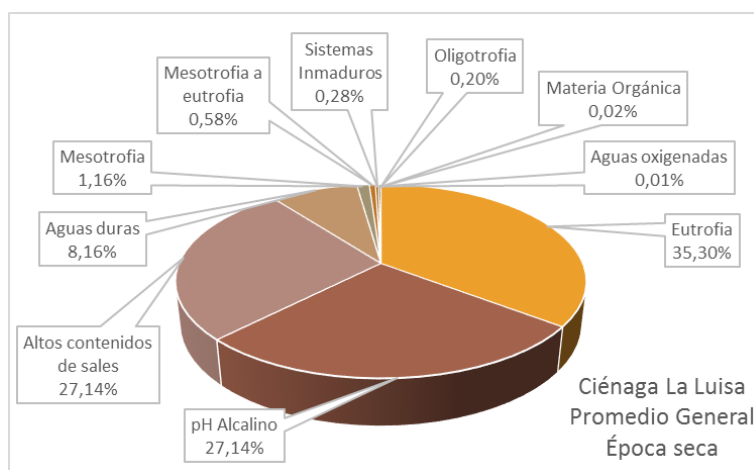


Figura 8-312. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad Zooplanctónica, en la ciénaga La Luisa durante la Primera Fase

Las bioindicaciones de la Segunda Fase para los puntos 7 y 8 Figura 8-313, muestran el dominio de condiciones de pH alcalinos altos en ambos puntos, seguido de ambientes eutrificados y altos contenidos de sales, estas tres bioindicaciones revelan un comportamiento similar al que presentaron los puntos 7 y 8 en la Primera Fase, De forma general para la ciénaga la Luisa en los puntos monitoreados durante la Segunda Fase se observó la supremacía de aguas eutróficas (35%), con pH alcalino y con alto contenido de sales (28% para cada bioindicación), antecidos del restos de bioindicaciones que se observan en la Figura 8-314.

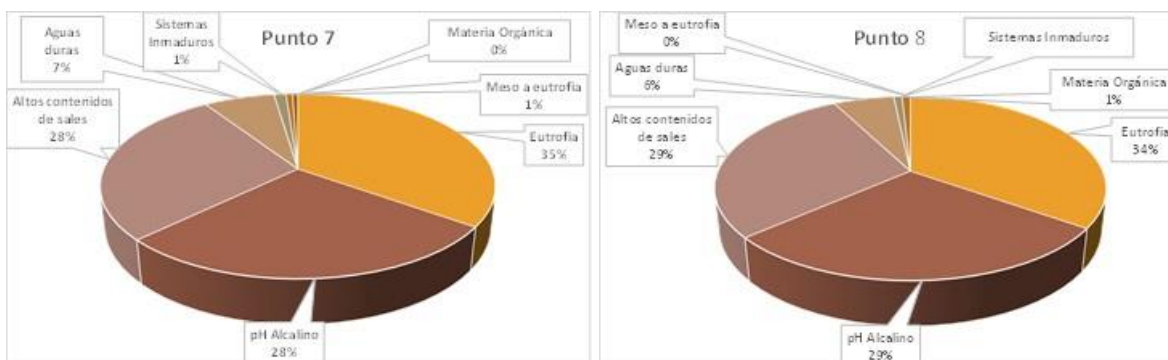


Figura 8-313 Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la ciénaga La Luisa, Segunda Fase

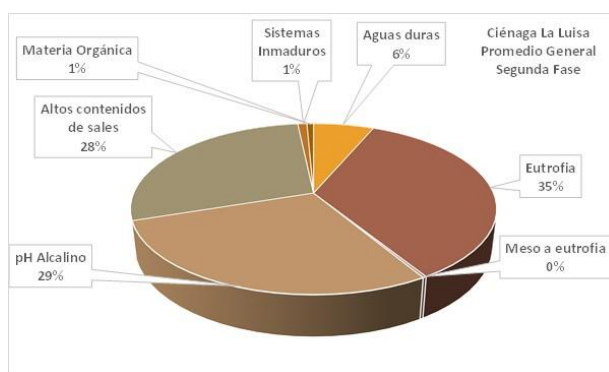


Figura 8-314 Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad Zooplanctónica, en la ciénaga La Luisa durante la Segunda Fase

El análisis de la comunidad zooplanctónica, develó que ésta se encuentra integrada principalmente, por organismos de la Clase Eurotatoria, los cuales dominaron tanto en abundancia como en riqueza de especies, durante las dos fases de muestreo, con fluctuaciones espaciales de la equidad durante la Primera Fase, que indicaron que los Puntos 7, 2, 1 y 6 presentaron equidades medias, mientras que los Puntos 3, 4, 5, 8, 9 y 10 la equidad fue alta; mientras que para la Segunda Fase, donde solo los Puntos 7 y 8 presentaron de agua, las equidades fueron altas. Por su parte el índice de diversidad de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), permitió evidenciar la presencia de aguas medianamente contaminadas en todos los puntos de la ciénaga, durante la Primera Fase, mientras que durante la Segunda Fase, los puntos evaluados mantuvieron la misma categoría de calidad. Por su parte, las diferencias marcadas por el índice de similitud de Bray-Curtis separaron el Punto 6 de la homogeneidad generalizada, dado posiblemente por su baja riqueza y muy baja abundancia (Figura 8-314).

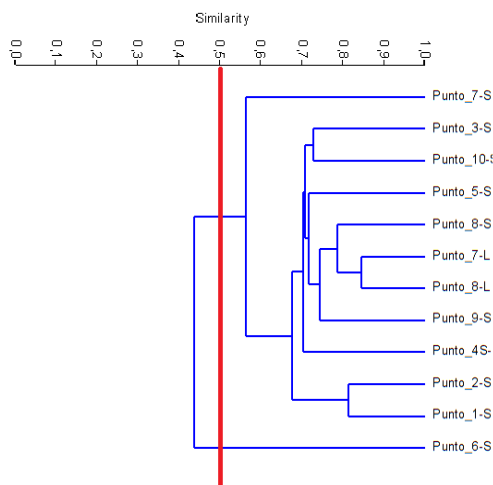


Figura 8-315 Dendrograma de similaridad, distancia euclidiana, para las Clases de Zooplancton en los puntos de la Ciénaga la Luisa, durante las dos fases de muestreo, S) Primera Fase L) Segunda Fase

8.2.7.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga La Luisa, durante la Primera Fase, estuvieron representados por 15 morfoespecies pertenecientes a 10 familias, 6 Ordenes y 3 clases, de las cuales la Clase Insecta contribuyó a la riqueza en mayor proporción, 66,7% de riqueza total, lo que correspondió a 10 especies; seguido de las Clases Clitellata (subclase Oligochaeta) y Bivalvia, con 26,7 y 6,7% de la riqueza total (4 y 1 morfoespecie) respectivamente (Tabla 8-231). Los aportes a la abundancia fueron liderados por la Clase Clitellata, con 49,9% de la abundancia total (2955,5 Organismos/m²), seguidos de la Clase Insecta (2903,5 Organismos/m², 49,0% de la abundancia relativa) y la clase Bivalvia (68,7 Organismos/m², 1,2% de AR) (Figura 8-316-A). Se aclara que el Punto 7 no presentó representantes de esta comunidad en las muestras evaluadas. En cambio, la composición de la comunidad durante la Segunda Fase fue de 2 morfoespecies, pertenecientes a 2 Familias, 2 Ordenes y 2 Clases (Tabla 8-232); Clitellata e Insecta, las cuales contribuyeron a la abundancia en proporciones de 76,9 y 23,1% (641,0 y 192,3 Organismos/m²), respectivamente (Figura 8-316-B).

Tabla 8-231. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga La Luisa, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata	Arhynchobdellida	Hirudinidae	Morfoespecie 1
			Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 1
				Tubificidae	Morfoespecie 2
					Morfoespecie 1
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	Morfoespecie 1

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
				Ceratopogonidae	Morfoespecie larva
					Morfoespecie 1
					Pupa
			Diptera	Chironomidae	Sub Familia Orthoclaadiinae
					Sub Familia Tanypodinae morfo 1
					Sub Familia Tanypodinae morfo 2
				Muscidae	Morfoespecie Larva 1
				Psychodidae	Morfoespecie Larva 1
			Hemiptera	Corixidae	Morfoespecie 1
	Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Corbulidae	<i>Corbicula fluminea</i>

Tabla 8-232. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga La Luisa, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata / Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	Morfoespecie 1
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1

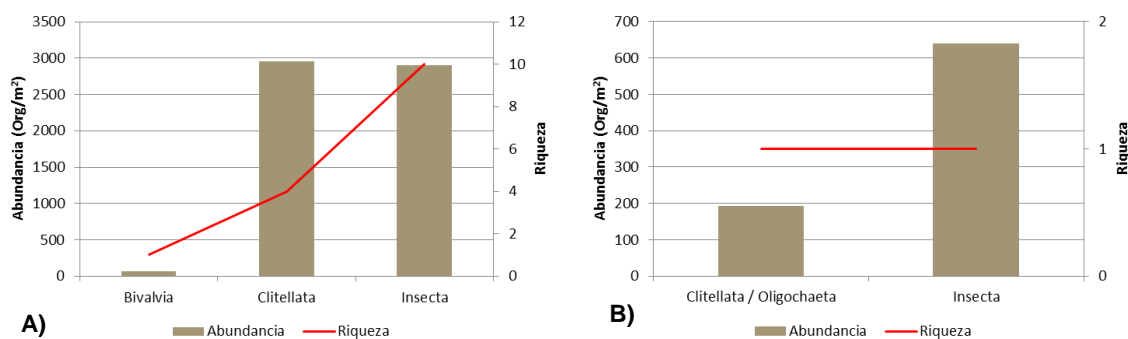


Figura 8-316. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga La Luisa. A) Primera Fase B) Segunda Fase

Los índices ecológicos calculados permitieron evidenciar que la riqueza de especies fue mayor en el Punto 4 (7 especies), el Punto 2 y el Punto 5 (6 especies cada uno), siendo menor en el Punto 3 (3 especies). Cabe resaltar que en el Punto 7 no se reportaron especímenes pertenecientes a esta comunidad en ninguno de los días evaluados. La estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, demostró que los Puntos 8 y 3 presentan las mayores dominancias ($\lambda' = 0,88$ y $0,87$ respectivamente), y el Punto 5, se observaron las menores ($\lambda' = 0,31$) (Tabla 8-233). Así mismo observando la equidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, se evidenció que los Puntos 6, 5 y 1 son equitativos ($0,79$, $0,76$ y $0,73$ respectivamente), mientras que el Punto 8, 3 y 10 tiende a la entropía ($J' = 0,19$, $0,26$ y $0,28$ respectivamente); el otro índice de equidad evaluado, el índice de Shannon-Wiener, arrojó valores entre $0,28$ y $1,37$, los cuales, bajo la interpretación realizada por Roldán y Ramírez (2008), demuestran de la presencia de “aguas muy contaminadas” para todos los puntos de muestreo. Después

se determinaron los índices para la Segunda Fase, encontrando que la riqueza fue igual en los puntos evaluados, a pesar de que se presentó una dominancia media en los puntos de muestreo, el Punto 7 fue más dominante ($\lambda'=0,68$), así mismo, el Punto 8 presentó una equidad muy alta ($J'=0,94$), mientras que en el Punto 7 fue media ($J'=0,71$); en lo referente a la diversidad de Shannon-Wiener, los dos puntos presentaron bajas diversidades, siendo catalogados como de “aguas muy contaminadas”, bajo los criterios de Roldán y Ramírez (2008) (Tabla 8-234).

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que la ciénaga la Luisa presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas”; mientras el análisis ASPT indicó “aguas fuertemente contaminadas” en los Puntos 1, 4, 8 y 10, así como “aguas muy contaminadas” en los Puntos 3, 5, 6 y 9; mientras que los valores del índice en el Punto 2 indicaron “aguas moderadamente contaminadas” (Tabla 8-235). La ausencia de organismos pertenecientes a los grupos de efemerópteros, plecópteros y tricópteros hizo que los valores de dichos índices puntuaran en cero. Se resalta además la ausencia de familias que puntuaran para el índice BMWP/Col, el ASPT y los índices EPT en el Punto 7, por lo cual se excluyó del análisis. De la misma manera, durante la Segunda Fase, el índice BMWP/Col, tanto en el Punto 7 como en Punto 8 presentó valores de 3, indicando la presencia de aguas de calidad “muy crítica”, lo que indica “aguas fuertemente contaminadas”, igualmente los valores del índice ASPT, la ausencia de efemerópteros, plecópteros y tricópteros ratifican dicho estado de contaminación (Tabla 8-236). La representación gráfica del índice BMWP/Col se observa en la Figura 8-317.

Tabla 8-233. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de La Luisa, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	4	0,73	1,01	0,41
Punto 2	6	0,30	0,53	0,78
Punto 3	3	0,26	0,28	0,87
Punto 4	7	0,62	1,20	0,45
Punto 5	6	0,76	1,37	0,31
Punto 6	4	0,79	1,09	0,38
Punto 8	5	0,19	0,31	0,88
Punto 9	4	0,31	0,43	0,81
Punto 10	5	0,28	0,45	0,80

Tabla 8-234. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de La Luisa, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 7	2	0,71	0,49	0,68
Punto 8	2	0,94	0,65	0,54

Tabla 8-235 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga La Luisa, Primera Fase

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 8	Punto 9	Punto 10
Familias que puntúan	2	2	1	3	3	1	3	3	2
Índice BMWP/Col	4	10	3	7	9	3	6	11	4
Valor ASPT	2,0	5,0	3,0	2,3	3,0	3,0	2,0	3,7	2,0
EPT	0,0	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	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	0,0

Tabla 8-236. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga La Luisa, Segunda Fase

	Punto 7	Punto 8
Familias que puntúan	2	2
Índice BMWP/Col	3	3
Valor ASPT	1,5	1,5
EPT	0,0	0,0
EPT:C	0,0	0,0
EPT:Total	0,0	0,0

Por otra parte, mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados en la Primera Fase ($P=0,4884$), ni tampoco durante la Segunda Fase ($p=0,9665$), aunque para este último fue necesario utilizar una Anova simple. Ahora bien, para confirmar las diferencias entre los puntos evaluados, se realizó un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con lo cual se pudo comprobar que existen diferencias entre los puntos evaluados de la Primera Fase, presentándose de tres grupos, al realizar un análisis con el 50% de similaridad. El Primer grupo, conformado con los puntos ubicados al sur (Puntos 8, 9 y 10) excepto el Punto 7, para el cual no se obtuvieron organismos; el segundo grupo, conformado por los puntos 5 y 6, ubicados al norte del puente que separa la ciénaga y el tercero, conformado por los puntos 1 al 4, los cuales forman el espejo de agua más grande del sector norte (Figura 8-318-A). En cambio, durante la Segunda Fase, los dos puntos evaluados fueron disímiles entre sí; evidenciándose también el cambio de su composición en la Figura 8-319.

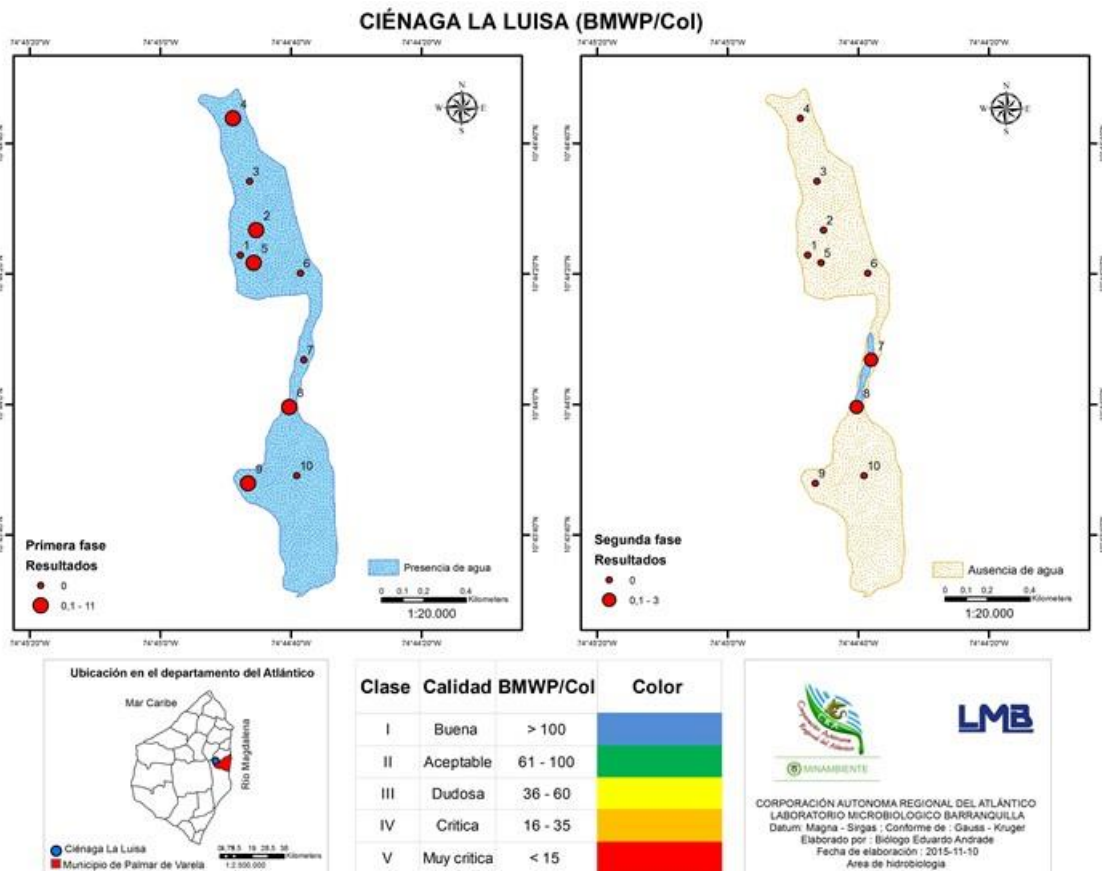


Figura 8-317. Índice BMWP/Col en la ciénaga la Luisa, Primera y Segunda Fase

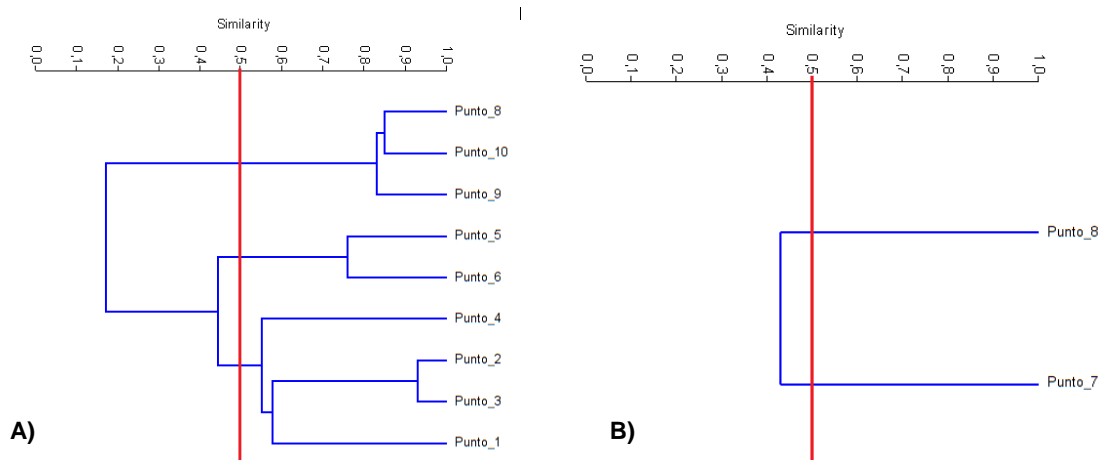


Figura 8-318. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los puntos de muestreo de la Ciénaga La Luisa. A) Primera Fase, B) Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observaron tres bioindicaciones predominantes en los puntos de la parte norte de la ciénaga (Puntos 1 al 6), aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos en igualdad de proporciones en cada uno de los puntos. Por su parte la comunidad de macroinvertebrados bentónicos ubicada en la parte sur de la ciénaga (Puntos 8, 9 y 10) puso en evidencia la presencia de aguas polisapróbicas, sedimentos alóctonos y aguas contaminadas, en igualdad de proporciones en cada uno de los puntos. A pesar de que a la ciénaga no presenta afluentes importantes, se observa que los drenajes naturales provenientes de las partes altas del municipio que inciden sobre los puntos de la zona sur, pueden contener materiales y sedimentos que están moldeando la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (Figura 8-320). Por último, al observar la ciénaga de manera general, se pudo evidenciar que las bioindicaciones de aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos fueron las predominantes, (19,6% cada una), seguidas de la presencia aguas polisapróbicas, sedimentos alóctonos y aguas contaminadas (13,6% cada una) (Figura 8-321). Considerando ahora la Segunda Fase, donde solo los puntos 7 y 8 pudieron ser evaluados, se observó en ellos la prevalencia de aguas contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos, todas en ellas en igual proporción para cada punto (28,7% para el Punto 7 y 24,3% para el punto 8), hay que mencionar además que se presentaron las bioindicaciones de aguas polisapróbicas y sedimentos alóctonos, en igualdad de proporciones para cada punto (Punto 7, 7% y Punto 8, 13,5%) (Figura 8-322). De la misma forma el análisis general de la Segunda Fase mantuvo las bioindicaciones de aguas contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos como las predominantes, con 27,8% cada una, seguidas de las bioindicaciones de aguas polisapróbicas y sedimentos alóctonos, con 8,3% cada una (Figura 8-323).

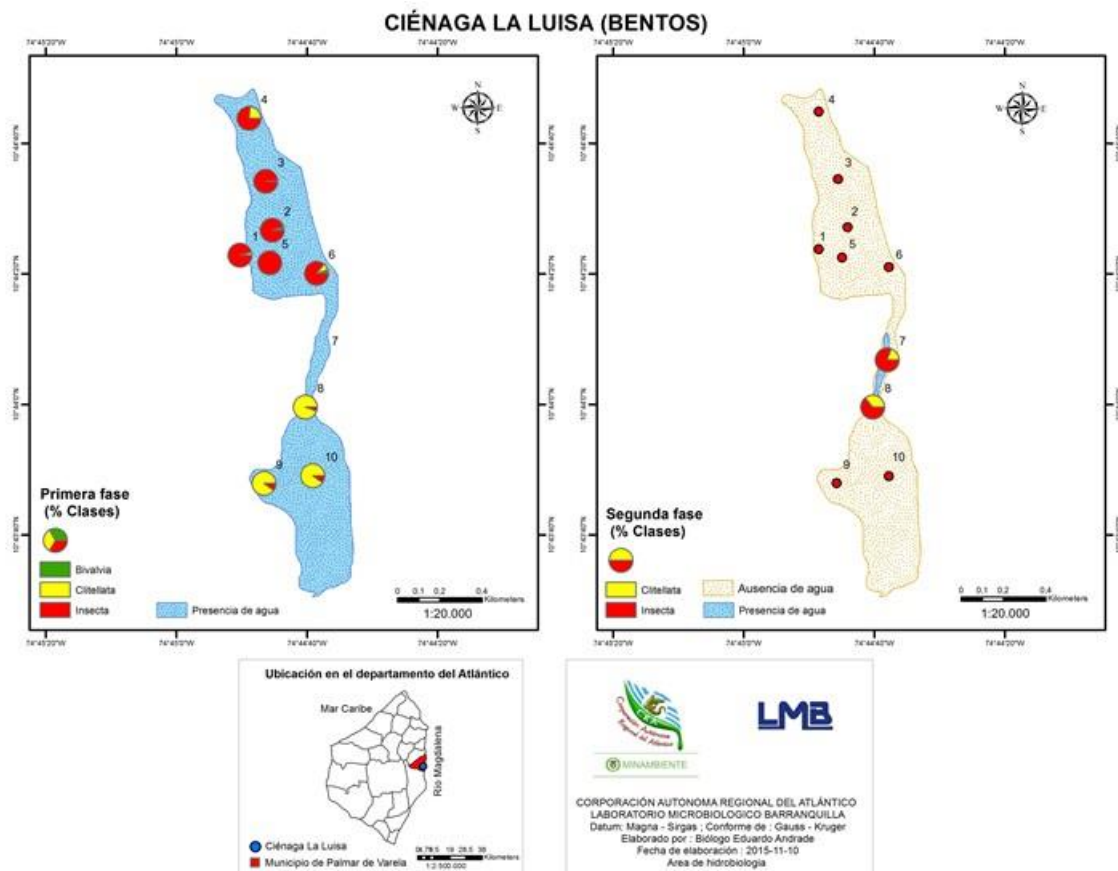
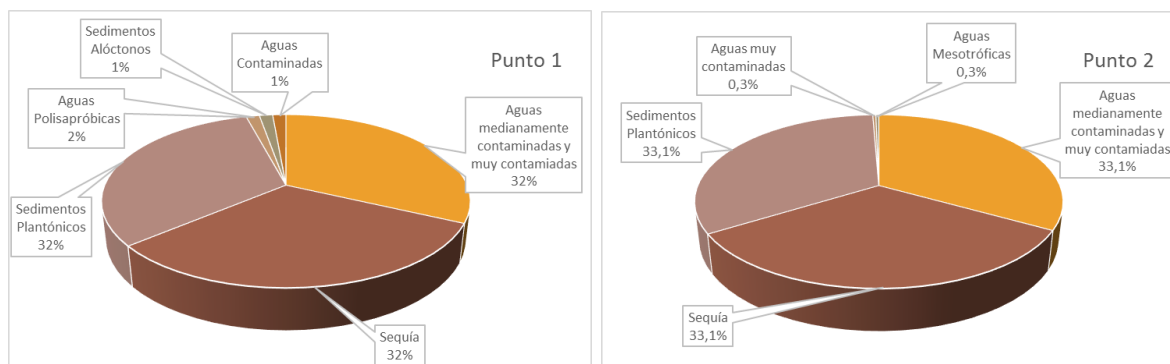


Figura 8-319. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en la ciénaga la Luisa, Primera y Segunda Fase



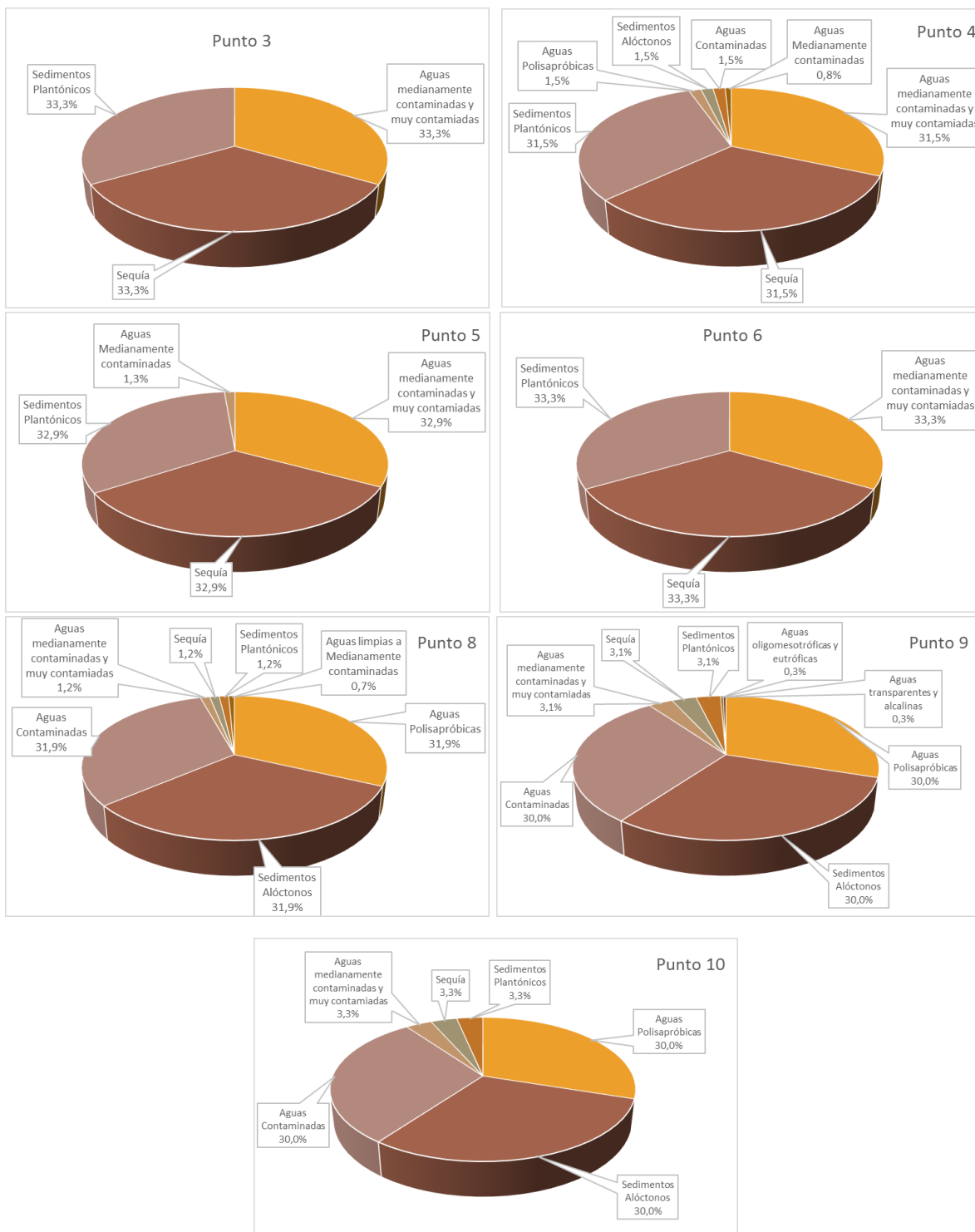


Figura 8-320. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la ciénaga La Luisa, Primera Fase

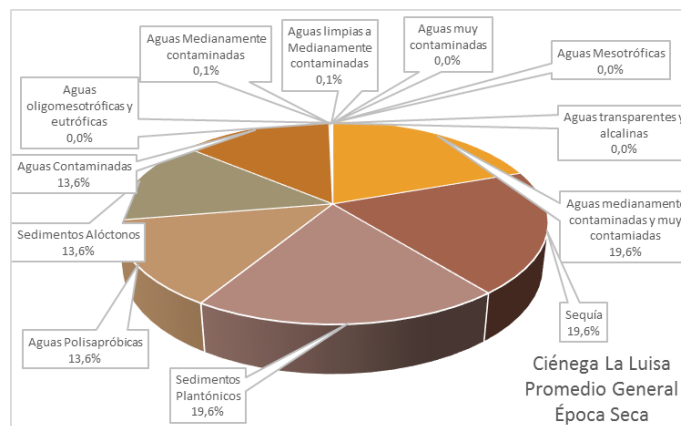


Figura 8-321. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la ciénega La Luisa durante la Primera Fase

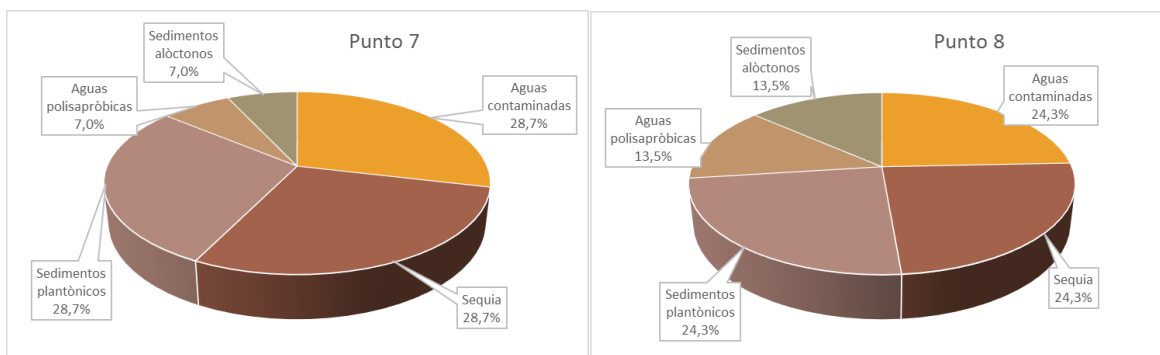


Figura 8-322. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la ciénega La Luisa, Segunda Fase

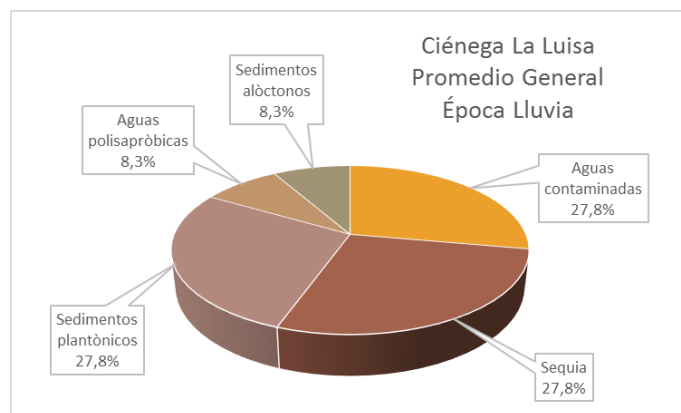


Figura 8-323. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la ciénega La Luisa durante la Segunda Fase

Se evidenció que durante la Primera Fase la ciénaga la Luisa presenta una comunidad integrada por insectos, algunos gusanos Clitellata y bivalvos, mientras que durante la Segunda Fase, la riqueza fue equitativa entre insectos y gusanos clitelados. Por su parte las contribuciones a la abundancia durante la Primera Fase estuvieron lideradas por los gusanos clitelados, seguidos muy de cerca por los insectos, mientras que durante la Segunda Fase, los insectos fueron los dominantes. Al comparar la riqueza en los puntos compartidos durante las fases de muestreo, ésta aumentó en el Punto 7 y disminuyó en el Punto 8, mientras que la equidad fue mucho mayor en el Punto 8 donde por ende la dominancia disminuyó. Al hacer hincapié en el índice de Shannon-Wiener se evidenció un aumento de valor, más no en la calidad del agua indicada por la interpretación del índice dada por Roldán y Ramírez (2008); lo cual es corroborado a su vez por el análisis del índice BMWP/Col, el cual demostró que la llegada de la época de lluvias pareció no existir, pues el déficit pluviométrico fue tan alto que generó la desecación de gran parte de la ciénaga concentrándose en una pequeña área el espejo de agua, lo que incremento de la contaminación de los puntos, ya que disminuyeron los valores absolutos del índice BMWP/Col, aunque las aguas se siguen catalogando como “fuertemente contaminadas” (calidad clase V “muy crítica”) (Figura 8-324).

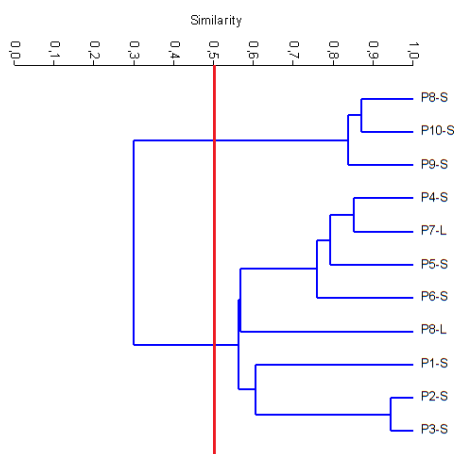


Figura 8-324. Dendrograma de distancia euclidiana para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de la ciénaga la Luisa, durante las fases de muestreo. S) Primera Fase L) Segunda Fase

8.2.7.2.3 Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, no se obtuvo captura efectiva de organismos de esta comunidad; cabe resaltar que en dichas jornadas no se observaron pescadores realizando actividades en el interior de la ciénaga.

8.2.8 Ciénaga Manatí

Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos durante la Primera Fase, por lo que fueron reubicados como se indicó anteriormente.

8.2.9 Ciénaga La Larga

Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos durante la Primera Fase, por lo que fueron reubicados como se indicó anteriormente.

8.2.10 Ciénaga de Paraíso

Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos durante la Primera Fase, por lo que fueron reubicados como se indicó anteriormente.

8.3 VERTIMIENTOS

8.3.1 Vertimiento Curtiembres Interpelli S.A.S.

En el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Primera Fase correspondió al 18105 y para la Segunda Fase 19594.

8.3.1.1 Comunidades de productores primarios

8.3.1.1.1 Fitoperifiton

Durante la Primera Fase de muestreos, la comunidad Fitoperifítica de las estaciones del Vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., presentaron una comunidad representada en 10 morfoespecies, pertenecientes a 10 Familias, 8 Órdenes, 3 Clases y 3 Divisiones. 5 morfoespecies pertenecieron a la División Bacillariophyta, siendo esto el 50%, 4 a Cyanobacteria (40%) y 1 a Euglenozoa (10%). (Tabla 8-237). Se colectaron muestras en los dos puntos, Antes y Después del Vertimiento. Durante la Segunda Fase no se encontraron sustratos que permitieran el crecimiento de estos organismos, no siendo posible su muestreo ni análisis.

Tabla 8-237. Composición de la comunidad Fitoperifítica en el Vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
			Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>
			Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes sp</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
				Sellaphoraceae	<i>Sellaphora spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>
				Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
			Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Glaucospira spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus spp</i>

Se cuantificó una densidad promedio de 91,98 Célula/cm², de la cual el 82% son Cianobacterias (75,45 Célula/cm²), el 17,8% son bacilariofitas (16,41 Célula/cm²) y 0,1% son de la división Euglenophyta (0,125 Célula/cm²). Las relaciones entre los atributos de abundancia y riqueza se muestran en la Figura 8-325. Las abundancias de la comunidad fitoperifítica registrada se observan en el Anexo F.

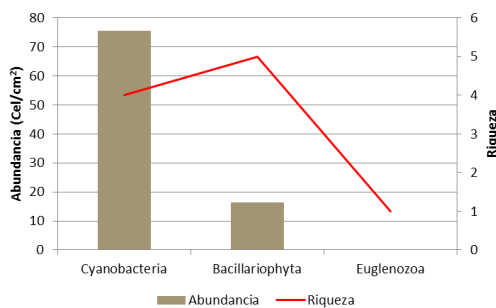


Figura 8-325. Composición de la comunidad Fitoperifítica en el Vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase.

Al observar los índices de diversidad, se pone en evidencia que existe una equidad media en ambos puntos ($J'=0,57$ y $0,50$), pero también se observa una dominancia media, de acuerdo con el índice de Simpson ($\lambda'=0,45$ y $0,52$). El índice de Shannon-Wiener muestra “aguas muy contaminadas”, de acuerdo a la interpretación hecha por Roldán y Ramírez (2008) (Tabla 8-238).

Tabla 8-238. Índices ecológicos del Fitoperifiton en el Vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	7	0,57	1,11	0,45
Después Vertimiento	6	0,50	0,90	0,52

Mediante la prueba H de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los días evaluados en la comunidad del fitoperifiton ($p=0,6045$). La diferencia en la composición de la comunidad se puede observar en la Figura 8-326, donde se evidenció la mayor proporción de organismos pertenecientes a la División Cyanobacteria en el Punto Después del vertimiento.

INTERPELLI (PERIFITON)

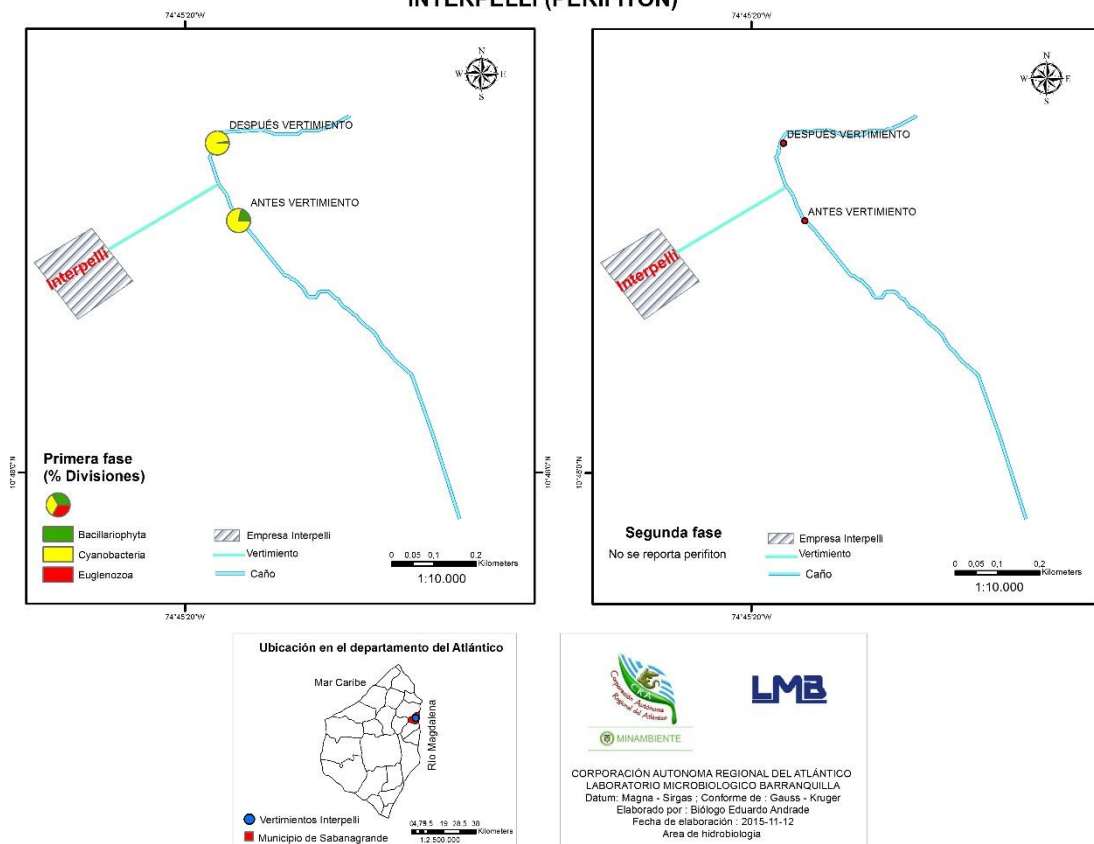


Figura 8-326. Distribución de los organismos fitoperifíticos (AR% por clase) en la ciénaga de la Luisa, Primera y Segunda Fase

El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad, para esto se realizó el análisis en cada sitio de muestreo. Así las cosas, el análisis de la bioindicación de la comunidad fitoperifítica indicó que en Punto Antes, prevalece de la turbulencia (34%) y mezcla (29%) sobre la mesotrofia fría (27%), los sedimentos y la conductividad altas (5%) y la resistencia a pesticidas (5%); mientras que en el Punto Después, se observó el predominio de mesotrofia fría (80%), seguida de turbulencia (8%), mezcla (8%), sedimentos y conductividad alta (3%) y materia orgánica (1%) (Figura 8-327). La Bioindicación general para ambos puntos, muestra un predominio de la Mesotrofia Fría (37,7%), seguida de la Turbulencia (28,7%) y la Mezcla (4,6%). El 3,9% de los organismos indicaron Resistencia a Pesticidas, y el 0,2% a Materia Orgánica (Tabla 8-239)

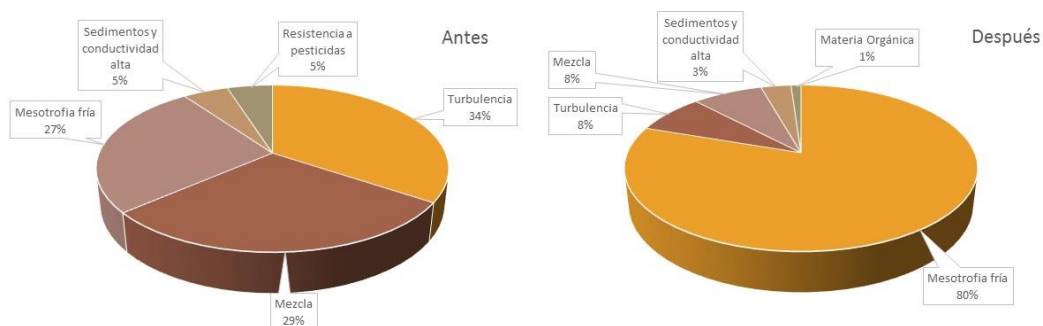


Figura 8-327. Procesos bioindicados por el fitoperifiton del Vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

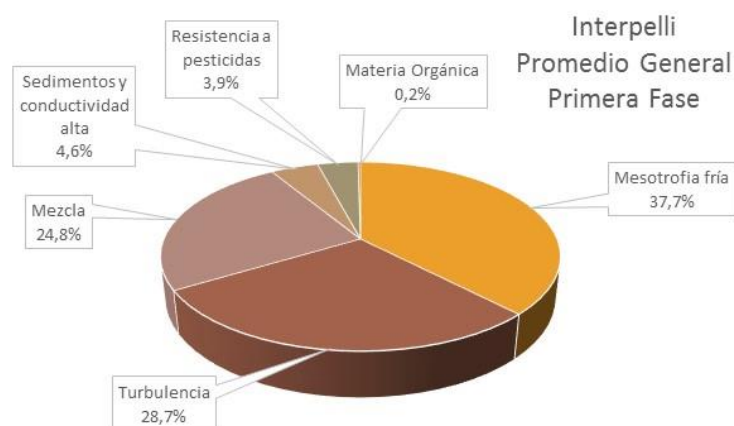


Figura 8-328. Procesos bioindicados, (promedio general) en la comunidad del fitoperifiton, en la ciénaga La Luisa durante la Primera Fase

Se pueden ver ciertos procesos de antropización en el sistema, al observar los procesos bioindicados en el lugar, como Mesotrofia, la alta conductividad y la materia orgánica, los cuales son indicio de algún tipo de contaminación. Además, los índices de diversidad muestran una dominancia y una equidad media, sumados a la interpretación del índice de Shannon.

8.3.1.1.2 Fitoplancton

En el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 12 especies pertenecientes a 11 familias, 9 Ordenes, 4 Clases y 4 Divisiones (Tabla 8-239). La Divisiones Bacillariophyta y Cyanobacteria contribuyeron en mayor medida y equitativamente a la riqueza total, aportando un 33,3% de la riqueza cada una, representada en 4 especies; la División Chlorophyta precedió en

aportes, con el 25% (3 especies), siendo la División Euglenozoa la que menor contribuyó, con 8,3% (1 especie) (Tabla 8-239). Durante la Segunda Fase la comunidad fitoplanctónica estaba representada por 13 especies pertenecientes a 11 familias, 9 Ordenes, 5 Clases y 4 Divisiones (Tabla 8-240). La Divisiones Cyanobacteria y Chlorophyta contribuyeron en mayor medida con un 84,6 % de la riqueza total, aportando un 46,2% (6 especies) y 38,5% (5 especies) respectivamente. Con un aporte menor y en igual proporción se encontraron las Divisiones Bacillariophyta y Euglenozoa con el 7,7% y una especie cada una.

Tabla 8-239. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
			Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella spp</i>
			Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes spp</i>
			ND	ND	Bacillariophyceae Morfoespecie 1 <i>Borzia spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>
				Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
				Volvocaceae	<i>Pandorina spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum microporum</i>
			Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas spp</i>

Tabla 8-240. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
			Chroococcales	Cyanobacteriaceae	<i>Cyanothece spp</i>
				Borziaceae	<i>Borzia spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i> <i>Phormidium spp</i>
				Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae
			Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Glaucospira spp</i>
				Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae		Spondylomoraceae	<i>Pyrobotrys spp</i>
			Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium contortum</i> <i>Monoraphidium griffithii</i>
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>

En referencia a la abundancia de la Primera Fase, la contribución fue encabezada por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 69,5% a la abundancia total (23,2 Células/mL), seguida por la División Chlorophyta con un 18,1% (6,0 Células/mL),

Bacillariophyta con 9,6% (3,2 Células/mL), y en menor proporción la División Euglenozoa (1,0 Células/mL; 2,8%) (Figura 8-329-A). Durante la Segunda Fase también se dieron los principales aportes por parte de las Divisiones Cyanobacteria (5,7 Células/mL; 63,7%) y Chlorophyta (2,6 Células/mL; 28,9%), la División Euglenozoa continuo realizando menores contribuciones al sistema (0,38 Células/mL; 4,3%) junto con la División Bacillariophyta (0,3 Células/mL; 3,1%) en la cual, se redujo la abundancia con respecto a la Fase anterior (Figura 8-329-B).

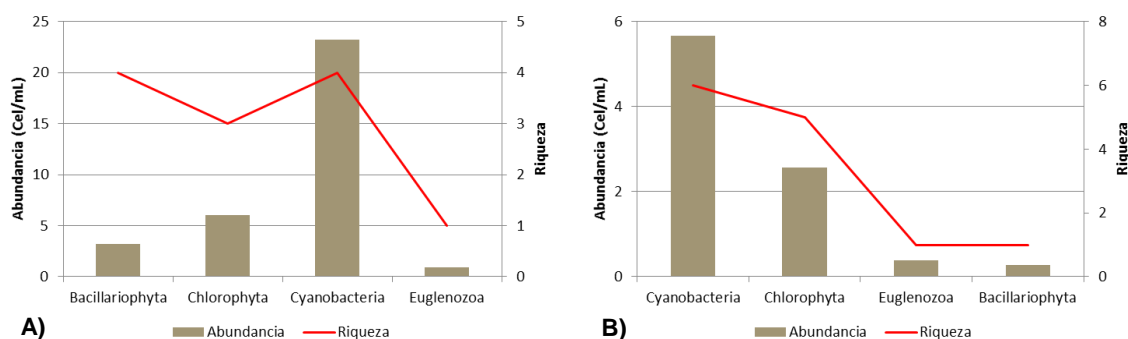


Figura 8-329. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. durante el año 2015 A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica del vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., durante la Primera Fase, se observó que la estructura de la comunidad, evaluada desde los índices de equidad demuestran una comunidad medianamente equilibrada en los dos sitios evaluados, siendo mayor en el Punto Antes del vertimiento ($J'=0,69$); mientras que desde el punto de vista de la dominancia, ésta es baja, sobretodo en el Punto Antes del vertimiento ($\lambda'=0,27$); por su parte, el índice de diversidad de Shannon, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicó “aguas medianamente contaminadas” en el Punto Antes del vertimiento y “aguas muy contaminadas” en el Punto Después del vertimiento (Tabla 8-241).

Tabla 8-241. Índices ecológicos en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. durante la Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	9	0,69	1,52	0,27
Después Vertimiento	6	0,67	1,20	0,35

Por su parte, durante la Segunda Fase, el estructura de la comunidad, vista desde los índices de equidad muestran una comunidad equilibrada en los dos sitios evaluados, siendo

mayor en el Punto Antes del vertimiento ($J'=0,83$); mientras que desde el punto de vista de la dominancia, ésta es muy baja, sobretodo en el Punto Antes del vertimiento ($\lambda'=0,01$); por su parte, el índice de diversidad de Shannon, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicó “aguas medianamente contaminadas” en ambos puntos (Tabla 8-242).

Tabla 8-242. Índices ecológicos en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	11	0,83	1,99	0,09
Después Vertimiento	8	0,76	1,59	0,01

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p=0,530$), como en la Segunda Fase. ($p=0,841$). Al evaluar las diferencias entre los puntos de muestreo durante la Primera Fase, mediante un análisis de clasificación tipo cluster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se determinó que con una similitud del 50% se conformó un grupo con los dos puntos evaluados mostrando que no existía diferencia entre los puntos, situación que se repitió en la Segunda Fase (Figura 8-330). Igualmente se observa la homogeneidad en la contribución de las Divisiones taxonómicas del fitoplancton, en la Figura 8-331.

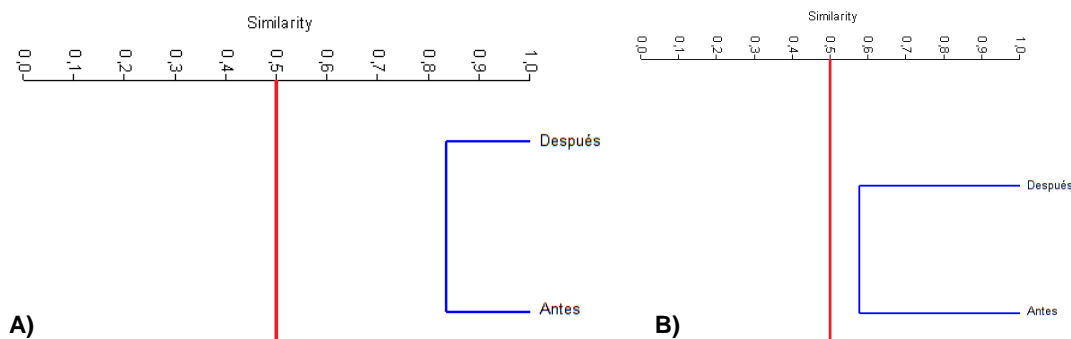


Figura 8-330. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. A) Primera Fase B) Segunda Fase

INTERPELLI (FITOPLANCTON)

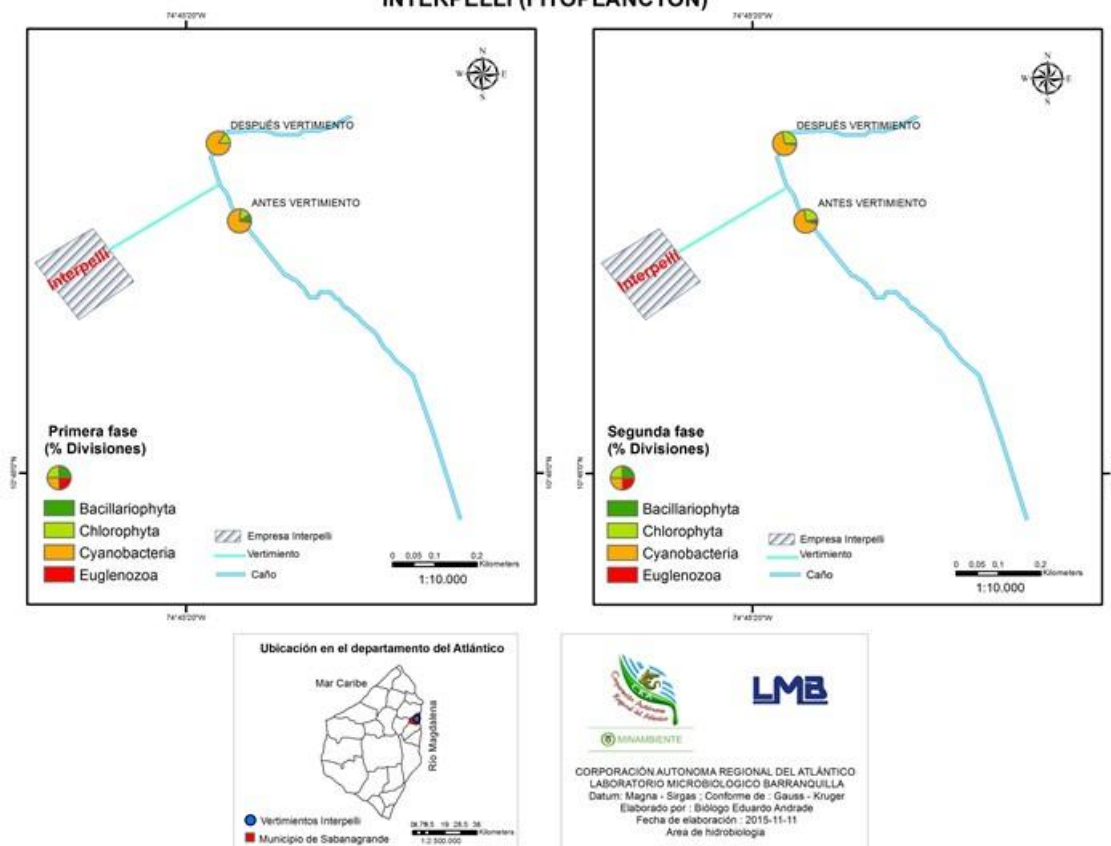


Figura 8-331. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de la Luisa, Primera y Segunda Fase

El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad, para esto se realizó el análisis en cada sitio de muestreo. Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que los dos sitios (Antes y Después del vertimiento) se presenta el predominio de la bioindicación mesotrofia fría (62,1 y 78% respectivamente), seguida en el Punto Antes por la eutrofia (13,3%), Turbulencia y mezcla (11,3% cada una), aguas litorales y sucesión (1% cada una); mientras que en el Punto Después, le siguieron la baja mineralización y la bioindicación de meso a eutrofia (11% cada una) (Figura 8-332).

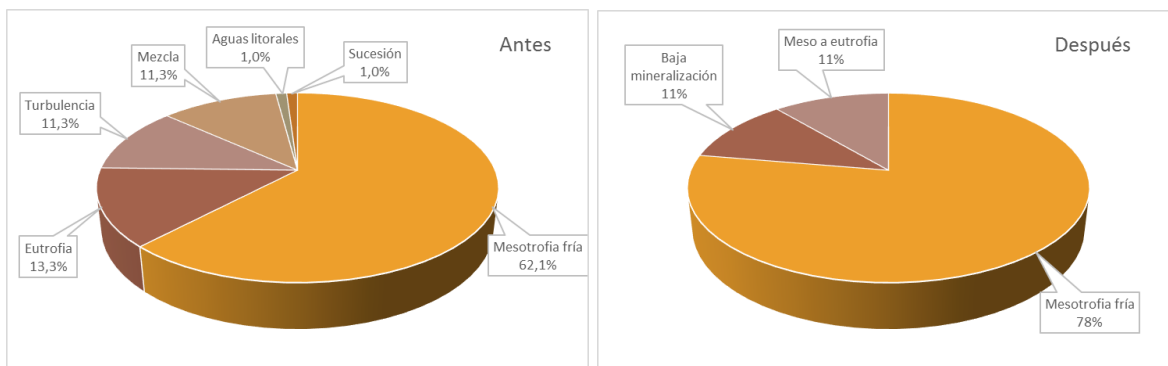


Figura 8-332. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Segunda Fase, se observó que los dos sitios (Antes y Después del vertimiento) se presentó un comportamiento diferente al de la Primera Fase, en este caso la resistencia a pesticidas fue la bioindicación predominante en el punto antes del vertimiento con el 55,6%, por su parte en el punto después del vertimiento la mesotrofia, la resistencia a pesticidas, materia orgánica y eutrofia ocuparon aproximadamente un cuarto del total de las bioindicaciones cada uno (Figura 8-333).

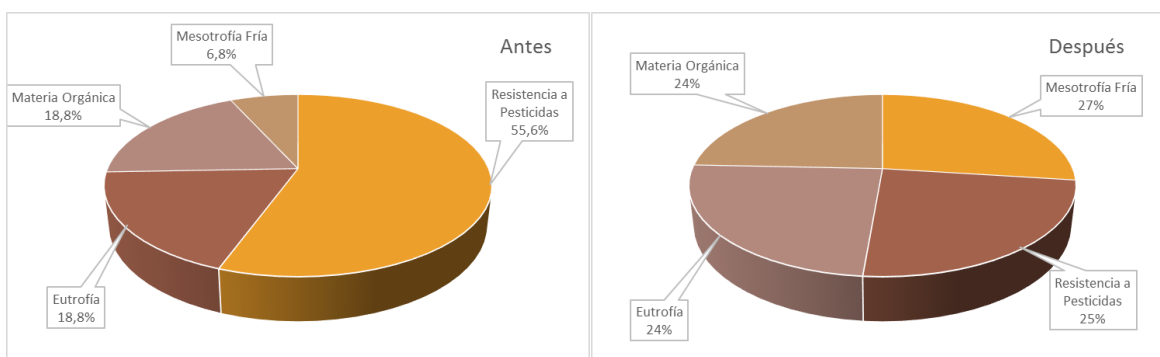


Figura 8-333. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Segunda Fase

En términos generales, la comunidad fitoplanctónica identificada en el vertimiento Curtiembres Interpelli S.A.S., presentó entre la Primera y la Segunda Fase de muestreo un incremento en la riqueza de especies, manteniéndose mayor en el Punto Antes del vertimiento para cada fase; caso contrario sucedió con la abundancia, la cual fue más alta durante la Primera Fase, aunque se mantuvo el Punto Antes del vertimiento como el de

mayor abundancia; a pesar de lo anterior, la División Cyanobacteria se destacó por su contribución a la abundancia durante las dos fases en cada punto de muestreo; lo que mantuvo valores medio altos de equidad y bajos de dominancia en cada punto durante cada fase. Por su parte la mesotrofía fue la bioindicación predominante en los dos puntos, durante la Primera Fase, dando paso a la resistencia a pesticidas, eutrofia y presencia de materia orgánica, en el Punto Antes y a la mesotrofía, resistencia a los pesticidas, eutrofia y materia orgánica en el Punto Después. Notándose que los leves incrementos de pluviosidad han causado el posible arrastre de pesticidas desde sitios aguas arriba, que interfieren el desarrollo de la comunidad fitoplanctónica. A pesar de lo anterior, la comunidad fue muy homogénea durante las dos fases de muestreo (Figura 8-334).

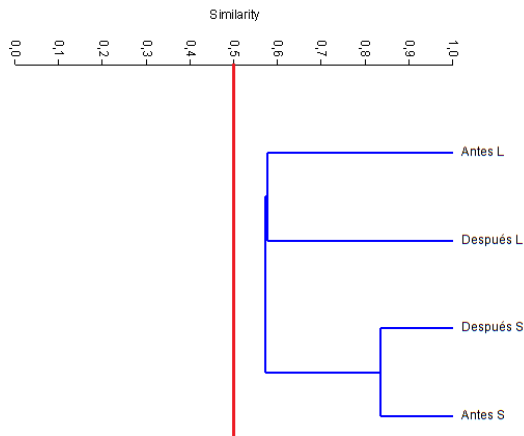


Figura 8-334. Dendrograma de similaridad, Bray-Curtis, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de la ciénaga la Luisa, durante las fases de muestreo. S) Primera Fase L) Segunda Fase

8.3.1.1.3 Macrófitas acuáticas

Durante la Primera Fase de Muestreos en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S, se encontraron 4 especies de Macrófitas, distribuidas en 3 familias, 3 Órdenes, 2 Clases y 1 División (Tabla 8-243). La Familia Pontederiaceae obtuvo los mayores valores de Abundancia Relativa Total, con 3. Se encontraron plantas en los dos puntos muestreados, Antes y Después. En la Segunda Fase, hubo una reducción de especies, pasando 2, pertenecientes estas a 2 Familias, 2 Órdenes, 1 Clase y 1 División (Tabla 8-244). Las dos Familias reportadas presentaron abundancias relativas promedio de 1, en los dos puntos analizados.

Tabla 8-243. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común	
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua	
			Poales	Poaceae	Morfoespecie 1	Hierba	
		Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae		<i>Paspalum sp</i>	Hierba
							<i>Mimosa sp</i>

Tabla 8-244. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de Agua
			Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Hierba

La reducción en la diversidad de Macrófitas pudo ser debida al proceso de dragado presente en el lugar, el cual removió parte de la cobertura vegetal, sin dar tiempo a que se restableciera la comunidad.

De los biotopos determinados en la primera fase, Haptophyta tuvo la mayor representatividad, con un 50%. Estas plantas con un marcado ritmo estacional, presentan raíces modificados para adherirse al sustrato, o “hapterios”. Los otros biotopos (Acropleustophyta y Helophyta) mostraron igual representatividad del 25% (Tabla 8-245 y Figura 8-335-A). En la Segunda Fase solo se encontraron los biotopos Acropleustophyta y Helophyta, ambos presentando proporciones de 50% (Tabla 8-246 y Figura 8-335-B). Se siguieron los criterios de Schmidt-Mumm (1988).

Tabla 8-245. Biotopo para las macrófitas acuáticas reportadas en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S, Primera Fase

Familia	Taxa	Biotopo
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Poaceae	Morfoespecie 1	Haptophyta
	<i>Paspalum sp</i>	Helófitas
Fabaceae	<i>Mimosa sp</i>	Haptophyta

Tabla 8-246. Biotopo para las macrófitas acuáticas reportadas en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S, Segunda Fase.

Familia	Taxa	Biotopo
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustophyta
Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Helófitas

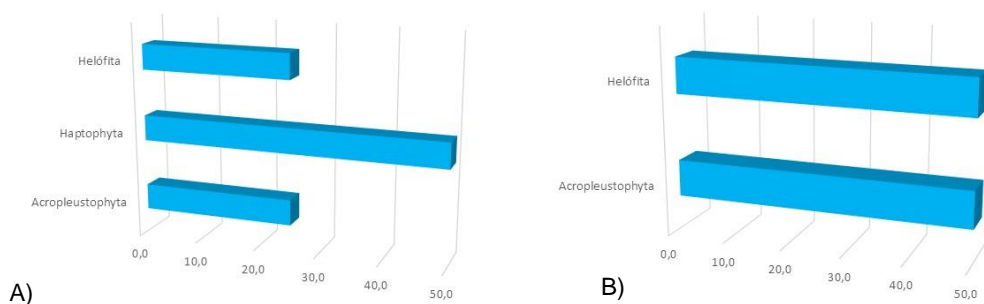


Figura 8-335. Espectro biotipológico de las proporciones de especies en las diferentes formas de vida (biotopos) A) Primera Fase B) Segunda Fase

8.3.1.2 . Comunidades de consumidores

8.3.1.2.1 Zooplancton

En el vertimiento de Curtiembre Interpelli S.A.S., la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 9 especies, distribuidas en 8 familias 7 Órdenes, 6 Clases y 4 Phylum. Las Clases Eurotatoria, Lobosa y Maxillopoda contribuyeron a la riqueza evaluada en el vertimiento, con 2 especies cada una, lo que representó un 22,2% respectivamente; igualmente las Clases Ostracoda, Clitellata y Arthropoda-ND contribuyeron con una especie (11,1% de RR) cada uno Tabla 8-247). Mientras que durante la Segunda Fase se determinó que la riqueza estaba compuestas por 8 Morfoespecies repartidas en 7 familias, 5 Ordenes, 5 Clases y 3 Phylum (Tabla 8-248).

Tabla 8-247. Composición de la comunidad Zooplanctónica del vertimiento de Curtiembre Interpelli S.A.S., Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata	ND	ND	Larva Trocophora Polychaeta
			ND	ND	Larva Nauplio
	Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	ND	Copepodito I
			Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Megacyclops sp</i>
		Ostracoda	ND	ND	Ostracodo Morfoespecie 1
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i> <i>Keratella americana</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
				Centropxyidae	<i>Centropxyis aculeata</i>

Tabla 8-248 Composición de la comunidad Zooplanctónica del vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella tropica</i>
		Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclus sp</i>
	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Macrothricidae	<i>Macrothrix sp</i>
				ND	Ceriodaphnia
		ND-Arthropoda	ND	ND	Diaphanosoma sp1

Al observar las abundancias de las Clases en la Primera Fase se evidenció el predominio de los representantes de la Clase Lobosa (40,4%, 27,9 Organismos/L) y la Clase Maxillopoda (29,2%, 20,1 Organismos/L), sobre los representantes de las Clases Arthropoda-ND (13,4%, 9,3 Organismos/L), Eurotatoria (9,1%, 6,3 Organismos/L), Ostracoda (6,3%, 4,4 Organismos/L) y Clitellata (1,6%, 1,1 Organismos/L) (Figura 8-336 A). Para la Segunda Fase las abundancias por clases estuvo dominada por los Branchiopoda 47,5% (1,73 Organismos/L) seguido de Maxillopoda con el 24,5% (0,89 Organismos/L), ND-Arthropoda 15,7% (0,57 Organismos/L), Lobosa 8,3% (0,30 Organismos/L) y en menor proporción Eurotatoria 3,9 (0,14 Organismos/L) Figura 8-336 B. Es evidente que en la Segunda Fase existe un número menor de clases y además se encontró que la Clase Branchiopoda reporto por primera vez y con la mayor proporción de abundancia, según (Pérez-Bote *et al.*, 2005) se ha comprobado que la duración de la propia de la masa de agua es el factor que mayor repercusión tiene en la biología de estos crustáceos, en este sentido en el cuerpo de agua para la Segunda Fase existieron cambios antrópicos como el dragado del cauce del cuerpo de agua, lo que pudo ocasionar un cambio en el ecosistema y por ende la aparición del grupo de braquiópodos, además el comienzo de la época de lluvia coincidió con la toma de muestra echo que también pudo favorecer la aparición de estos microcrustáceos.

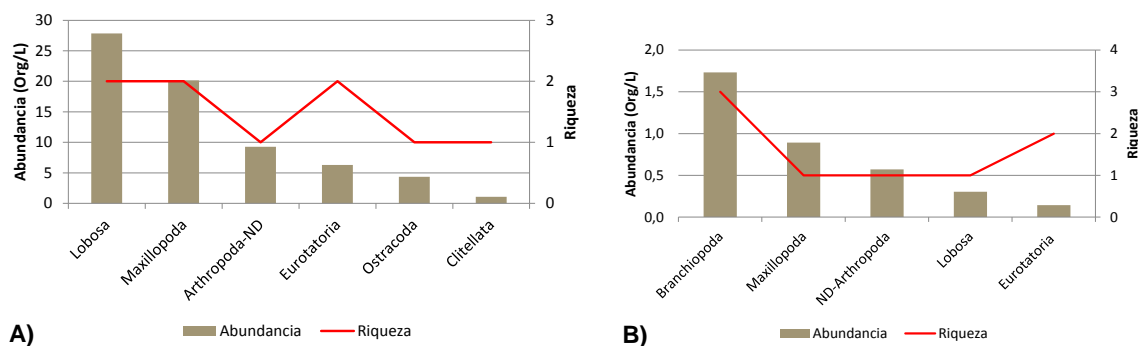


Figura 8-336. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S A): Primera Fase y B) Segunda Fase

Para la Primera Fase el punto que mayor contribuyó a la riqueza fue el Punto Antes, con un total de 7 especies, mientras que en el punto después lo hizo con 5 especies. La estructura de la comunidad observada desde la dominancia por el índice de Simpson, demostró que antes del vertimiento la dominancia es baja, mientras que después del vertimiento la dominancia es media; igualmente el índice de equidad de Pielou fue mayor en el Punto Antes ($J'=0,81$) que en el Punto Después ($J'=0,68$). Por su parte el índice de diversidad de Shannon-Wiener fue mayor en el punto Antes, con un valor de 1,57 bits/Individuo, lo que representó, bajo interpretación del índice dada por Roldán y Ramírez (2008), la presencia de “aguas medianamente contaminadas”; mientras que en el Punto Después obtuvo un valor de 1,09 bits/Individuo, indicando “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-249).

Tabla 8-249. Índices ecológicos del zooplancton en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes del Vertimiento	7	0,81	1,57	0,24
Después del Vertimiento	5	0,68	1,09	0,46

Tabla -8-250 Índices ecológicos del zooplancton en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes del Vertimiento	8	0,79	1,65	-0,04
Después del Vertimiento	0	-	-	-

Durante la Segunda Fase Tabla -8-250, solo se pudo medir los índices de diversidad en el punto antes del vertimiento, debido a que el punto que se ubicó después del vertimiento no se determinó ningún registro de especies en las muestras analizadas. La riqueza en el punto Antes del vertimiento fue de 8, con un individuo más comparado con el valor de riqueza obtenido durante la Primera Fase, el índice de equidad en Antes $J'= 0,79$ fue valor similar al de la Primera Fase lo que muestras que las abundancias de especies fueron semejantes durante las dos fases de muestreo en el punto antes. Mientras que Shannon-Wiener presento un valor de $H' (Loge)= 1,65$ lo que bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), continua indicando aguas medianamente contaminadas igual que en la Primera Fase.

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados en tanto durante la Primera ($p=0,3234$) como durante la

Segunda Fase ($p=0,9717$) de muestreo. Para cada fase del proyecto se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, con un 50% de similitud (Figura 8-337). Siendo diferentes en ambas fases antes y después del vertimiento, lo cual se evidencia en la composición de cada punto, la cual se puede apreciar en la Figura 8-338.

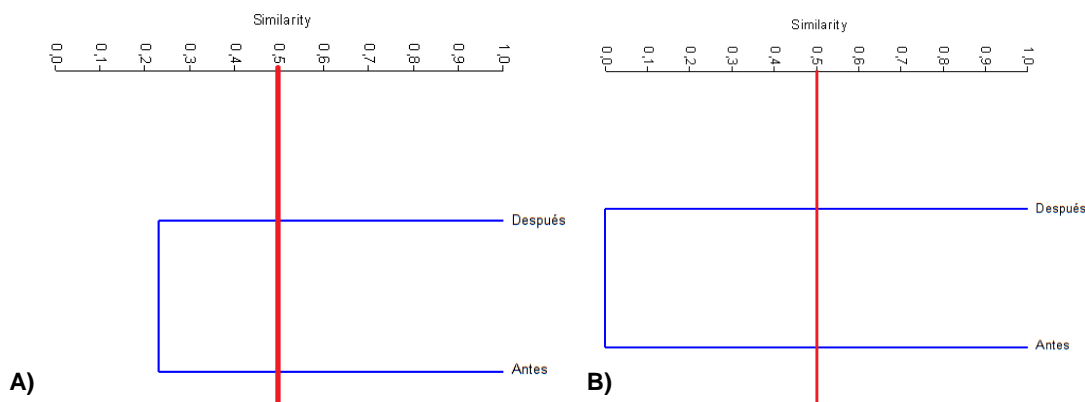


Figura 8-337. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. A) Primera Fase B) Segunda Fase.

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que la comunidad de zooplancton evaluada en el caño Pinguillo, Antes del vertimiento es mayormente bioindicadora de aguas mesotróficas (48%), seguidas de aguas eutróficas (19%), aguas duras (19%) y presencia de materia orgánica (7%); mientras que en el Punto Después del Vertimiento se presentaron aguas eutróficas, aguas con pH alcalino y con alto contenido de sales (34, 33, y 33% respectivamente) (Figura 8-339).

INTERPELLI (ZOOPLANCTON)

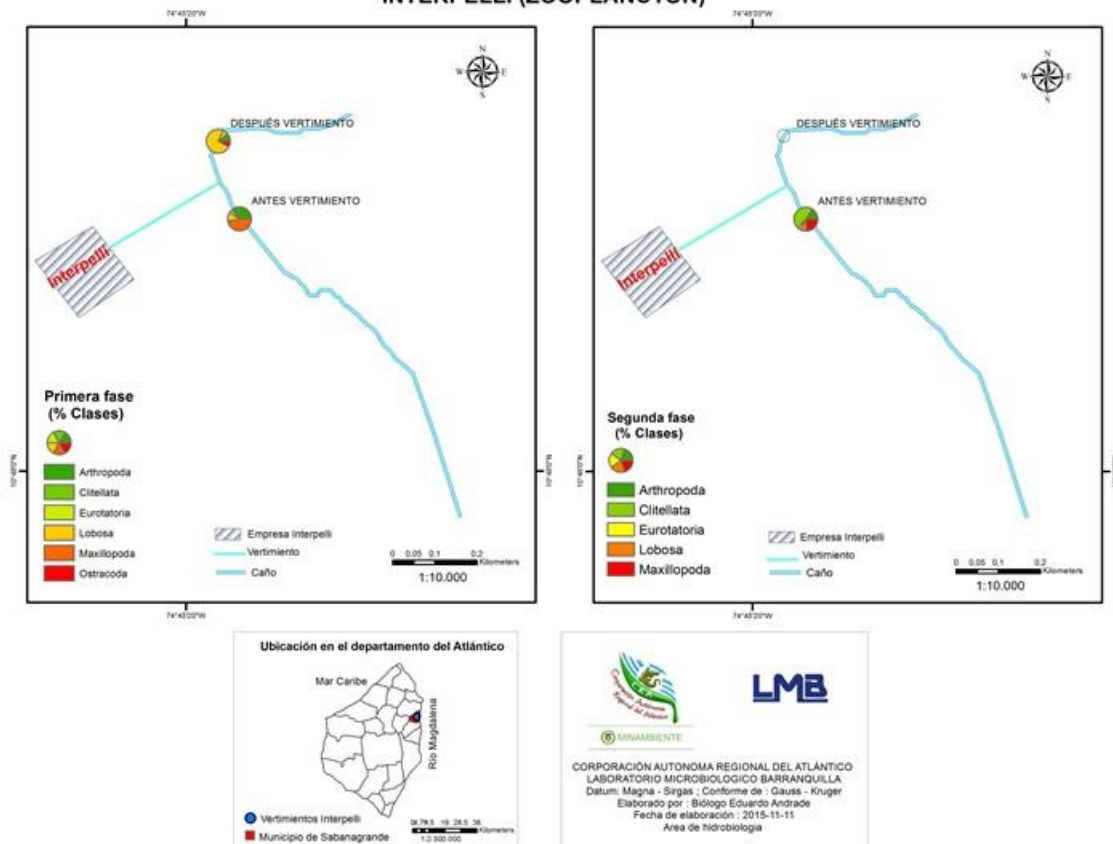


Figura 8-338. Distribución de los organismos zooplanctónicos (AR% por clase) en el vertimiento de curtiembre Interpelli, Primera y Segunda Fase

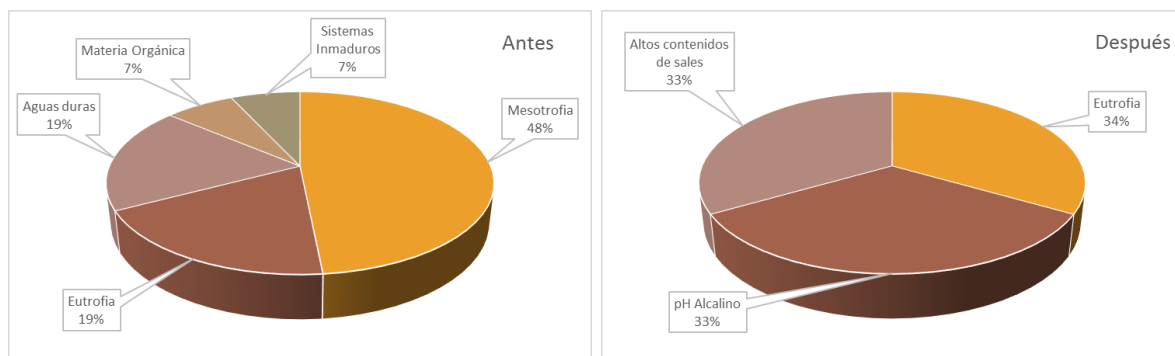


Figura 8-339. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

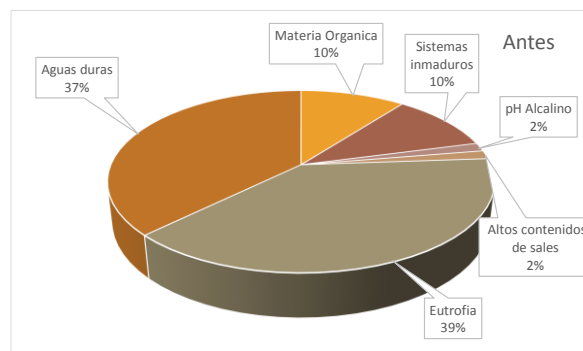


Figura 8-8-340 Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

Durante la Segunda Fase solo se pudo estimar la bioindicación en el punto antes del vertimiento, donde se observó que para esta fase del proyecto la bioindicación predominante fue la eutrofia con (39%), seguido de aguas duras con el (37%), materia orgánica y sistemas inmaduros con un (10%) cada una y en menor proporción pH alcalinos y altos contenidos de sales con el (2%) por bioindicación.

A nivel general del vertimiento Antes y Después de Curtiembres Interpelli asociado a la comunidad zooplanctónica se puede concluir que no se mantuvo constante durante las dos fases en que se tomaron las muestras, presentando una marcada variación en el punto después del vertimiento donde paso de tener una riqueza de cinco Taxas en la Primera Fase a cero individuos en para la Segunda Fase, es posible que las poblaciones de zooplancton cambiara o bajara su abundancia y riqueza por intervenciones antrópicas que se realizaron en el cuerpo de agua en la etapa intermedia de las dos fases de muestreo. También podemos destacar que no se encontró similitud en ninguna de las fases de muestreo tomando como partida las abundancias por especies en los puntos de muestro (Antes y Después del Vertimiento) (Figura 8-341).

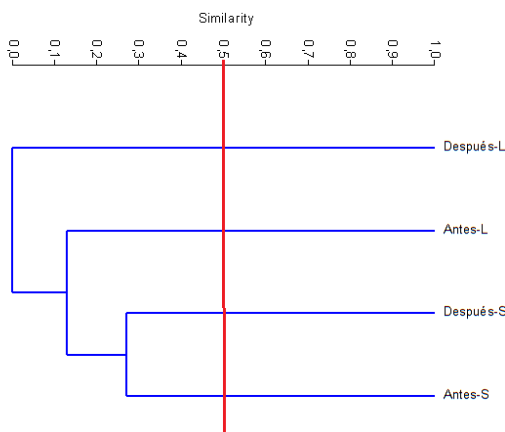


Figura 8-341. Dendrograma de similaridad, distancia euclidiana, para las Clases de Zooplancton en los puntos del vertimiento de curtiembres Interpelli, durante la Primera Fase: S y la Segunda Fase: L.

8.3.1.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos del vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., durante la Primera Fase, estuvieron representados por 3 morfoespecies pertenecientes a 3 familias, 3 Ordenes y 1 Clase, Insecta, pertenecientes al Phylum Arthropoda. La contribución de la riqueza y la abundancia a nivel de Clase fue de 3 morfoespecies y 55,6 Organismo/m², lo que representa el 100% en cada caso; por esta razón se evaluó la contribución a la riqueza y la abundancia a nivel de Orden; encontrándose aportes del 33.3% para cada Orden; mientras que los aportes a la abundancia fueron liderados por el Orden Diptera con 33,3 Organismos/m², lo que representó un 60% de la abundancia relativa; le precedieron los Ordenes Hemiptera y Coleoptera con 11,1 Organismos/m² (20% de AR) cada uno (Tabla 8-251 y Figura 8-342-A). Por su parte, durante la Segunda Fase, se presentó un total de 4 morfoespecies, pertenecientes a 4 familias, 3 Ordenes, 1 Clase y 1 Phylum; igualmente la Clase Insecta contribuyó con el 100% de la riqueza (3 morfoespecies) y la abundancia (55,6 Organismos/m²), el análisis por Orden indicó la igualdad de riquezas (1 morfoespecie por cada Orden), mientras que para la abundancia predominó el Orden Diptera con 33,3 Organismos/m² (60%) seguido del Orden Coleoptera y Hemiptera, con 11,1 Organismos/m² (20%), cada uno (Tabla 8-252 y Figura 8-342-B).

Tabla 8-251. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Noteridae	Morfoespecie 1
			Diptera	Tabanidae	Morfoespecie 1
			Hemiptera	Corixidae	Morfoespecie 1

Tabla 8-252. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	Morfoespecie 1
			Diptera	Ephydriidae	<i>Brachydeutera</i> sp (pupa)
			Hemiptera	Corixidae	Morfoespecie 1
				Dytiscidae	Morfoespecie adulto

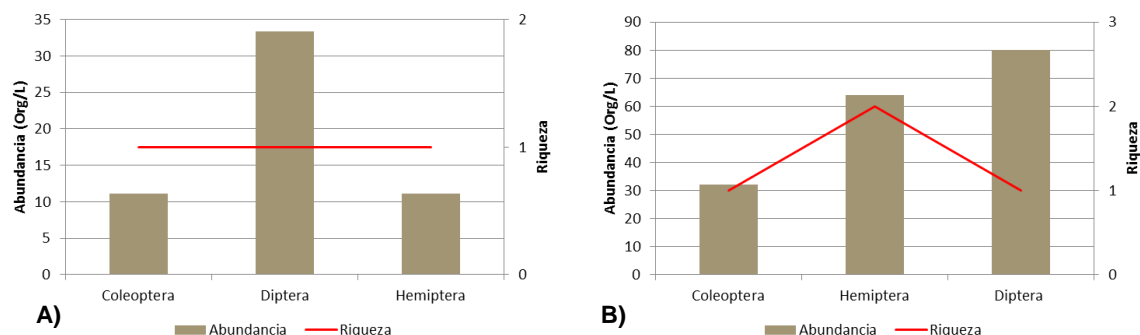


Figura 8-342. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. A) Primera Fase B) Segunda Fase

Los índices ecológicos calculados durante la Primera Fase permitieron evidenciar que la riqueza de especies fue igual en los puntos monitoreados (antes y después del vertimiento); así mismo la estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, demostró que el Punto Antes presenta las dominancias medias ($\lambda' = 0,47$) y el Punto Después, bajas ($\lambda' = 0,36$), (Tabla 8-253); igualmente, la equidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, evaluada con el índice de Pielou, se evidenció que esta es mayor en el Punto Después (1,04), siendo alta en los dos puntos; mientras que el índice de diversidad de Shannon-Wiener, arrojó valores de 0,89 para Antes y 1,04 para Después, valores que según la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008), demuestran de la presencia de “aguas muy contaminadas” en los dos puntos. Para la Segunda Fase la riqueza del sitio Antes del vertimiento fue de 1 morfoespecies, lo que imposibilitó el cálculo de los demás índices ecológicos, mientras que en el Punto Después fue de 4 morfoespecies. Para el punto Después del vertimiento, se obtuvo una dominancia baja ($\lambda' = 0,30$), una equidad alta ($J' = 0,93$) y una diversidad alta ($H' = 1,29$), indicando la presencia de aguas muy contaminadas, bajo los criterios de interpretación del índice de Shannon-Wiener indicados por Roldán y Ramírez (2008) (Tabla 8-254).

Tabla 8-253. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	3	0,81	0,89	0,47
Después Vertimiento	3	0,95	1,04	0,36

Tabla 8-254. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	1		0,00	1,00
Después Vertimiento	4	0,93	1,29	0,30

Por su parte, durante la Primera Fase, el análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que en los puntos evaluados (Antes y Después) en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. se presenta una calidad de agua “crítica”, con “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-255). Así mismo el valor del índice ASPT, indicó la presencia de aguas “moderadamente contaminadas”; adicionalmente, la ausencia de efemerópteros, plecópteros, tricópteros, los valores de los índices EPT:C, EPT:Total, ratifican un alto grado de contaminación. Durante la Segunda Fase, las familias colectadas en el Punto Antes, no puntuaron para el índice BMWP/Col, lo que imposibilitó también el cálculo del índice ASPT, más el sitio Después del vertimiento presentó valores de 9 y 4,5 para cada índice respectivamente, lo que se traduce en presencia de aguas con calidad “muy crítica” o “fuertemente contaminadas” (BMWP/Col) y la indicación de aguas de calidad “dudosa” o moderadamente contaminadas” (ASPT) (Tabla 8-256 y Figura 8-343).

Tabla 8-255. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el Vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

	Antes	Después
Familias que puntúan	3	3
Índice BMWP/Col	16	16
Valor ASPT	5,3	5,3
EPT	0,0	0,0
EPT:C		
EPT:Total	0,0	0,0

Tabla 8-256. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el Vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Segunda Fase

	Antes	Después
Familias que puntúan	0	2
Índice BMWP/Col	0	9
Valor ASPT		4,5
EPT	0,0	0,0
EPT:C		
EPT:Total	0,0	0,0

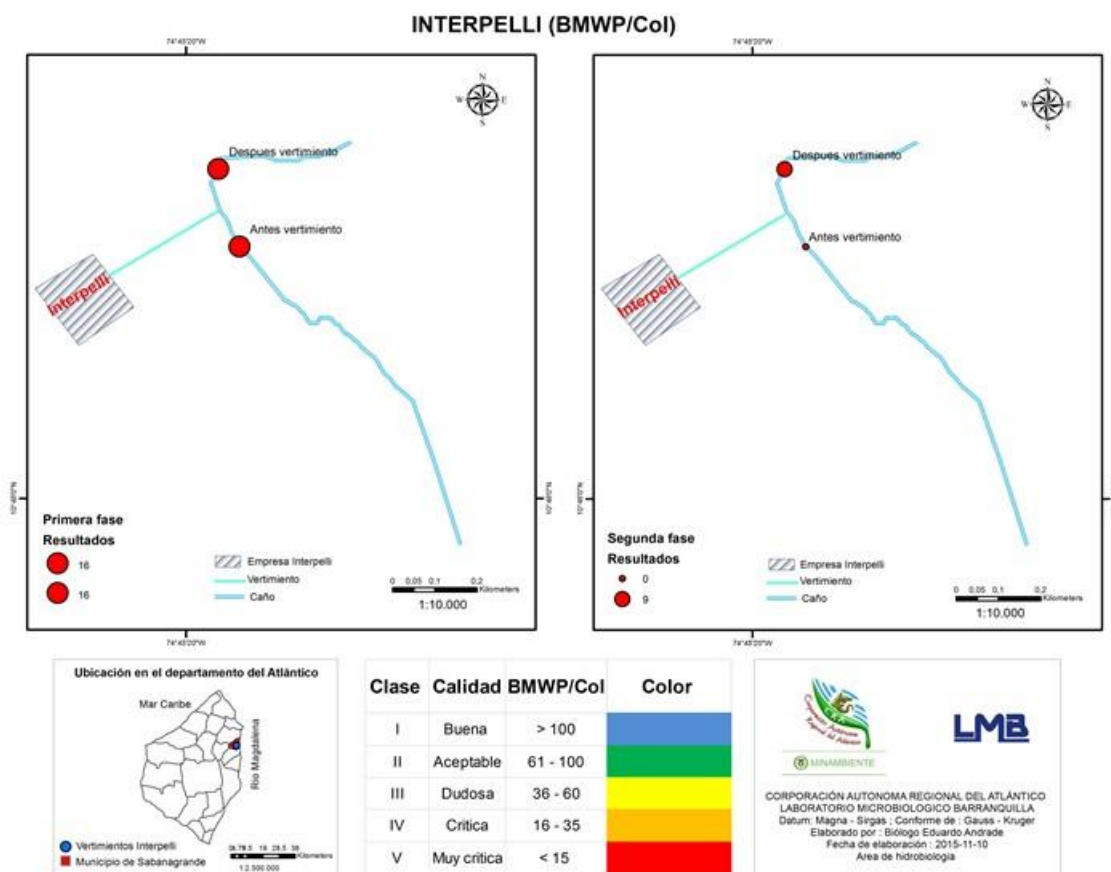


Figura 8-343. Índice BMWP/Col en el vertimiento de curtiembres del Caribe, Primera y Segunda Fase

Por otra parte, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados durante la Primera Fase ($p=0,1538$), ni durante la Segunda Fase ($0,8627$). Así mismo se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, para la Primera Fase y con la Distancia Euclidiana, para la Segunda Fase, con el

cual se pudo determinar que no existen diferencias entre los puntos evaluados con un 50% de similitud, durante la Primera y la Segunda Fase (Figura 8-344), debido a que las contribuciones de las abundancias relativas en cada punto, de cada fase, fue diferente (Figura 8-345).

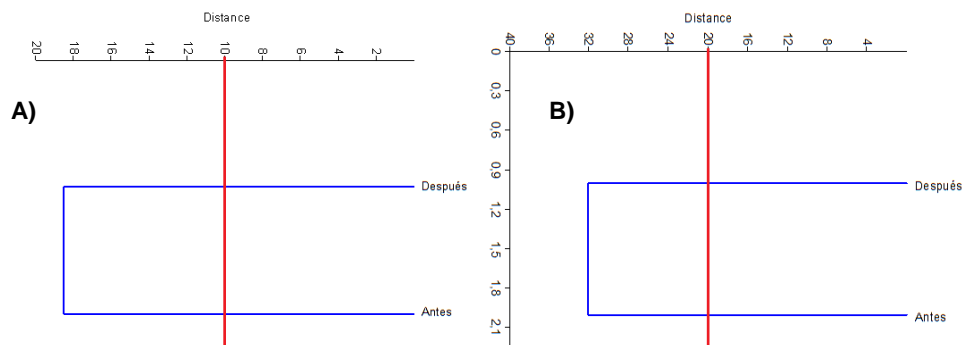


Figura 8-344. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los puntos de muestreo del vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., A) Primera Fase B) Segunda Fase

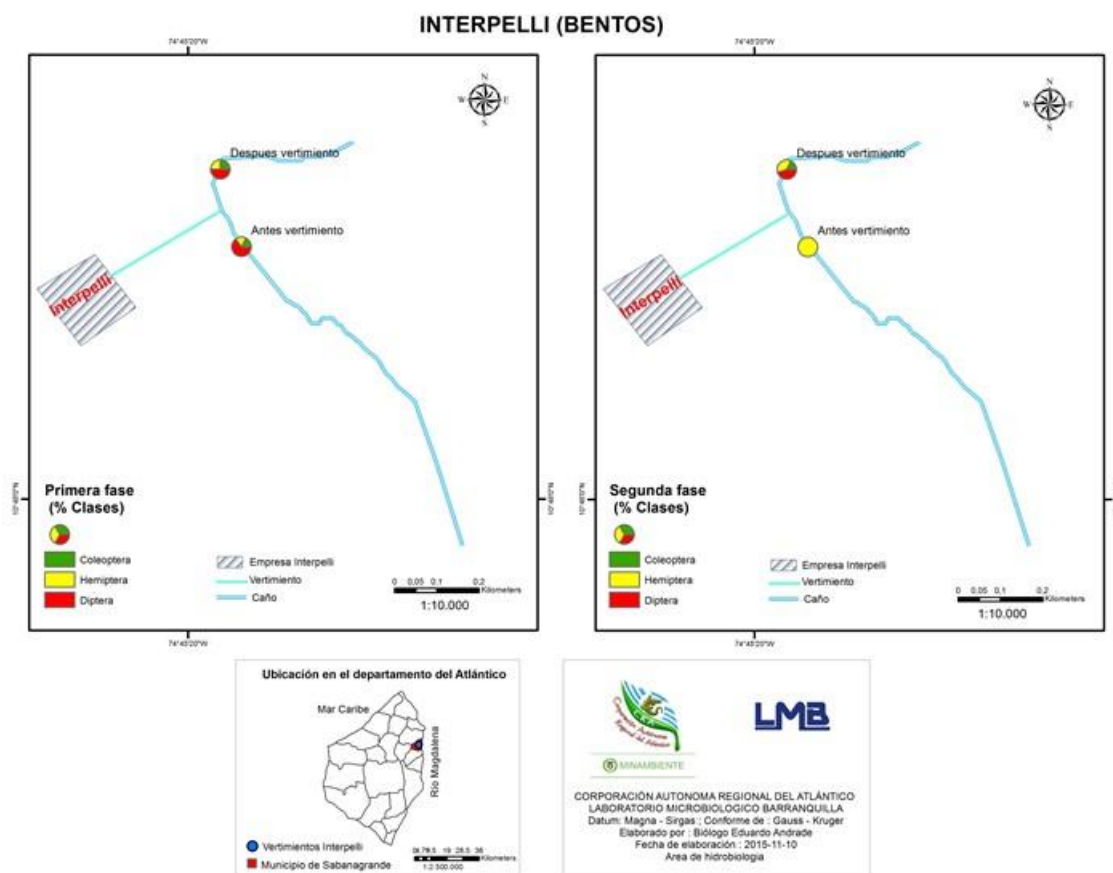


Figura 8-345. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en el vertimiento de curtiembres del Caribe, Primera y Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó el predominio de aguas medianamente contaminadas y aguas limpias tanto en el punto Antes (39% cada una) como en el Después (33% cada una), así mismo se presentaron las bioindicaciones de “aguas oligomesotróficas” y de “aguas transparentes y alcalinas” en proporciones del 11% cada una, para el Punto Antes y proporción del 17% cada una, para el Punto Después (Figura 8-346). Así mismo, durante la Segunda Fase, el Punto Antes no presentó especies con bioindicación establecida en Pinilla (2000), más en el Punto Después del vertimiento, las bioindicaciones de “aguas oligomesotróficas y eutróficas” y las “aguas transparentes y alcalinas”, presentaron las mismas proporciones (50%) (Figura 8-347).

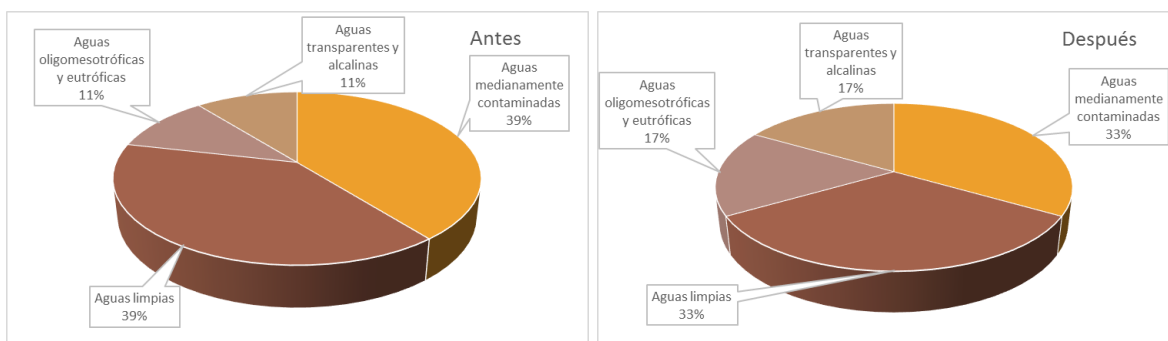


Figura 8-346. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

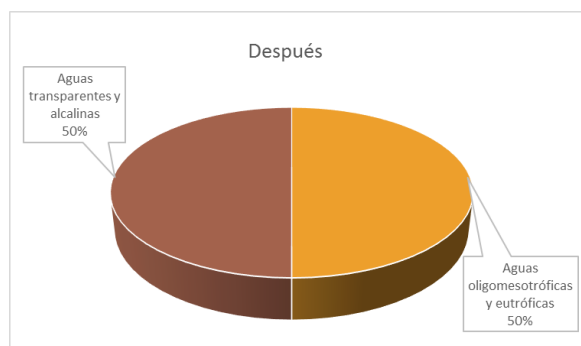


Figura 8-347. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

Se evidenció que en los sitios evaluados en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. (Antes y Después), la comunidad estuvo integrada por insectos, pertenecientes a los Ordenes Coleoptera, Diptera y Hemiptera durante la Primera y la Segunda Fase; en concreto se experimentó una pérdida de riqueza en el Punto Antes, llegando a presentar una sola especie durante la Segunda Fase, lo que impidió el cálculo de varios índices ecológicos; por su parte en el Punto Después se observó un aumento de la riqueza,

manteniéndose la equidad alta y dominancia baja (valores muy parecidos a los obtenidos durante la Primera Fase), más una diversidad mayor a la obtenida durante la Primera Fase, esto último lo explica Sainz (2003), cuando indica que la diversidad no da resultados eficaces para medir el efecto del dragado y canalización sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos; por su parte, los valores del índice de Shannon-Wiener se mantuvieron en la escala de “aguas muy contaminadas”. Además, los valores de índice BMWP/Col indicaron un aumento de la contaminación durante la Segunda Fase, más el valor del índice ASPT en el Punto Después se mantuvo en la escala de aguas de “calidad dudosa” o moderadamente contaminadas. Esto se debió sobre todo por la afectación ocurrida en el ecosistema durante el proceso de remoción de sedimentos (dragado) que terminó una semana antes de la realización del monitoreo de la Segunda Fase, actividades de las que se encuentra registro fotográfico en el Anexo A. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos fue muy homogénea en cuanto a su composición, durante las dos fases de monitoreo, con excepción del punto Antes, durante la Segunda Fase, debido probablemente a que solo presentó hemípteros (Figura 8-348).

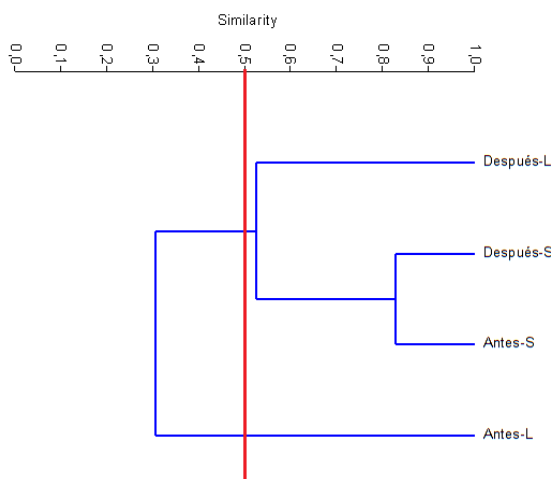


Figura 8-348. Dendrograma de similaridad, distancia euclidiana, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de curtiembres del Caribe, durante las dos fases de muestreo

8.3.1.2.3 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 se observaron pescadores utilizando el caño como zona de tránsito, pues su pesca la realizaban en el interior de la ciénaga del Convento, sitio donde drena el Caño.

8.3.2 Vertimiento Exótika Leather S.A.

En el vertimiento de Exótika Leather S.A. 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras colectadas durante la Primera Fase correspondió al 18404 y para la Segunda Fase 19099.

8.3.2.1 Comunidades de productores primarios

8.3.2.1.1 Fitoperifiton

La comunidad fitoperifítica de los puntos Antes y Después del Vertimiento de Exótika Leather S.A. presentó una comunidad representada en 22 morfoespecies, pertenecientes a 19 Familias, 14 Órdenes, 5 Clases y 4 Divisiones. La división Cyanobacteria fue la que contribuyó en mayor proporción a la riqueza (11 morfoespecies, 50%), seguida de la División Bacillariophyta (8 morfoespecies, 36,4%), Chlorophyta (2 morfoespecies, 9,1%) y por último la División Euglenozoa (1 morfoespecie, 4,5%) (Tabla 8-257). Durante la Segunda Fase solo se encontraron sustratos en el punto Después de Vertimiento. En este punto, se encontraron 17 morfoespecies clasificadas en 14 Familias, 11 Órdenes, 5 Clases y 5 Divisiones (Tabla 8-258). De las morfoespecies listadas, 8 pertenecen a Cyanobacteria, siendo esto el 47,1% del total, 5 pertenecen a Bacillariophyta (29,4%), 2 a Euglenozoa (11,8%), 1 a Chlorophyta (5,9%) y una última morfoespecie a Charophyta (5,9%).

Tabla 8-257. Composición de la comunidad Fitoperifítica en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa			
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>			
			Cocconeidales	Achnanthesiaceae	<i>Achnanthes spp</i>			
			Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp</i>			
			Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp</i>			
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma spp</i> <i>Navicula spp</i>			
			Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Entomoneis spp</i>			
			Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora spp</i>			
			Chroococcales	Spirulinaceae	<i>Spirulina spp</i>			
			Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>
							Microcoleaceae	<i>Microcoleus spp</i>
ND	Oscillatoriales Morfoespecie 1							
Pseudanabaenales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya spp</i> <i>Oscillatoria spp</i>						
	Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>						
	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i> <i>Pseudanabaena spp</i>						
	Schizotrichaceae	<i>Schizothrix sp</i>						

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia elegans</i>
			Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp 2</i>
			Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp 2</i>

Tabla 8-258. Composición de la comunidad Fitoperifítica en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
			Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema spp</i>
			Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia spp</i>
				Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
				Sellaphoraceae	<i>Sellaphora spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Raphidiopsis spp</i>
			Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i>
					<i>Leibleinia spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Phormidium spp</i>
					<i>Leptolyngbya spp</i>
					<i>Glaucoispira spp</i>
			Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Planktolyngbya spp</i>
<i>Merismopedia spp</i>					
Plantae	Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp</i>
	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>
					<i>Phacus spp</i>

Al observar la abundancia, se evidenció que durante la Primera Fase, la División Cyanobacteria contribuyó en mayor proporción, aportando el 90,0% de la abundancia relativa (120,8 Células/cm²), seguidas de las divisiones Bacillariophyta (9,0%, 12,1 Células/cm²), Chlorophyta (0,7%, 1,0 Células/cm²) y Euglenozoa (0,2%, 0,3 Células/cm²). En la Segunda Fase, las cianobacterias presentaron la mayor abundancia, con 127,7 Células/cm², siendo esto el 82,2% de la abundancia promedio total; Bacillariophyta aportó el 15,4% a la abundancia, con 23,8 Células/cm², Euglenozoa tuvo abundancias de 1,58 Células/cm², siendo esto el 1%, y las Chlorophyta representaron el 0,3% de la abundancia total, con 0,4 Células/cm² (Figura 8-349). Las abundancias de la comunidad fitoperifítica registrada se observan en el Anexo F.

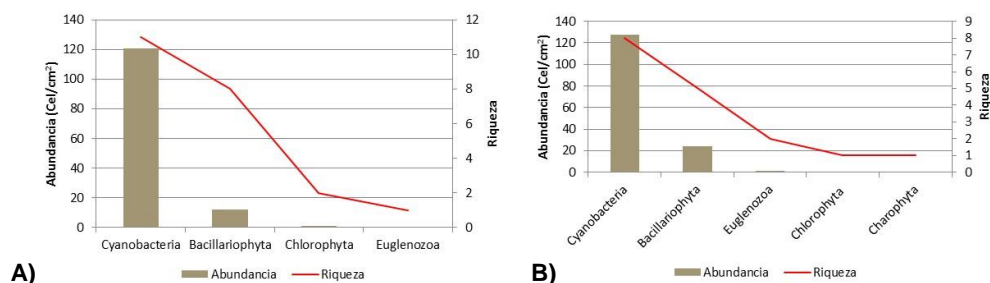


Figura 8-349. Contribución a la abundancia y la riqueza del fitoperifiton en el vertimiento de Exótika Leather S.A. A) Primera Fase B) Segunda Fase

Al observar los índices de diversidad, se evidencia que después del vertimiento hay un incremento en la riqueza de especies, pasando de 15 a 16 especies; el índice de dominancia de Simpson muestra una comunidad con dominancia baja, siendo menor en el punto Antes del vertimiento. Igualmente, el índice de Pielou muestra que ésta es una comunidad con equidad media en el Punto Después del vertimiento, mientras que la equidad fue medio alta en el Punto Antes. El índice de Shannon-Wiener indica equidades bajas, mas atendiendo a la interpretación realizada por Roldán y Ramírez (2008), se observan “aguas medianamente contaminadas” en el punto Antes y de “aguas muy contaminadas” en el Punto Después (Tabla 8-259). En la Segunda Fase, se observa que la equidad aumentó ligeramente en el punto muestreado ($J'=0,63$) respecto a la primera, así mismo, la dominancia disminuyó, al pasar de $\lambda'=0,36$ a $\lambda'=0,24$. La equidad desde el punto de vista del índice de Shannon-Wiener también aumentó ligeramente, hasta llegar a 1,78. La interpretación de este índice por Roldán y Ramírez (2008) mostró “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-260).

Tabla 8-259. Índices ecológicos del Fitoperifiton en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	15	0,71	1,93	0,19
Después Vertimiento	16	0,52	1,44	0,36

Tabla 8-260. Índices ecológicos del Fitoperifiton en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	0	0,00	0,00	0,00
Después Vertimiento	17	0,63	1,78	0,24

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los días de muestreo en la Primera Fase ($p=0,5308$); en la Segunda no se pudo estimar esta diferencia debido a que solo se analizó un punto.). Al evaluar las diferencias entre los puntos de muestreo durante la Primera Fase, mediante un análisis de clasificación tipo cluster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se determinó que, con una similitud del 50%, no existen diferencias en la distribución de las abundancias (Figura 8-350), lo cual se visualiza mejor en la comparación de la contribución realizada por cada División taxonómica, que se observa en la Figura 8-351.

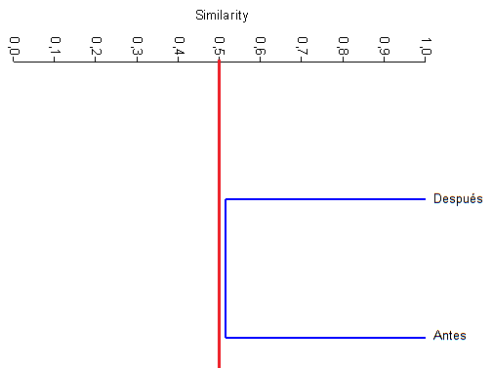


Figura 8-350. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en el vertimiento de Exótika Leather S.A. Primera Fase

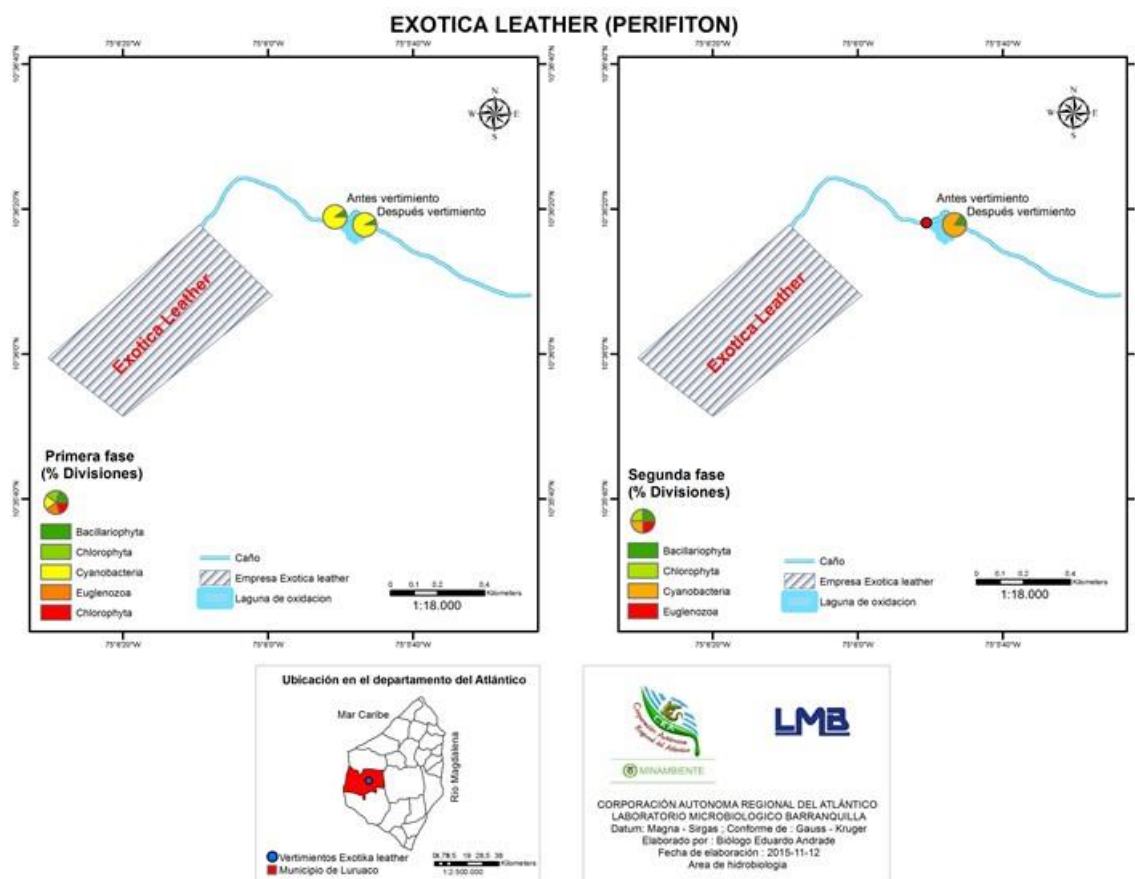


Figura 8-351. Distribución de los organismos fitoperifíticos (AR% por clase) en el vertimiento de Exótika Leather, Primera y Segunda Fase

Por su parte el análisis de la bioindicación de la comunidad fitoperifítica indicó la presencia de 12 procesos bioindicados diferentes en el Punto Antes del vertimiento y 15 en el Punto Después del vertimiento. Para los dos puntos (Antes y Después) se resaltan la mesotrofia (23,1 y 29,3% respectivamente) y los sedimentos y conductividad altos (19,7 y 15,9% respectivamente); en el punto Antes, le preceden la sucesión y la estratificación (15,7% cada uno), resaltando también la bioindicación de turbulencia (10,6%); en el Punto Después le preceden la turbulencia, sucesión y estratificación (8,5, 6,1 y 6,1% respectivamente) (Figura 8-352). Al hacer el análisis de bioindicación general, se encuentra una dominancia de los procesos de Mesotrofia Fría (27%), Sedimentos y conductividad altos (17%); los demás procesos bioindicados se presentaron en proporciones menores al 10% (Figura 8-353). En la Segunda Fase, se redujo el número de procesos bioindicados, teniendo la Turbulencia la mayor proporción (32%), seguido de Sedimentos y conductividad altos (26%), Resistencia a pesticidas (20%), Mezcla (15%), Eutrofia (4%) y presencia de Materia Orgánica (3%) (Figura 8-354)

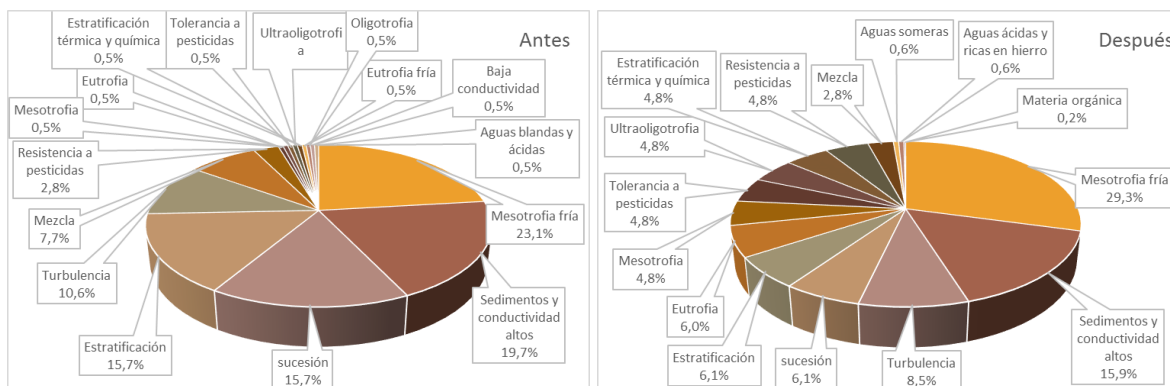


Figura 8-352. Procesos bioindicados por el fitoperifiton del vertimiento de Exótika Leather S.A., Primera Fase

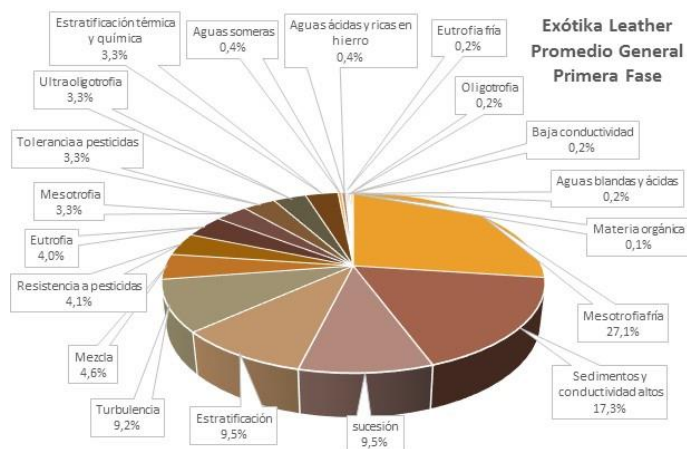


Figura 8-353. Procesos bioindicados, (promedio general) en la comunidad del fitoperifiton, en el vertimiento de Exótika Leather S.A durante la Primera Fase

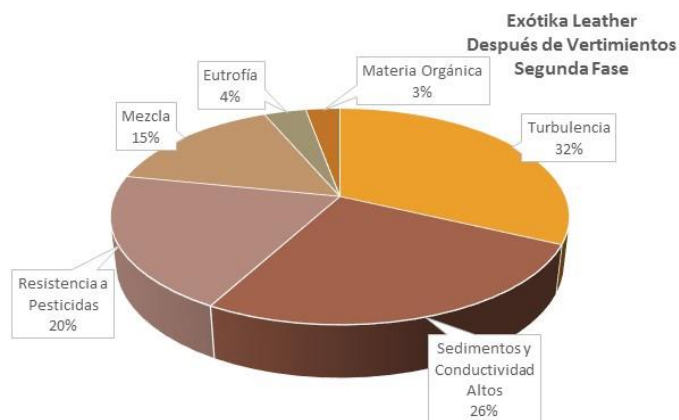


Figura 8-354. Procesos bioindicados, (Después del Vertimiento) en la comunidad del fitoperifiton, en el vertimiento de Exótika Leather S.A. durante la Segunda Fase

Los análisis muestran que existe algún grado de contaminación en este ecosistema, al observarse algunos de los procesos bioindicados, como turbulencia, sedimentos y conductividades altas, eutrofia, Mesotrofia, presencia de materia orgánica, sucesión, y resistencia a pesticidas. También la dominancia de Cyanobacteria en la riqueza y en la abundancia, muestra algún grado de contaminación que debe ser tenido en cuenta para futuros planes de manejo.

8.3.2.1.2 Fitoplancton

En el vertimiento de Exótika Leather S.A., la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 22 especies pertenecientes a 19 familias, 13 Ordenes, 5 Clases y 4 Divisiones (Tabla 8-261). La División Cyanobacteria fue la que mayor aportó a la riqueza, alcanzando el 50,0% de la riqueza total (11 especies), seguida por la contribución realizada por la División Chlorophyta, con un 27,3% (6 especies) y la División Bacillariophyta con 18,2% (4 especies); mientras que los aportes de la División Euglenozoa fueron del 4,5% (1 especies). Durante la Segunda Fase, la comunidad estuvo compuesta por 22 especies pertenecientes a 19 familias, 14 Ordenes, 8 Clases y 6 Divisiones (Tabla 8-261). La División Cyanobacteria fue la que mayor aportó a la riqueza, alcanzando el 40,9% de la riqueza total (9 especies), seguida por la contribución realizada por la División Bacillariophyta, con un 22,7% (5 especies) y las demás Divisiones realizaron aportes menores, Euglenozoa (3 especies; 22,7%), Chlorophyta y Ochrophyta con igual aporte (2 especies; 22,7%); de las cuales la División Charophyta solo contaba con una especie (4,5%) para sumar a la riqueza total (Tabla 8-262)

Tabla 8-261. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el vertimiento de Exótika Leather S.A. durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa			
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>			
			Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella spp</i>			
				Gomphonemataceae	<i>Gomphonema spp</i>			
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>			
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>			
				Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria spp</i>			
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i>			
				Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria spp</i>		
			Pseudanabaenales	Phormidiaceae	Phormidium spp			
					Leptolyngbya spp			
			Synechococcales	Pseudanabaenaceae	Pseudanabaena spp			
					Leptolyngbyaceae	<i>Planktolyngbya spp</i>		
			Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina spp</i>
							Oedogoniales	Oedogoniaceae
Sphaeropleales	Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp 1</i>						
	Radiococcaceae	<i>Coenochloris spp</i>						
	Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>						
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae				<i>Gloeotila spp</i>		
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>			

Tabla 8-262. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el vertimiento de Exótika Leather S.A. durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
			Chroococcales	Cyanobacteriaceae	<i>Cyanothece spp</i>
				Borziaceae	<i>Borzia spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i>
					Phormidium spp
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
			Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Glaucoospira spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
				Spondylomoraceae	<i>Pyrobotrys spp</i>
			Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium contortum</i>
					<i>Monoraphidium griffithii</i>
Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>		
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>

Durante la Primera Fase, la contribución a la abundancia fue encabezada por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 41,5% a la abundancia total (18,4 Células/mL), seguida por las Divisiones Bacillariophyta y Chlorophyta con proporción similar 24,2% (10,7 Células/mL) y 23,8% (10,5 Células/mL) respectivamente, y en menor proporción la División Euglenozoa con 10,5% (4,7 Células/mL) (Figura 8-355-A). Durante la

Segunda Fase la División Cyanobacteria, prosiguió aportando el mayor porcentaje de abundancia relativa con un 69,3% (5,09 Células/mL), seguida por las Divisiones Bacillariophyta y Euglenozoa con proporción similar 11,9% (0,87 Células/mL) y 11,6% (0,85 Células/mL) respectivamente seguidas por la División Chlorophyta con 6,3% (0,47 Células/mL) y en menor proporción la Divisiones Ochrophyta (0,04 Células/mL; 0,5%) y Charophyta (0,04 Células/mL; 0,5%) (Figura 8-355-B).

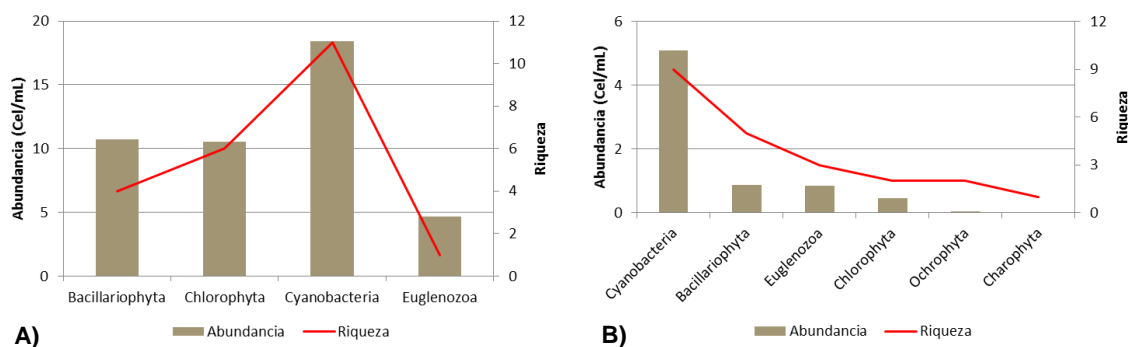


Figura 8-355. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en el vertimiento de Exótika Leather S.A. durante el año 2015 A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica del vertimiento de Exótika Leather S.A., durante la Primera Fase, se observó que la estructura de la comunidad, evaluada desde los índices de equidad demuestran una comunidad equilibrada, tanto Antes, como Después del vertimiento. Por su parte el índice de dominancia de Simpson reveló que todos los puntos tienen muy baja dominancia, siendo mayor en el Punto Después; así mismo los diversidad de Shannon, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en los puntos de muestreo (Tabla 8-263). Por su parte, durante la Segunda Fase, la estructura de la comunidad, según los índices evaluados conservo el mismo comportamiento de la Primera Fase (Tabla 8-264).

Tabla 8-263. Índices ecológicos en el vertimiento de Exótika Leather S.A. durante la Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	20	0,72	2,15	0,12
Después Vertimiento	14	0,72	1,91	0,19

Tabla 8-264. Índices ecológicos en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	A'
Antes Vertimiento	20	0,78	2,34	0,03
Después Vertimiento	11	0,81	1,94	-0,16

Se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p=0,878$), como en la Segunda Fase ($p=0,982$). Al evaluar las diferencias entre los puntos de muestreo durante la Primera Fase, mediante un análisis de clasificación tipo cluster, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, se determinó que con una similaridad del 50% que existen diferencias en la distribución de las abundancias (Figura 8-356, A). Por otro lado, en la Segunda Fase, se encontró que no existían diferencias. (Figura 8-356, B). Igualmente, este comportamiento puede estar asociado al aumento de la proporción de Cyanobacteria presentes en los puntos de muestreo, tal como se evidencia en la Figura 8-357

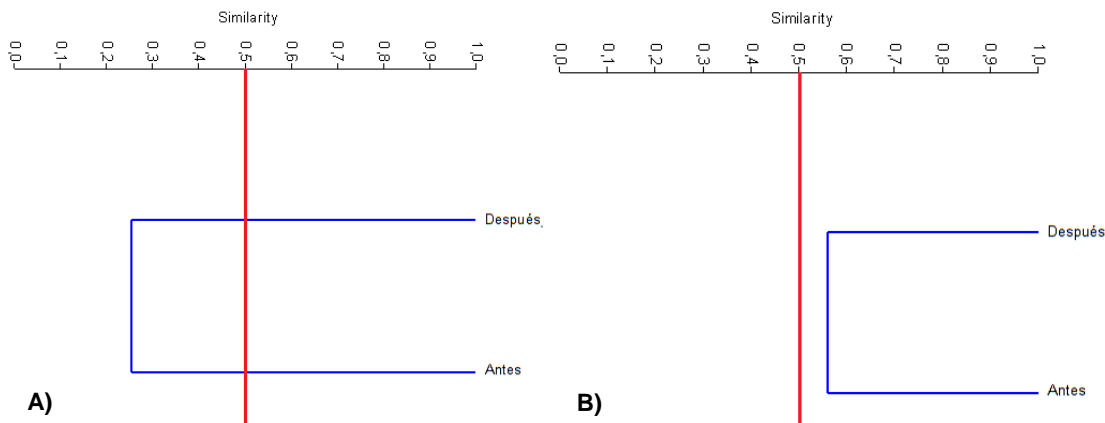


Figura 8-356. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en el vertimiento de Exótika Leather S.A. A) Primera Fase B) Segunda Fase

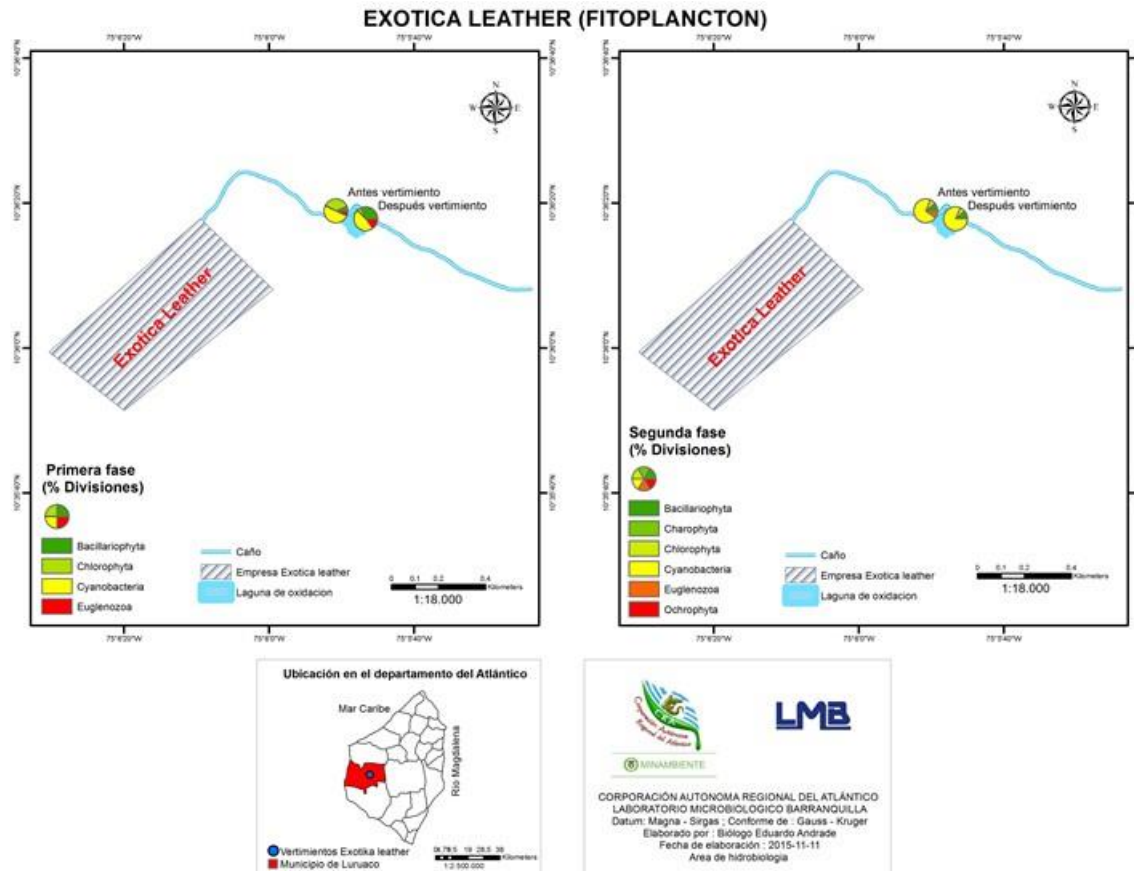


Figura 8-357. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en el vertimiento de Exótica Leather, Primera y Segunda Fase

Los análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad. Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que en el Punto Antes las bioindicaciones predominantes correspondieron a eutrofia, resistencia a pesticidas, presencia de materia orgánica, turbulencia y mezcla, con aportes del 19,4, 14,9, 14,5, 13,1 y 12,7% respectivamente; mientras que para el punto Después, las bioindicaciones predominantes correspondieron a resistencia a pesticidas, turbulencia, sedimentos y conductividad altos, eutrofia, materia orgánica y mezcla, con valores de 18,0, 17,3, 11,3, 11,1, 8,3 y 7,6% respectivamente (Figura 8-358).

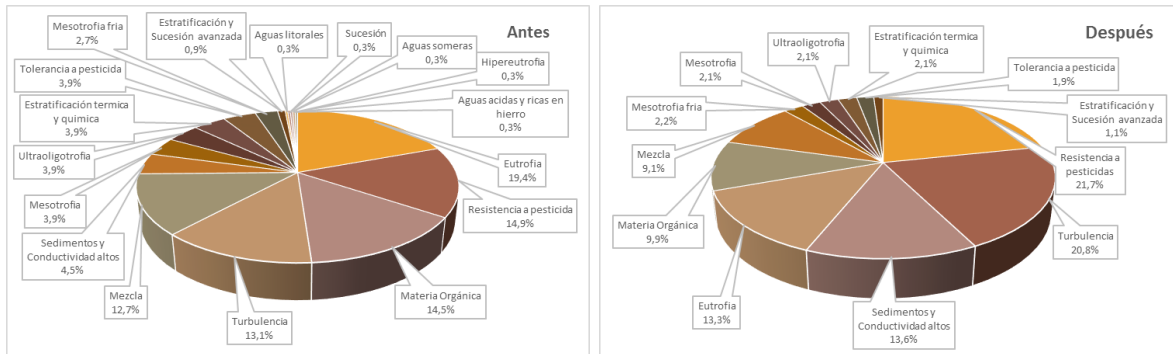


Figura 8-358. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Exótica Leather S.A., Primera Fase

Del mismo modo, se evaluó la bioindicación por punto de muestreo durante la Segunda Fase, se observó que en el Punto Antes las bioindicaciones predominantes tal como en la Primera Fase correspondieron a eutrofia, resistencia a pesticidas, turbulencia y mezcla, con aportes del 18,3, 14,5, 12,0 y 12,0% respectivamente; mientras que para el punto Después, las bioindicaciones predominantes correspondieron a eutrofia, sedimentos y conductividad altos, mesotrofia, resistencia a pesticidas, ultraoligotrofia y estratificación térmica con valores de aproximadamente 14% cada uno (Figura 8-359).

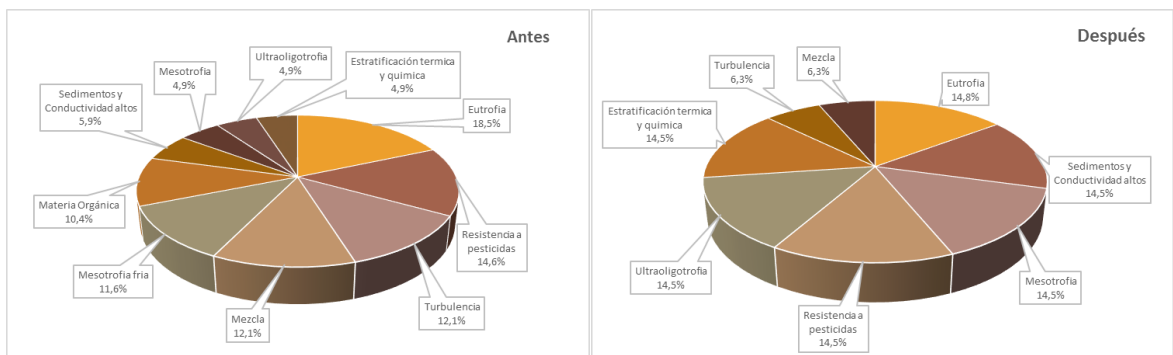


Figura 8-359. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Exótica Leather S.A., Segunda Fase

Se evidenció que tanto durante la Primera como en la Segunda Fase la ciénaga presenta una comunidad integrada en su mayoría por organismos de la División Cyanobacteria, dominando tanto en abundancia como en riqueza; presentando una homogeneidad de la dominancia y equidad de especies al comparar la Primera y la Segunda Fase, más el Punto Después del vertimiento presentó pérdida de la riqueza, a pesar de presentar durante esta fase, mayor homogeneidad en los sitios de muestreo, lo que pudo estar asociado a un

aumento, en el Punto Después, de la presencia de especies con conocida resistencia a pesticidas, y esto a su vez, indicador de un aumento en el caudal del caño, a pesar del déficit pluviométrico ocurrido, lo que homogenizó el ecosistema tal como se evidenció en los dendrogramas de similaridad realizados para cada época fase, los cuales mostraron la ciénaga heterogeneidad durante la Primera Fase y homogeneidad durante la segunda (Figura 8-360).

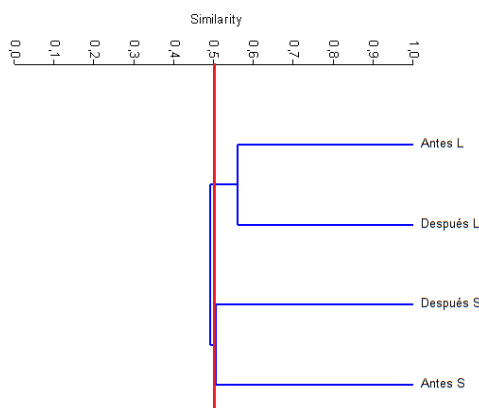


Figura 8-360. Dendrograma de similaridad, distancia euclidiana, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de curtiembres del Caribe, durante las dos fases de muestreo. S) Primera Fase L) Segunda Fase

8.3.2.1.3 Macrófitas acuáticas

En el vertimiento de Exótika Leather S.A. se reportó una sola especie en las dos Fases de Muestreo, *Lemna minor* (Tabla 8-265 y Tabla 8-266). Sin embargo, en la primera fase tuvo una abundancia relativa promedio de 5, mientras que en la segunda fue de 3. En ambos muestreos, esta planta solo se encontró en el punto “Antes”.

Tabla 8-265. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en el vertimiento de Exótika Leather S.A. durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Lemna minor</i>	Lenteja de Agua

Tabla 8-266. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en el vertimiento de Exótika Leather S.A. durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Lemna minor</i>	Lenteja de Agua

De acuerdo con Schmidt-Mumm (1988), esta especie por ser flotante y usar el CO₂ atmosférico se cataloga dentro del biotopo Acropleustophyta (Tabla 8-267 y Figura 8-361).

Tabla 8-267. Biotopo para la especie *Lemna minor* en el vertimiento de Exótika Leather S.A., para la Primera y Segunda Fase.

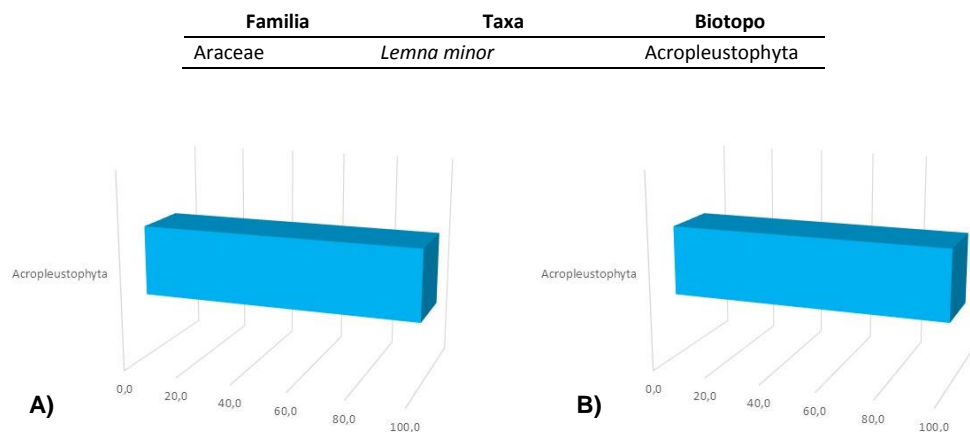


Figura 8-361. Espectro biotológico de las proporciones de especies en las diferentes formas de vida (biotopos) A) Primera Fase B) Segunda Fase

8.3.2.2 . Comunidades de consumidores

8.3.2.2.1 Zooplancton

En el vertimiento de Exótika Leather S.A., la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 24 especies, distribuidas en 12 familias 7 Órdenes, 6 Clases y 2 Phylum. De éstos, el Phylum Rotifera, con la Clase Eurotatoria, representó un 66,7% de la riqueza total (16 especies), seguida por las Clases Maxillopoda y Branchiopoda las cuales contribuyeron con un 12,5% (3 especies) y 8,3% (2 especies) de la riqueza total respectivamente, por su parte la clase no determinada de Arthropoda, Lobosa y Ostracoda contribuyeron a la riqueza con una especie cada una (4,2%) (Tabla 8-268). Durante la Segunda Fase se encontró un total de 19 especies, distribuidas en 7 familias, pertenecientes a 8 órdenes, 6 clases y 3 Phylum Tabla 8-269.

Tabla 8-268. Composición de la comunidad Zooplanctónica del vertimiento de Exótika Leather S.A., Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Acantholeberidae	<i>Acantholeberis sp</i>
				ND	<i>Branchiopoda sp</i>
		Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopoidae	<i>Eucyclops sp</i>
					<i>Macrocyclus fuscus</i>
					<i>Megacyclops sp</i>

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
		ND-Arthropoda	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1
		Ostracoda	ND	ND	Ostracoda spp
			Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>
					<i>Asplanchna ps 2</i>
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i>
					<i>Asplanchna sieboldi</i>
					<i>Brachionus angularis</i>
					<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus quadridentatus</i>
					<i>Brachionus urceus</i>
					<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>
					<i>Keratella tropica</i>
				Dicranophoridae	<i>Encentrum sp2</i>
					<i>Lecane closterocera</i>
				Lecanidae	<i>Lecane luna</i>
					<i>Lecane lunaris lunaris</i>
				Scaridiidae	<i>Scaridium longicaudum</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>

Tabla 8-269 Composición de la comunidad Zooplanctónica del vertimiento de Exótika Leather S.A., Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
		Branchiopoda	Diplostraca	ND	Branchiopoda sp
			Calanoida	Diaptomidae	<i>Diaptomus sp</i>
					<i>Eudiaptomus sp</i>
					<i>Eucyclops sp</i>
		Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclus fuscus</i>
	Arthropoda				<i>Macrocyclus sp</i>
					<i>Megacyclus sp</i>
			Harpacticoida	Euterpinidae	<i>Euterpina sp</i>
Animalia		ND-Arthropoda	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 2
					Larva Nauplio Morfoespecie 1
		Ostracoda	ND	ND	Ostracoda spp
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna priodonta</i>
					<i>Brachionus angularis</i>
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>
					<i>Brachionus plicatilis</i>
				Dicranophoridae	<i>Encentrum sp</i>
					<i>Arcella gibbosa</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
				Centropxyidae	<i>Centropxyis aculeata</i>

Durante la Segunda Fase la riqueza estuvo dominada por la clase Maxillopoda con 7 especies lo que equivale al 36,8% de la riqueza total, seguido de Eurotatoria con 5 Taxas (26,3%), Lobosa 3 especies (15,8%), clase no determinada de Arthropoda ND- Arthropoda 2 morfoespecie y por ultimo las clases Branchiopoda y Ostracoda con 1 morfoespecies cada

una lo que sumado aporta un 10,6% de la riqueza total Figura 8-362 B. Es sustancial mencionar que la riqueza para la Segunda Fase se comportó de manera decreciente, es decir mientras las densidades aumentaban la diversidad bajaba su número de representantes por especies.

Al observar las abundancias de las Clases en la Primera Fase se evidenció el predominio de los representantes de la Clase Eurotatoria la cual contribuyó con un 64,5% de la abundancia total (79,0 Organismos/L), seguido por el aporte realizado por la Clase Maxillopoda (13,8%, 16,9 Organismos/L), la Clase Branchiopoda (13,3%, 12,6 Organismos/L), la Clase no determinada de Arthropoda (6,9%, 8,5 Organismos/L), y las clases Lobosa (3,0%, 3,7 Organismos/L) y Ostracoda (1,6%, 1,9 Organismos/L). En cuanto a la Segunda Fase la mayor densidad respecto a la abundancia la presento la clase Maxillopoda 35,4% (176,6 Organismos/L), continuando con Eurotatoria 26,1% (130,4 Organismos/L), Lobosa 15,2% (75,6 Organismos/L), la clase no determinada Arthropoda-ND participo con un 13,8% (68,8 Organismos/L), Branchiopoda 5,2 % (26,1 Organismos/L) y por ultimo Ostracoda contribuyo con las menores abundancias 4,4% (21,8 Organismos/L) Figura 8-362 B.

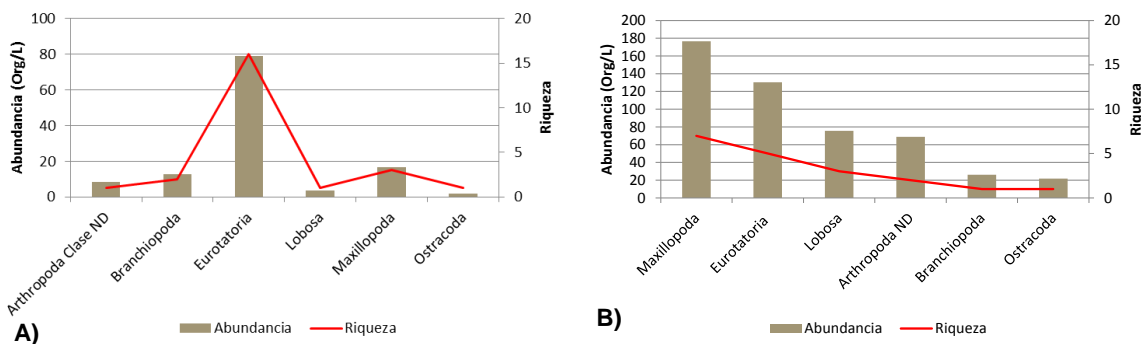


Figura 8-362. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en el vertimiento de Exótika Leather S.A. A) Primera Fase B) Segunda Fase

Es evidente que las densidades aumentaron para la segunda fase, si comparamos la clase Maxillopoda 13,8%, (16,9 Organismos/L) Primera Fase y esta misma clase en la Segunda Fase 35,4% (176,6 Organismos/L), estos aumentos en la abundancia están relacionados con el incremento de la diversidad de especies de copépodos durante la Segunda Fase del proyecto, también es importante señalar que la clase Eurotatoria para la Primera Fase presento la mayor densidad 64,5% (79,0 Organismos/L), pero comparado con la Segunda Fase muestra valores de 26,1% (130,4 Organismos/L) los cuales para la Segunda Fase no equivalen a las mayor abundancia, quizás porque para la clase Eurotatoria se presentó una disminución de riqueza y un aumento de la concentración o densidad de las especies que

se mantuvieron en la Segunda Fase del proyecto, es significativo resaltar que el aumento en las densidades de abundancias de la comunidad zooplanctónica quizás fue influenciado por el comienzo de la época de lluvia, donde posiblemente las especies que lograron mantenerse desplazaron a las especies que no se pudieron establecer en el tiempo en que se tomaron las muestras de la Segunda Fase.

El punto que mayor contribuyó a la riqueza fue el Punto Antes, con un total de 19 especies, mientras que en el punto Después lo hizo con 13 especies. La estructura de la comunidad observada desde la dominancia por el índice de Simpson, demostró que tanto antes del vertimiento, como después del vertimiento la dominancia es baja; por ente los índices de equidad fueron altos, siendo mayor en el sitio Antes. Por su parte el índice de diversidad de Shannon-Wiener fue mayor en el punto Antes (2,68 bits/Individuo) que en el punto Después (2,27 bits/Individuo), indicando para los dos sitios, “aguas medianamente contaminadas”, según la interpretación del índice dada por Roldán y Ramírez (2008) (Tabla 8-270).

Tabla 8-270. Índices ecológicos del Zooplancton en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon- Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Antes Vertimiento	19	0,91	2,68	0,07
Después Vertimiento	13	0,89	2,27	0,09

Tabla 8-271. Índices ecológicos del Zooplancton en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon- Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Antes Vertimiento	11	0,97	2,32	0,10
Después Vertimiento	17	0,97	2,75	0,07

Los resultados de la evaluación de la diversidad para la Segunda Fase se muestran en la Tabla 8-271, se puede observar que los valores más bajos de riqueza se obtuvieron en el punto Antes del vertimiento con 11 especies, en tanto que el punto Después del vertimiento presento los datos más altos de riqueza 17 especies, por su parte el índice de dominancia de Simpson demostró que a medida que el índice se incrementa, la diversidad decrecía, por lo cual se puede notar que la diversidad disminuye en el punto Antes del vertimiento cuando λ' presenta el valor de 0,10 y la diversidad aumento en el punto Después del vertimiento cuando λ' presento un valor de 0,07 que se alejaba de 1, mientras que equidad de Pielou presenta valores cercanos a uno lo que significa que las especies tanto en el punto Antes y Después del vertimiento son abundantes, el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta valores de (2,32 bits/Individuo Antes y 2,75 bits/Individuo), lo que bajo lo indicado por Roldán y Ramírez (2008), podría indicar “aguas medianamente contaminadas”

Mediante un análisis de Kruskal Wallis para las dos fases, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados tanto durante la Primera ($p=0,4628$), como durante la Segunda Fase ($p=0,7824$). Se realizó un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, con un 50% de similaridad para la Primera Fase (Figura 8-363 A). En tanto que en la Segunda Fase no hay diferencias entre el vertimiento Antes y Después con más de un 50% de similaridad entre las abundancias por punto de muestreo Figura 8-363 B

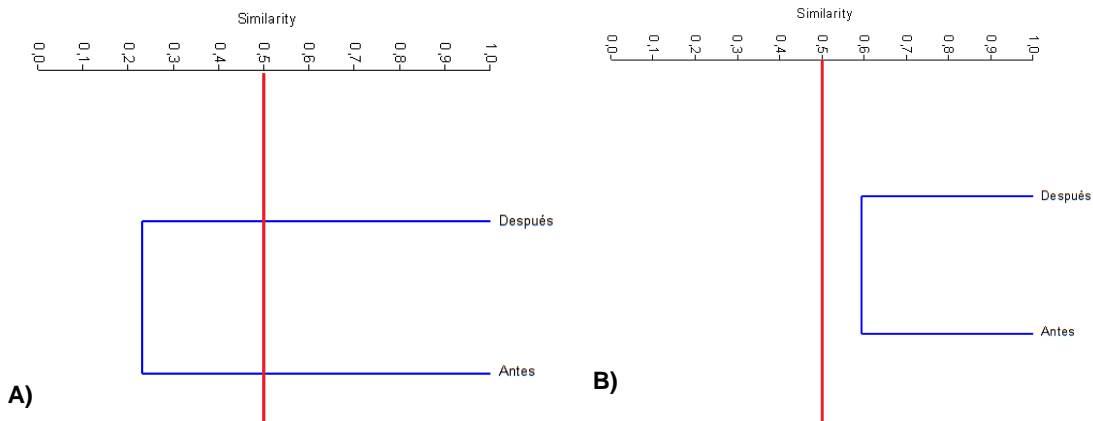


Figura 8-363. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en el vertimiento de Exótika Leather S.A. A) Primera Fase, B) Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que el caño donde desemboca, tanto Antes como Después del vertimiento de Exótika Leather S.A. presenta aguas eutróficas, seguidas de aguas con pH alcalino, así como aguas con alto contenido de sales (24% para cada bioindicación en el Punto Antes y 32% por bioindicación en el Punto Después) (Figura 8-364).

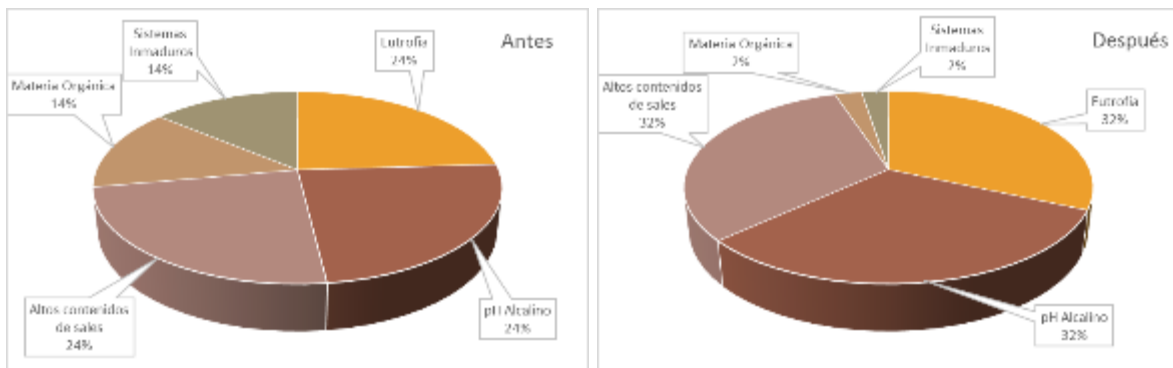


Figura 8-364. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Primera Fase

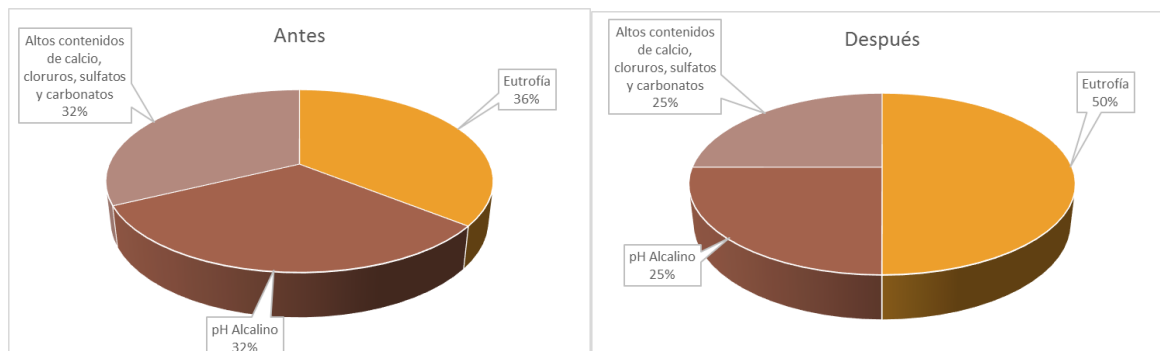


Figura 8-365 Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Segunda Fase

Para la Segunda Fase Figura 8-365, tanto en el vertimiento Antes y Después solo se bioindicaron tres procesos Eutrofia, Altos contenidos de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos y pH alcalino, presentando mayor proporción la Eutrofia 50% en el punto Después y 36% el punto Antes del Vertimiento, seguido de pH alcalinos y Altos contenidos de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos, a manera de conclusión se puede afirmar que los puntos de muestreo en las dos fases del proyecto estuvieron gobernados por condiciones eutróficas.

También se puede inferir mediante la Figura 8-366, que existen dos grupos o conglomerados que revelan que hay una marcada diferencia de similaridad entre el Punto ubicado Después del vertimiento para la Primera Fase (Después-S), con un 50% de confiabilidad respecto al resto de puntos.

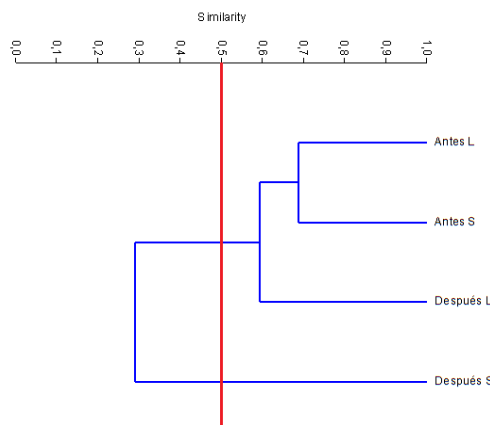


Figura 8-366 Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en el vertimiento de Exótika Leather S.A. En las dos fases. S: Primera Fase y L: Segunda Fase.

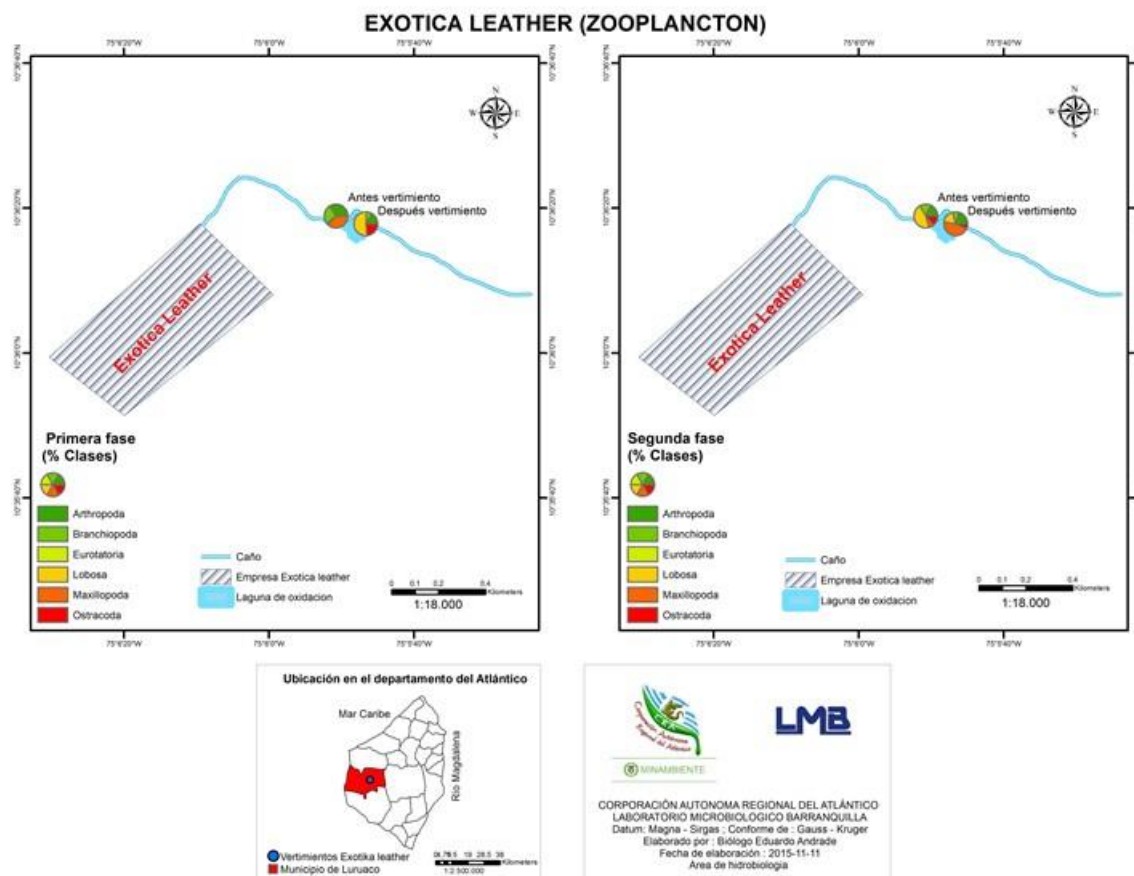


Figura 8-367. Distribución del zooplancton (AR% por clase) en el Vertimiento Antes y Después Exótica Leather S.A.

8.3.2.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos del vertimiento de Exótica Leather S.A. estuvieron representados por 3 morfoespecies pertenecientes a 3 familias, 2 Ordenes y 1 Clase (Insecta), de la cual el Orden Diptera contribuyó a la riqueza en mayor proporción, 66,7% de la riqueza total, lo que correspondió a 2 especies; seguido del Orden Coleoptera, con 33,3% (Tabla 8-272). Los aportes a la abundancia fueron liderados por el Orden Diptera (50 Organismos/m², 81,8% de la abundancia relativa), seguido del Orden Coleoptera (11,1 Organismos/m², 18,2% de AR) (Figura 8-368-A). Durante la fase de lluvias se presentó un total de 10 morfoespecies pertenecientes a 10 familias, 5 Ordenes y 3 Clase; el Orden Diptera fue el que contribuyó en mayor medida a la riqueza (6 morfoespecies) y abundancia (320,5 Organismos/m²), seguido de los órdenes Coleoptera, Haplotaxida, Basommatophora y Caenogastropoda con una morfoespecie cada uno y abundancias de 32,1, 128,2, 64,1 y 96,2 Organismos/m² respectivamente (Tabla 8-273 y Figura 8-368-B).

Tabla 8-272. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Morfoespecie larva
				Chironomidae	Morfoespecie 1
			Coleoptera	Limnycidae	Morfoespecie 1

Tabla 8-273. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata / Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 1
			Coleoptera	Gyrinidae	Morfoespecie
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Morfoespecie larva
				Chironomidae	Morfoespecie 1
				Culicidae	<i>Culex</i> sp (larva)
				Muscidae	Morfoespecie Larva 1
				Stratiomyidae	Morfoespecie 1 (larva)
				Tabanidae	Morfoespecie
	Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Drepanotrema</i> sp
			Caenogastropoda	Hydrobiidae	<i>Pyrgophorus</i> sp

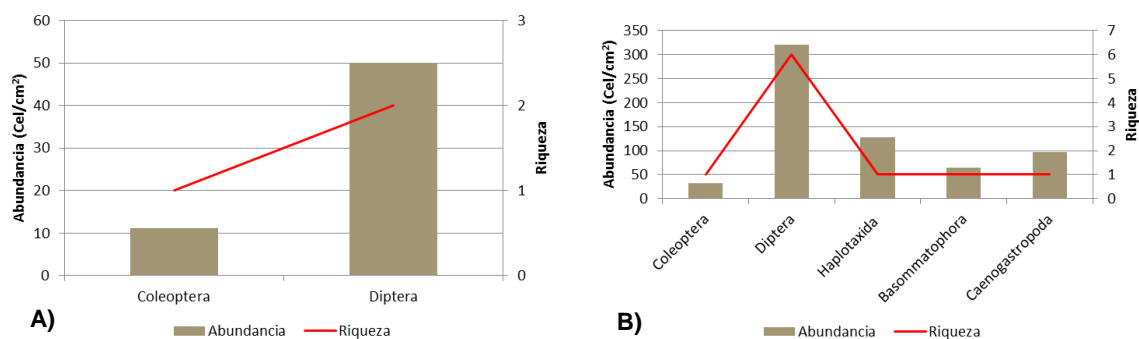


Figura 8-368. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en el vertimiento de Exótika Leather S.A. A) Primera Fase B) Segunda Fase

Los índices ecológicos calculados con los resultados de la Primera Fase, permitieron evidenciar que la riqueza de especies fue mayor en el Punto Antes (3 especies) que en el Punto Después del vertimiento (2 especies); por su parte la estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, demostró que el Punto Antes presenta menor dominancia que el Punto Después ($\lambda' = 0,31$ y $0,50$ respectivamente), pudiéndose considerar como dominancia baja y media respectivamente; mientras que la equidad de la comunidad, evaluada con el índice de Pielou, indicó que los dos sitios son

muy equitativos ($J' = 1$ y $0,99$ respectivamente); el otro índice evaluado, el índice de Shannon-Wiener, arrojó valores de $1,1$ bits/Individuo para el Punto Antes y de $0,68$ para el Punto Después, los cuales indican diversidades bajas, sobre todo en el último punto; la asumir la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008), se evidencia la presencia de “aguas muy contaminadas” en los dos sitios. Igualmente, durante la Segunda Fase el sitio Antes del vertimiento presentó una mayor riqueza ($S = 7$), diversidad ($H' = 1,84$) y una menor dominancia ($\lambda' = 0,17$); igualmente, los valores del índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), evidencian la presencia de “aguas muy contaminadas” en el Punto Después del vertimiento y de “aguas medianamente contaminadas” en el Punto Antes del vertimiento (Tabla 8-275).

Tabla 8-274. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de Exótica Leather S.A., Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	3	1,00	1,10	0,31
Después Vertimiento	2	0,99	0,68	0,50

Tabla 8-275. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de Exótica Leather S.A., Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	7	0,95	1,84	0,17
Después Vertimiento	3	0,95	1,04	0,37

El análisis de los valores del índice BMWP/Col, calculados para la Segunda Fase, puso en evidencia que en los puntos evaluados del vertimiento de Exótica Leather S.A. presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas” (Tabla 8-276). 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. Así mismo, durante la Segunda Fase, los valores de índice BMWP/Col mostraron una calidad de agua crítica, tanto Antes como Después del vertimiento; tal como se puede evidenciar en la Figura 8-369; lo que significa la presencia de “aguas muy contaminadas” en los dos sitios; ahora bien, a pesar de que los valores del índice ASPT indicaron una mejor calidad de agua en el Punto Después, aguas de calidad “Dudosa” o “aguas moderadamente contaminadas” (Tabla 8-277). La representación gráfica del índice BMWP/Col se observa en la Figura 8-369.

Tabla 8-276 Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto del vertimiento de Exótica Leather S.A., Primera Fase

	Antes	Después
Familias que puntúan	2	2
Índice BMWP/Col	5	5
Valor ASPT	2,5	2,5
EPT	0,0	0,0
EPT:C	0,0	0,0
EPT:Total	0,0	0,0

Tabla 8-277. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto del vertimiento de Exótica Leather S.A., Segunda Fase

	Antes	Después
Familias que puntúan	6	3
Índice BMWP/Col	19	16
Valor ASPT	3,2	5,3
EPT	0,0	0,0
EPT:C		0,0
EPT:Total	0,0	0,0

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados durante la Primera Fase ($p=0,5308$), ni durante la Segunda Fase ($p=0,1289$). A continuación se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, tanto durante la Primera Fase como durante la Segunda Fase, con un 50% de probabilidad (Figura 8-370-A y B). El cambio en la composición de la comunidad se evidenció en la Figura 8-371.

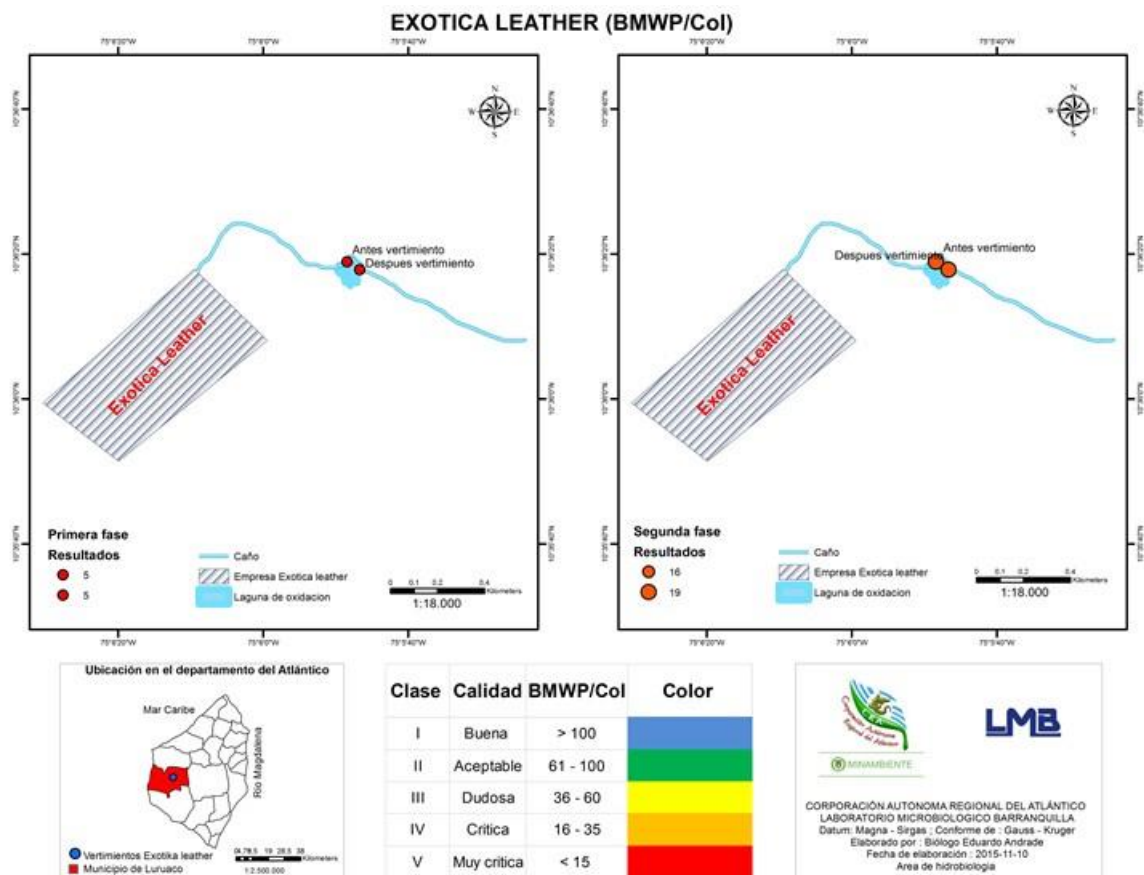


Figura 8-369. Índice BMWP/Col en el vertimiento de Exótika Leather, Primera y Segunda Fase

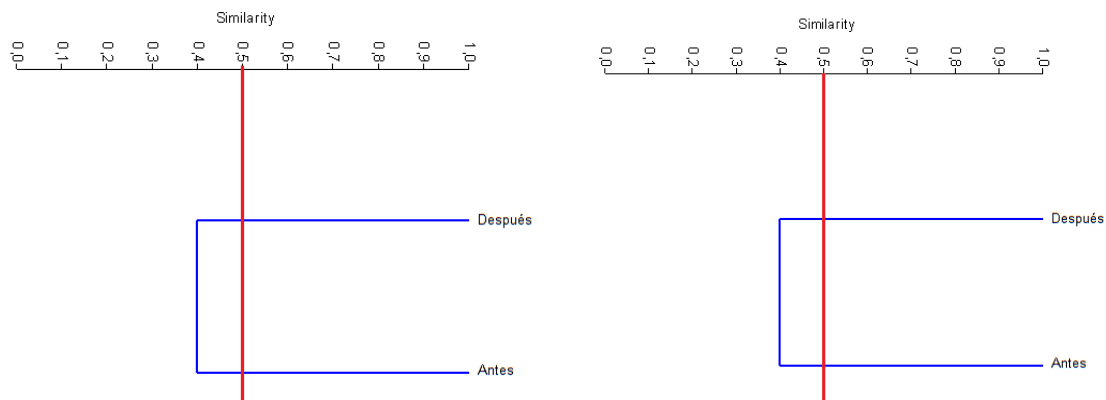


Figura 8-370. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los puntos de muestreo del vertimiento de Exótika Leather S.A. A) Primera Fase B) Segunda Fase

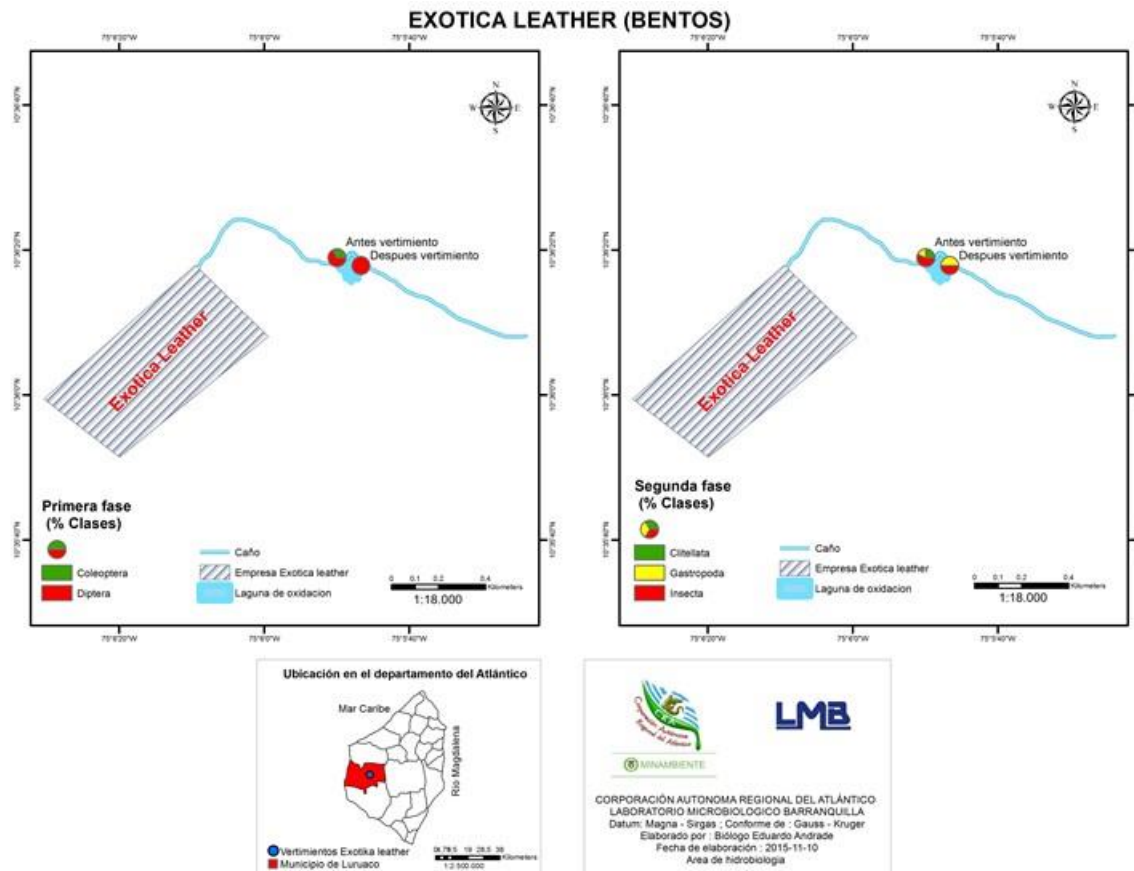


Figura 8-371. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en el vertimiento de Exótica Leather, Primera y Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que tanto el Punto Antes como el Punto Después, comparten cuatro bioindicaciones las cuales son “aguas medianamente contaminadas”, “aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas”, “sequía” y “sedimentos planctónicos”, todas en igual proporción el Punto Antes (20%), mientras que en el Punto Después presentaron proporciones de 31, 23, 23 y 23% respectivamente. En el Punto Antes también se observó la bioindicación de “aguas limpias”, contribuyendo en un 20% (Figura 8-372). Al mismo tiempo, al evaluar las bioindicaciones de la comunidad presente durante la Segunda Fase, se evidenció que el Punto Antes presenta bioindicaciones de “aguas medianamente contaminadas”, “abundancia de materia orgánica” y “aguas tranquilas y poco profundas” en igualdad de proporciones (25% cada una), seguida de “aguas limpias” (16,7%) y de “aguas medianamente contaminadas” (8,3%); mientras que en el Punto Después, las bioindicaciones presentes fueron “abundancia de materia orgánica”, “aguas tranquilas y poco profundas”, “aguas limpias”, “aguas medianamente contaminadas y muy

contaminadas”, “sequía” y “sedimentos Plantónicos” en proporciones de 25% las dos primeras y 12,5% para las bioindicaciones restantes (Figura 8-373).

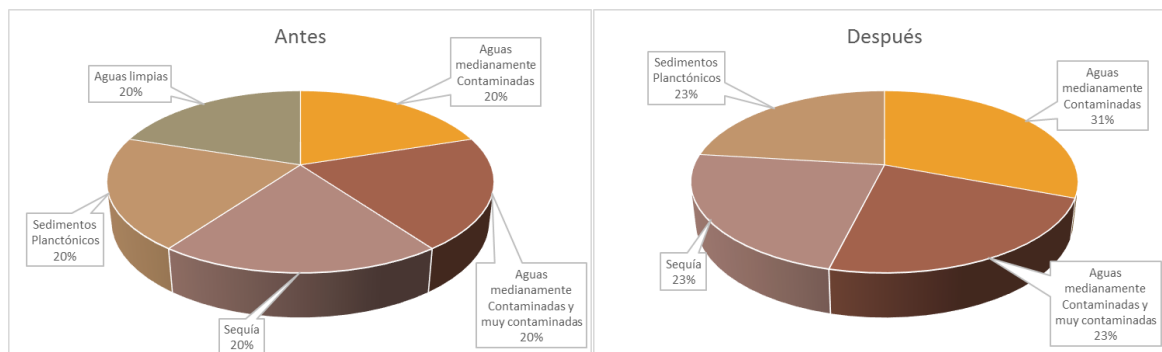


Figura 8-372. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Primera Fase

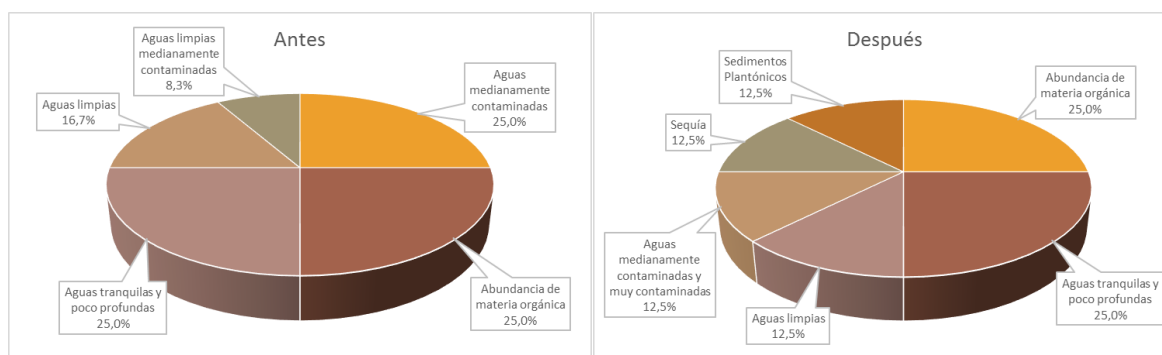


Figura 8-373. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en el vertimiento de Exótika Leather S.A., Segunda Fase

Se evidenció que durante la Primera Fase el vertimiento presenta una comunidad integrada solo por insectos, de los órdenes Coleoptera y Diptera, característicos de sistemas lenticos; más durante la Segunda Fase, cuando el flujo de agua de escorrentía aumenta, aparecieron los no solo más especies de insectos, aumentando su riqueza, sino también tres Ordenes más, pertenecientes a la Clase Clitellata y Gastropoda. El aumento de la riqueza en el punto Antes del vertimiento fue mucho mayor a la del punto Después del vertimiento; aunque la equidad se mantuvo muy alta de la Primera a la segunda fase, la dominancia descendió en los dos sitios de muestreo. Por su parte el índice de Shannon-Wiener indicó una mejoría en la calidad del agua en los dos puntos, alcanzando a catalogar el sitio Antes del vertimiento como de aguas medianamente contaminadas; a pesar de lo anterior, los dendrogramas de similaridad realizados para cada época fase, los cuales mostraron la ciénaga muy homogénea durante las dos fases de muestreo. Lo cual es corroborado a su vez por el análisis del índice BMWP/Col ASPT, los cuales demostraron que la llegada de las lluvias fue lo suficientemente intensa en la zona, que generó cambios de las características de la

calidad del agua del caño NN, presentándose un decremento de la contaminación, pasando, durante la Primera Fase, de valores de índice BMWP/Col, que catalogaban las aguas como “fuertemente contaminadas” (calidad clase V “muy crítica”) a valores de calidad “Crítica” (Clase II igualmente sucedió con los valores del índice ASPT, alcanzando en el Punto Después del vertimiento, una calidad “Dudosa” (Clase III) o de “aguas moderadamente contaminadas” durante la Segunda Fase. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el Caño NN, evaluada antes y después del vertimiento de curtiembres Exótika Leather S.A., se vio afectada por el cambio temporal ocurrido entre la Primera y la Segunda Fase, a pesar del déficit pluviométrico ocurrido durante la Segunda Fase (Figura 8-251).

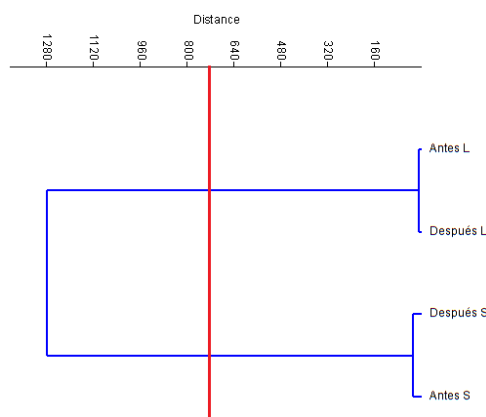


Figura 8-374. Dendrograma de similitud, distancia euclidiana, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de curtiembres del Caribe, durante las fases de muestreo. S) Primera Fase L) Segunda Fase

8.3.2.2.3 Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, tanto durante la Primera como durante la Segunda Fase, no se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad.

8.3.3 Curtiembres del Caribe

En el vertimiento de Curtiembres del Caribe 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Segunda Fase correspondió al 18199 y para la Segunda Fase 19004.

8.3.3.1 Comunidades de productores primarios

8.3.3.1.1 Fitoperifiton

La comunidad de Perifiton no pudo ser analizada en la Primera Fase, debido a que no se encontraron sustratos adecuados para su crecimiento. En la Segunda Fase, por el contrario, se encontraron 10 morfoespecies, distribuidas en 10 Familias, 7 Órdenes, 4 Clases y 4 Divisiones. Cyanobacteria aportó la mayor cantidad de morfoespecies (5), contribuyendo con el 50%; Bacillariophyta fue la segunda más rica con 3 morfoespecies, siendo esto el 30%. Las divisiones Chlorophyta y Ochrophyta contribuyeron con una morfoespecie cada una, siendo esto el 10%.

Tabla 8-278. Composición de la comunidad de Fitoperifiton en el vertimiento de Curtiembres del Caribe durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>
			Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Borzia spp</i>
				Coleofasciculaceae	<i>Geitlerinema spp</i>
				Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>

Se presentó una abundancia total promedio de 272,2 Célula/cm². Las cianobacterias contribuyeron con 190,8 Célula/cm², siendo las más abundantes con una proporción del 70,1%. Las clorofitas tuvieron una abundancia de 72,9 Célula/cm², siendo esto el 26,8%. Las diatomeas aportaron 7,6 Célula/cm² es decir el 2,8%, mientras que la división Ochrophyta tuvo una abundancia de 1 Célula/cm², con un porcentaje de 0,4%. Las relaciones entre la abundancia y la riqueza se muestran en la Figura 8-375. Las abundancias de la comunidad fitoperifítica registrada se observan en el Anexo F.

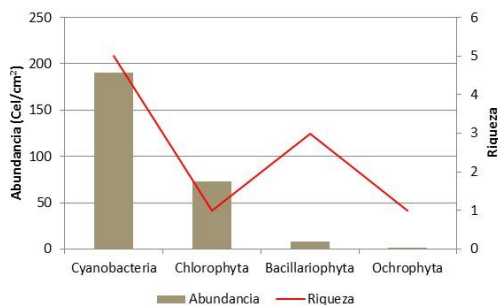


Figura 8-375. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en el vertimiento de Curtiembres del Caribe durante el año 2015, Segunda Fase

Los índices de diversidad muestran una equidad media ($J'=0,59$), pero también una dominancia baja ($\lambda'=0,36$). La interpretación del índice de Shannon-Wiener de acuerdo a Roldán y Ramírez (2008), indica “aguas muy contaminadas”, con un valor de $H=1,36$.

Tabla 8-279. Índices ecológicos en el vertimiento de Curtiembres del Caribe durante la Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	0	0,00	0,00	0,00
Después Vertimiento	10	0,59	1,36	0,36

No se pudo aplicar la prueba de Kruskal-Wallis para establecer diferencias entre los días de campo, debido a que solo se analizó un punto de muestreo. Las distribuciones porcentuales de la abundancia se observan en la Figura 8-376.

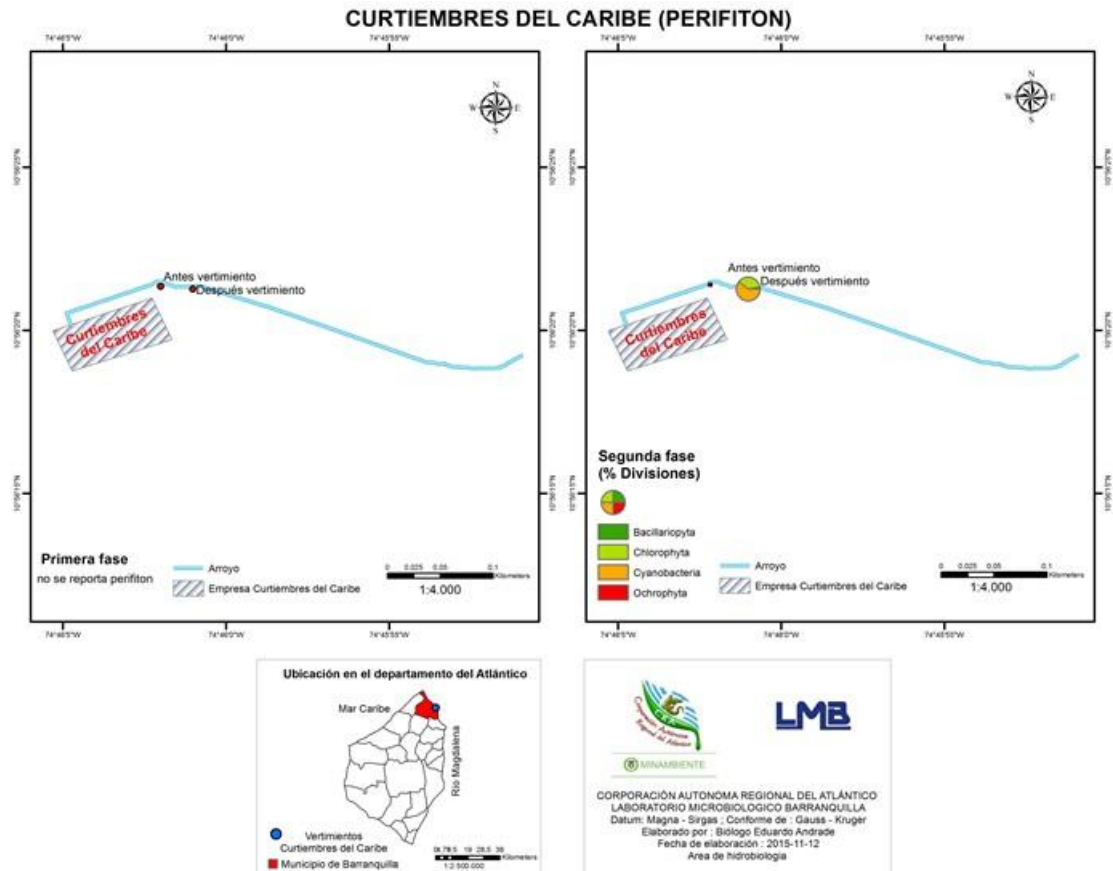


Figura 8-376. Distribución de los organismos perifíticos (AR% por clase) en el vertimiento de Curtiembre del Caribe, Primera y Segunda Fase

El análisis de la bioindicación muestra una predominancia en la estratificación, con un 47%, y en la sucesión avanzada, en una proporción del 46%. Se presentaron también los procesos de turbulencia (2%), resistencia a pesticidas (2%), sedimentos y conductividad altos (2%), mezcla (0,5%), oligotrofia (0,3%) e hipereutrofia (0,3%).

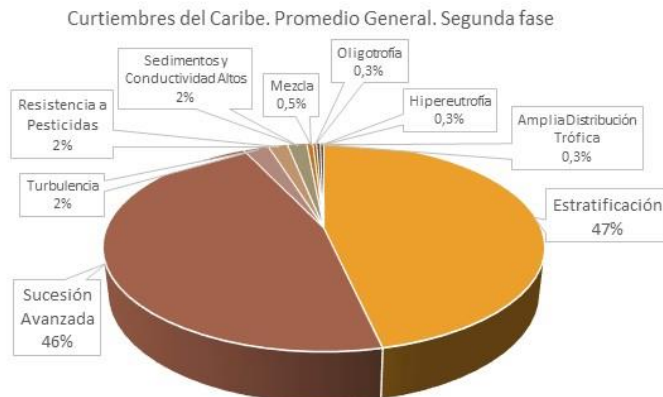


Figura 8-377. Procesos bioindicados, (Después del Vertimiento) en la comunidad del Fitoperifiton, en el vertimiento de Curtiembres del Caribe durante la Segunda Fase

Las divisiones presentaron una riqueza homogénea, no siendo así con la abundancia mostrando una predominancia de cianobacterias. Los procesos bioindicados, muestran algún tipo de sucesión en el ecosistema, aunque se necesitan más muestreos para corroborar esta información.

8.3.3.1.2 Fitoplancton

En el vertimiento de Curtiembres del Caribe, la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 12 especies pertenecientes a 11 familias, 8 Ordenes, 4 Clases y 3 Divisiones (Tabla 8-280). La mayor contribución a la riqueza la realizó la División Cyanobacteria, aportando 7 especies (58,3%), seguida de la División Chlorophyta con 4 especies (33,3%) y por último la División Euglenozoa con 1 especie (8,3%). Durante la Segunda Fase, la comunidad estuvo compuesta por 10 especies pertenecientes a 9 familias, 8 Ordenes, 5 Clases y 4 Divisiones (Tabla 8-261). En lo concerniente a la riqueza total, se mantuvo una proporción similar al de la Primera Fase en los aportes de las Divisiones, Cyanobacteria (5 especies; 50,0%), Chlorophyta (3 especies; 30,0%), Euglenozoa (1 especies; 10,0%); y se añadió la División Charophyta con un valor idéntico al de la División Euglenozoa.

Tabla 8-280. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el vertimiento de Curtiembres del Caribe durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>
				Cyanobacteriaceae	<i>Cyanothece spp</i>
				Aphanothecaceae	<i>cf. Dzensia sp</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Raphidiopsis spp</i>
			Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Borzia spp</i>
				Phormidiaceae	<i>Phormidium spp</i>
			Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Planktolyngbya spp</i>
			Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium circinale</i> <i>Monoraphidium contortum</i>
			Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae
		Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales

Tabla 8-281. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el vertimiento de Curtiembres del Caribe durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Borzia spp</i>
				Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i> <i>Phormidium spp</i>
				Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae
			Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa spp</i>
			Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
			Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium griffithii</i>
		Trebouxiophyceae	Ordo incertae sedis	Familia incertae sedis	<i>Crucigenia rectangularis</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas spp</i>

Durante la Primera Fase, el 78,8% de la contribución a la abundancia estuvo repartido entre dos Divisiones, la División Euglenozoa con 187,4 Células/mL (40,8%) y la División Cyanobacteria, con 174,6 Células/mL (38,0%), por último la División Chlorophyta con 97,6 Células/mL (21,2%) (Figura 8-378). En contraste, durante la Segunda Fase, la abundancia fue encabezada por la División Chlorophyta, la cual tomo un papel predominante al abarcar el 87,46% (106,72 Células/mL) de los organismos en la ciénaga, seguido por la División Cyanobacteria, con el 12,39% (15,11 Células/mL) y por último los organismos de las Divisiones Charophyta (0,12 Células/mL; 0,15%) y Euglenozoa (0,06 Células/mL; 0,05%), quienes en conjunto realizaron un aporte menor, solo el 0,15% de la riqueza (Figura 8-378)

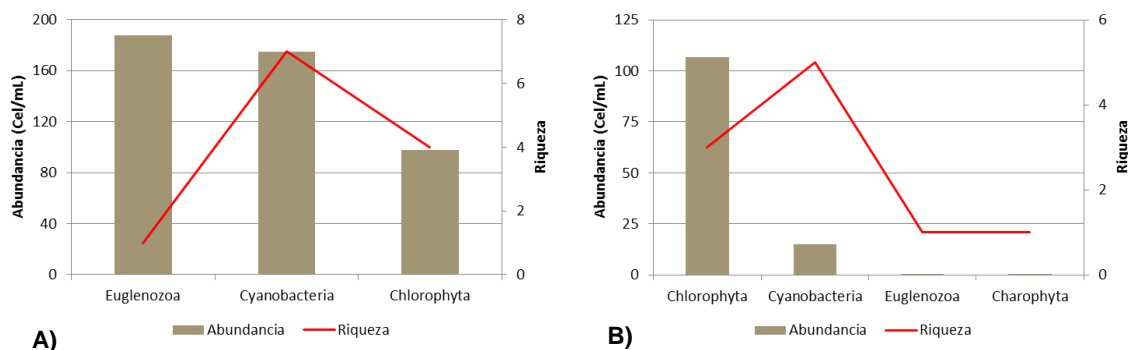


Figura 8-378. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en el vertimiento de Curtiembres del Caribe durante el año 2015 A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica del vertimiento de Curtiembres del Caribe, durante la Primera Fase, se observó que el Punto Después del vertimiento presentó mayor riqueza de especies (10 especies), al ser comparado con el punto Antes del vertimiento (7 especies); al evaluar la estructura de la comunidad, desde los índices de equidad se evidencia una comunidad equilibrada tanto en el Punto Antes como en el Punto Después; con dominancias bajas, siendo mayor en el Punto Antes; así mismo los diversidad de Shannon, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en el Puntos Después, mientras que en el Punto Antes el valor indica presencia de “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-282).

Tabla 8-282. Índices ecológicos en el vertimiento de Curtiembres del Caribe durante la Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	7	0,72	1,39	0,31
Después Vertimiento	10	0,73	1,68	0,23

Por su parte, durante la Segunda Fase, la riqueza se equiparó (7 especies) y la estructura de la comunidad, al evaluar los índices ecológicos del vertimiento de Curtiembres del Caribe, mostraron una comunidad medianamente equilibrada en el punto Antes y no equilibrada en el punto Después, lo cual coincide con un aumento considerable de la dominancia en el mismo punto donde la División Chlorophyta abarca un gran porcentaje de la abundancia total, solo en el Punto Antes existen bajas dominancias; así mismo la diversidad de Shannon, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas muy contaminadas” en el punto Antes y también en el punto Después a diferencia de la Primera Fase (Tabla 8-282).

Tabla 8-283. Índices ecológicos en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	A'
Antes Vertimiento	7	0,56	1,08	0,36
Después Vertimiento	7	0,33	0,64	0,73

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados, tanto en la Primera Fase ($p=0,871$), como en la Segunda Fase ($p= 0,8922$). Al evaluar las diferencias entre los puntos de muestreo durante la Primera Fase, mediante un análisis de clasificación tipo cluster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, se determinó que con una similitud del 50% que hay diferencias entre los puntos evaluados (Figura 8-379, A). De igual manera, en la Segunda Fase se conservó esta tendencia (Figura 8-379, B), la cual puede ser explicada por los cambios en la composición como se observa en la Figura 8-380.

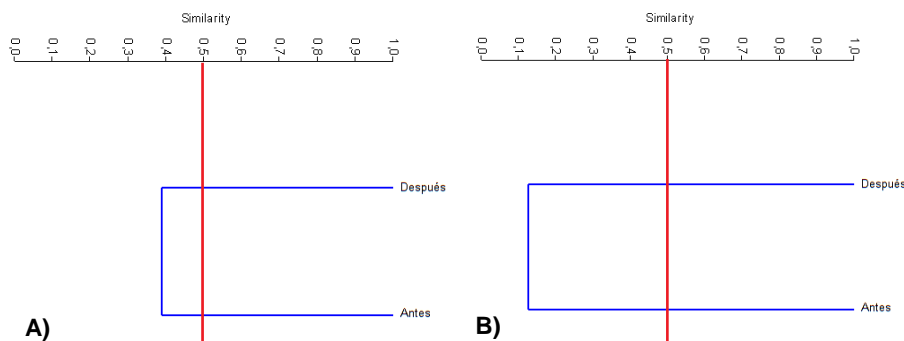


Figura 8-379. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en el vertimiento de Curtiembres del Caribe A) Primera Fase B) Segunda Fase

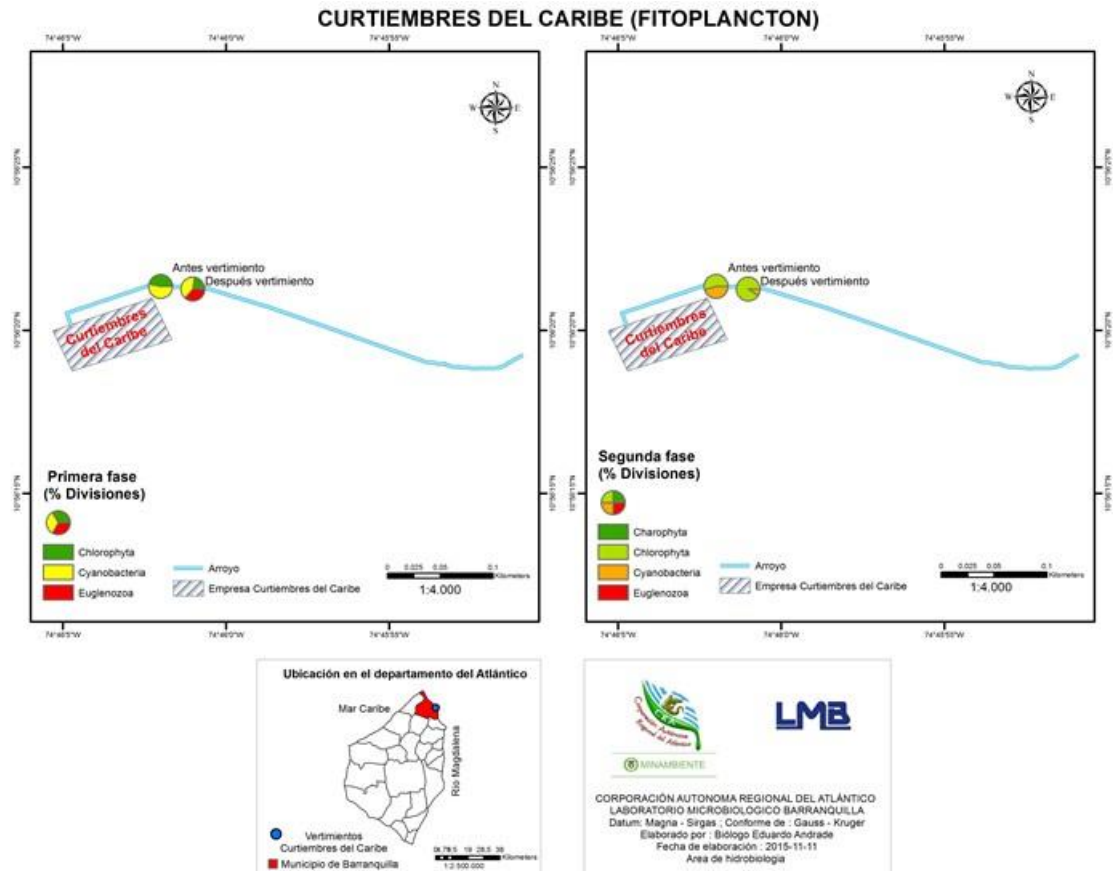


Figura 8-380. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Primera y Segunda Fase

El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad. Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que en el Punto Antes predomina la estratificación (46,5%), la sucesión avanzada (46,5%) y en baja proporción la eutrofia alóctona (7,0%); mientras que en el Punto Después predomina la eutrofia (48,1%) y la eutrofia alóctona (24,4%) sobre la estratificación (11,1%), sucesión avanzada (11,1%), eutrofia fría (2,5%), las aguas blandas (2,5%) y la mesotrofia fría (0,2%) (Figura 8-381).

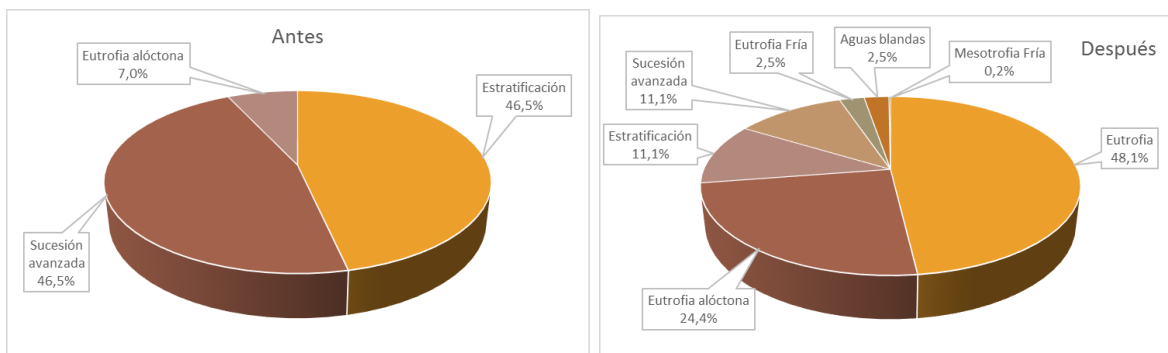


Figura 8-381. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Primera Fase

Al comparar los resultados obtenidos en la bioindicación, encontramos una homogenización de la bioindicación en el punto Después, a diferencia de la Primera Fase, quedando la mesotrofia fría con el 100%, el punto Antes también tuvo cambios, al presentar otras bioindicaciones, en este caso la oligotrofia fría (35,0%) y la mesotrofia fría (30,0%), fueron las bioindicaciones relevantes al abarcar juntas el 65% y en menor orden estaban eutrofia y mesotrofia a eutrofia con igual porcentaje (17,5%) (Figura 8-382).

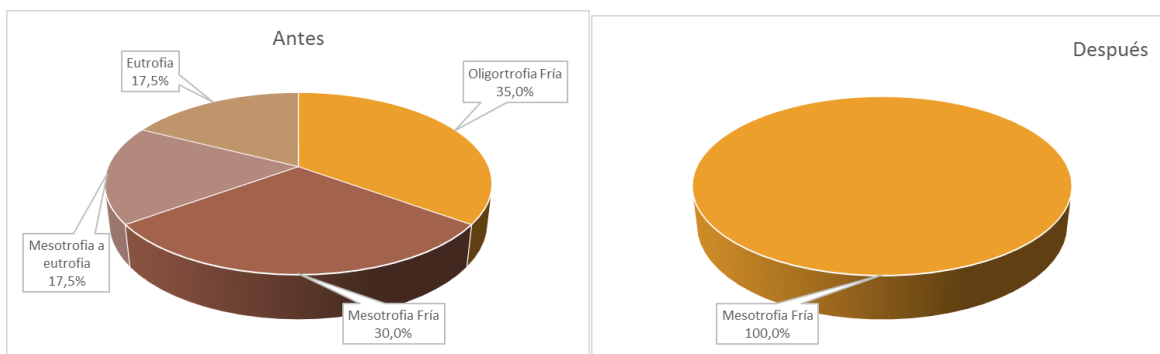


Figura 8-382. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Segunda Fase

Se evidenció el predominio en riqueza, de las especies pertenecientes a la División Cyanobacteria, tanto durante la Primera, como durante la Segunda Fase; más desde el punto de vista de la abundancia, se pasó de una comunidad conformada por organismos de las Divisiones Euglenozoa y Cyanobacteria a una dominada por las clorofitas; se perdió puntaje en el valor del índice de equidad, sobre todo en el Punto Después del vertimiento, lo que se reflejó en el aumento en la dominancia en el mismo, lo que además conllevó a la disminución de los valores del índice de Shannon-Wiener, los cuales, bajo la interpretación

de Roldán y Ramírez (2008), indicaron el deterioro de la calidad del agua, sobretodo en el Punto Después; esto se debe muy probablemente a que en el sitio antes del vertimiento, el agua se encontraba tanto durante la Primera como durante la Segunda Fase estaba estancada, y muy probablemente incluía aguas de escorrentía y “reflujo” del agua de los vertimientos encontrados en el sector, ya que el cauce del caño no poseía caudal apreciable y se encontraba tapado con material sedimentado y escombros (Figura 8-251).

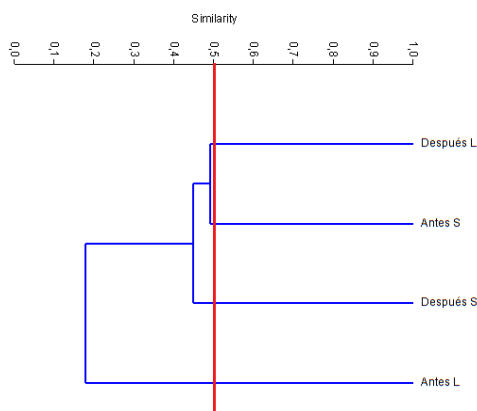


Figura 8-383. Dendrograma de similaridad, distancia euclidiana, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de curtiembres del Caribe, durante las dos fases de muestreo. S) Primera Fase L) Segunda Fase

8.3.3.1.3 Macrófitas acuáticas

En el caño del vertimiento de curtiembres del Caribe, durante alguna de las Fases de Campo no se reportaron macrófitas acuáticas en los sitios de muestreo. Esto puede ser debido a las modificaciones antrópicas del sistema, teniendo en cuenta que estos organismos son sensibles a este tipo de variables (García *et al* 2006).

8.3.3.2 . Comunidades de consumidores

8.3.3.2.1 Zooplancton

En el vertimiento de Curtiembres del Caribe, la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 23 especies, distribuidas en 10 familias 6 Órdenes, 4 Clases y 3 Phylum. De éstos, el Phylum Rotifera, con la Clase Eurotatoria, contribuyó con un 56,5% de la riqueza total (13 especies), seguida por las Clase Maxillopoda con 26,1% (6 especies) y las clases Branchiopoda y Lobosa con 2 especies cada una (8,7%

respectivamente) (Tabla 8-284). En la Segunda Fase se encontraron 9 especies las cuales pertenecen a 8 Familias, 4 Órdenes, 4 Clases y 3 Phylum.

Tabla 8-284. Composición de la comunidad Zooplanctónica del vertimiento de Curtiembres del Caribe, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Animalia	Branchiopoda	Branchiopoda	Diplostraca	NA	<i>Disparalona rostrata</i>	
			ND	ND	<i>Branchiopoda sp</i>	
			Calanoida	ND	<i>Copepodito II</i>	
	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae		<i>Eucyclops sp</i>
						<i>Macrocyclus fuscus</i>
				ND		Copepodito Morfoespecie 1
						Cyclopoida Morfoespecie 1
	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	Larva Nauplio Morfoespecie 2
						<i>Asplanchna priodonta</i>
						<i>Brachionus angularis</i>
						<i>Brachionus calyciflorus</i>
						<i>Brachionus caudatus</i> (Morfotipo 1)
						<i>Brachionus caudatus</i> (Morfotipo 2)
						<i>Brachionus havanaensis</i>
						<i>Brachionus plicatilis</i>
						<i>Brachionus urceolaris</i>
						<i>Keratella americana</i>
	<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>					
	<i>Keratella trophica trophica</i>					
<i>Keratella tropica</i>						
	Gastropodidae	<i>Gastropus spp</i>				
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>	
				Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>	

Tabla 8-285 Composición de la comunidad Zooplanctónica del vertimiento de Curtiembres del Caribe, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Acantholeberidae	<i>Acantholeberis sp</i>
				ND	<i>Ceriodaphnia spp</i>
				ND	<i>Daphnia magna</i>
				ND	<i>Diaphanosoma sp1</i>
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1
				Brachionidae	<i>Brachionus plicatilis</i>
					<i>Keratella tropica</i>
	Gastropodidae	<i>Gastropus spp</i>			
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>

El comportamiento de la riqueza por clase para la Segunda fase se muestran en Figura 8-384 B, donde Branchiopoda con 4 especies (44,4%) domina en cuanto a la riqueza total,

seguido de Eurotatoria 3 especie (33,3%), y finalmente la clase no determina Arthropoda – ND y Lobosa con una taxa cada una suman un (22,2%) de la riqueza total.

Al observar las abundancias de las Clases en la Primera Fase se evidenció el predominio de los representantes de la Clase Eurotatoria, cuyo aporte fue del 66,7% de la abundancia relativa (534,0 Organismos/L), seguido por Maxillopoda (21,2%, 169,4 Organismos/L), Branchiopoda (6,4%, 51,4 Organismos/L) y Lobosa (5,7%, 45,3 Organismos/L) (Figura 8-384 A).

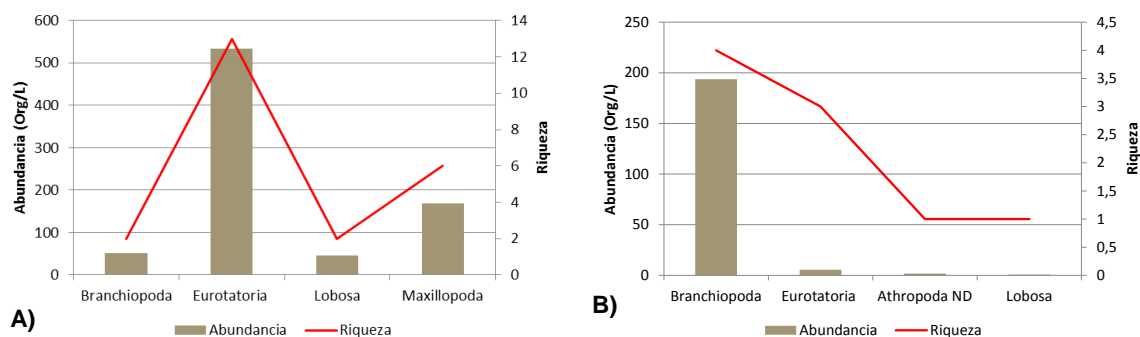


Figura 8-384. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en el vertimiento de Curtiembres del Caribe. A) Primera Fase y B): Segunda Fase

Para la Segunda Fase Figura 8-384, las abundancias disminuyeron en relación a la concentración (Organismos/L) y a diferencia de la Primera Fase la clase que presento mayor densidad fue Branchiopoda 193,8 Organismos/L (96%), en cuanto que Eurotatoria decreció y para esta época tan solo apporto 5,5 Organismos/L (2,7%), en esta fase se presentó por primera vez la clase no determinada de Arthropoda y contribuyo con 1,8 Organismos/L (0,9%) y por ultimo Lobosa con 0,7 Organismos/L (0,4).

Al observar los índices ecológicos de la Primera Fase se evidencia que el Punto Antes del Vertimiento presentó una mayor riqueza (16 especies) que el Punto Después (14 especies); mientras que la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la dominancia indicó que esta es muy baja en los sitios monitoreados, siendo mayor en el Punto Después (0,13); mientras que la equidad, representada en el índice de Pielou, indicó una comunidad muy equilibrada, tanto en el Punto Antes (0,93) como en el Punto Después (0,86); por su parte el índice de Shannon-Wiener permitió afirmar que la comunidad es diversa tanto Antes como Después, indicando, bajo el criterio de Roldán y Ramírez (2008), que los dos sitios presentan “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-286).

Tabla 8-286. Índices ecológicos del fitoplancton en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	16	0,93	2,57	0,09
Después Vertimiento	14	0,86	2,26	0,13

Tabla 8-287 Índices ecológicos del fitoplancton en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Antes Vertimiento	5	0,950	1,529	0,082
Después Vertimiento	5	0,615	0,990	0,487

Los resultados de la evaluación de la diversidad para la Segunda Fase se muestran en la Tabla 8-287, se puede notar que la riqueza se encuentra equiparada 5 especies en el punto Antes del vertimiento y 5 especies en el vertimiento después, por su parte el índice de equidad de Pielou presenta valores cercanos a uno en el punto Antes, para el punto Después $J'=0,615$, lo que denota una comunidad con comportamientos de equitatividad media, el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta valores de (1,52 bits/Individuo Antes y 0,99 bits/Individuo Después), lo que bajo lo indicado por Roldán y Ramírez (2008), podría indicar “aguas medianamente contaminadas en el punto antes y “aguas muy contaminadas” en el punto Después.

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la concentración de los organismos de la comunidad de zooplancton durante los días evaluados tanto en la Primera ($p=0,8781$) como en la Segunda Fase ($p=0,5968$). Por otra parte, se realizó un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados en la Primera y Segunda Fase, con un 50% de similaridad (Figura 8-385); que se explican por el cambio en la composición durante cada una de las fases (Figura 8-386).

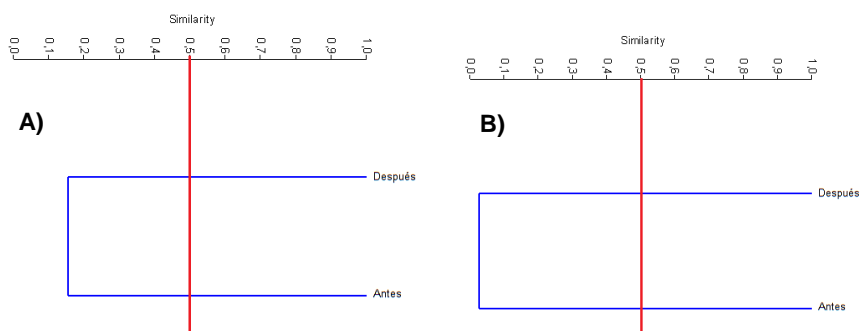


Figura 8-385. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en el vertimiento de Curtiembres del Caribe. A): Primera Fase y B): Segunda Fase.

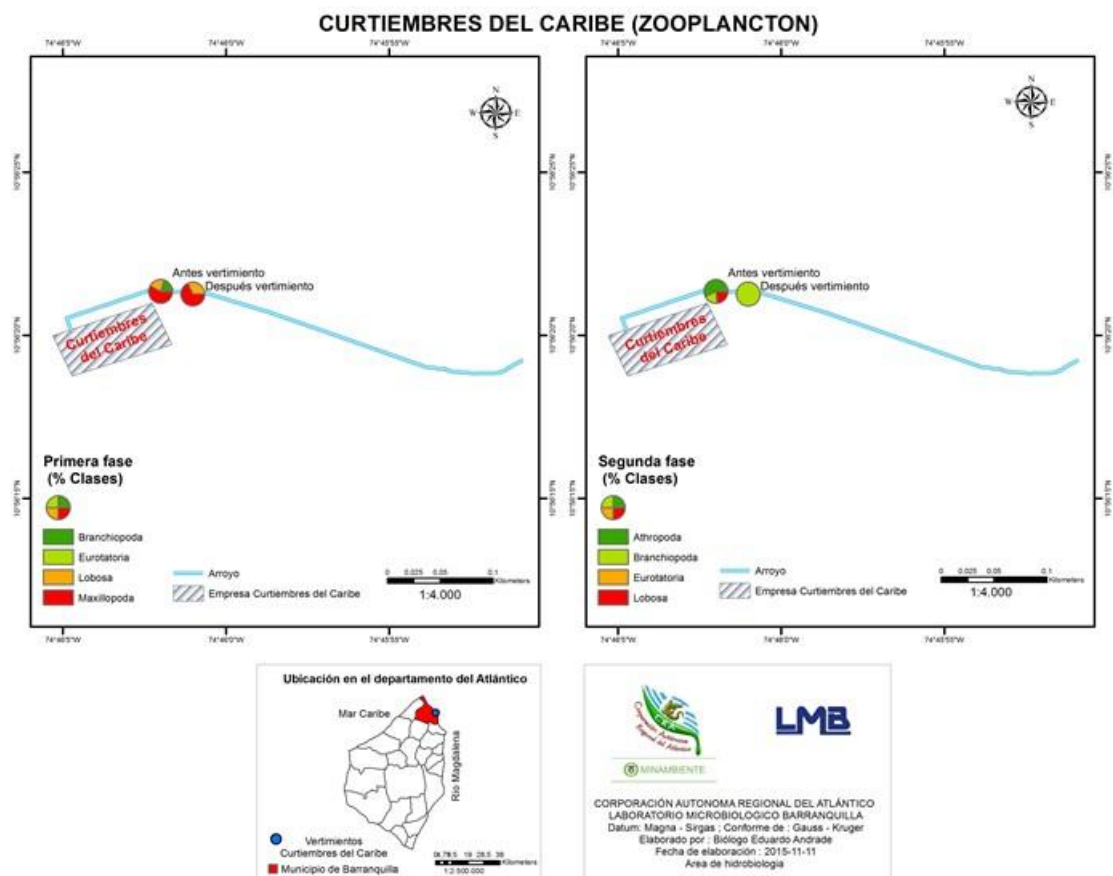


Figura 8-386 Distribución del zooplancton (AR% por clase) en Curtiembres del Caribe

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que tanto en el Punto Antes como en el Después, predominó la eutrofia (31,1 y 27,0%, respectivamente), el pH alcalino (20,4 y 22,6% respectivamente) y los altos contenidos de sales (20,4 y 22,6% respectivamente); en el Punto Antes le siguieron las bioindicaciones de aguas duras (10,7%), materia orgánica, sistemas inmaduros y mesotrofia (5,8% cada una); mientras que en el Punto Después se presentaron también la materia orgánica (9,5%), sistemas inmaduros (9,5%), mesotrofia (4,4%) y aguas duras (4,4%) (Figura 8-387).

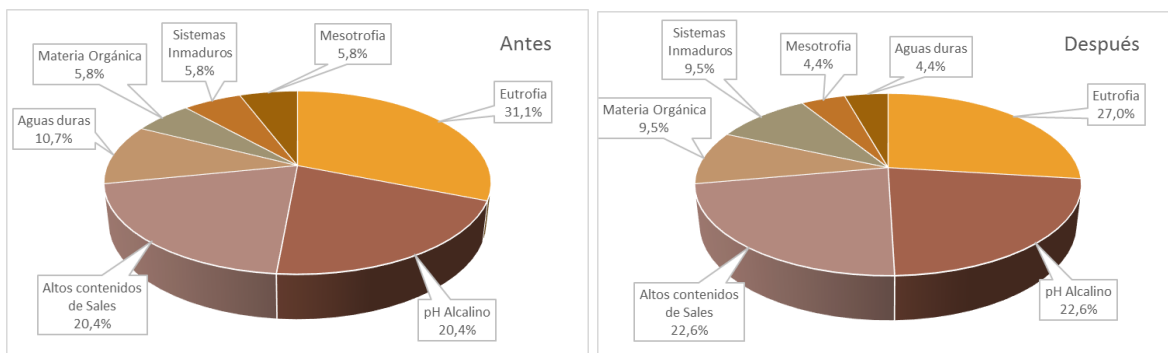


Figura 8-387. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Primera Fase

Para la Segunda Fase Figura 8-388, en el vertimiento Antes se bioindicaron tres procesos Sistemas inmaduros (42%), Materia orgánica (41%) y Mesotrofia (17%), mientras que en el punto Después la Mesotrofia en esta ocasión domino los procesos con el (75%), seguido de Eutrofia (18%), Altos contenidos de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos (4%), pH alcalino (3%), amañera de conclusión se puede afirmar que entre los puntos de muestreo existió una sucesión de condiciones ambientales, que ocasionaron que en la Primera Fase prevalecieran la Materia orgánica y Sistemas inmaduros, mientras que en la Segunda Fase la Mesotrofia prevaleció en mayor proporción respecto al resto de bioindicaciones que se estimaron para la última fase.

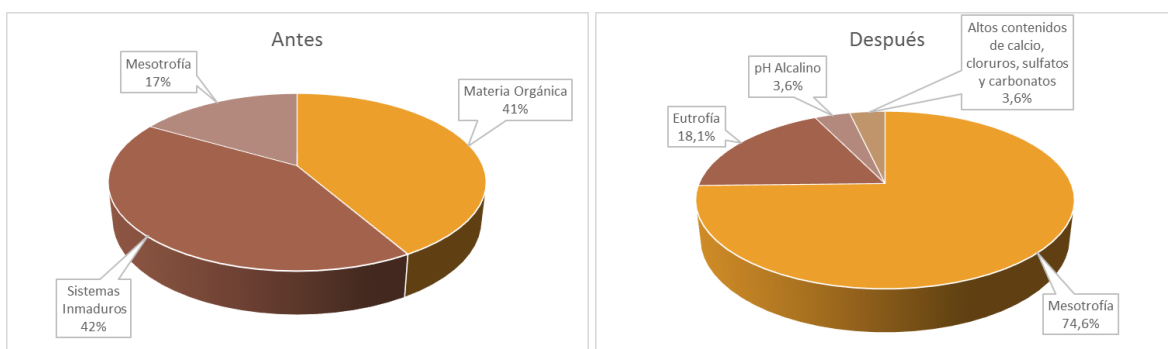


Figura 8-388 Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Segunda Fase

Se puede inferir mediante la Figura 8-389, que existen tres grupos o conglomerados que revelan que hay una marcada diferencia de similitud entre el Punto ubicado Antes del vertimiento para la Segunda Fase (Antes-L) con un 50% de confiabilidad respecto al resto de puntos. Mostrando que no hay relación o continuidad en el cuerpo de agua de las

especies encontradas en el punto Antes-L, las cuales según lo observado en la Figura 8-389 no se encontraron en ningún otro punto durante las dos fases de muestreo. En tanto que los puntos Antes-S y Después-S presentan una similaridad cerca al 80%.

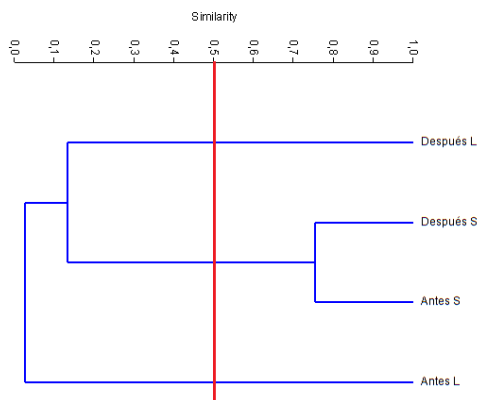


Figura 8-389 Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en Curtiembres del Caribe, S) Primera Fase y L) Segunda Fase

8.3.3.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Durante la Primera Fase los macroinvertebrados bentónicos del vertimiento de Curtiembres del Caribe estuvieron representados por 6 morfoespecies pertenecientes a 5 familias, 2 Órdenes y 1 Clases. En el análisis por Clase se observa el predominio de los insectos (100% de la abundancia y de la riqueza relativa), más un análisis por Órdenes, demostró que Diptera aportó 5 especies, lo que representó el 83,3% de la riqueza relativa; seguido del Orden Coleoptera con 1 especie (16,7%) (Tabla 8-288); los aportes a la abundancia fueron liderados por el Orden Diptera (209,1 Organismos/m², 95,0% de la abundancia relativa), seguido por los aportes del Orden Coleoptera (11,1 Organismos/m², 5,0% de AR) (Figura 8-390). Durante la Segunda Fase, estuvieron representados por 6 morfoespecies pertenecientes a 4 familias, 1 Órdenes y 1 Clase, siendo la Clase Insecta la que contribuyó con 6 morfoespecies y 10352,6 Organismos/m².

Tabla 8-288. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dryopidae	Morfoespecie 1
				Muscidae	Morfoespecie 1 larva
			Diptera	Tipulidae	Morfoespecie 1
				Ephydriidae	<i>Brachydeutera sp</i> (larva)
					<i>Brachydeutera sp</i> (pupa)
				Syrphidae	Morfoespecie 1 larva

Tabla 8-289. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, época

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Morfoespecie larva
					Morfoespecie Pupa
				Chironomidae	Morfoespecie 1
				Ephydriidae	<i>Brachydeutera</i> sp (larva)
					<i>Brachydeutera</i> sp (pupa)
				Syrphidae	Syrphidae larva

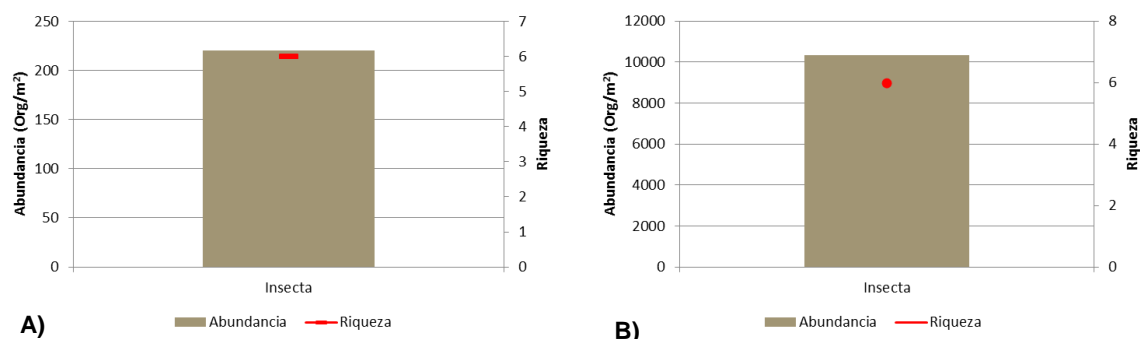


Figura 8-390. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en el vertimiento de Curtiembres del Caribe A) Primera Fase B) Segunda Fase

Los índices ecológicos calculados permitieron evidenciar que la riqueza de especies fue mayor en el Punto Antes del vertimiento (5 especies) que en el Punto Después (4 especies); por su parte la estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, demostró que los dos puntos son poco dominantes, siendo mayor en el sitio Después del vertimiento; así mismo, la equidad valorada con el índice de Pielou, fue medio alta en ambos puntos y por último, el índice de Shannon-Wiener, indicó una diversidad media en los sitios monitoreados, siendo mayor en el Punto Antes; sus valores bajo la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008) demuestran la presencia de “aguas muy contaminadas” en los dos sitios de muestreo (Tabla 8-290). En ese mismo sentido, los índices calculados durante la Segunda Fase demuestran mayor riqueza en el Punto Antes del vertimiento (6 morfoespecies), al igual que mayor equidad ($J' = 0,75$) y diversidad ($H' = 1,34$); por su parte la dominancia fue mayor en el sitio Después del vertimiento. Al mismo tiempo, el índice de Shannon-Wiener hizo referencia a la presencia de “aguas muy contaminadas” en ambos sitios de muestreo (Tabla 8-291).

Tabla 8-290. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de Curtiembres del Caribe, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Antes Vertimiento	5	0,86	1,38	0,29
Después Vertimiento	4	0,87	1,21	0,32

Tabla 8-291. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Antes Vertimiento	6	0,75	1,34	0,31
Después Vertimiento	4	0,35	0,49	0,78

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que tanto en el Punto Antes como Después los valores del índice se encuentran por debajo de 15, lo que indica, una calidad de agua “muy crítica”, es decir, la presencia de “aguas fuertemente contaminadas”; por su parte los valores del índice ASPT indican una calidad de agua “crítica” para el Punto Antes y “Dudosa” para el punto Después, expresando la presencia de “aguas muy contaminadas” y “moderadamente contaminadas”, respectivamente (Tabla 8-292). Lo anterior, unido a la ausencia de efemerópteros, plecópteros, tricópteros y a los valores de los índices EPT:C (el cual no pudo ser calculado por la ausencia de quironómidos) y EPT:Total, ratifican dicho estado de contaminación. Igualmente para la Segunda Fase, los valores del índice BMWP/Col, indicaron una calidad de agua “muy crítica” en los dos puntos evaluados, más los valores del índice ASPT indicaron una mejor calidad de aguas en el Punto Después del vertimiento (calidad crítica) que en el Punto Antes del vertimiento (calidad muy crítica). A pesar de lo anterior, la ausencia de efemerópteros, plecópteros, tricópteros y a los valores de los índices EPT:C (el cual no pudo ser calculado por la ausencia de quironómidos) y EPT:Total, ratifican un alto grado de contaminación.

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante los días evaluados durante la Primera Fase ($p=0,2313$) ni durante la Segunda Fase ($p=0,7853$). Igualmente, se realizó un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que no existen diferencias entre los puntos evaluados (Figura 8-391-A). Al intentar replicar el análisis, para la Segunda Fase, no fue posible hacerlo debido a la escases de factores a comparar, pudiendo utilizar solamente el índice de Distancia euclidiana, con el cual el resultado indicó que no hay diferencias entre los puntos de muestreo (Figura 8-391-B). Esto se evidencia al observar las abundancias de las clases taxonómicas de los macroinvertebrados bentónicos, los cuales fueron muy homogéneas, tanto en la Primera, como en la Segunda Fase, tal como se evidencia en la Figura 8-393.

Tabla 8-292. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Primera Fase

	Antes	Después
Familias que puntúan	3	2
Índice BMWP/Col	12	9
Valor ASPT	4,0	4,5
EPT	0,0	0,0
EPT:C		
EPT:Total	0,0	0,0

Tabla 8-293. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Segunda Fase

	Antes	Después
Familias que puntúan	3	1
Índice BMWP/Col	7	3
Valor ASPT	2,3	3,0
EPT	0,0	0,0
EPT:C	0,0	
EPT:Total	0,0	0,0

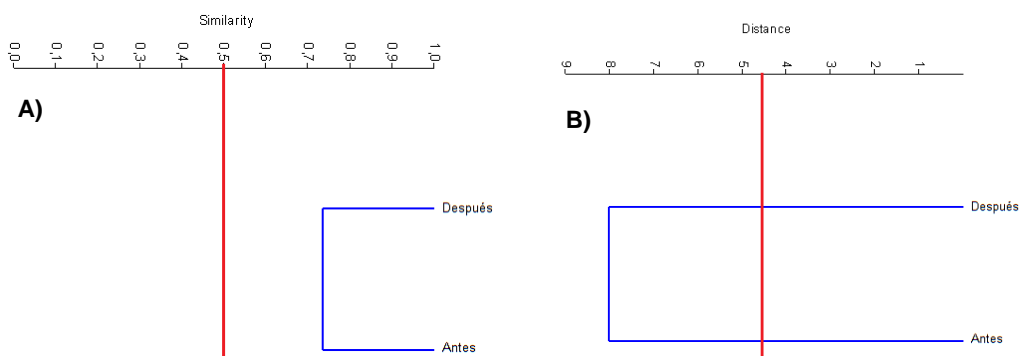


Figura 8-391. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los puntos de muestreo del vertimiento de Curtiembres del Caribe, A) Primera Fase B) Segunda Fase

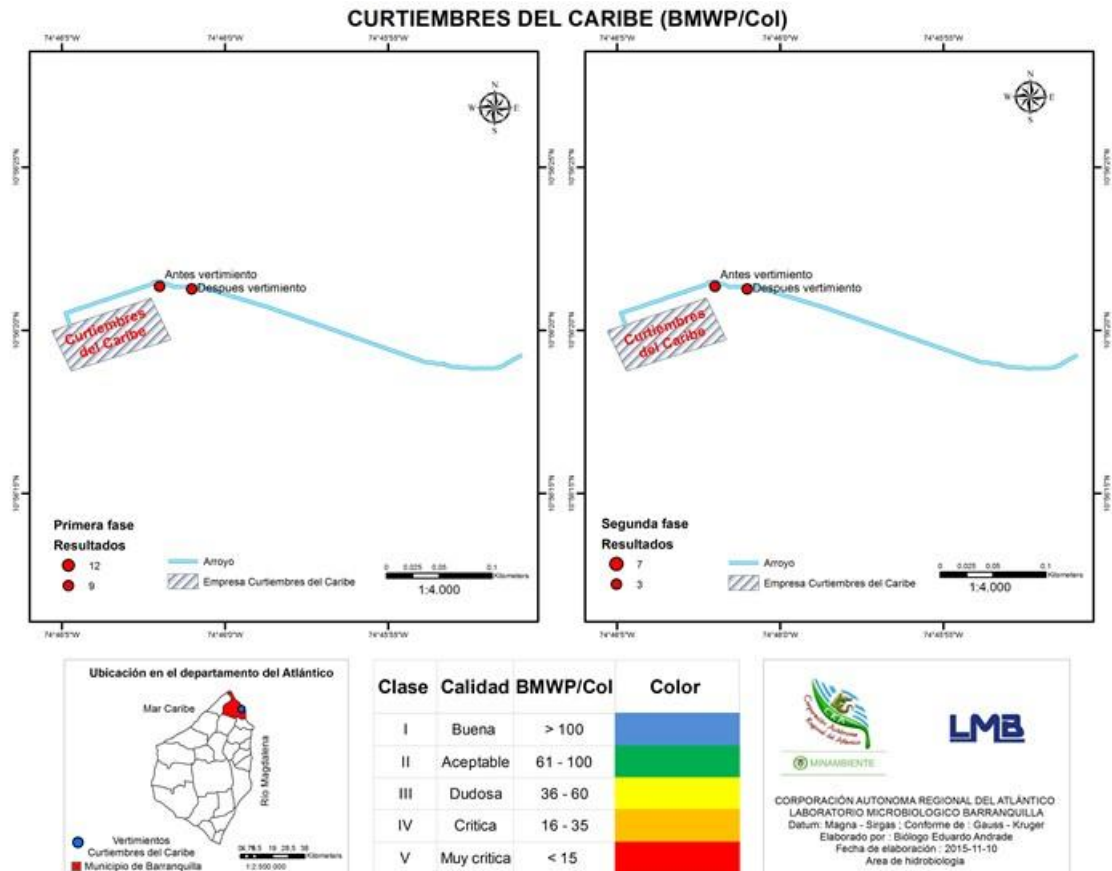


Figura 8-392. Índice BMWP/Col en el vertimiento de curtiembres del Caribe, Primera y Segunda Fase

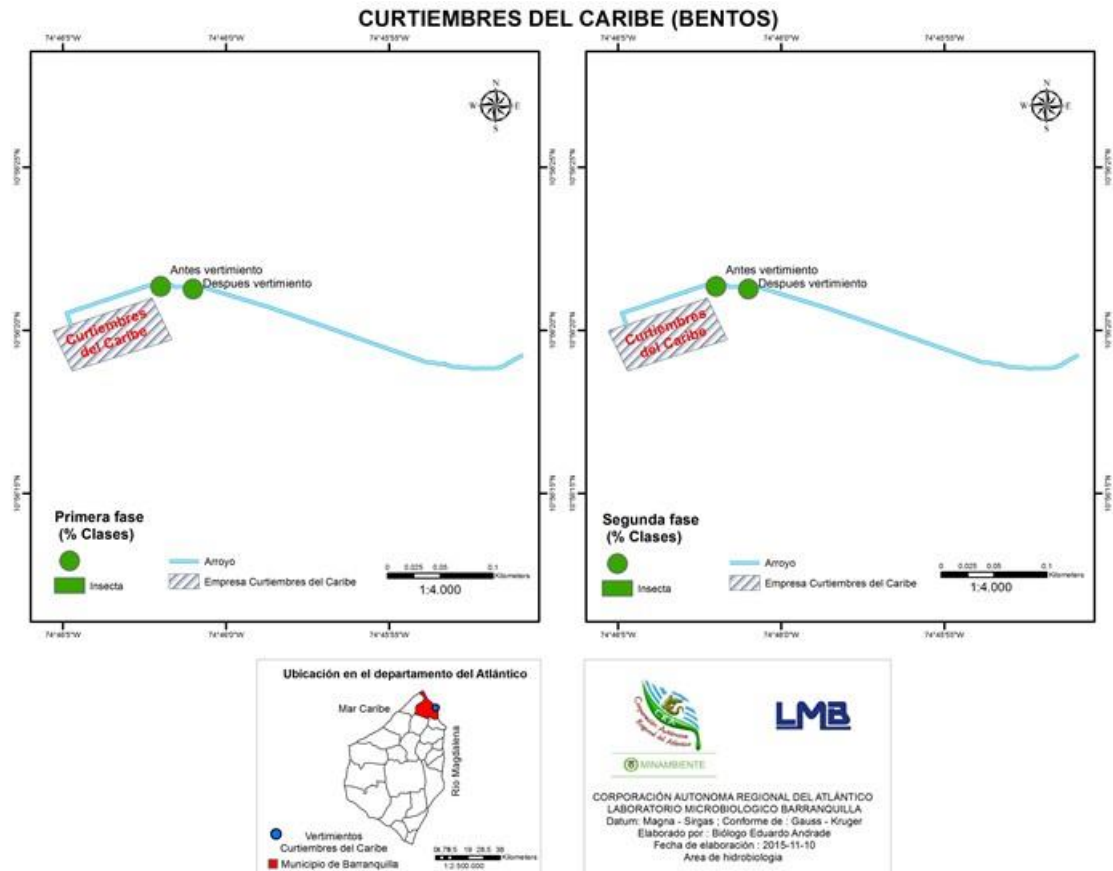


Figura 8-393. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en el vertimiento de curtiembres del Caribe, Primera y Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó el predominio de aguas turbias tanto en el Punto Antes (57%) como en el Punto Después (73%), seguido de aguas limpias a medianamente contaminadas (29 y 27%, respectivamente), por su parte en el Punto Antes también se presentó la bioindicación de aguas lentas y con sedimentos (14%) (Figura 8-394). Igualmente la bioindicación predominante durante la Segunda Fase fue de “aguas medianamente contaminadas”, tanto en el sitio Después del vertimiento (100%) como en el Antes del vertimiento (84%), donde se presentaron otras bioindicaciones, “aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas”, “sequía”, “sedimentos planctónicos” y “aguas fuertemente contaminadas”, en proporción de 4% cada una (Figura 8-395).

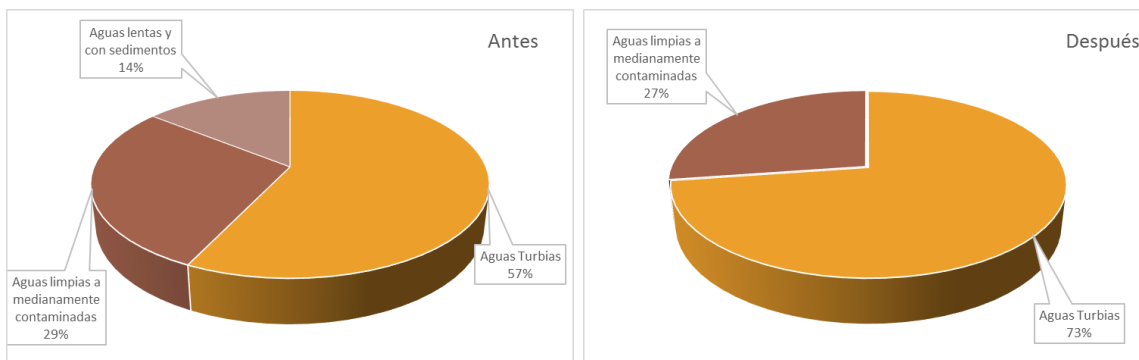


Figura 8-394. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Primera Fase

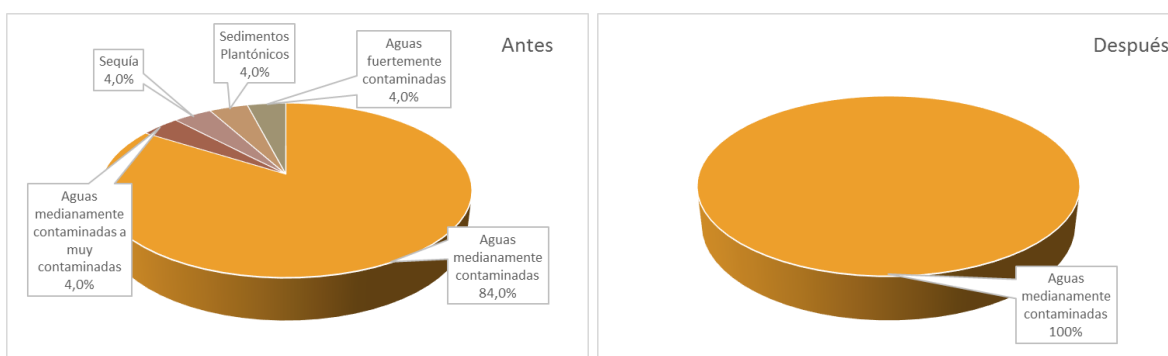


Figura 8-395. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres del Caribe, Segunda Fase

Se evidenció el predominio de los Insectos, tanto en la Primera Fase como en la de Lluvias, siendo una comunidad muy homogénea en Primera Fase, mientras que durante la Segunda Fase, el sitio después del vertimiento experimentó mayores fluctuaciones con respecto a la época anterior, bajando su equidad ($J'=0,35$) y aumentando la dominancia ($\lambda'=0,78$), lo que repercutió en la diversidad, la cual también fue menor ($H'=0,49$); a pesar de lo anterior, la interpretación del índice de Shannon-Wiener realizada por Roldán y Ramírez (2008) indicó la presencia de aguas muy contaminadas para las dos épocas climáticas. Iguales resultados fueron indicados por el índice BMWP/Col para las dos épocas climáticas, tanto Antes como Después del vertimiento; más la indicación dada por el índice ASPT permitió evidenciar que durante las dos fases de muestreo el sitio después del vertimiento presenta una mejor calidad del agua (dudosa y crítica respectivamente), que en el sitio Antes del vertimiento (crítica y muy crítica); esto se debe muy probablemente a que en el sitio antes del vertimiento, el agua encontrada tanto durante la Primera Fase como durante la Segunda Fase era estancada, y muy probablemente incluía aguas de escorrentía y “reflujo” del agua de los vertimientos encontrados en el sector, ya que el cauce del caño no poseía caudal y

se encontraba tapado con material sedimentado y escombros. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos es muy homogénea en cuanto a su composición general durante las dos fases de muestreo evaluadas, más es muy heterogénea con el cambio de época climática, lo cual se debe fundamentalmente a las fluctuaciones de abundancia, la cuales fueron casi 50 veces mayor durante la Segunda Fase (Figura 8-251).

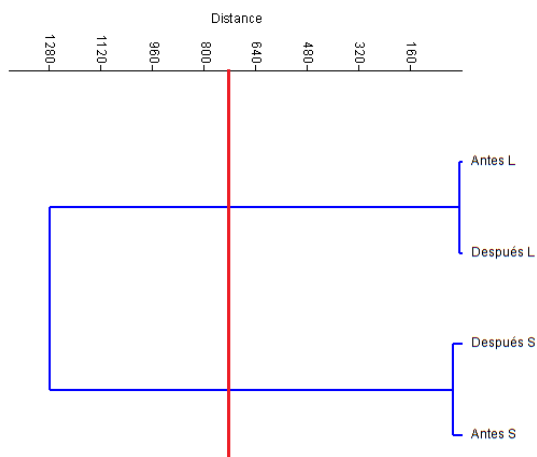


Figura 8-396. Dendrograma de similitud, distancia euclidiana, para las Clases de macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de curtiembres del Caribe, durante las dos fases de muestreo. S) Primera Fase L) Segunda Fase

8.3.3.2.3 Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, realizadas tanto en la Primera, como en la Segunda Fase, no se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad.

8.4 VERTIMIENTOS EN ZONAS COSTERAS

8.4.1 Salinas del Rey

En el vertimiento de Salinas del Rey 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 del estado trófico de este sistema. Tanto en el monitoreo de la Primera Fase, como durante la Segunda Fase, el punto antes del vertimiento entregado se encontraba seco. El código de orden de entrada para las muestras de la Primera Fase correspondió al 18127 y para la Segunda Fase 19106.

8.4.1.1 Comunidades de productores primarios

8.4.1.1.1 Fitoperifiton

La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y crecimiento de las comunidades perifíticas hizo que en el interior del cuerpo de agua evaluada cerca al vertimiento de Salinas del Rey, la comunidad fitoperifítica no estuviera representada.

8.4.1.1.2 Fitoplancton

En el vertimiento de Salinas del Rey, la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 15 especies pertenecientes a 13 familias, 10 Órdenes, 7 Clases y 5 Divisiones (Tabla 8-294). La División Chlorophyta fue la que mayor aportó a la riqueza, alcanzando el 40% de la riqueza total (6 especies), seguida por la contribución realizada por la División Cyanobacteria, 26,7% (4 especies) y la División Bacillariophyta y Euglenozoa con 13,3% (2 especies cada uno) y por último la División Charophyta, aportando el 6,7% (1 especie). En la Segunda fase se encontraron 22 morfoespecies, clasificadas en 18 Familias, 13 Órdenes, 7 Clases y 5 Divisiones. Cyanobacteria fue la división que más aportó a la riqueza total, con 10 morfoespecies (45,5%), seguida de Bacillariophyta con 4 morfoespecies (18,2%), Euglenozoa y Chlorophyta presentaron cada una 3 morfoespecies (13,6%), y Charophyta que contribuyó con 2 especies (9,1%) (Tabla 8-295).

Tabla 8-294. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el vertimiento de Salinas del Rey durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>
				Phormidiaceae	<i>Leiblinia sp 1</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium spp</i>
			Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas spp</i>
				Volvocaceae	<i>Pandorina spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium spp</i>
			Sphaeropleales	Neochloridaceae	<i>Golenkinia spp</i>
				Selenastraceae	<i>Kirchneriella spp</i>
		Trebouxiophyceae	Ordo incertae sedis	Familia incertae sedis	<i>Crucigenia crucifera</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i>
					<i>Trachelomonas spp</i>

Tabla 8-295. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el vertimiento de Salinas del Rey durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Nitzschia spp</i>
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Tryblionella spp</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
			Chroococcales	Spirulinaceae	<i>Spirulina spp</i>
			Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis spp</i>
				Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i>
				Coleofasciculaceae	<i>Geitlerinema spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae		Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria spp</i>
			Oscillatoriales		<i>Arthrospira spp</i>
				Phormidiaceae	<i>Leibleinia spp</i>
					<i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
			Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Planktolynngbya spp</i>
	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium spp</i>
			Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Palmellaceae	<i>Sphaerocystis sp</i>
				Selenastraceae	<i>Kirchneriella spp</i>
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis spp</i>
					<i>Euglena spp</i>
Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas spp</i>
				Phacaceae	<i>Phacus spp</i>

Durante la Primera Fase, la contribución a la abundancia fue encabezada por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 28,9% a la abundancia total (1,5 Células/mL), seguida por la División Chlorophyta con 25,4% (1,3 Células/mL), Euglenozoa con 22,3% (1,1 Células/mL); Bacillariophyta con 21,6% (1,1 Células/mL) y Charophyta con 1,8% (0,1 Células/mL,) (Figura 8-397-A). Cyanobacteria también fue la división más abundante durante la Segunda Fase, registrando una densidad de 7,72 Células/mL, siendo esto el 61,5%. Euglenozoa fue la segunda más abundante registrando 3,00 Células/mL,

representando esto el 23,9%; le siguieron en orden de abundancia Bacillariophyta (1,37 Células/mL, 10,9%), Chlorophyta (0,25 Células/mL, 2%), y Charophyta (0,21 Células/mL, 1,7%). Las relaciones entre los atributos de abundancia y riqueza se muestran en la Figura 8-397-B. Las abundancias de la comunidad de Fitoplancton registrada se observan en el Anexo F.

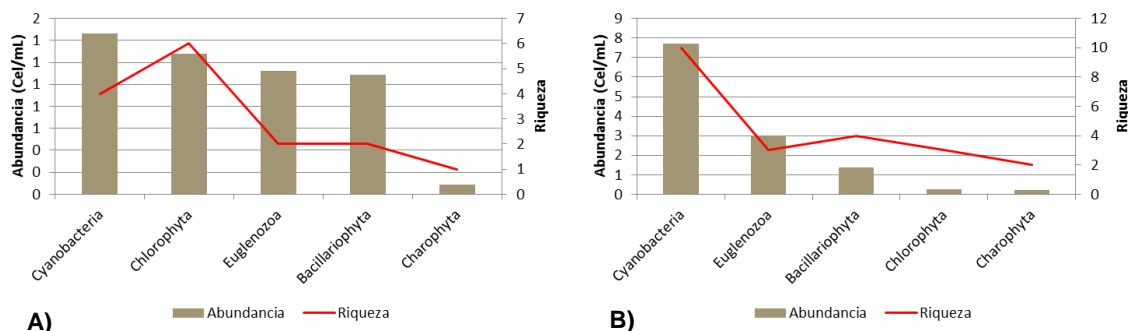


Figura 8-397. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en el vertimiento de Salinas del Rey durante el año 2015 A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica del vertimiento de Salinas del Rey durante la Primera Fase, se observó que la estructura de la comunidad, evaluada desde los índices de equidad demuestran una comunidad equilibrada y de poca dominancia ($J'=0,87$ y $\lambda'=-0,10$, respectivamente), así mismo la equidad fue baja ($H'=0,87$), indicando la presencia de “aguas muy contaminadas”, bajo la interpretación del índice de Shannon-Wiener dada por Roldán y Ramírez (2008) (Tabla 8-296).

Tabla 8-296. Índices ecológicos en el vertimiento de Salinas del Rey durante la Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	15	0,87	2,34	-0,10

Estos atributos de la comunidad no variaron mucho en la Segunda Fase, mostrando valores de alta equidad y baja dominancia ($J'=0,80$ y $\lambda'=0,04$, respectivamente). El índice de Shannon-Wiener por su parte, mostró “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-297). Las variaciones de las contribuciones de las Divisiones taxonómicas de la comunidad de fitoplancton en cada fase de monitoreo se observan en la Figura 8-398.

Tabla 8-297. Índices ecológicos en el vertimiento de Salinas del Rey, Segunda Fase

Punto 1	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	21	0,80	2,43	0,04

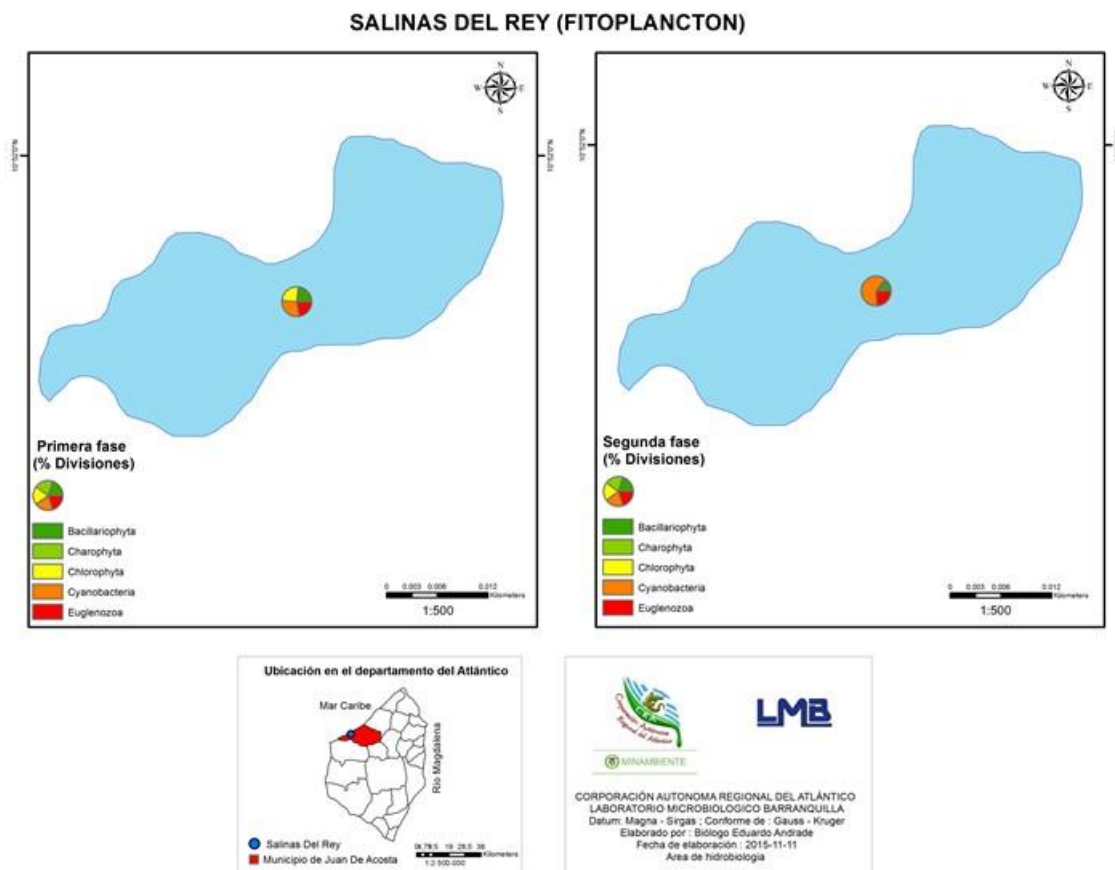


Figura 8-398. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en el cuerpo de agua de Salinas del Rey, Primera y Segunda Fase

El análisis de la bioindicación, basados en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada especie permiten indicar los procesos bioindicados con mayor representatividad; de tal manera, durante la Primera Fase, se observó el predominio de la eutrofia (22,1%), seguido de la resistencia a pesticidas (15,1%) y la oligotrofia (11,8%), así mismo se evidenció la presencia de materia orgánica (7,7%), sedimentos y conductividad altos, mesotrofia, estratificación térmica y química y ultraoligotrofia (7,4% cada uno), entre otros; como se evidencia en la Figura 8-399. En la Segunda Fase, se vio un predominio de los procesos de Eutrofia (17,8%), Mesotrofia (12,8%), Estratificación

térmica (12,3%) y Mezcla (11,2%). Los otros procesos fueron bioindicados en proporciones menores al 10% (Figura 8-400).

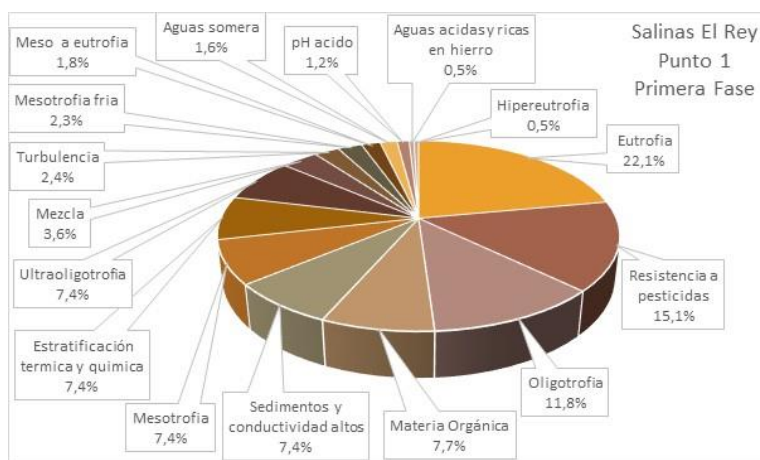


Figura 8-399. Procesos bioindicados por el fitoplancton en el Punto 1 de muestreo, vertimiento de Salinas del Rey, Primera Fase

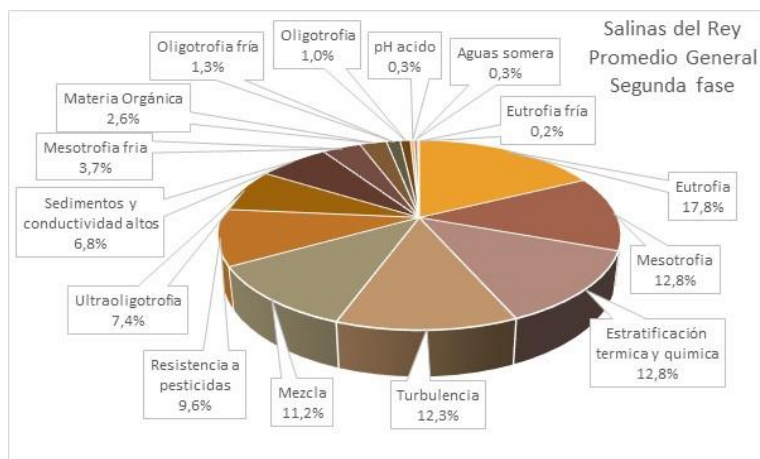


Figura 8-400. Procesos bioindicados por el fitoplancton en el Punto 1 de muestreo, vertimiento de Salinas del Rey, Segunda Fase

Se realizó un dendrograma de similitud para establecer relaciones entre las dos fases de muestreo. Se encontró que las dos fases son similares en menos del 50%, indicando que la diversidad en el punto varió de una fase a otra. Esto se explica por el aumento de la riqueza y de la densidad promedio total (pasó de 5 Células/mL a 12,6 Células/mL). Los procesos mostrados en el análisis de la bioindicación muestran indicios de contaminación,

posiblemente por materia orgánica. Se deben realizar más estudios en el área y ver el comportamiento de este cuerpo de agua en los ciclos estacionales (Figura 8-401).

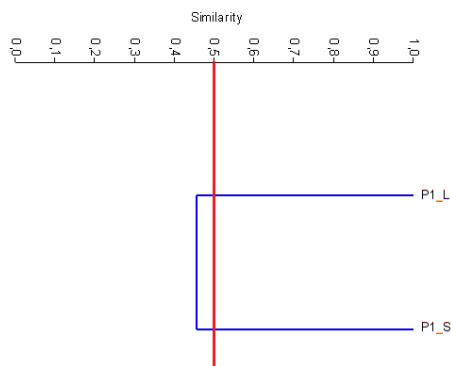


Figura 8-401. Dendrograma de similitud entre las dos fases de muestreo para la comunidad de Fitoplancton

8.4.1.1.3 Macrófitas acuáticas

Se encontraron 4 especies de Macrófitas durante la Primera Fase, pertenecientes a 3 Familias, 3 Órdenes, 2 Clases y 1 División (Tabla 8-298). Poaceae fue la Familia que registró la mayor abundancia relativa promedio, con 5. En la Segunda Fase, la comunidad estuvo representada por 4 especies, 4 Familias, 4 Órdenes, 2 Clases y 1 División (Tabla 8-299). Esta vez, Onagraceae tuvo la mayor abundancia relativa promedio, con 4.

Tabla 8-298. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en el vertimiento de Salinas del Rey durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Lemna sp</i>	Lenteja de Agua
					<i>Pistia sp</i>	Lechuga de Agua
		Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Hierba	
		Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	Lechosa

Tabla 8-299. Riqueza de las macrófitas acuáticas reportadas en el vertimiento de Salinas del Rey durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Nombre Común
Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Lemna sp</i>	Lenteja de Agua
			Poales	Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Hierba
		Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Dormidera
			Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia sp</i>	Lechosa

De acuerdo con Schmidt-Mumm (1988), se describieron dos biotopos en la comunidad de Macrófitas Acuáticas en los dos períodos de campo, Acropleustophyta y Helophyta. Durante la Primera Fase de muestreo estos dos biotopos estuvieron equitativamente representadas, obteniendo ambas 50% (Tabla 8-300 y Figura 8-402-A) mientras, en la segunda Fase, las Helófitas dominaron, presentándose en casi un 70% (Tabla 8-301 y Figura 8-402-B).

Tabla 8-300. Biotopo para las macrófitas acuáticas reportadas en el vertimiento de Salinas del Rey, Primera Fase.

Familia	Taxa	Biotopo
Araceae	<i>Lemna sp</i>	Acropleustophyta
Araceae	<i>Pistia sp</i>	Acropleustophyta
Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Helófitas
Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	Helófitas

Tabla 8-301. Biotopo para las macrófitas acuáticas reportadas en el vertimiento de Salinas del Rey, Primera Fase.

Familia	Taxa	Biotopo
Araceae	<i>Lemna sp</i>	Acropleustophyta
Poaceae	<i>Paspalum sp</i>	Helófitas
Fabaceae	<i>Neptunia sp</i>	Helófitas
Onagraceae	<i>Ludwigia sp</i>	Helófitas

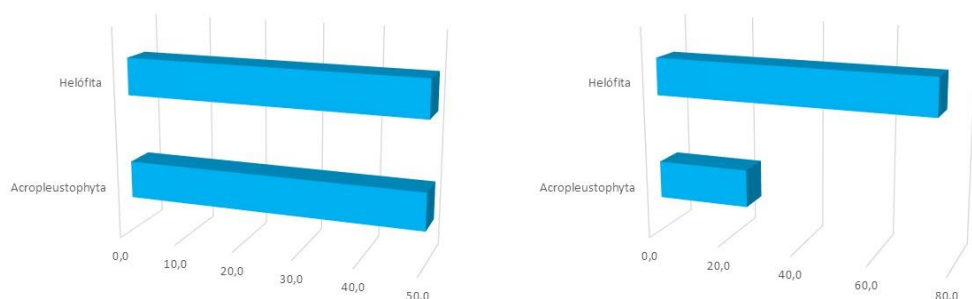


Figura 8-402. Espectro biotológico de las proporciones de especies en las diferentes formas de vida (biotopos) A) Primera Fase B) Segunda Fase

8.4.1.2 . Comunidades de consumidores

8.4.1.2.1 Zooplancton

En el vertimiento de Salinas del Rey, la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 24 especies, distribuidas en 12 familias 7 Órdenes, 5 Clases y 3 Phylum. El mayor aporte a la riqueza lo realizó la Clase Eurotatoria, con 18 especie (75%

de la riqueza total), seguido de la Clase Lobosa y Maxillopoda con 8,3% cada una (2 especies respectivamente), siendo las Clases Branchiopoda y Malacostraca las que menos contribuyeron, con 1 especie cada una (4,2% respectivamente) (Tabla 8-302). Por su parte la clasificación general de 14 taxones zooplanctónicos encontrados en la Segunda Fase se presentan en la Tabla 8-303, distribuidos en 11 familias, 6 ordenes, 5 clases y 3 Phylum.

La riqueza tomando como referencias las clases para la Segunda Fase Figura 8-403 B, muestra que Eurotatoria suministro la mayor riqueza con 6 especies (42,9%), seguido de Branchiopoda con 3 Taxas (21,4%), Lobosa y Maxillododa aportaron 2 especies lo que sumado equivale a un (28,6%) y por último se encuentra la clase no determinada Arthropoda-ND con una morfoespecie.

Tabla 8-302. Composición de la comunidad Zooplanctónica del vertimiento de Salinas del Rey, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia sp</i>	
		Malacostraca	ND	ND	Larva Nauplio	
		Maxillopoda	Calanoida	N.D.	Calanoida Morfoespecie 1	
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Harpacticoida	Canthocamptidae	<i>Bryocamptus minutus</i>
				Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella sp</i>
					Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i> <i>Filinia terminalis</i>
				Lecanidae	<i>Brachionus angularis</i> <i>Brachionus bidentata</i> <i>Brachionus caudatus (Morfortipo 1)</i> <i>Brachionus plicatilis</i> <i>Brachionus sp</i> <i>Brachionus sp quadridentatus</i> <i>Brachionus urceolaris</i>	
					<i>Platylabus quadricornis</i> <i>Lecane bulla bulla</i> <i>Lecane curvicornis curvicornis</i>	
					<i>Lecane leontina</i> <i>Lecane luna</i> <i>Lecane remanei</i>	
					Notommatidae	<i>Notommata sp</i>
					Synchaetidae	<i>Polyarthra sp 1</i>
					Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
					Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>

Tabla 8-303 Composición de la comunidad Zooplanctónica del vertimiento de Salinas del Rey, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Acantholeberidae	<i>Acantholeberis sp</i>	
				NA	<i>Daphnia magna</i>	
				ND	Branchiopoda sp	
				Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Megacyclops sp</i>
	ND-Arthropoda	ND	ND	Harpacticoida	Euterpinae	<i>Euterpina spp</i>
				ND	Larva Nauplio	
				ND	Morfoespecie 1	
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i> <i>Brachionus patulus patulus</i>		

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
					<i>Lecane bulla bulla</i>
				Lecanidae	<i>Lecane leontina</i>
					<i>Lecane luna</i>
				Scaridiidae	<i>Scaridium longicaudum</i>
				Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropxyidae	<i>Centropxyis aculeata</i>

Se evidenció en la Primera Fase el predominio de las abundancia de la Clase Eurotatoria con 92,7 Organismos/L (82,1%), seguida por la Clase Malacostraca con 15,1 Organismos/L (13,4%); menores contribuciones hicieron la Clase Lobosa (3,2 Organismos /L, 2,9%), Maxillopoda (1,3 Organismos/L, 1,1%) y la Clase Branchiopoda (0,6 Organismos/L, 0,6%) (Figura 8-403 A).

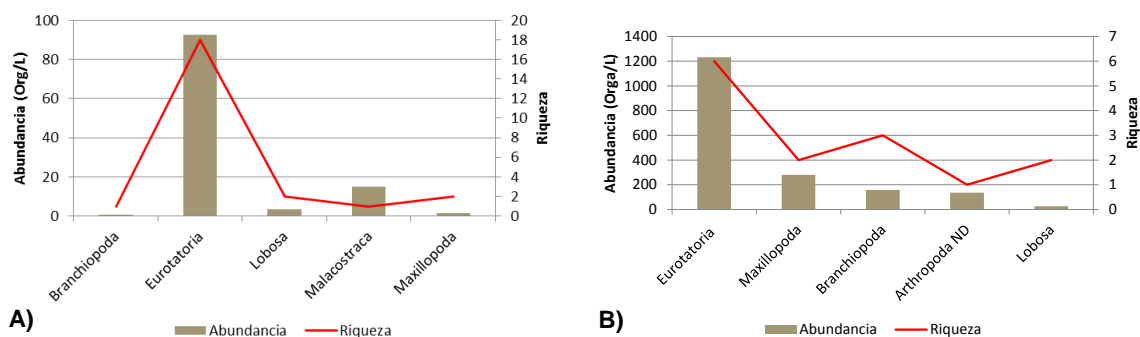


Figura 8-403. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en el vertimiento de Salinas del Rey. Primera Fase A) y Segunda Fase: B)

Entre tanto, las abundancias en la Segunda Fase se pueden observar en la Figura 8-403-B, estas estuvieron dominadas por clase Eurotatoria con 1231,8 Organismos/L (67,2%), procedido de Maxillopoda 279,7 Organismos/L (15,3%), Branchiopoda 158,0 Organismos/L y (8,6%), Arthropoda-ND 135,9 Organismos/L (7,4%) y Lobosa 26,7 Organismos/L (1,5%)

La estructura de la comunidad zooplanctónica presentó valores de dominancia bajos, con equidades medio altas ($\lambda' = 0,16$ $J' = 0,73$, respectivamente). Por su parte el índice de diversidad de Shannon-Wiener, bajo interpretación del índice dada por Roldán y Ramírez (2008), determina la presencia de “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-304).

Tabla 8-304. Índices ecológicos del zooplancton en el vertimiento de Salinas del Rey, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	24	0,73	2,32	0,16

Tabla 8-305 Índices ecológicos del zooplancton en el vertimiento de Salinas del Rey, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	A'
Punto 1	14	0,80	2,11	0,17

Los resultados de la evaluación de la diversidad para la Segunda Fase se muestran en la Tabla 8-305 se puede observar que en el punto de muestreo se obtuvo un valor de riqueza de 14, donde queda evidenciado una disminución de la riqueza comparado con el valor obtenido durante la Primera Fase Tabla 8-304, por su parte el índice de dominancia de Simpson mostro valores acorde con la riqueza, puesto que a medida que el índice se incrementa comparado con la Primera Fase, la diversidad decrecía, por lo cual se puede notar que la diversidad disminuye en el punto 1, entre tanto la equidad de Pielou presenta valores de $J' = 0,8$ cercanos a uno lo que quiere decir que las especies del punto son abundantes, el índice de diversidad de Shannon-Wiener presento un valor de (2,11 bits/Individuo), lo que bajo lo indicado por Roldán y Ramírez (2008), podría indicar “aguas medianamente contaminadas coincidiendo con la indicación para la Primera Fase.

En Salinas Del Rey solo se ubicó un punto de muestreo, por lo que no se pudo determinar si existían diferencias entre las medias por día de muestreo; debido a que estadísticamente no es viable trabajar con un punto, puesto que no se tiene con qué contrastar o comparar, como se evidencia en la Figura 8-404.

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que la comunidad de zooplancton evaluada presenta tres bioindicaciones prevalentes, eutrofia, pH alcalino y altos contenidos de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos, todas ellas en la misma proporción (32%), además se encontraron bioindicaciones de meso a eutrofia y mesotrofia, en baja proporción (2% cada una) (Figura 8-405-A). Para la Segunda Fase (Figura 8-405-B), se bioindicaron cinco procesos altos contenidos de calcio, cloruros, sulfatos y carbonatos (31%), pH alcalino (31%), Eutrofia (17%), aguas duras (11%) y mesotrofia (10%),

SALINAS DEL REY (ZOOPLANCTON)

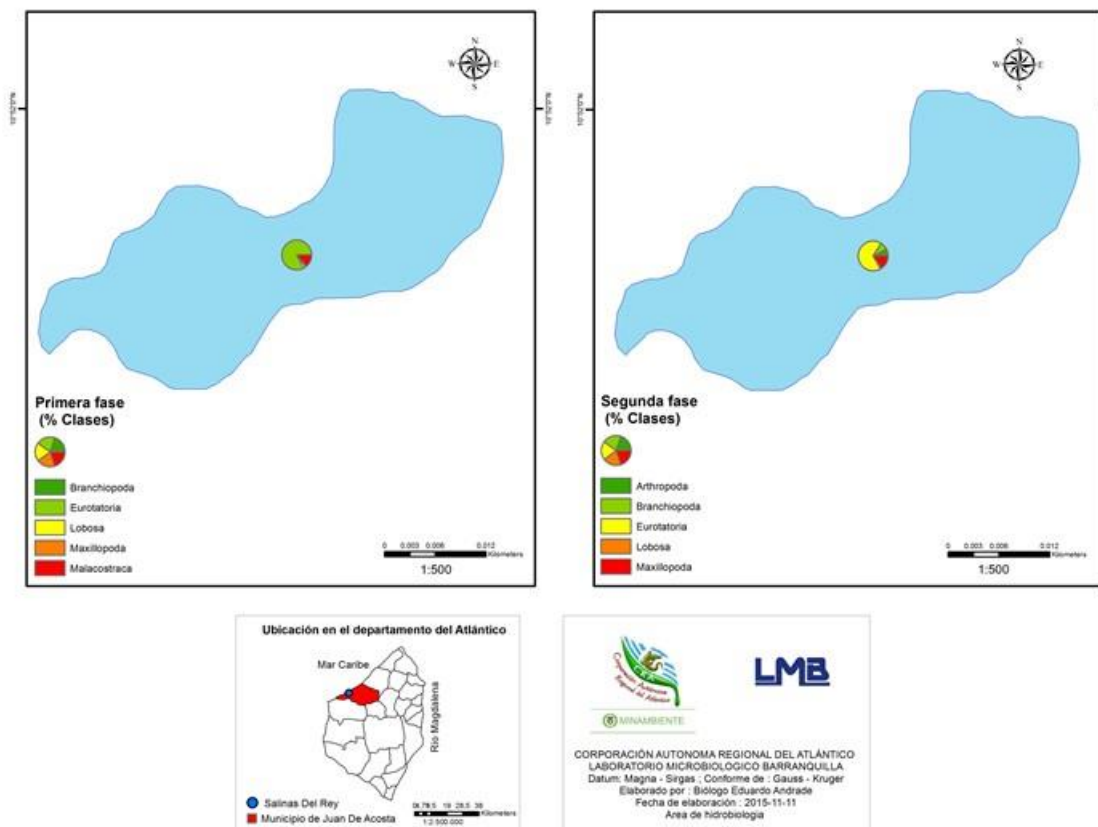


Figura 8-404. Distribución del zooplancton (AR% por clase) en el Vertimiento Salinas del Rey

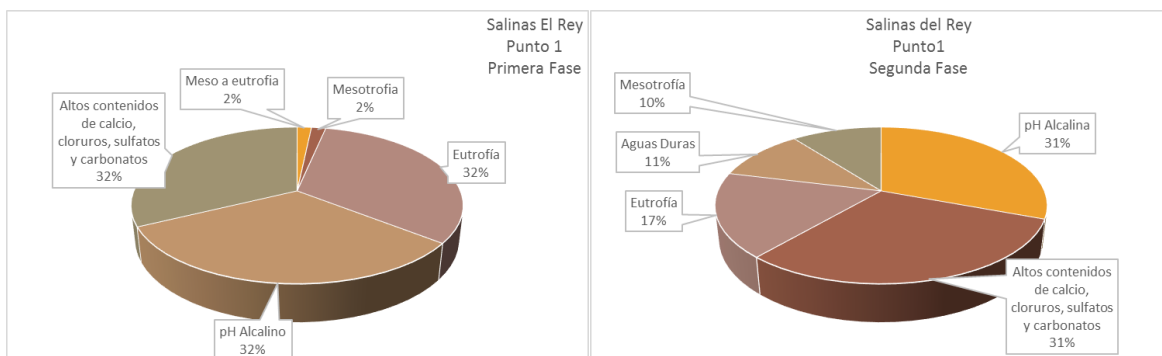


Figura 8-405. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Salinas del Rey, Primera y Segunda Fase

Se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, con un 50% de similitud Figura 8-406.

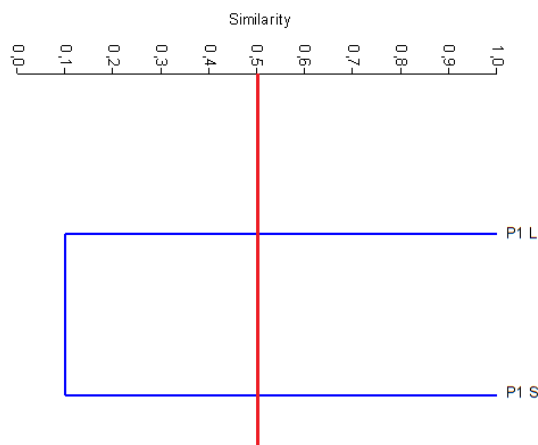


Figura 8-406. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en el vertimiento de Salinas del Rey durante las dos fases, S) Primera Fase L) Segunda Fase

Es posible que las diferencias de similitud encontradas entre la Primera y Segunda Fase, estén relacionadas con la baja diversidad que se obtuvo en el segundo periodo de muestreo y al incremento de la densidad de las abundancias por clases, quizás esto pudo darse por algún cambio en las condiciones ambientales durante la Segunda Fase, donde algunas especies lograron mantenerse presentes en el cuerpo de agua aumentando su densidad y generaron un desplazamiento o disminución de las abundancias de otras especies que no se pudieron establecer en el tiempo en que se tomaron las muestras de la Segunda Fase.

8.4.1.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos del vertimiento de Salinas del Rey, durante la Primera Fase, estuvieron representados por 20 morfoespecies pertenecientes a 15 familias, 5 Órdenes y 2 Clases. La contribución a la riqueza realizada por la Clase Insecta fue del 95%, con un total de 19 morfoespecies, mientras que la contribución realizada por la Clase Clitellata fue de 1 morfoespecie, 5%. Igualmente en la abundancia, la Clase Insecta contribuyó en mayor proporción, 96% (1287,4 Organismos/m²), mientras la Clase Clitellata lo hizo con el 4% (53,4 Organismos/m²) (Tabla 8-306 y Figura 8-407-A). Posteriormente, durante la Segunda Fase, la comunidad estuvo representada por 5 morfoespecies pertenecientes a 5 familias, 4 Órdenes y 2 Clases; siendo la Clase Insecta, la de mayor riqueza (4 morfoespecies, 80%) y abundante (208,3 Organismos/m², 52,8%), seguida de la Clase Clitellata tanto en riqueza (1 morfoespecie, 20%), como en abundancia (185,9 Organismos/m², 47,2%) (Tabla 8-307 y Figura 8-407)

Tabla 8-306. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el vertimiento de Salinas del Rey, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa		
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Tubificidae	Morfoespecie 1		
				Dytiscidae	Morfoespecie Adulto		
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Morfoespecie Adulto		
				Gyrinidae	Morfoespecie		
					<i>Berosus sp1</i>		
				Hydrophilidae	<i>Hydrophilus sp1</i>		
					Morfoespecie 1		
				Noteridae	Morfoespecie 1		
				Ceratopogonidae	Morfoespecie 1		
				Chironomidae	Morfoespecie 1		
				Diptera	Culicidae		Morfoespecie Larva
							Morfoespecie Pupa
		<i>Culex sp1</i>					
	Stratiomyidae	Morfoespecie 1					
	Hemiptera	Belostomatidae		Morfoespecie 1			
				<i>Belostoma sp1</i>			
			Naucoridae	Morfoespecie 1			
Odonata	Libellulidae		Morfoespecie 1				
			Morfoespecie 1				

Tabla 8-307. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el vertimiento de Salinas del Rey, Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Tubificidae	Morfoespecie 1
			Coleoptera	Hydrophilidae	Morfoespecie (larva)
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1
				Tabanidae	Morfoespecie
			Trichoptera	Glossosomatidae	Morfoespecie (larva)

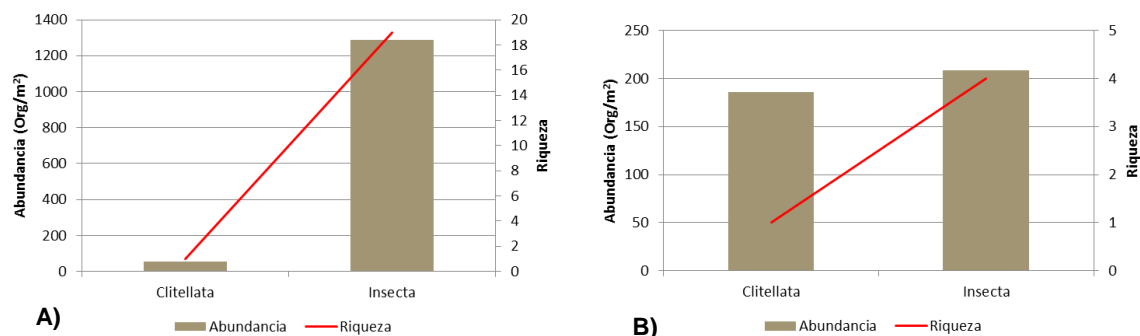


Figura 8-407. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en el vertimiento de Salinas del Rey A) Primera Fase B) Segunda Fase

Los índices ecológicos calculados para la Primera Fase permitieron indicar de la estructura de la comunidad, que la dominancia es muy baja ($\lambda' = 0,07$), mientras que la equidad fue muy alta ($J' = 0,93$), siendo una comunidad que indica la presencia de “aguas muy contaminadas”, bajo la interpretación del índice de Shannon-Wiener, realizada por Roldán y Ramírez (2008) (Tabla 8-308); de igual manera, para la Segunda Fase, se encontró una dominancia baja ($\lambda' = 0,32$), una equidad alta ($J' = 0,82$) y una diversidad alta ($H' = 1,32$), valor que indica la presencia de “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-309).

Tabla 8-308. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de Salinas del Rey, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	20	0,93	2,78	0,07

Tabla 8-309. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento de Salinas del Rey, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 1	5	0,82	1,32	0,32

El análisis de los valores del índice BMWP/Col puso en evidencia que en el punto evaluado en Salinas de Rey presenta una calidad de agua “aceptable”, con “aguas ligeramente contaminadas o donde se evidencian efectos de contaminación” (Tabla 8-310). Así mismo el valor del índice ASPT, indicó la presencia de aguas de calidad “dudosa” o “moderadamente contaminadas”; adicionalmente, la ausencia de efemerópteros, plecópteros, tricópteros, los valores de los índices EPT:C, EPT:Total, permiten indicar que hay cierto grado de contaminación. Más durante la Segunda Fase, los valores de los índices BMWP/Col y ASTP, indicaron la presencia de aguas con calidad “muy crítica” o “aguas fuertemente contaminadas, y en situación crítica”, lo cual fue ratificado por la ausencia de efemerópteros, plecópteros, tricópteros (Tabla 8-311); la representación gráfica del índice BMWP/Col se observa en la Figura 8-408.

Tabla 8-310. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el Vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

Punto 1	
Familias que puntúan	14
Índice BMWP/Col	69
Valor ASPT	4,9
EPT	0,0
EPT:C	0,0
EPT:Total	0,0

Tabla 8-311. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el Vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Segunda Fase

P1	
Familias que puntúan	4
Índice BMWP/Col	11
Valor ASPT	2,8
EPT	0,0
EPT:C	0,0
EPT:Total	0,0

Al evaluar la bioindicación mediante las referencias de Pinilla, 2000, se evidenció que durante la Primera Fase predominaron las “aguas limpias” (30%), seguida de la bioindicación de “aguas medianamente contaminadas”, “aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas”, “sequía”, “sedimentos planctónicos” y “aguas turbias” entre otros, los cuales se observan en la Figura 8-409; más durante la Segunda Fase, las bioindicaciones predominantes fueron “aguas polisapróbicas”, “sedimentos alóctonos” y “aguas limpias a medianamente contaminadas”, cada una con un aporte del 17,1%, seguidas de “aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas”, “sequía” y “sedimentos planctónicos” (10,3% cada una), y cuatro bioindicaciones más que se observan en la Figura 8-410.

SALINAS DEL REY (BMWP/Col)

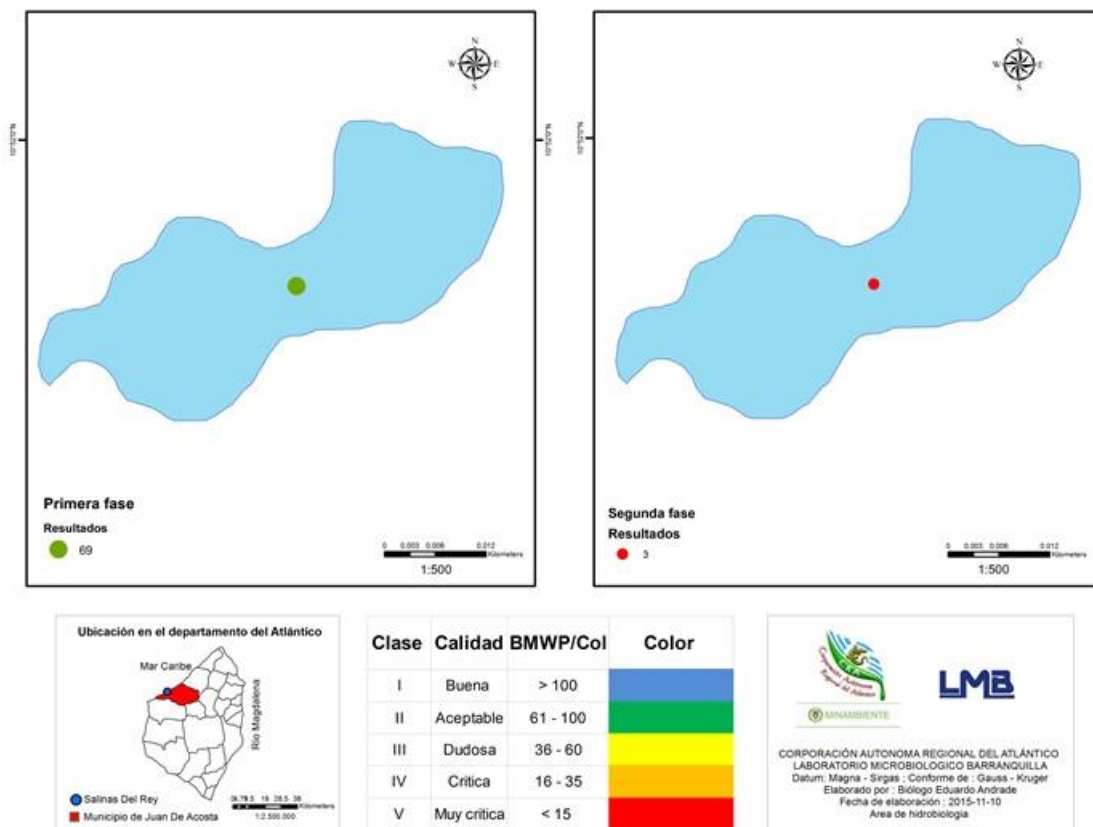


Figura 8-408. Índice BMWP/Col en el vertimiento de Salinas el Rey, Primera y Segunda Fase

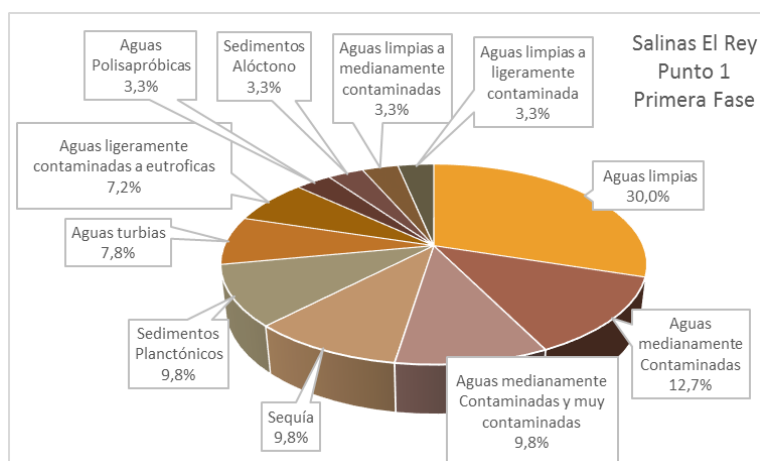


Figura 8-409. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Primera Fase

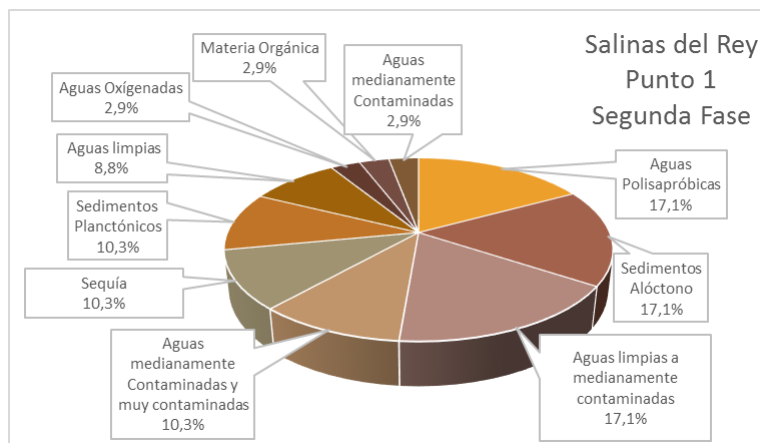


Figura 8-410. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S., Segunda Fase

Los análisis realizados en el vertimiento de Salinas del Rey develaron que la composición de la comunidad bentónica durante la Primera y la Segunda Fase está representada por organismos de las clases Clitellata e Insecta; siendo los insectos los más representativos para la riqueza y la abundancia, tanto en la Primera Fase (19 morfoespecies y 1287,4 Organismos/m²), como en la Segunda Fase (4 morfoespecies y 208,3 Organismos/m²); resaltamos que la Clase Clitellata pasó de aportar un 4% a la abundancia (53,4 Organismos/m²) durante la Primera Fase a un 47,2% (185,9 Organismos/m²) en la Segunda Fase; por su parte la calidad de aguas expresada por el índice BMWP/Col fue “aceptable”, lo que indica aguas ligeramente contaminadas”, durante la Primera Fase y “muy crítica”, durante la Segunda Fase. Seguramente las fluctuaciones temporales se debieron a que la sequía presentada durante el año 2015 se mantuvo implacable, reduciendo considerablemente el volumen de agua del sitio de muestreo haciendo que éste adquiriera características de un sistema eutrofizado.

SALINAS DEL REY (BENTOS)

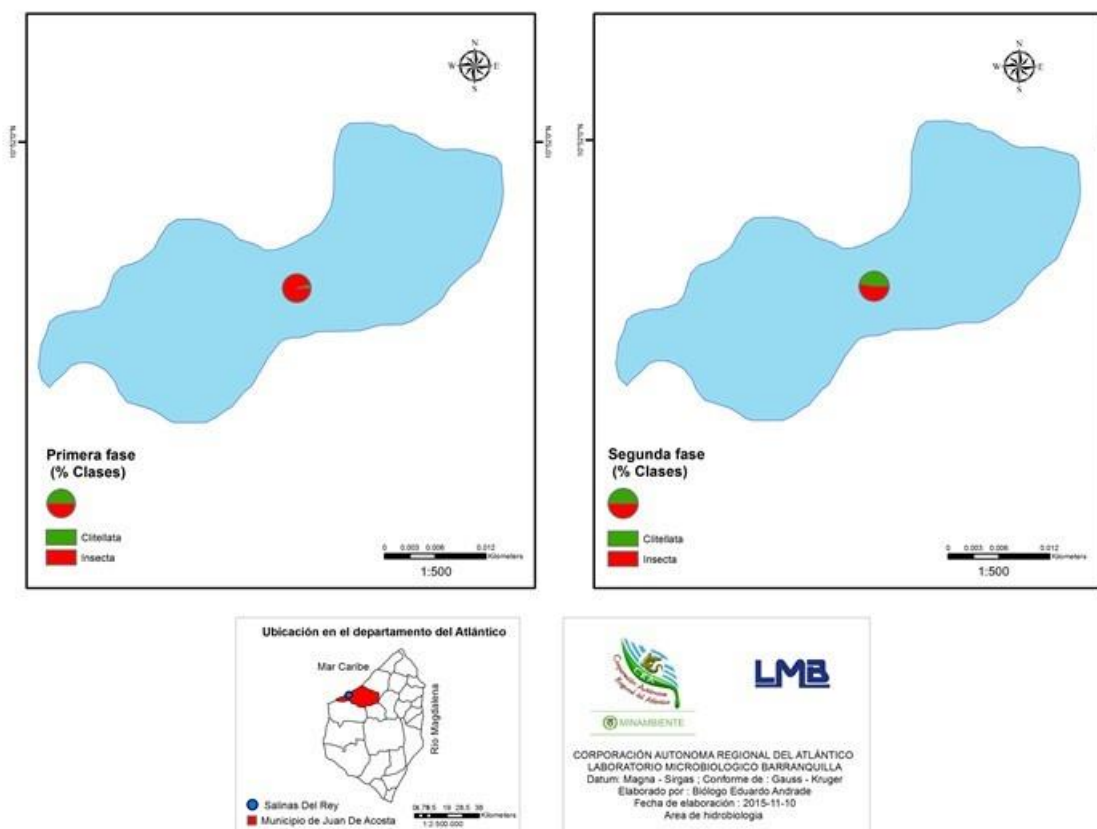


Figura 8-411. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en el Vertimiento Salinas del Rey

8.4.1.2.3 Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, durante la Primera, como en la Segunda Fase, no se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad, en el cuerpo de agua evaluado.

8.4.2 Playa Tubará

En el vertimiento de Playa Tubará 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 del estado trófico de este sistema. Tanto en el monitoreo de la Primera Fase, como durante la Segunda Fase, el punto antes del vertimiento entregado se encontraba seco. El código de orden de entrada para las muestras de la Primera Fase correspondió al 18065 y para la Segunda Fase 19192.

8.4.2.1 Comunidades de productores primarios

8.4.2.1.1 Fitoperifiton

La comunidad fitoperifítica de las estaciones del Vertimiento de Playa Tubará presentó una comunidad representada en 4 especies, pertenecientes a 4 familias, 4 Órdenes, 2 Clases y 2 Divisiones. La División Cyanobacteria fue la que contribuyó en mayor proporción a la riqueza de especies (3 especies, 75%) (Tabla 8-312); igualmente lo realizó en abundancia (161,7 Células/cm², 99,3%). Chlorophyta aportó 1 morfoespecie (25%), reportando una abundancia de 1,1 Células/cm², siendo esto el 0,7%. Las abundancias de la comunidad fitoperifítica registrada se observan en el Anexo F.

Durante la Segunda Fase no se encontraron sustratos para el desarrollo de la comunidad en este punto de muestreo.

Tabla 8-312. Composición de la comunidad Fitoperifítica en el Vertimiento de Playa Tubará, Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Rivulariaceae	<i>Calothrix spp</i>
			Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium spp</i>

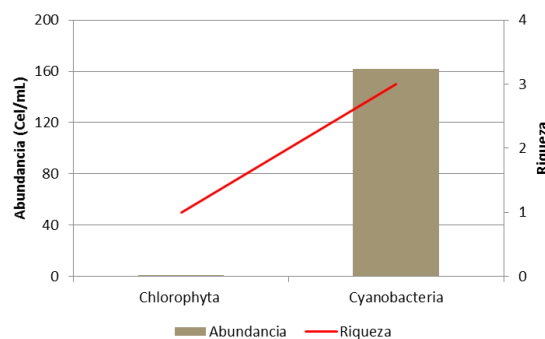


Figura 8-412. Contribución a la abundancia y la riqueza del fitoplancton en el Vertimiento de Playa Tubará

Al observar los índices de diversidad, se pone en evidencia que la estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson indica una comunidad con dominancia medio alta ($\lambda'=0,76$) y una equidad baja ($J'=0,32$); por su parte, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, con la interpretación realizada por Roldán y Ramírez (2008), indica un ecosistema con “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-313).

Tabla 8-313. Índices ecológicos del Fitoperifiton en el Vertimiento de Playa Tubará, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 2	4	0,32	0,44	0,76

No se pudo aplicar la prueba de Kruskal-Wallis para establecer diferencias entre los días de campo, debido a que solo se analizó un punto de muestreo. Se evidenció también la composición de la comunidad fitoperifítica fue en su mayoría de Cianobacterias (Figura 8-413).

Por otra parte, no se pudieron establecer los procesos bioindicados por los géneros del fitoperifiton, debido a que la literatura disponible solo comprende ecosistemas dulceacuícolas, no siendo el caso. A pesar de la presencia de géneros con especies marinas, como *Calothrix* o *Leptolyngbya*, se puede presumir una influencia dulceacuícola en el lugar de muestreo, debido a la presencia de *Komvophoron* y *Dictyosphaerium*, producto posiblemente de un cambio ambiental. Cuando ocurren estos cambios, suelen aparecer en la comunidad especies dominantes sobre las otras, tal y como lo muestra el índice de Simpson ($\lambda'=0,76$), bajando consigo los valores de equidad en la comunidad.

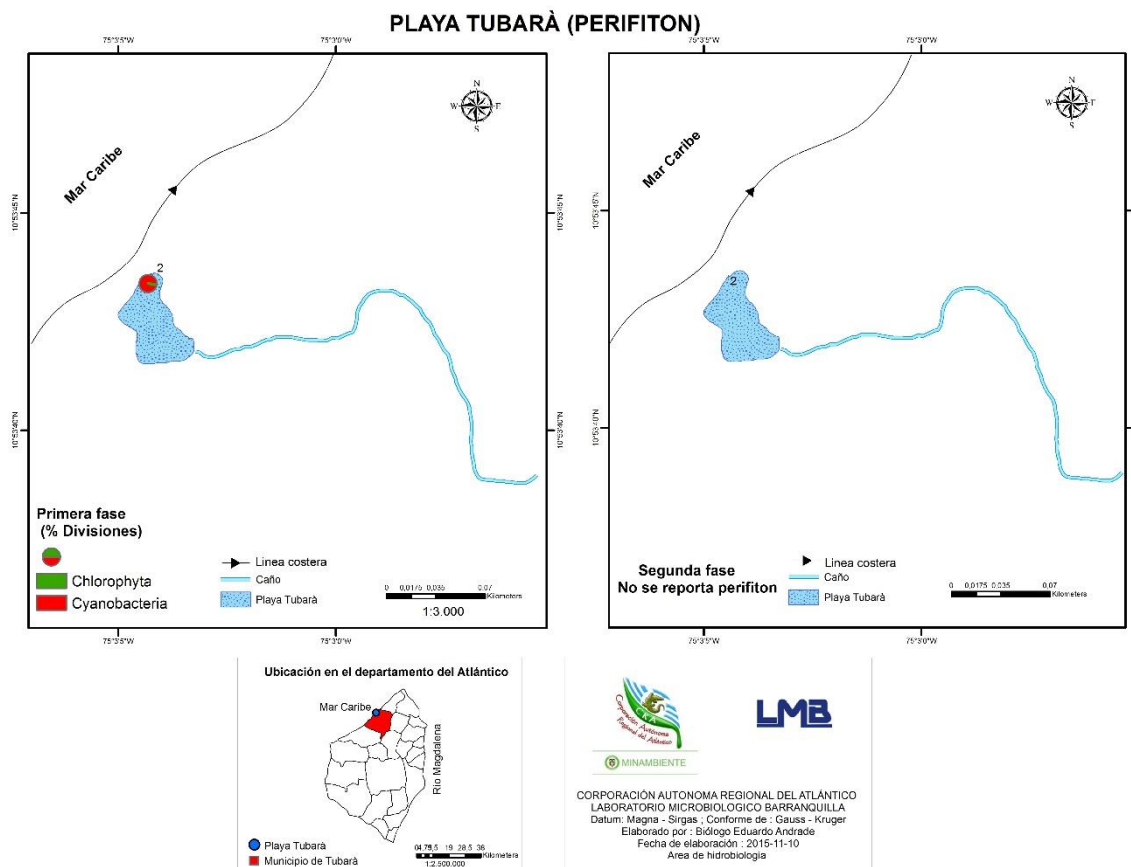


Figura 8-413. Distribución de los organismos fitoperifiton (AR% por clase) en playa Tubará, Primera y Segunda Fase

8.4.2.1.2 Fitoplancton

En el vertimiento en Playa Tubará, la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 34 morfoespecies pertenecientes a 27 Familias, 18 Órdenes, 9 Clases y 6 Divisiones (Tabla 8-314). La División Chlorophyta fue la que mayor aportó a la riqueza, alcanzando el 35,3% de la riqueza total (12 especies), seguida por la contribución realizada por la División Cyanobacteria, 32,4% (11 especies) y Bacillariophyta, 20,6% (7 especies) y Euglenozoa con 13,3% (2 especies) y por último las divisiones Charophyta y Ochrophyta, aportando 2,9% (1 especie) cada una. En la Segunda Fase se reportaron 11 morfoespecies, distribuidas en 9 Familias, 8 Órdenes, 4 Clases y 3 Divisiones (Tabla 8-315). La División Cyanobacteria tuvo la mayor riqueza, con 6 morfoespecies (54,5%), seguida de Bacillariophyta, con 4 morfoespecies (36,4%), y Chlorophyta con 1 morfoespecie (9,1%).

Tabla 8-314. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el vertimiento en Playa Tubará durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa						
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>						
			Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella spp</i>						
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>						
				Stauroneidaceae	<i>Craticula spp</i>						
			Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria spp</i>					
	Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>							
	Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Pleurochloridaceae	<i>Goniochloris spp</i>						
			ND	ND	Morfoespecie 1						
	Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>					
					Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria spp</i>					
Microcystaceae					<i>Microcystis spp</i>						
Nostocales				Nostocaceae	<i>Raphidiopsis spp</i>						
				Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i>						
Oscillatoriales				Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i>						
				Phormidium spp							
Pseudanabaenales				Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>						
				Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena spp</i>						
Synechococcales				Leptolyngbyaceae	<i>Planktolyngbya spp</i>						
				Merismopediaceae	<i>Merismopedia spp</i>						
				Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium spp</i>					
Plantae				Charophyta	Conjugatophyceae	Chlamydomonadales	Treubariaceae	<i>Treubaria triappendiculata</i>			
							Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium spp</i>		
							Hydrodictyceae	<i>Tetraëdron cf. muticum</i> <i>Tetraëdron minimum</i>			
	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales			Neochloridaceae	<i>Golenkinia spp</i> <i>Coelastrum astroideum</i> <i>Coelastrum microporum</i> <i>Scenedesmus bicaudatus</i>				
						Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Scenedesmus quadrispina</i>				
						Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>				
						Trebouxiophyceae	Ordo incertae sedis	Familia incertae sedis	<i>Crucigenia crucifera</i>		
						Protozoa	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena spp</i> <i>Lepocinclis spp</i>

Tabla 8-315. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en el vertimiento en Playa Tubará durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca spp</i> <i>Nitzschia spp</i>
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula spp</i>
		Mediophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella spp</i>
			Chroococcales	Gomphosphaeriaceae	<i>Coelosphaerium sp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Borziaceae	<i>Komvophoron spp</i> <i>Leibleinia spp</i> <i>Phormidium spp</i>
				Phormidiaceae	
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
			Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Planktolyngbya spp</i>
			Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae

Durante la Primera Fase, la contribución a la abundancia fue encabezada por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 48,1% a la abundancia total (20,8 Células/mL), seguida por la División Chlorophyta con 29,3% (12,7 Células/mL), Bacillariophyta con 22,2% (9,6 Células/mL) y las divisiones Euglenozoa, Charophyta y Ochrophyta con aportes del 0,2, 0,1 y 0,04% respectivamente, lo que equivale a abundancias de 0,10, 0,05 y 0,02 Células/mL, respectivamente (Figura 8-414-A). Cyanobacteria fue también la División dominante en la Segunda Fase, esta vez con 0,28 Células/mL (64%), seguida de Bacillariophyta con 0,15 Células/mL (35%), y Chlorophyta 0,002 Células/mL (0,5%) (Tabla 8-308).

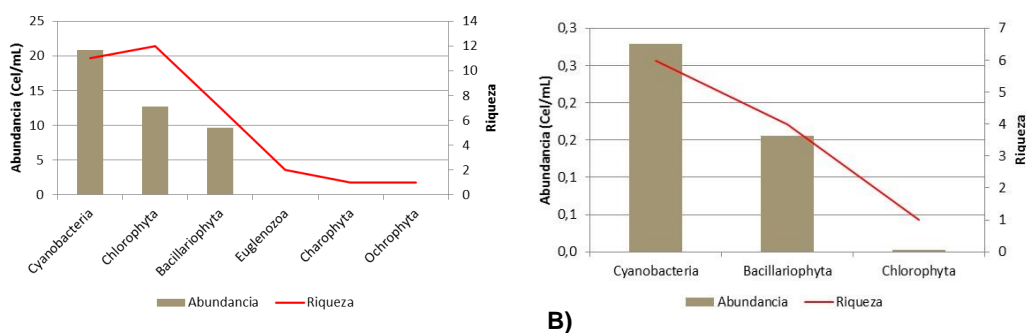


Figura 8-414. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en el vertimiento en Playa Tubará durante el año 2015 A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la Primera Fase, se evidencia una comunidad con una equidad media ($J'=0,65$) y una baja dominancia ($\lambda'=0,13$); así mismo, la interpretación del índice de Shannon-Wiener muestra “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-316). En la Segunda Fase, se presentó una equidad de $J'=0,90$, y una dominancia de $\lambda'=0,12$, mostrando una comunidad con diversidad media. La interpretación del índice de Shannon-Wiener muestra “aguas medianamente contaminadas”.

Tabla 8-316. Índices ecológicos en el vertimiento en Playa Tubará durante la Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 2	34	0,65	2,28	0,13

Tabla 8-317. Índices ecológicos en el vertimiento en Playa Tubará, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Punto 2	11	0,90	2,16	-0,12

No se pudo realizar la prueba de Kruskal-Wallis, debido a que solo se analizó un punto, y se necesitan al menos dos para estimar las diferencias entre los días de muestreo. Por otra parte, no se pudieron establecer los procesos bioindicados por los géneros del fitoplancton, debido a que la literatura disponible solo comprende ecosistemas dulceacuícolas, no siendo el caso. Se realizó un dendrograma de similitud para comparar las dos fases de muestreo, encontrándose que estas presentan una similitud menor al 10%, mostrando un cambio en la comunidad (Figura 8-414). Los análisis muestran que la comunidad sufrió un cambio en la diversidad, aunque los índices ecológicos no variaron. La reducción en la composición de especies, pudo haberse debido a fluctuaciones de las mareas en el mar Caribe, que incide directamente este punto. Se puede observar la presencia de géneros, como *Cylindrotheca Nitzschia*, *Navicula* y *Cyclotella*, con especies marinas, mostrando la influencia en este punto. Dichas diferencias pudieron ser resultado de la diferencia en la composición de la comunidad, como se observa en la Figura 8-416.

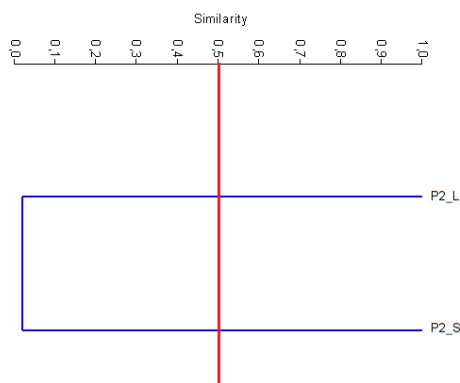


Figura 8-415. Dendrograma de similaridad entre los puntos de las dos fases de muestreo, en el Vertimiento Playa Tubará.

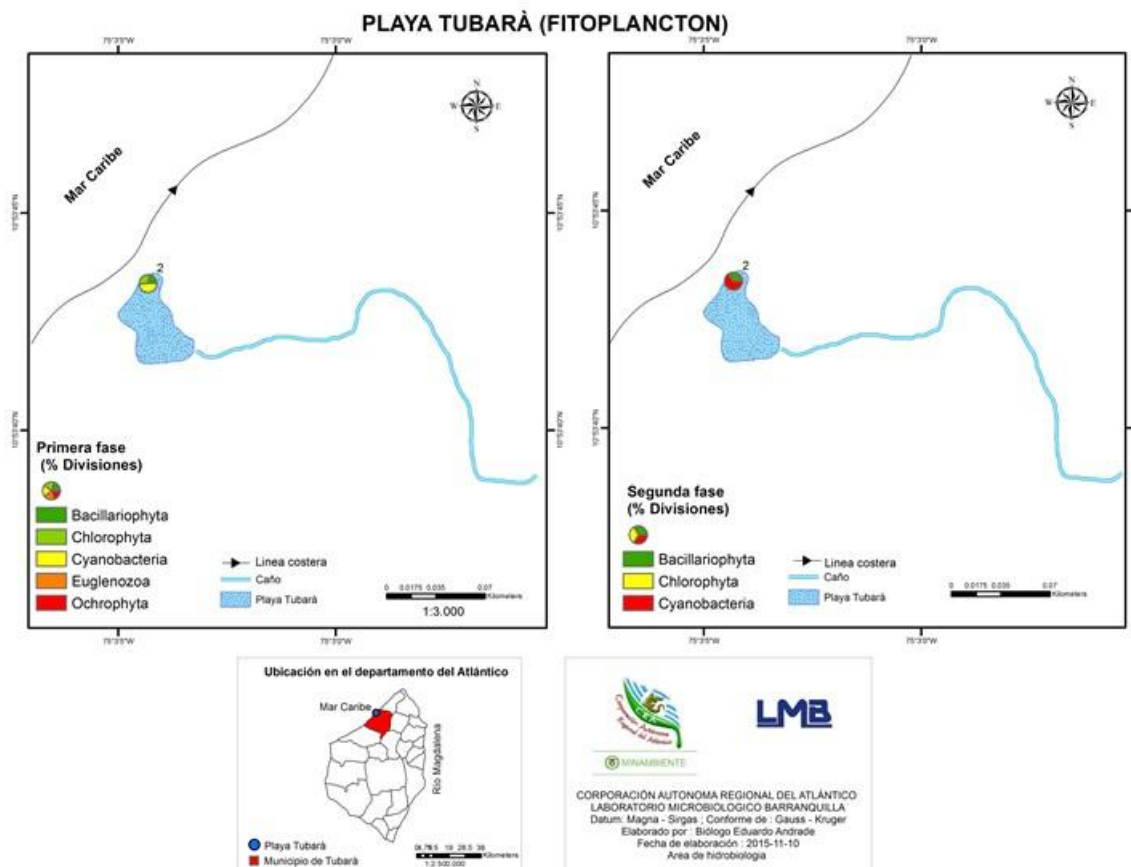


Figura 8-416. Distribución de los organismos fitoplancton (AR% por clase) en playa Tubará, Primera y Segunda Fase

8.4.2.1.3 Macrófitas acuáticas

En este vertimiento no se reportaron macrófitas en los sitios muestreados, en ninguna de las Fases de Campo. Esto se debe posiblemente a las condiciones estuarinas del área.

8.4.2.2 . Comunidades de consumidores

8.4.2.2.1 Zooplancton

En el vertimiento en Playa Tubará, la comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 7 especies, distribuidas en 5 familias 5 Órdenes, 5 Clases y 3 Phylum. El mayor aporte a la riqueza lo realizaron las clases Eurotatoria y Maxillopoda, con 2 especies (28,6% de la riqueza total) cada una, seguido de la Clase Lobosa, Malacostraca

y una clase no determinada de Arthropoda, con una especie cada una (14,3% por clase) (Tabla 8-318). Durante la Segunda Fase se encontraron 10 especies repartidos en 5 familias, 5 órdenes, 3 clases y 2 Phylum (Tabla 8-319).

El comportamiento de la riqueza por clases para la Segunda Fase se pueden observar en la Figura 8-417, donde la clase Maxillopoda presento la mayor riqueza 6 especies (60%) antecedido por Eurotatoria con 2 especies (20%) y la clase no determinada Arthropoda-ND con 2 morfoespecies aportan el (20%) de la riqueza total.

Tabla 8-318. Composición de la comunidad Zooplanctónica del vertimiento en Playa Tubará, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
		Malacostraca	ND	ND	Larva Nauplio
Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	ND	Calanoida Morfoespecie 1
					Calanoida Morfoespecie 2
		Arthropoda-ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 1
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane remanei</i>
					<i>Lecane sp</i>
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>

Tabla 8-319 Composición de la comunidad Zooplanctónica del vertimiento en Playa Tubará, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	Diptomidae	<i>Diaptomus sp</i>
					<i>Eudiaptomus sp</i>
			Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Eucyclops sp</i>
					<i>Macrocyclus fuscus</i>
					<i>Macrocyclus sp</i>
			Harpacticoida	Euterpinidae	<i>Euterpina spp</i>
	Arthropoda-ND	ND	ND	Larva Nauplio Morfoespecie 2	
Larva Nauplio Morfoespecie 1					
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus plicatilis</i>	
				<i>Brachionus urceolaris</i>	

Se evidenció el predominio de las abundancias de la Clase Maxillopoda (82,3 Organismos/L, 36,7%), la clase no determinada del Phylum Arthropoda (66,3 Organismos/L, 29,6%) y la Clase Malacostraca (54,7 Organismos/L, 24,4%), seguidas por las clases Eurotatoria (16,0 Organismos/L, 7,2%) y la Clase Lobosa (4,9 Organismos/L, 2,2%) (Figura 8-417 A).

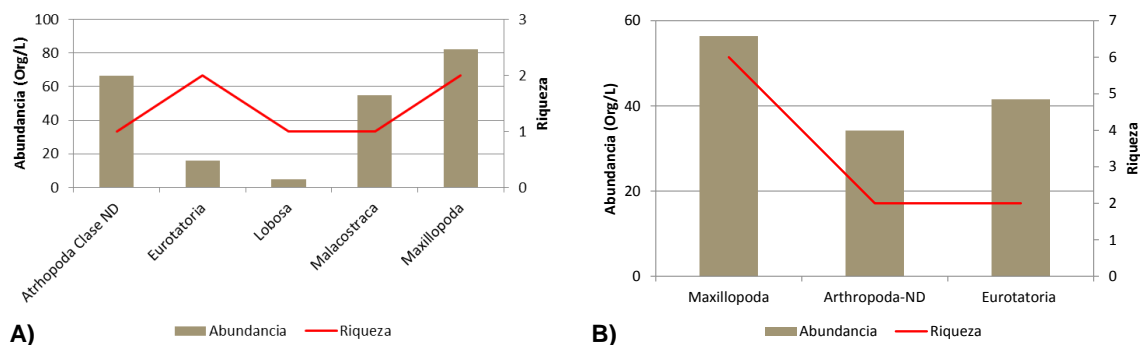


Figura 8-417. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en el vertimiento en Playa Tubará

Por su parte las abundancias tomadas en función del orden taxonómico en el rango de Clases para la Segunda Fase Figura 8-417 B, muestras tan solo 3 clases Maxillipoda 56,41 Organismos/L (42,7%), Eurotatoria 41,57 Organismos/L (31,5%) y una clase no determinada de Artrhopoda 34,20 Organismos/L (25,9%)

La composición de la comunidad zooplanctónica para la Primera Fase presentó valores altos de dominancia, con equidades bajas ($\lambda' = 0,84$ $J' = 0,22$, respectivamente). Por su parte el índice de diversidad de Shannon-Wiener, bajo interpretación del índice dada por Roldán y Ramírez (2008), determina la presencia de “aguas medianamente contaminadas” (Tabla 8-320). Los resultados de la evaluación de la diversidad para la Segunda Fase se muestran en la Tabla 8-321 se puede observar que en el punto de muestreo se obtuvo un valor de riqueza de 10, donde queda evidenciado un aumento de la riqueza comparado con el valor obtenido durante la Primera Fase Tabla 8-320, la equidad de Pielou presenta valores de $J' = 0,92$ cercanos a uno lo que quiere decir que las especies del punto son abundantes, entre tanto el índice de diversidad de Shannon-Wiener presentó un valor de (2,13 bits/Individuo), lo que bajo lo indicado por Roldán y Ramírez (2008), podría indicar “aguas medianamente contaminadas coincidiendo con la indicación para la Primera Fase

Tabla 8-320. Índices ecológicos del zooplancton en el vertimiento en Playa Tubará, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 2	7	0,84	1,64	0,22

Tabla 8-321 índices ecológicos del zooplancton en el vertimiento en Playa Tubará, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Punto 2	10	0,92	2,13	0,13

En el vertimiento Playa Tubará solo se ubicó un punto de muestreo, por lo que no se pudo determinar si existían diferencias entre las medias por día de muestreo; debido a que estadísticamente no es viable trabajar con un punto, puesto que no se tiene con quien contrastar o comparar.

Al evaluar la bioindicación en el punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que la comunidad de zooplancton evaluada presenta una sola bioindicación, mesotrofia, tal como se observa en la Figura 8-418. Mientras que para la Segunda Fase se encontraron 5 procesos de bioindicación Eutrofia 38%, pH alcalinos 23%, altos contenidos de sales 23%, aguas duras 15% y oligotrofia 1% Figura 8-419

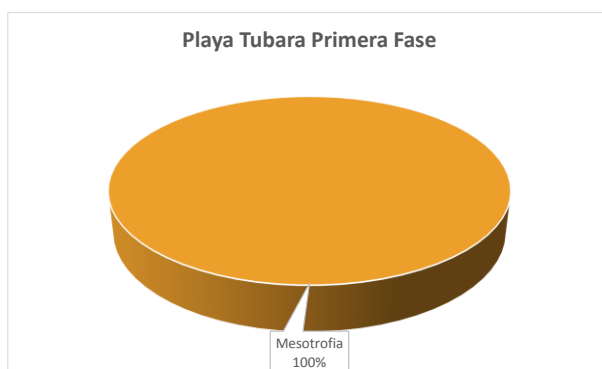


Figura 8-418. Procesos bioindicados por el zooplancton en el punto de muestreo en el vertimiento en Playa Tubará, Primera Fase

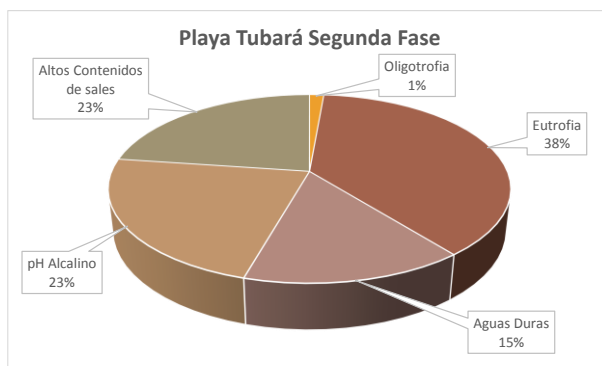


Figura 8-419 Procesos bioindicados por el zooplancton en el punto de muestreo en el vertimiento en Playa Tubará, Segunda Fase

Se realizó un dendrograma de similitud, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, con un 50% de similitud entre las Primera y Segunda Fase

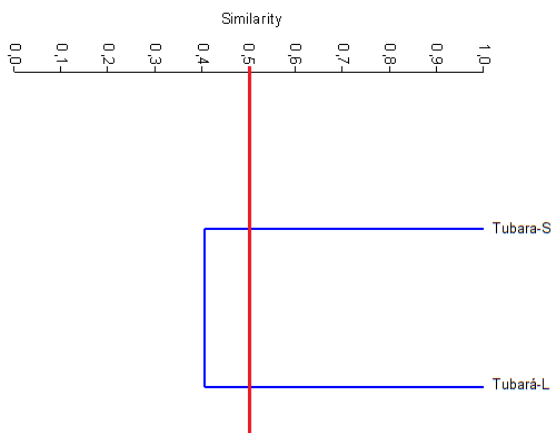


Figura 8-420 Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en el vertimiento de Playa Tubará. En las dos fases. S: Primera Fase y L: Segunda Fase.

De manera general se podría concluir que hubo un cambio leve de las abundancias en el punto monitoreado en Primera y Segunda Fase, además se puede inferir que el aumento de la riqueza en la Segunda Fase pudo estar dado por las condiciones ambientales que se presentaron en este periodo de muestreo que le facilitó el aumento de diversidad para determinadas clases como Maxillopoda. También podría decirse que los procesos de bioindicación fueron más diversos en la Segunda Fase, hecho que sustenta el cambio de condiciones ambientales del ecosistema e incremento en la riqueza.

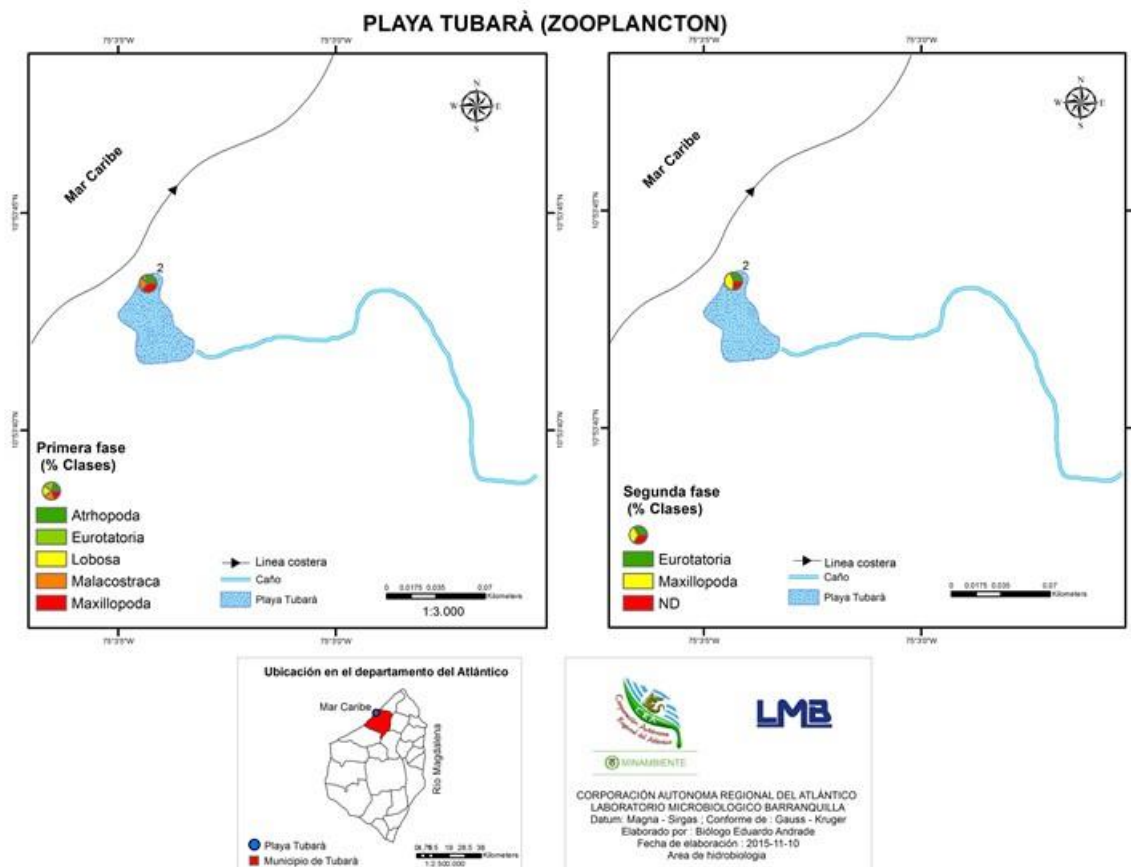


Figura 8-421 Distribución del zooplancton (AR% por clase) en el vertimiento Playa Tubará.

8.4.2.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos del vertimiento en Playa Tubará, durante la Primera Fase, estuvieron representados por 4 morfoespecies pertenecientes a 3 familias, 2 Órdenes y 1 Clases. La única Clase que se encontró en este sitio fue Polychaeta, con un total de 4 morfoespecies. Igualmente en la abundancia, la Clase Polychaeta fue la única presente, 100% (378,2 Organismos/m²) (Tabla 8-322 y Figura 8-422). Durante la Segunda Fase la composición de la comunidad estuvo representada por 3 especies, pertenecientes a 3 familias, 2 Ordenes y 2 Clases; siendo la Clase Insecta la que mayor contribuyó a la riqueza, con 2 especies (66,7%), seguido de la Clase Clitellata (Sub clase Oligochaeta), con 1 especie (33,3%) (Tabla 8-323); así mismo, las abundancias ocurridas durante la Segunda Fase posicionaron la Clase Insecta como la prevaletió con 431,1 Organismos/m² (93,1%); mientras que la Clase Clitellata aportó 32,1 Organismos/m² (6,9%)

Tabla 8-322. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el vertimiento en Playa Tubará, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
			NA	Capitellidae	Morfoespecie 1
				Hesionidae	Morfoespecie 1
Animalia	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Nereididae	Morfoespecie 7
					Nereididae Morfoespecie

Tabla 8-323. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en el vertimiento en Playa Tubará, Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
	Annelida	Clitellata / Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	Morfoespecie 1
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Morfoespecie larva
				Dolichopodidae	Larva

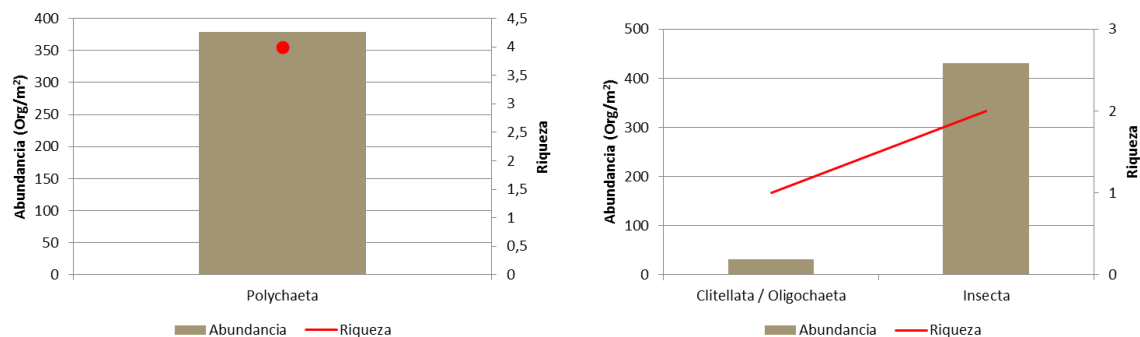


Figura 8-422. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en el vertimiento en Playa Tubará A) Primera Fase B) Segunda Fase

Los índices ecológicos calculados permitieron indicar de la estructura de la comunidad, que la dominancia es media ($\lambda'=0,48$), mientras que la equidad fue medio alta ($J'=0,72$), siendo una comunidad que indica la presencia de “aguas muy contaminadas”, bajo la interpretación del índice de Shannon-Wiener, realizada por Roldán y Ramírez (2008) (Tabla 8-324). De igual forma, durante la Segunda Fase, el punto evaluado presentó una riqueza de 3 especies, con una equidad media ($J'=0,49$) y una dominancia medio alta ($\lambda'=0,72$), manteniéndose con presencia de aguas muy contaminadas ($H'=0,99$) (Tabla 8-325).

Tabla 8-324. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento en Playa Tubará, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
Punto 2	4	0,72	0,99	0,48

Tabla 8-325. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en los puntos del vertimiento en Playa Tubará, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	Λ'
Punto 2	3	0,49	0,54	0,72

Dado que durante la Primera Fase, la comunidad presente hace pensar en que este es un ecosistema estuarino, y al intentar evaluar la bioindicación, se observó que Pinilla (2000), no posee bioindicaciones para sistemas estuarinos, razón por la cual los resultados obtenidos no eran coherentes con las anteriores comunidades y prefirió obviarse este análisis. Así mismo sucedió con el índice BMWP/Col es utilizado para caracterizar sistemas loticos y lenticos, y no se encontró referencia que indique su uso para sistemas estuarinos, razón por la cual no se incluyó como base de discusión durante la Primera Fase; a pesar de lo anterior, el cambio que presentó la comunidad que durante la Segunda Fase, la hizo que el ecosistema tomara características de un medio lotico, por lo que se utilizaron tanto el índice BMWP/Col durante esta época, obteniéndose un valor de 8, lo cual indica la presencia de aguas de calidad “muy crítica” o “aguas fuertemente contaminadas” (Tabla 8-326 y Figura 8-423), igualmente, el valor del índice ASTP, la ausencia de organismos pertenecientes a los grupos de efemerópteros, plecópteros y tricópteros, ratifica la mala calidad del agua (Tabla 8-326). Por su parte el análisis de los procesos bioindicados demostraron el predominio de aguas medianamente contaminadas (80,3%), precedidas de aguas polisapróbicas, sedimentos alóctonos y aguas limpias a medianamente contaminadas (6,6% cada una) (Figura 8-424).

Tabla 8-326. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el vertimiento de Playa Tubará, Segunda Fase

	P2
Familias que puntúan	3
Índice BMWP/Col	8
Valor ASPT	2,7
EPT	0,0
EPT:C	
EPT:Total	0,0

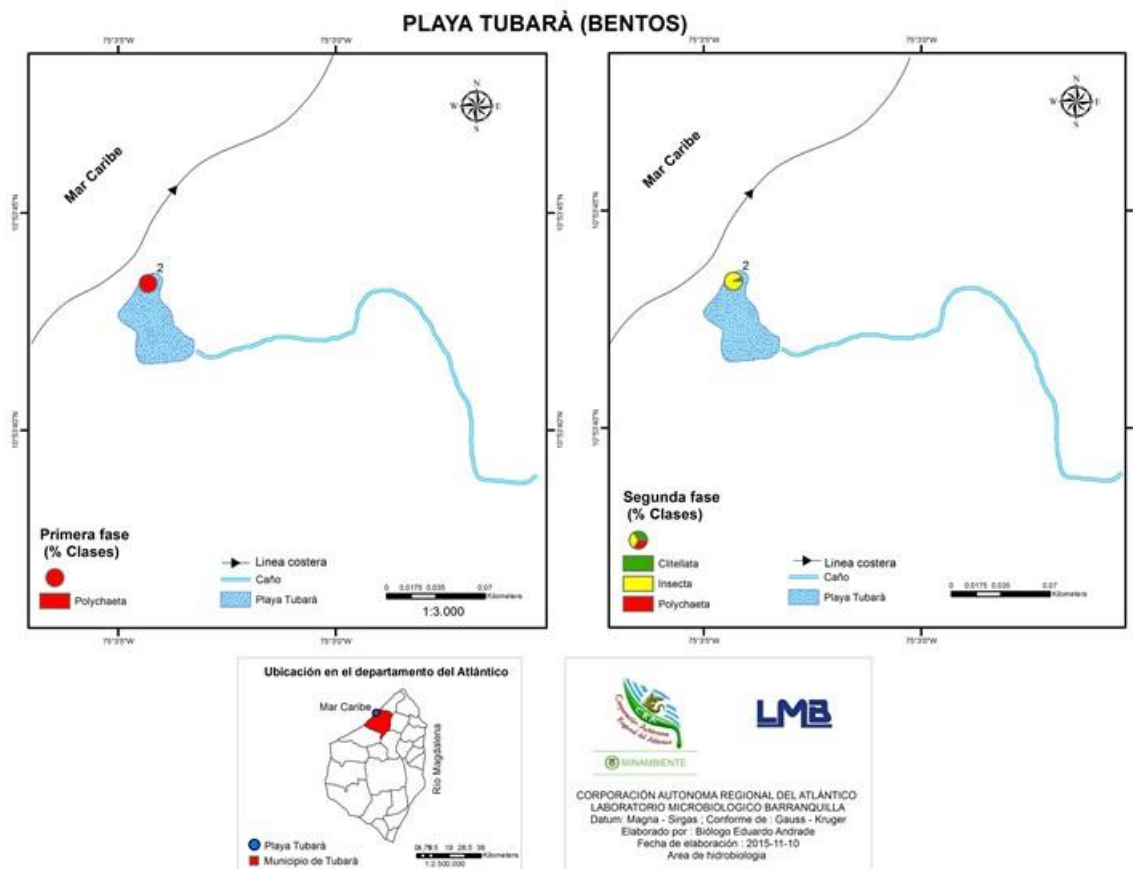


Figura 8-423. Índice BMWP/Col en el vertimiento de Playa Tubará, Primera y Segunda Fase

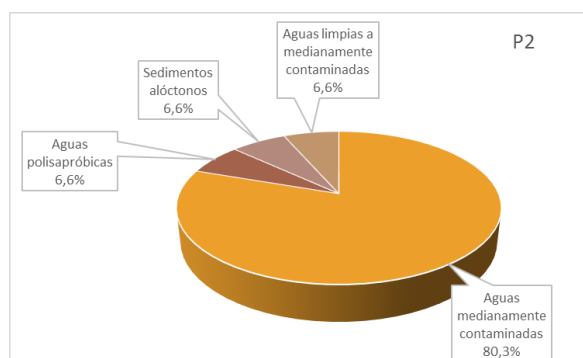


Figura 8-424. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el vertimiento de Playa Tubará, Segunda Fase

Los resultados permiten inferir que las variaciones temporales presentadas en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el sitio evaluado de Playa Tubará, se deben a un cambio en la composición del agua, la cual pasa de ser estuarina (durante la Primera Fase) a ser más continental (durante la Segunda Fase), dados los aporte de escorrentías que ocurren en la zona (Figura 8-425). A pesar de sufrir un cambio drástico en la composición de la comunidad, con el paso de la Primera Fase a la Segunda Fase, se evidencia que el ecosistema se encuentra alterado; que el cambio temporal produjo una disminución de la riqueza, de la equidad, de la diversidad y un aumento en la dominancia, indicándose durante la Segunda Fase el predominio de las aguas medianamente contaminadas y de calidad “muy crítica” (BMWP/Col = 4).

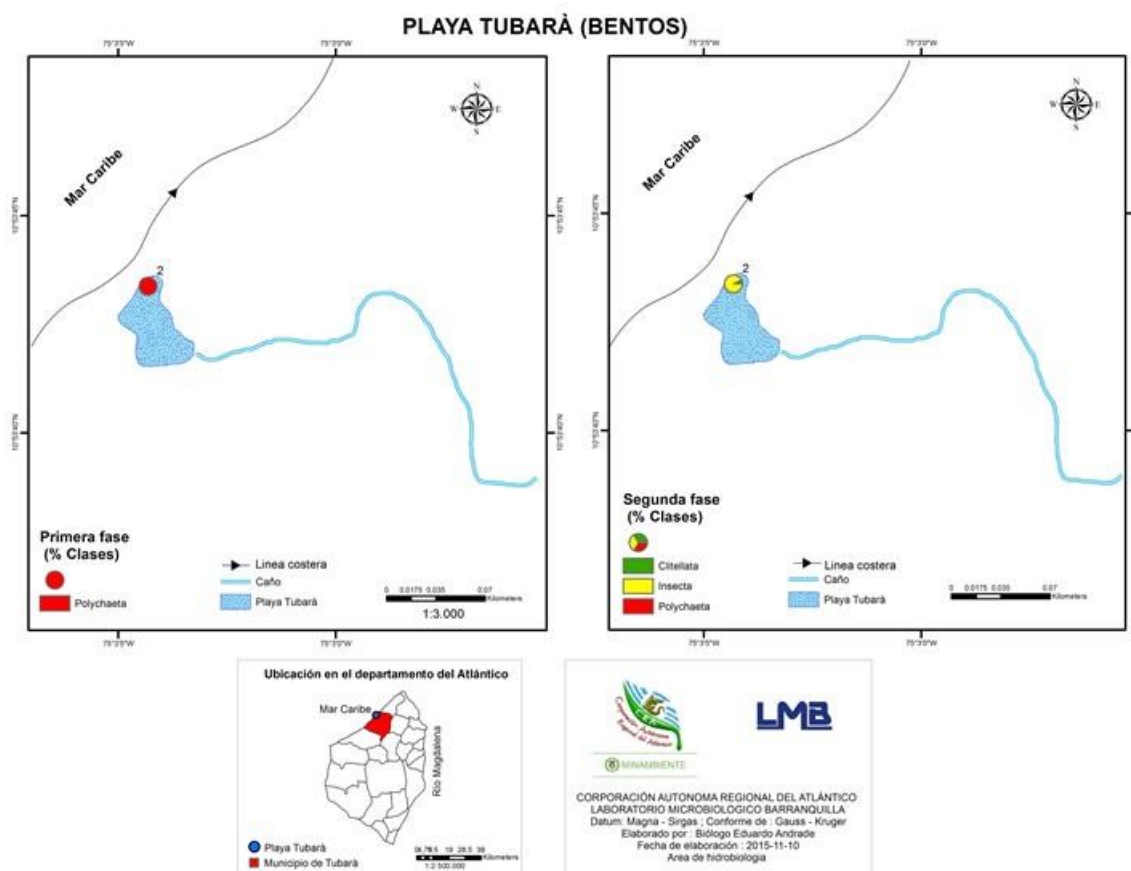


Figura 8-425. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en Playa Tubará

8.4.2.2.3 Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, durante la Primera, como en la Segunda Fase, no se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad, en el cuerpo de agua evaluado.

8.4.3 Turipaná

Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos durante la Primera Fase, por lo que fueron reubicados como se indicó anteriormente.

8.5 CIÉNAGA DE MESOLANDIA

En la ciénaga Mesolandia 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 del estado trófico de este sistema. El código de orden de entrada para las muestras de la Primera Fase correspondió al 18511 y para la Segunda Fase 19202.

8.5.1.1 Comunidades de productores primarios

8.5.1.1.1 Fitoperifiton

La escasez de sustratos naturales adecuados para el crecimiento la implantación y crecimiento de las comunidades perifíticas hizo que en el interior de la ciénaga Mesolandia, más específicamente en el área de cada uno de los sitios de muestreo, la comunidad fitoperifítica no estuviera representada.

8.5.1.1.2 Fitoplancton

En la ciénaga de Mesolandia, la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 21 especies pertenecientes a 17 familias, 10 Ordenes, 6 Clases y 4 Divisiones (Tabla 8-327). La División que aportó mayor número de especies a la riqueza fue Cyanobacteria, con 11 especies, lo que equivalió al 52,4% de la riqueza total; seguida por la División Chlorophyta, con 7 especies (33,3%), Ochrophyta con 2 especies (9,5%) y Bacillariophyta con una especie (4,8%) (Tabla 8-327). Durante la Segunda Fase la comunidad se constituyó de 10 especies pertenecientes a 7 Familias, 6 Órdenes, 2 Clases y 2 Divisiones; siendo la División Cyanobacteria la que aportó mayor número de especies a la riqueza (9 especies, 90% de la riqueza total), seguida de la División Chlorophyta con una especie (10%) (Tabla 8-328).

Tabla 8-327. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Mesolandia durante la Primera Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia spp</i>
		Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas spp</i>
	Ochrophyta	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema spp</i>
			Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae		Microcystaceae	<i>Microcystis spp</i>
				Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis spp</i>
					<i>Anabaena spp</i>
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaenopsis spp</i>
					<i>Raphidiopsis spp</i>

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
				Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria spp</i>
			Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i> <i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i> <i>Pseudanabaena spp</i>
			Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium spp</i>
				Radiococcaceae	<i>Coenococcus spp</i>
				Scenedesmaceae	<i>Tetrastrum spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Schroederiaceae	<i>Schroederia spp</i>
				Selenastraceae	<i>Monoraphidium contortum</i>
				Sphaeropleaceae	<i>Atractomorpha spp</i>
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium spp</i>

Tabla 8-328. Composición de la comunidad Fitoplanctónica en la Ciénaga de Mesolandia durante la Segunda Fase

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Taxa
			Chroococcales	Cyanobacteriaceae	<i>Cyanothece spp</i>
				Microcystaceae	<i>Microcystis spp</i>
			Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena spp</i> <i>Anabaenopsis spp</i>
Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira spp</i> <i>Leiblinia sp 1</i> <i>Phormidium spp</i>
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya spp</i>
			Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Planktolyngbya spp</i>
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium irregulare</i>

Durante la Primera Fase, la contribución a la abundancia en la ciénaga fue encabezada por los organismos de la División Cyanobacteria, aportando un 93,9% a la abundancia total (5825,7 Células/mL), seguida por la División Ochrophyta con el 4,5% (277,6 Células/mL), Chlorophyta con un 1,6% (98,8 Células/mL) y por último la División Bacillariophyta con 0,1% (4,3 Células/mL) (Figura 8-426). Durante la Segunda Fase, Cyanobacteria también fue la División más abundante reportando 993,82 Células/mL, siendo esto el 99,6% de la densidad total, mientras que Chlorophyta registró solo 6 Células/mL, es decir el 0,6%.

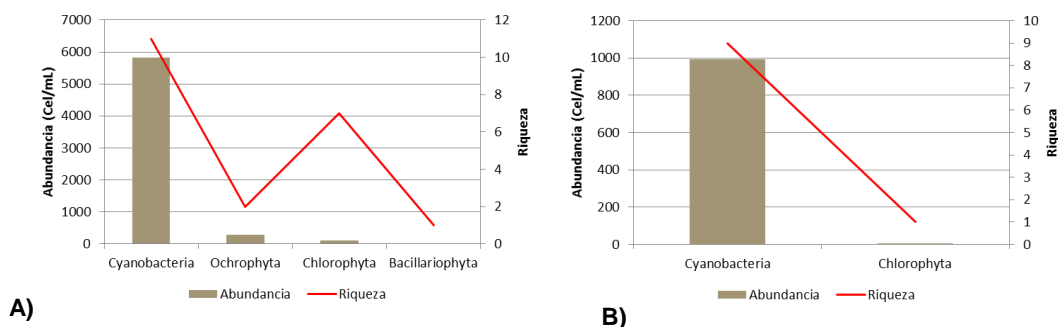


Figura 8-426. Contribución a la abundancia y la riqueza del Fitoplancton en la Ciénaga de Mesolandia durante el año 2015 A) Primera Fase y B) Segunda Fase

Al evaluar los índices ecológicos calculados para la comunidad fitoplanctónica de la Ciénaga de Mesolandia, durante la Primera Fase, se evidenció mayores riquezas en los puntos 3, 4 y 5 (ubicados en la zona oriental de la ciénaga) con 12 especies cada uno, seguido del Punto 6 (zona central), con 10 especies, Punto 2 (zona sur occidental), con 9 especies y Punto 1 (zona noroccidental) con 6 especies. Por su parte los puntos de mayor equidad correspondieron a los Puntos 1 (zona noroccidental) y Punto 2 (zona suroccidental), siendo menos equitativa en los puntos 3 y 4 (zona nororiental y suroriental respectivamente). A su vez se observó una dominancia media en toda la ciénaga, siendo mayor en los Puntos 3 (0,647) y 4 (0,621) y menor en los Puntos 5 y 6 (0,473 y 0,474 respectivamente). Por su parte, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, fue bajo en toda la ciénaga, indicando “aguas muy contaminadas”, según la interpretación del índice dada por Roldán y Ramírez (2008) (Tabla 8-329).

Tabla 8-329. Índices ecológicos en la Ciénaga de Mesolandia durante la Primera Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	6	0,564	1,011	0,506
Punto 2	9	0,508	1,116	0,482
Punto 3	12	0,349	0,868	0,647
Punto 4	12	0,364	0,906	0,621
Punto 5	12	0,497	1,234	0,473
Punto 6	10	0,476	1,095	0,474

En la Segunda Fase, el punto 4 fue el que presentó mayor riqueza, con 7 morfoespecies, seguida de los puntos 3, 5 y 6, con 6 morfoespecies cada uno, y finalmente los puntos 1 y 2, con morfoespecies. La equidad según el índice de Pielou tuvo el menor valor en el punto 4, con $J'=0,273$, y el mayor en el punto 1, con $J'=0,602$. El punto 4 también presentó la mayor dominancia, con $\lambda'=0,730$, mientras que el menor valor de esta se presentó en el punto 3 ($\lambda'=0,435$). De acuerdo con la interpretación del índice de Shannon-Wiener, todos los puntos presentan “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-330).

Tabla 8-330. Índices ecológicos en la Ciénaga de Mesolandia durante la Segunda Fase

	Riqueza S	Índice de Pielou J'	Shannon-Wiener H'(Loge)	Índice de Simpson λ'
Punto 1	5	0,602	0,968	0,495
Punto 2	5	0,532	0,855	0,565
Punto 3	6	0,577	1,034	0,435
Punto 4	7	0,273	0,531	0,730
Punto 5	6	0,320	0,574	0,677
Punto 6	6	0,378	0,677	0,583

Mediante un análisis de Kruskal Wallis, se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la comunidad de fitoplancton durante los días evaluados en la Primera Fase ($p=0,8982$); para la Segunda Fase, se realizó un análisis de varianza de una vía, mostrando que tampoco existieron diferencias entre los días de muestreo ($p=0,8545$). Al evaluar las diferencias entre los puntos de muestreo mediante un análisis de clasificación tipo clúster utilizando el índice de Bray-Curtis, se determinó que los puntos analizados presentaron una similitud mayor al 50% en las dos fases de muestreo (Figura 8-427), debido a que la contribución de cada División taxonómica durante cada fase de muestreo fue muy homogénea (Figura 8-428).

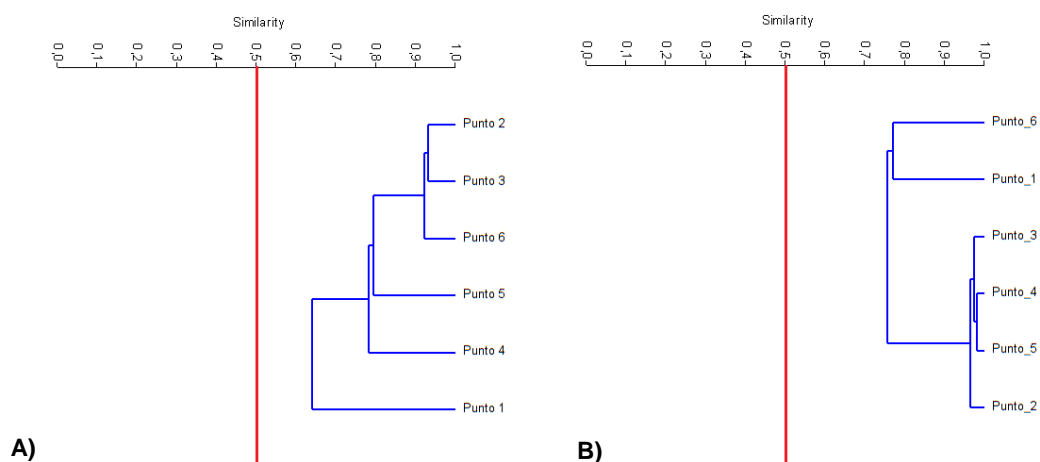


Figura 8-427. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de Fitoplancton en la Ciénaga de Mesolandia A) Primera Fase B) Segunda Fase

CIÉNAGA DE MESOLANDIA (FITOPLANCTON)

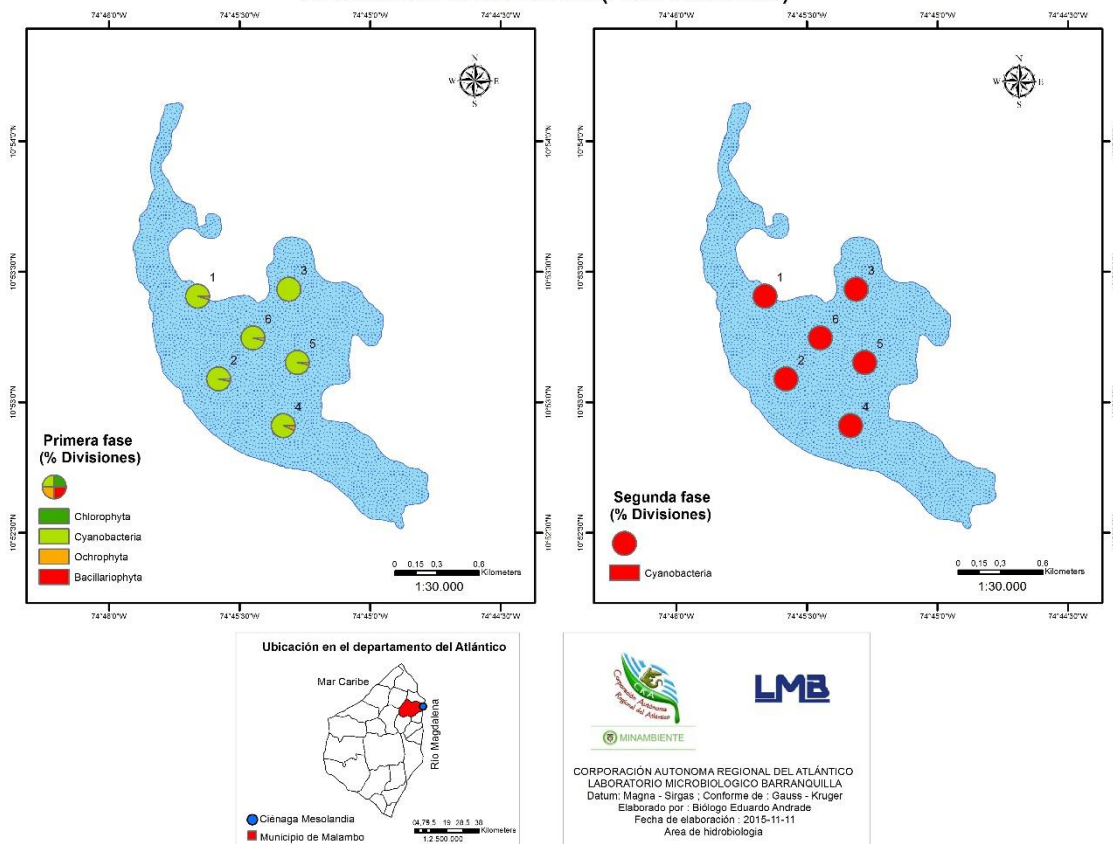


Figura 8-428. Distribución de los organismos fitoplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Mesolandia, Primera y Segunda Fase

El análisis de la bioindicación, basado en las referencias de Pinilla (2000), asociado a las abundancias relativas de cada morfoespecie permite indicar los procesos con mayor representatividad, realizándose dos análisis, de manera general (por época climática) y de manera puntual. Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó el predominio de los procesos de turbulencia, mezcla y mesotrofia en todos los puntos evaluados (Figura 8-429). De manera general para la ciénaga, se evidenció que los procesos de turbulencia, mezcla y mesotrofia fueron los más representativos (con proporciones de 31,35, 31,35 y 31,33), encontrándose además 15 procesos bioindicados, cuyo aporte general no superó el 6% (Figura 8-430). Durante la Segunda Fase predominaron los procesos de mezcla, turbulencia, mesotrofia, y estratificación térmica y química en todos los puntos analizados (Figura 8-431). De manera general para la ciénaga, estos tres procesos tuvieron representatividades del 23,4% cada uno. Los otros procesos bioindicados fueron Eutrofia, Mesotrofia y Eutrofia alóctona, con proporciones menores al 10% (Figura 8-432).

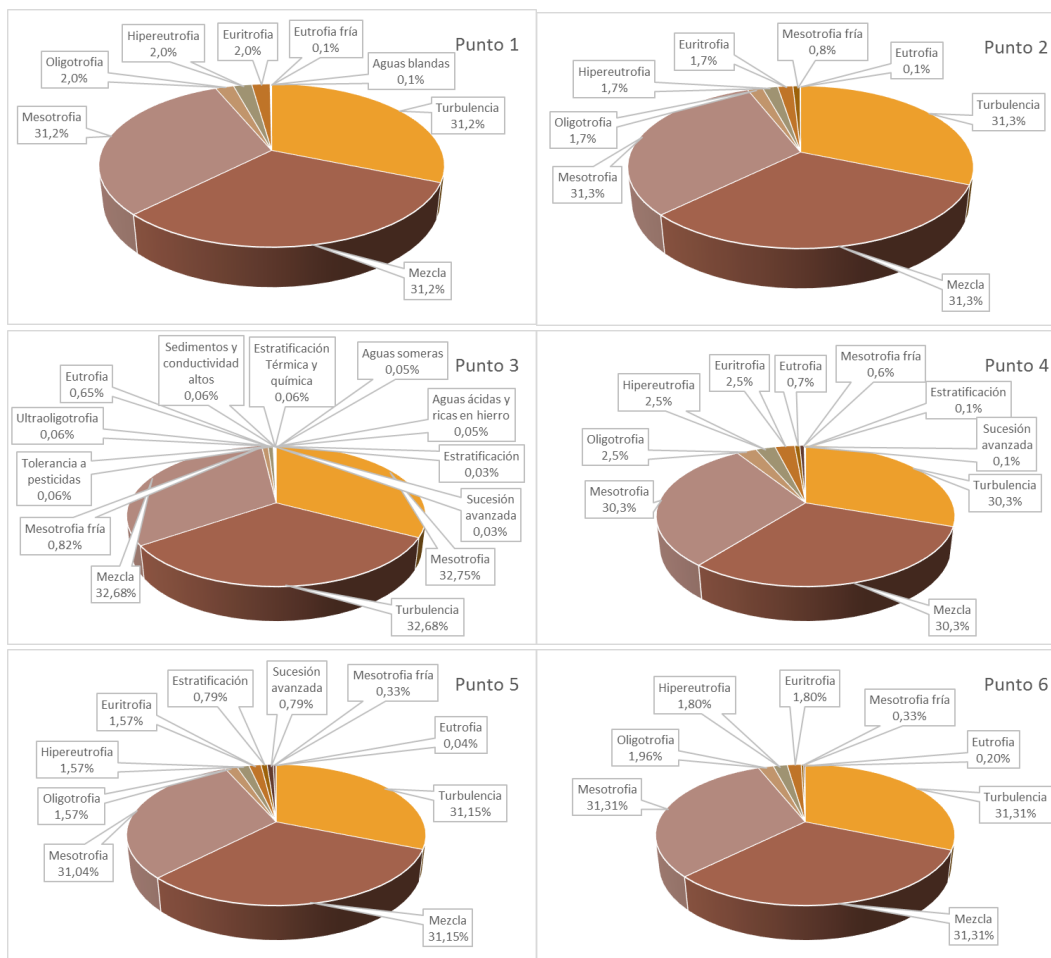


Figura 8-429. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia, Primera Fase

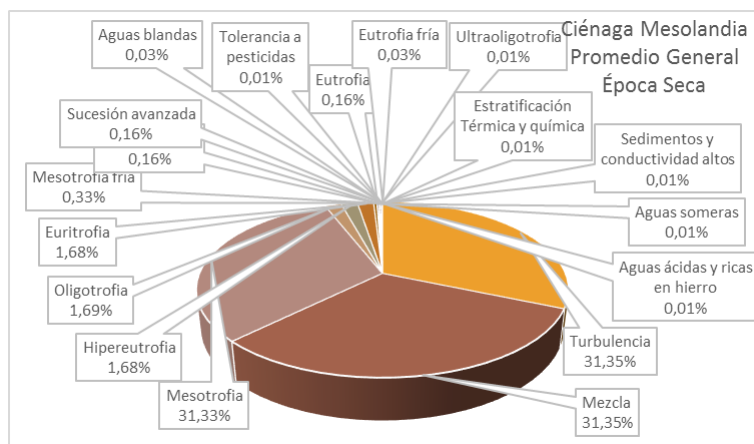


Figura 8-430. Procesos bioindicados (promedio general) de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga de Mesolandia, durante la Primera Fase

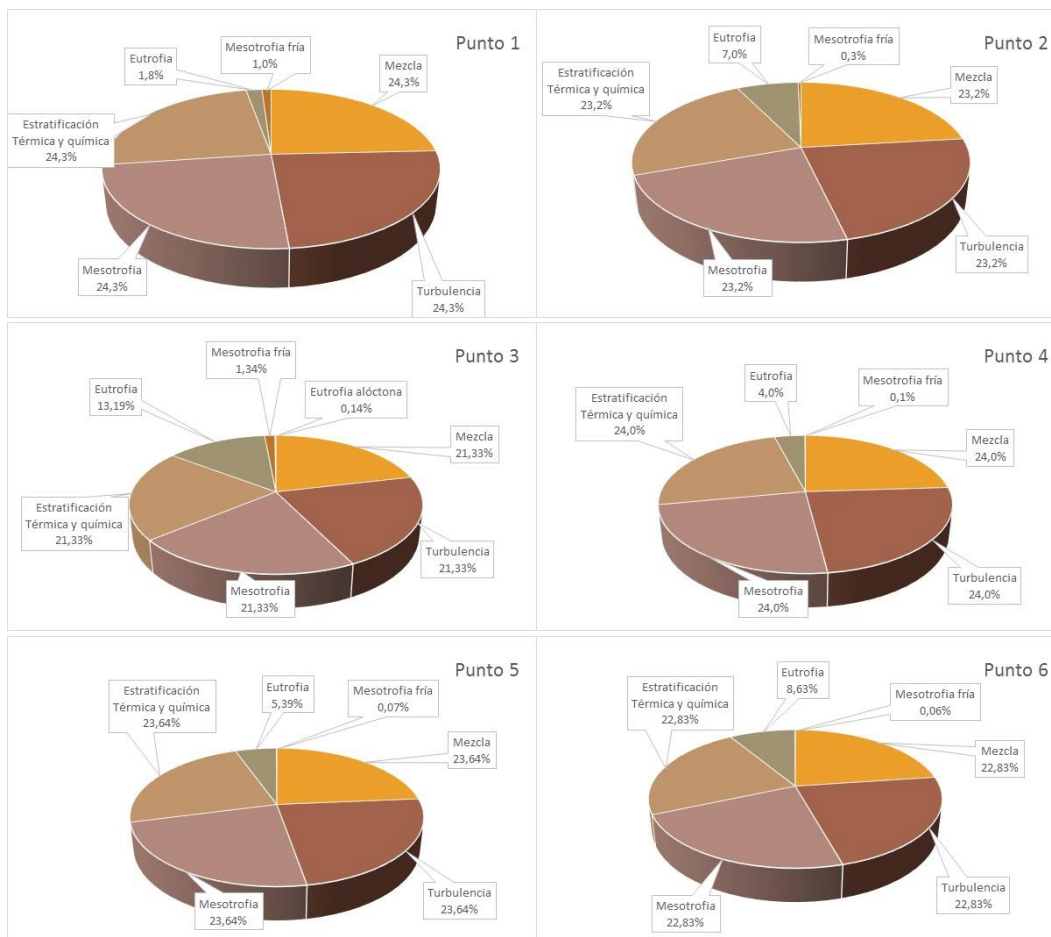


Figura 8-431. Procesos bioindicados por el fitoplancton en cada punto de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia, Segunda Fase

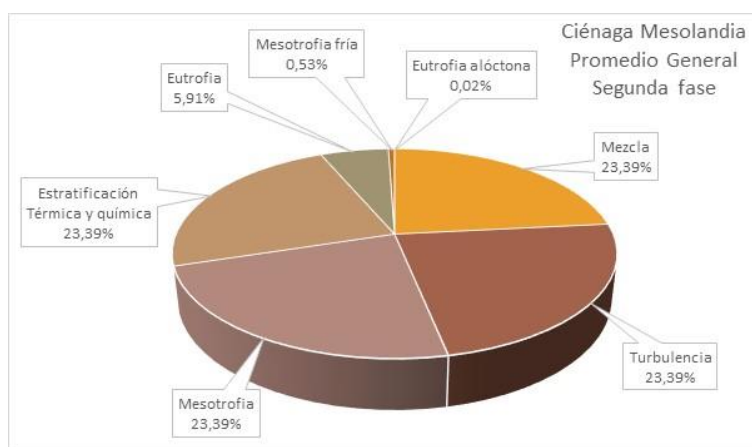


Figura 8-432. Procesos bioindicados (promedio general) de la comunidad fitoplanctónica, en la ciénaga de Mesolandia, durante la Segunda Fase

La riqueza de la comunidad de fitoplancton se redujo considerablemente en esta ciénaga, y además, la proporción de la división Cyanobacteria aumentó tanto en la riqueza como en la abundancia, al pasar de una fase a la otra. Por otra parte, la eutrofia fue un proceso bioindicado por los organismos más abundantes en todos los puntos de la primera y segunda fase, además de la mesotrofia. Por otra parte, al realizar el dendrograma de similitud entre los puntos de las dos fases, se evidencia que las condiciones no cambiaron durante el transcurso del año (Figura 8-433). Lo anterior muestra que la ciénaga está pasando por un proceso de eutrofia que debe ser analizado a profundidad.

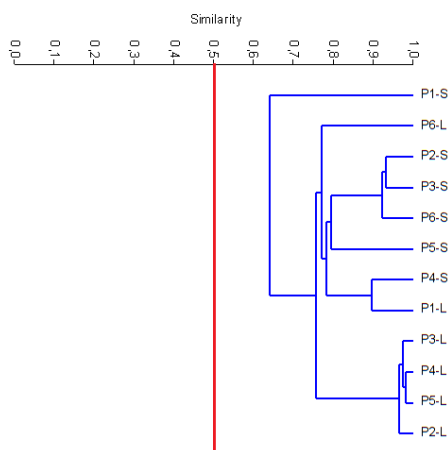


Figura 8-433. Dendrograma de similitud entre los puntos de las dos fases de muestreo, en la ciénaga de Mesolandia.

8.5.1.1.3 Macrófitas acuáticas

No se pudieron registrar organismos en esta ciénaga en alguna de las Fases de Muestreo, debido a las condiciones de eutrofia presentes en el lugar.

8.5.1.2 . Comunidades de consumidores

8.5.1.2.1 Zooplancton

En la Ciénaga de Mesolandia, la comunidad zooplanctónica, durante la Primera Fase, estuvo representada por 14 especies, distribuidas en 10 familias 7 Órdenes, 5 Clases y 3 Phylum. De éstos, el Phylum Rotifera, con la Clase Eurotatoria, contribuyó con el 57,1% de la riqueza total (8 especies), seguida por las Clases Branchiopoda y Ostracoda, con el 14,3% cada una (2 especies) y las Clases Lobosa y Copépoda, con el 7,1% (1 especie) (Tabla 8-331). Durante la Segunda Fase la composición del zooplancton se comportó de la

siguiente manera 8 especies, repartidos en 7 Familias, 5 Ordenes, 4 Clases y 3 Phylum
Tabla 8-332.

Tabla 8-331. Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga de Mesolandia, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa		
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia</i>		
				Sididae	<i>Diaphanosoma sp1</i>		
		Copepoda	Cyclopoida	Cyclopoidae	<i>Eucyclops sp</i>		
				ND	ND	Ostracoda spp	
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Podocopida	Cyprididae	<i>Eucypris sp</i>	
						<i>Filinia longiseta</i>	
				Flosculariaceae	Trochosphaeridae		<i>Filinia opoliensis</i>
							<i>Filinia terminalis</i>
				Asplanchnidae			<i>Asplanchna priodonta</i>
							<i>Brachionus angularis</i>
Brachionidae			<i>Brachionus calyciflorus</i>				
			<i>Brachionus plicatilis</i>				
Dicranophoridae		<i>Encentrum sp</i>					
Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>		

Tabla 8-332 Composición de la comunidad Zooplanctónica de la Ciénaga de Mesolandia, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa		
Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Megacyclops sp</i>		
				ND	ND	Ostracoda spp	
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Flosculariaceae	Hexarthridae	<i>Hexarthra spp</i>	
					Trochosphaeridae	<i>Filinia longiseta</i>	
				Asplanchnidae			<i>Asplanchna priodonta</i>
							<i>Brachionus calyciflorus</i>
				Brachionidae			<i>Brachionus plicatilis</i>
	Protozoa	Amoebozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropxyidae	<i>Centropxyis aculeata</i>	

La Clase Eurotatoria, apporto el 57,1% (8 especies) procedida de Ostracoda y Branchiopoda con 14,3 (2 especies) cada clase, lo que equivaldría a un 28,6% y por último se ubican las Clases Copépoda y Lobosa que juntas contribuyen a un 14,2 de la riqueza total que se ve reflejado en una especie por cada Clase.

Al observar las abundancias de las Clases en la Primera Fase se evidenció el predominio de los representantes de la Clase Eurotatoria, la cual contribuyó con el 85,9% de la abundancia total (1993,2 Organismos/L), seguido por los aporte realizados por las Clases Ostracoda (7,7%, 179,5 Organismos/L), Lobosa (3,0%, 70,4 Organismos/L), Branchiopoda (2,5%, 57,9 Organismos/L) y Copépoda (0,8%, 18,4 Organismos/L) (Figura 8-434).

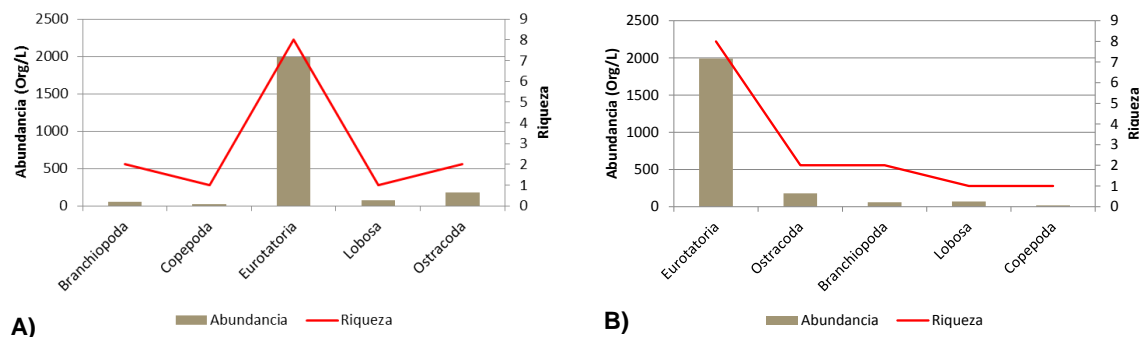


Figura 8-434. Contribución a la riqueza y la abundancia del zooplancton por Clase en la Ciénaga de Mesolandia A): Primera Fase y B): Segunda Fase

Durante la Segunda Fase Figura 8-434 B, al igual que la Primera Fase la clase Eurotatoria muestra los valores más alto de respecto a la densidad (1993,2 Organismos/L) 85,9%, seguido de Ostracoda (179,5 Organismos/L) 7,7%, Lobosa (70,4 Organismos/L), 3,0%, Branchiopoda (57,8 Organismos/L), 2,5% y Copépoda (18,3 Organismos/L) 0,8%.

En la Primera Fase Tabla 8-333, el punto que mayor contribuyó a la riqueza fue el 3, con 13 especies, seguido de los Puntos P1, P4 y P6 con 11 especies; del Punto P5, con 10 especies y del Punto P2, con 9 especies. Mientras que en la Segunda Fase Tabla 8-333, se nota una evidente disminución en las riquezas por puntos, donde los puntos P1, P3 y P4 son los que presentan la mayor riqueza con 5 especies cada punto, seguido del punto P5 con 4 especies y por último los puntos P2 y P6 con 3 especies cada punto.

Por su parte, la estructura de la comunidad observada desde la dominancia, con el índice de Simpson, demostró que en toda la ciénaga la dominancia es baja, ya que sus valores fluctuaron entre 0,112 y 0,211, siendo mayor en el Punto 5; así mismo, el índice de Pielou reveló que la comunidad zooplanctónica de los Puntos 5 y 3 se encuentra equilibrada, mientras que en los Puntos 1, 4 y 6, se encuentra muy equilibrada (Tabla 8-333).

Tabla 8-333. Índices ecológicos del Zooplancton en la Ciénaga de Mesolandia, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
P1	11	0,953	2,285	0,112
P2	9	0,864	1,898	0,177
P3	13	0,794	2,036	0,183
P4	11	0,923	2,214	0,122
P5	10	0,785	1,808	0,211
P6	11	0,907	2,176	0,131

Los resultados de los índices diversidad en la Segunda Fase Tabla 8-334, muestran que la composición de la comunidad zooplanctónica presenta datos intermedios en la Equidad de Pielou para todos los puntos se obtuvo un promedio de $J' = 0,48$, por su parte en índice de Shannon-Wiener, mostro valores que oscilan entre 0,59 y 0,79 lo que da cuenta de una baja diversidad en los puntos de muestreo, tomando como base la apreciación del índice Shannon-Wiener dada por Roldán y Ramírez (2008), se podría interpretar que el estado de las aguas de la ciénaga Mesolandia está en “aguas muy contaminadas” para todos los puntos de muestreo.

Tabla 8-334 Índices ecológicos de Zooplancton en la Ciénaga de Mesolandia, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
P1	5	0,49	0,79	0,58
P2	3	0,53	0,59	0,69
P3	5	0,42	0,67	0,70
P4	5	0,38	0,62	0,70
P5	4	0,48	0,67	0,66
P6	3	0,58	0,63	0,65

Para determinar si hay diferencias entre las medias por día de muestreo; y debido a que el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada presentaron valores entre -2 y 2, indicando que no hay desviaciones de la normalidad; se utilizó un análisis de Anova simple y no un análisis de Kruskal-Wallis, con la cual se evidenció que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la comunidad de zooplancton con un nivel del 95,0%, durante los días evaluados, en Primera Fase ($p=0,427$). Para la Segunda Fase, no todos los datos en los puntos de muestreo presentaron una distribución normal, por lo que se realizó un análisis de Kruskal-Wallis, el cual determino estadísticamente que no existe deferencia significativa entre los puntos y días de muestreo realizados en la Segunda Fase ($p=0,555$). Para la Primera y Segunda Fase se realizaron dendrogramas de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con el cual se pudo determinar que no existen diferencias entre los puntos evaluados, con un 50% de similaridad (Figura 8-435). La homogeneidad de los puntos de muestreo también se observan en la distribución porcentual de las Clases taxonómicas de los organismos zooplanctónicos (Figura 8-436).

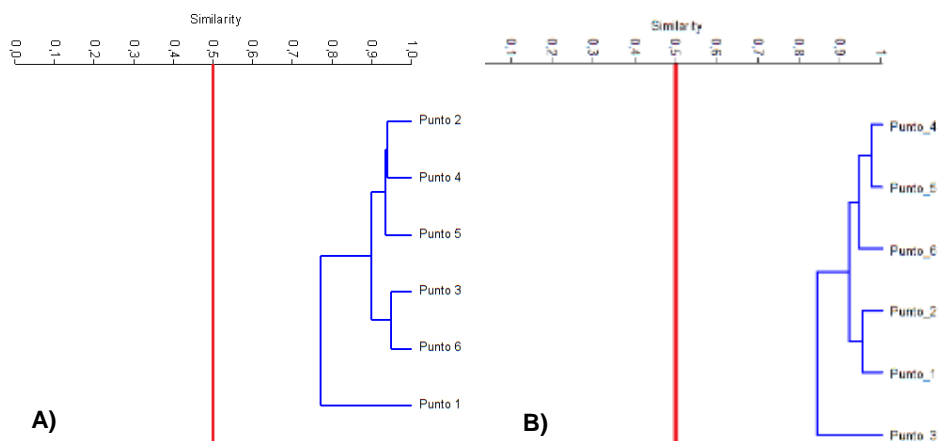


Figura 8-435. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga de Mesolandia. A) Primera Fase y B) Segunda Fase

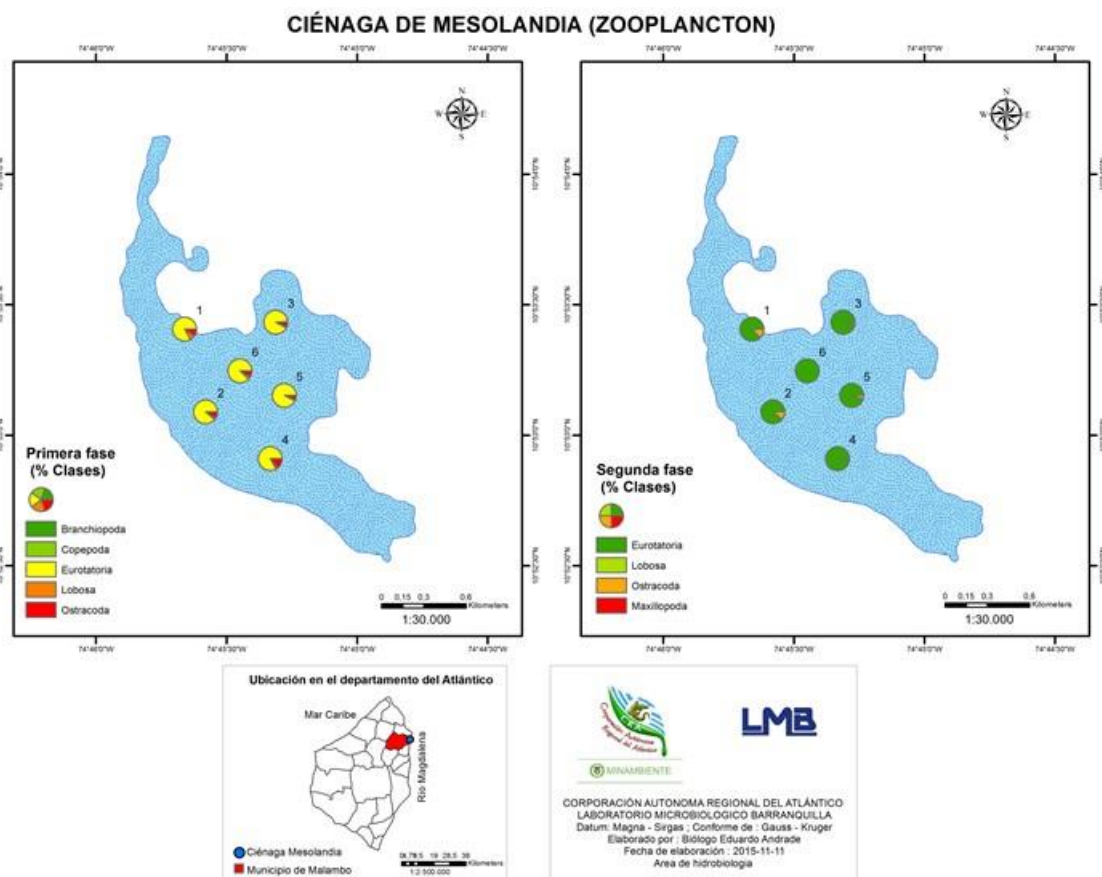


Figura 8-436. Distribución de los organismos zooplanctónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Mesolandia, Primera y Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observó que en la totalidad de la ciénaga predominan tres bioindicaciones, con el mismo peso por punto de muestreo, la eutrofia, el pH alcalino y los altos contenidos de sales, tal como se observa en la Figura 8-437. Igualmente, al evaluar la bioindicación del promedio de todos los puntos, para determinar una bioindicación general, se evidenció el mismo comportamiento en los procesos bioindicados, prevalecen tres procesos, eutrofia, pH alcalino y altos contenidos de sales, en proporciones de 31,14, 31,01 y 31,01% respectivamente; seguidos de procesos bioindicados de aguas limpias a medianamente contaminadas (6,42%), aguas mineralizadas, mesotróficas y aguas duras (0,14% cada uno) (Figura 8-438).

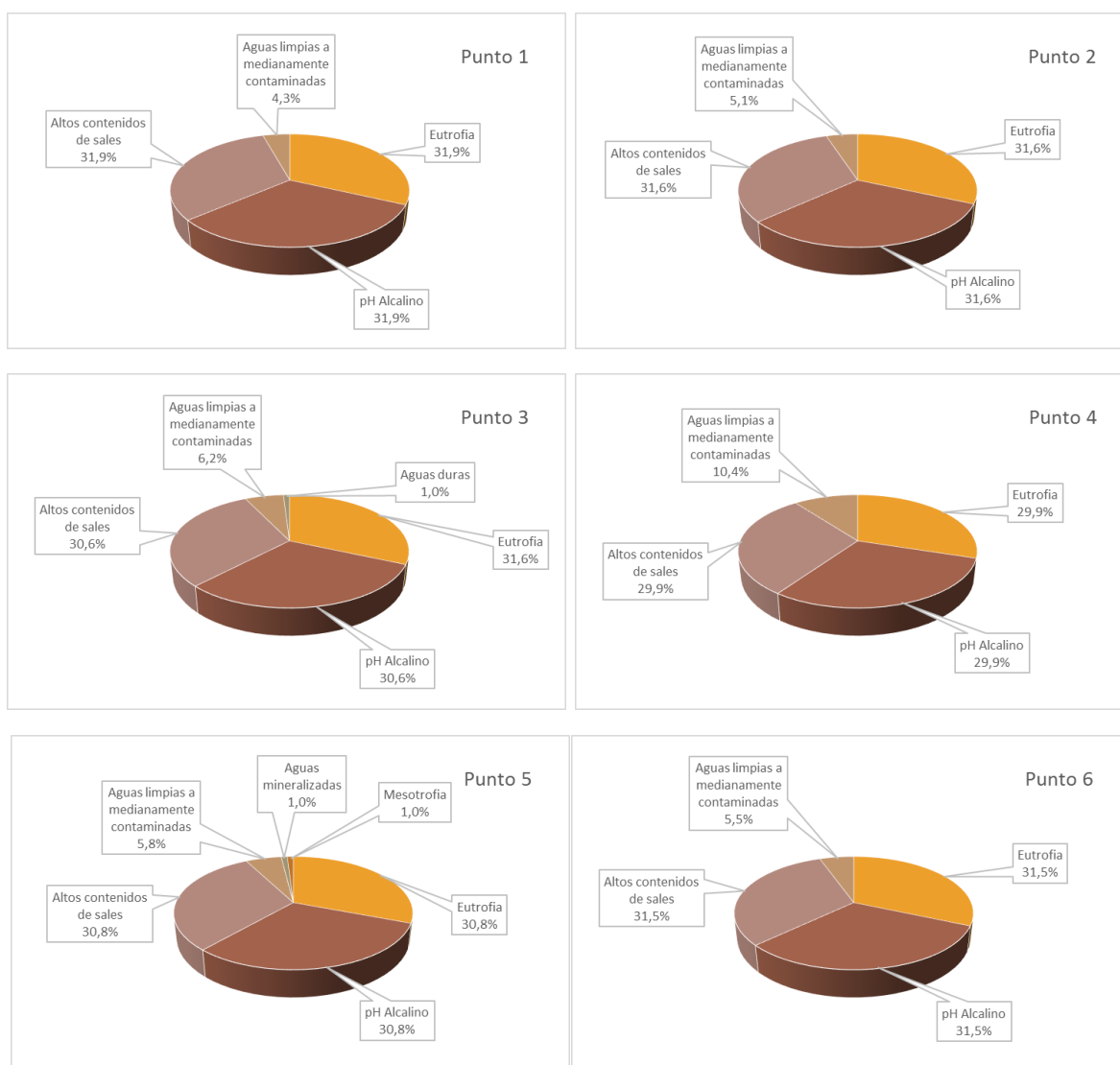


Figura 8-437. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia, Primera Fase

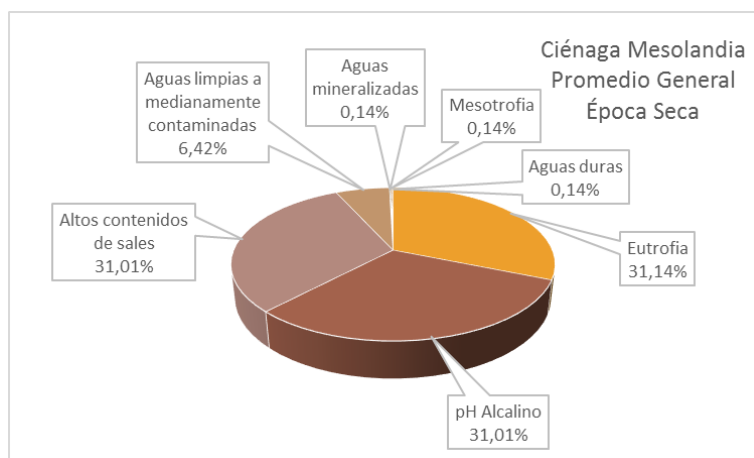
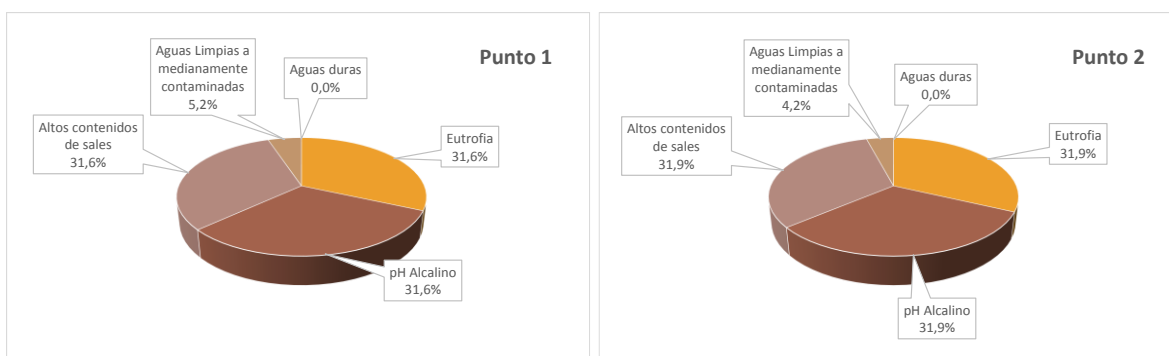


Figura 8-438. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de Zooplancton, en la ciénaga de Mesolandia durante la Primera Fase

Al hacer el análisis de bioindicación correlacionado con los puntos de muestreo de la Segunda Fase, se estimó que en la ciénaga Mesolandia prevalecen tres bioindicaciones, la eutrofia, el pH alcalino y los altos contenidos de sales Figura 8-439, esto ratifica un comportamiento similar al presentado en la Primera Fase Figura 8-437, además se pudo observar que estas tres bioindicaciones antes mencionadas ejercieron un dominio de forma general en el cuerpo de agua a largo del tiempo Primera y Segunda Fase Figura 8-440, los valores generales en porcentaje muestran los siguientes valores eutrofia (32.70%), altos contenidos de sales (32.67%), pH alcalinos (32.67%), y en menor proporción aguas limpias a medianamente contaminadas (1.93%), aguas duras (0.02%) Figura 8-440.



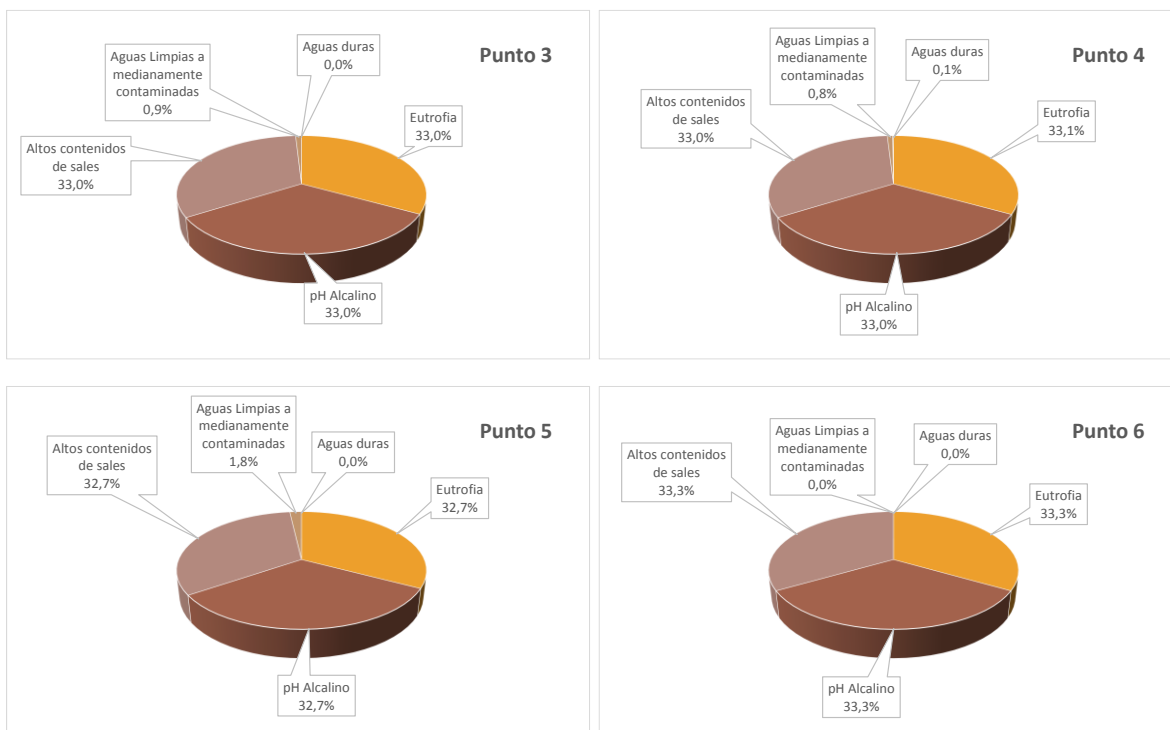


Figura 8-439. Procesos bioindicados por el zooplancton en cada punto de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia, Segunda Fase

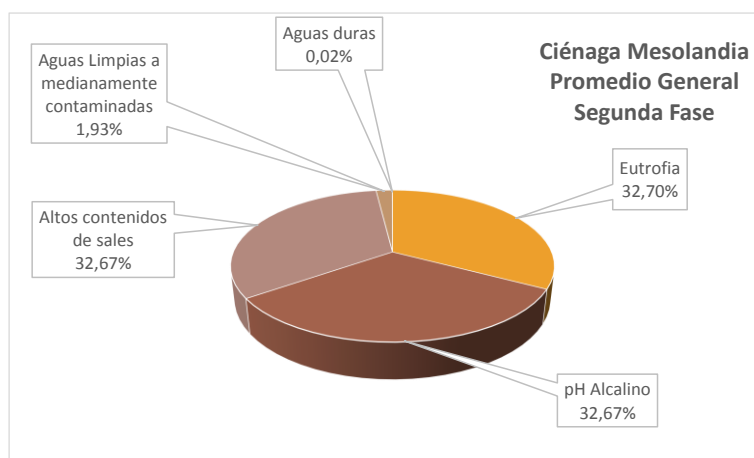


Figura 8-440. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de Zooplancton, en la ciénaga de Mesolandia durante la Segunda Fase

La abundancia total promedio del zooplancton fue de estable durante la Primera y Segunda Fase, lo que podría dar cuenta de ofertas alimenticias equilibradas por parte del fitoplancton. Las similitud encontradas entre las abundancias de las Clases y los puntos de muestreo durante las dos fases del proyecto fueron altas; con valores mayores al 50% de similitud

Figura 8-441, por lo que se podría concluir que no hubo un cambio significativo en las densidades de las abundancias en los puntos de monitoreados en Primera y Segunda Fase

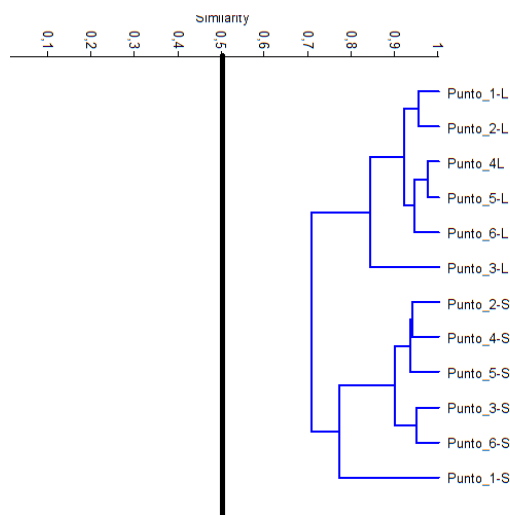


Figura 8-441. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de zooplancton en la Ciénaga de Mesolandia, S) Primera Fase, L) Segunda Fase

8.5.1.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos de la Ciénaga de Mesolandia durante la Primera Fase estuvieron representados por 5 morfoespecies pertenecientes a 3 familias, 3 Ordenes y 2 clases, de las cuales la Clase Insecta contribuyó a la riqueza en mayor proporción, 80,0%, a la riqueza total (4 especies); seguido de la Clase Clitellata (subclase Oligochaeta), con 20,0% (1 especie) (Tabla 8-335). Los aportes a la abundancia fueron liderados por la Clase Insecta (746,3 Organismos/m², 85,7% de la abundancia relativa), seguida de la Clase Clitellata (subclase Oligochaeta) (124,2 Organismos/m², 14,3% de AR) (Figura 8-442-A). Para la Segunda Fase, la comunidad estuvo representada por 6 morfoespecies pertenecientes a 4 familias, 4 Ordenes y 3 clases, de las cuales la Clase Gastropoda contribuyó en mayor proporción con la riqueza (3 morfoespecies, 50%), mientras que la Clase Insecta lo hizo con la abundancia (341 Organismos/m², 67,2% de AR) (Tabla 8-336 y Figura 8-442-B).

Tabla 8-335. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Mesolandia, Primera Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Tubificidae	Morfoespecie 1
					Adulto
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Larva
					Pupa
			Hemiptera	Corixidae	Morfoespecie 1 Adulto

Tabla 8-336. Composición de los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Mesolandia, Segunda Fase

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Tubificidae	Morfoespecie 1
					Morfoespecie 1
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Pupa
					<i>Marisa cornuarietis</i>
			Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa
Discopoda	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>			

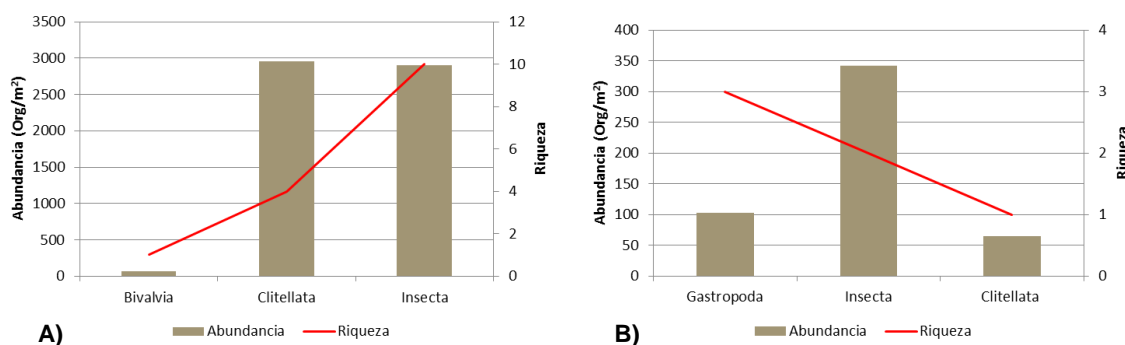


Figura 8-442. Contribución a la riqueza y la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos por Clase en la Ciénaga de Mesolandia A) Primera Fase, B) Segunda Fase

Los índices ecológicos calculados durante la Primera Fase, permitieron evidenciar que la riqueza de especies fue mayor en el Punto 6 (5 especies), siendo homogénea en los puntos restantes (2 especies); así mismo la estructura de la comunidad, observada desde el índice de dominancia de Simpson, se encontraron valores entre 0,659 y 0,955, siendo la dominancia media en el Punto 5, alta en los Puntos 4 y 1 y muy alta en el Punto 3; por su parte, los valores de equidad, indicaron que esta es muy baja en el Punto 3 ($J' = 0,159$), baja en los puntos 4 y 6 ($J' = 0,352$ y $0,386$), media en los Puntos 1 y 2 ($J' = 0,485$ y $0,552$) y muy alta en el Punto 5 ($J' = 0,755$). Igualmente el índice de Shannon-Wiener, arrojó valores entre 0,110 y 0,621, lo que indica diversidades bajas, igualmente los estos valores, bajo la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008), demuestran de la presencia de “aguas muy contaminadas” para todos los puntos de muestreo (Tabla 8-337). Por su parte, durante la Segunda Fase, en el Punto 6 solo se presentó una morfoespecie,

lo cual impidió el cálculo adecuado de los demás índices; además, se observó que los puntos evaluados presentaron valores muy altos de la equidad, con dominancias medias del Punto 2 al 5, siendo bajas en el Punto 1; por su parte la diversidad fue igualmente baja en todos los puntos de muestreo, siendo mayor en el Punto 1 ($H' = 1,04$), dichos valores, bajo la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008), indicaron la presencia de “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-338).

Tabla 8-337. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Mesolandia, Primera Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
P1	2	0,485	0,336	0,811
P2	2	0,552	0,383	0,776
P3	2	0,159	0,110	0,955
P4	2	0,352	0,244	0,876
P5	2	0,755	0,524	0,659
P6	5	0,386	0,621	0,731

Tabla 8-338. Índices ecológicos para los macroinvertebrados bentónicos en la Ciénaga de Mesolandia, Segunda Fase

	Riqueza	Índice de Pielou	Shannon-Wiener	Índice de Simpson
	S	J'	H'(Loge)	λ'
P1	3	0,946	1,040	0,370
P2	2	1,000	0,693	0,492
P3	2	0,985	0,683	0,507
P4	2	0,971	0,673	0,514
P5	2	0,918	0,637	0,551
P6	1		0,000	1,000

El análisis de los valores del índice BMWP/Col, durante la Primera Fase, puso en evidencia que la totalidad de la ciénaga de Mesolandia se presenta una calidad de agua “muy crítica”, con “aguas fuertemente contaminadas”; por su parte, el análisis ASPT indicó “aguas fuertemente contaminadas” en la mayoría de los puntos de muestreo, excepto en el Punto 6, donde se observó una calidad de agua “crítica” es decir “aguas muy contaminadas” (Tabla 8-339 y Figura 8-443). La ausencia de organismos pertenecientes a los grupos de efemerópteros, plecópteros y tricópteros hizo que los valores de dichos índices puntuaran en cero. Para la Segunda Fase igualmente el índice BMWP/Col indicó la presencia de aguas de calidad “muy crítica”, más el índice ASPT indicó la misma calidad de agua para los Puntos 3, 5 y 6, siendo mejor la calidad del agua en los Puntos 2 y 4, con calidad “crítica” o de aguas muy contaminadas, mientras que en el Punto 1 se evidenció la presencia de aguas moderadamente contaminadas o de calidad “dudosa”. Igualmente, la ausencia de organismos pertenecientes a los grupos de efemerópteros, plecópteros y tricópteros hizo

que los valores de dichos índices puntuaran en cero, lo que confirma alto grado de contaminación en la ciénaga (Tabla 8-340 y Figura 8-443).

Tabla 8-339. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia, Primera Fase

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Familias que puntúan	2	2	1	2	2	3
Índice BMWP/Col	4	4	2	4	4	11
Valor ASPT	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,7
EPT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EPT:C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EPT:Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 8-340. Índice BMWP/Col para los macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia, Segunda Fase

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Familias que puntúan	2	2	1	2	2	1
Índice BMWP/Col	11	7	2	7	3	2
Valor ASPT	5,5	3,5	2,0	3,5	1,5	2,0
EPT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EPT:C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EPT:Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

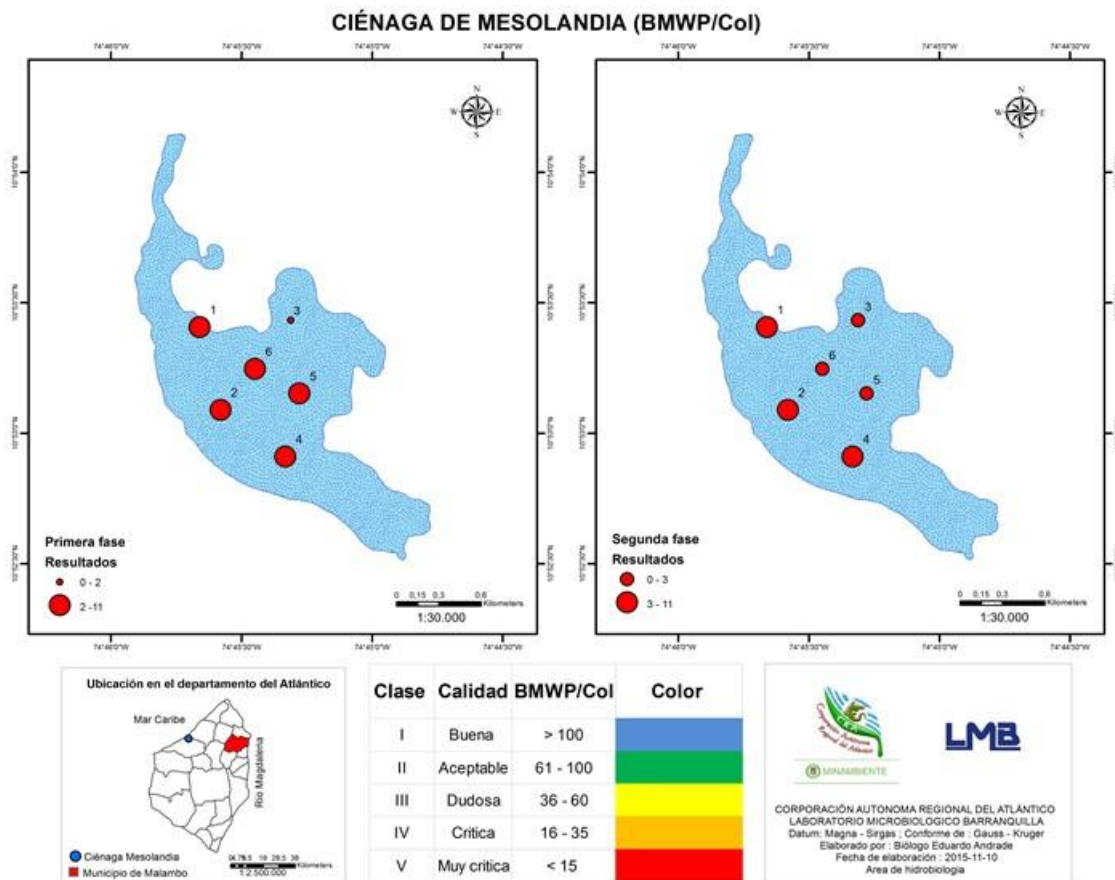


Figura 8-443. Índice BMWP/Col en la ciénaga de Mesolandia, Primera y Segunda Fase

Para determinar si hay diferencias entre las medias por día de muestreo; y debido a que el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada presentaron valores entre -2 y 2, indicando que no hay desviaciones de la normalidad; se utilizó un análisis de Anova simple y no un análisis de Kruskal-Wallis, con la cual se evidenció que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos con un nivel del 95,0%, durante los días evaluados tanto en la Primera Fase ($p=0,3477$), como durante la segunda Fase ($p=0,9119$). Por otro lado, se realizó un dendrograma de similaridad, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis, con lo cual se pudo comprobar que existen diferencias entre los puntos evaluados, mediante la formación de dos grupos al realizar un análisis con el 50% de similaridad. Para la Primera Fase, el Primer grupo, estuvo integrado por el Punto 5 ubicado en el costado oriental de la ciénaga; el segundo grupo se agruparon los puntos restantes (Figura 8-444); mientras que durante la Segunda Fase, se formaron cuatro grupos, los tres primeros integrados por un solo puntos, Punto 6, Punto 5 y Punto 3, el cuarto grupo estuvo integrado por los puntos 1,

2 y 4. Igualmente se observa cómo la composición para cada una de las fases del muestreo, en uno de los puntos evaluados se distribuye homogéneamente durante la Primera Fase, con excepción del Punto 5, donde predominan los gusanos clitelados sobre los insectos, igualmente, durante la Segunda Fase, se observó la ausencia de gasterópodos en los puntos que formaron grupos unitarios, prevaleciendo los insectos en los Puntos 3 y 6, mientras que en el Punto 5 lo hicieron los gusanos clitelados (Figura 8-445).

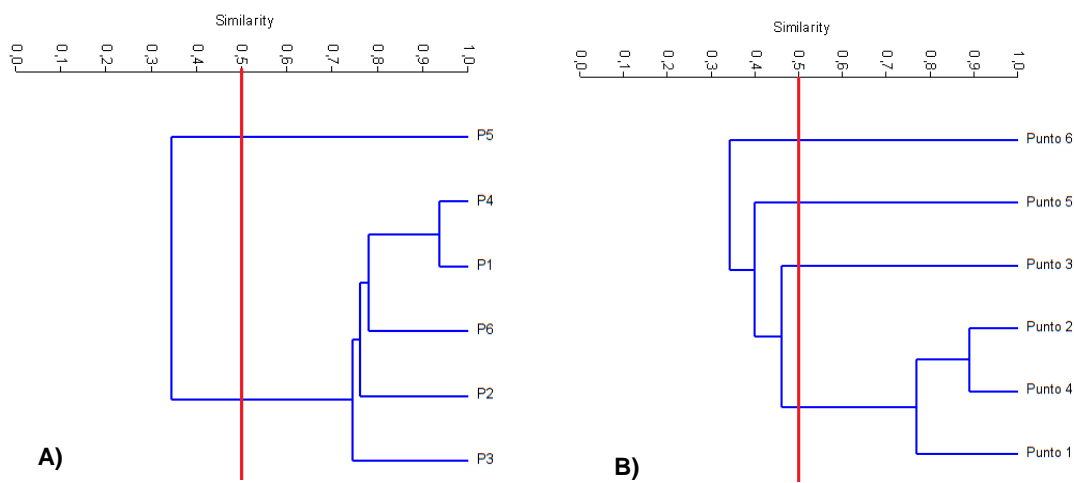


Figura 8-444. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los puntos de muestreo de la Ciénaga de Mesolandia, Primera Fase

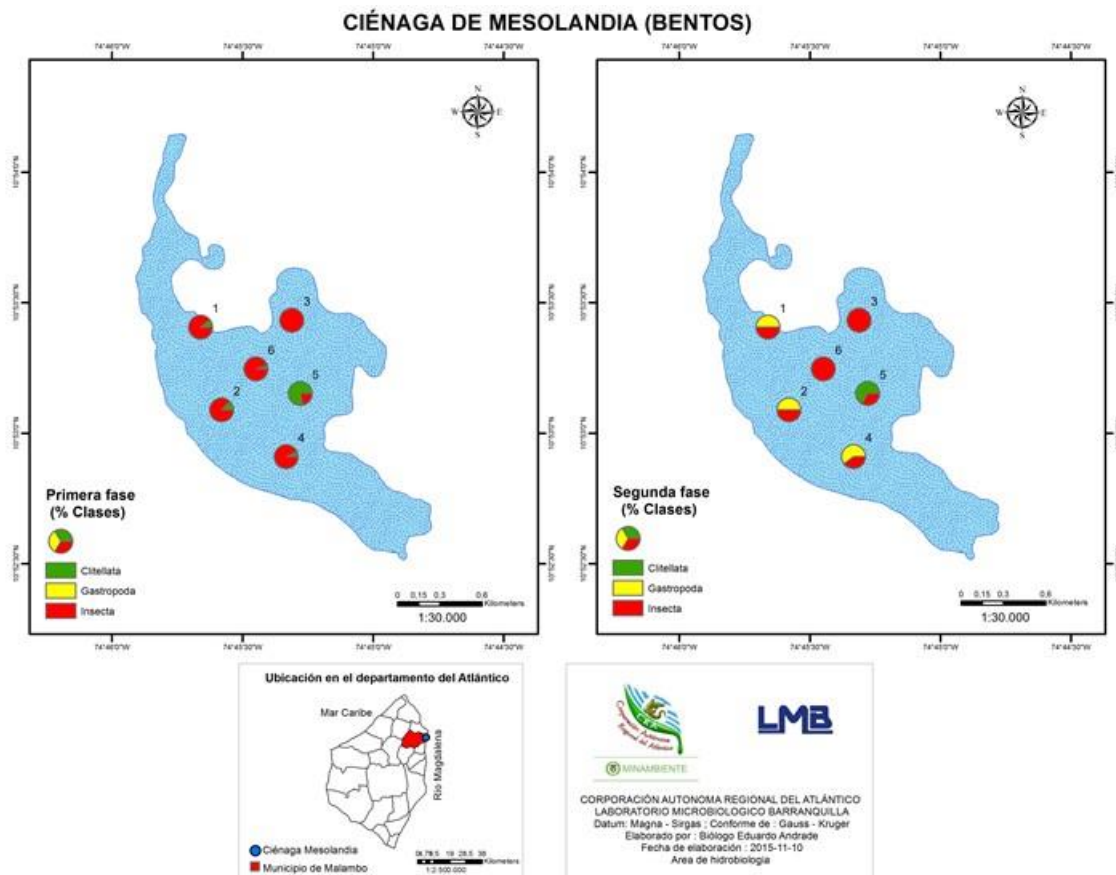


Figura 8-445. Distribución de los macroinvertebrados bentónicos (AR% por clase) en la ciénaga de Mesolandia, Primera y Segunda Fase

Al evaluar la bioindicación por punto de muestreo durante la Primera Fase, se observaron tres bioindicaciones predominantes en la mayoría de los puntos es de aguas contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos, todos en igual porcentaje; excepto en el Punto 5 donde prevalecen las aguas polisapróbicas (35%), los sedimentos alóctonos (35%), las aguas contaminadas y la sequía (10% cada uno) (Figura 8-446). Por último, al observar la ciénaga de manera general, se pudo evidenciar que las tres primeras bioindicaciones prevalecen en iguales proporciones (30,5%) aguas contaminadas, sequía y sedimentos plantónicos; así mismo se observó la presencia de aguas polisapróbicas (3,9%), sedimentos alóctonos (3,9%), aguas oligomesotróficas y eutróficas (0,3%) y aguas transparentes y alcalinas (0,3%) (Figura 8-447). De igual forma, durante la Segunda Fase, las bioindicaciones predominantes en los Puntos cercanos al litoral occidental (Puntos 1, 2 y 4) fueron de aguas contaminadas, sequía, sedimentos planctónicos, abundancia de materia orgánica y presencia de aguas tranquilas y poco profundas, todas en igual proporción (20%), excepto en el Punto 4, donde las dos últimas bioindicaciones presentaron contribuciones del 25%

cada una, mientras que las tres primeras lo hicieron en un 17% cada una; mientras que en los Puntos 3 y 6, las bioindicaciones predominantes fueron aguas contaminadas, sedimentos planctónicos y sequía, en igualdad de proporciones en cada punto (33,3%), así mismo, el Punto 5 continuó presentando predominancia de aguas polisapróbicas y sedimentos alóctonos (29% cada una), seguido de aguas contaminadas, sedimentos planctónicos y sequía (14% cada una) (Figura 8-448). Por último, una visión global de la ciénaga durante la Segunda Fase permitió evidenciar que en ella predominan las bioindicaciones de aguas contaminadas, sedimentos planctónicos y sequía, seguido de abundancia de materia orgánica, aguas tranquilas y poco profundas (4,1% cada una), aguas polisapróbicas y sedimentos alóctonos (1,8% cada una) (Figura 8-449)

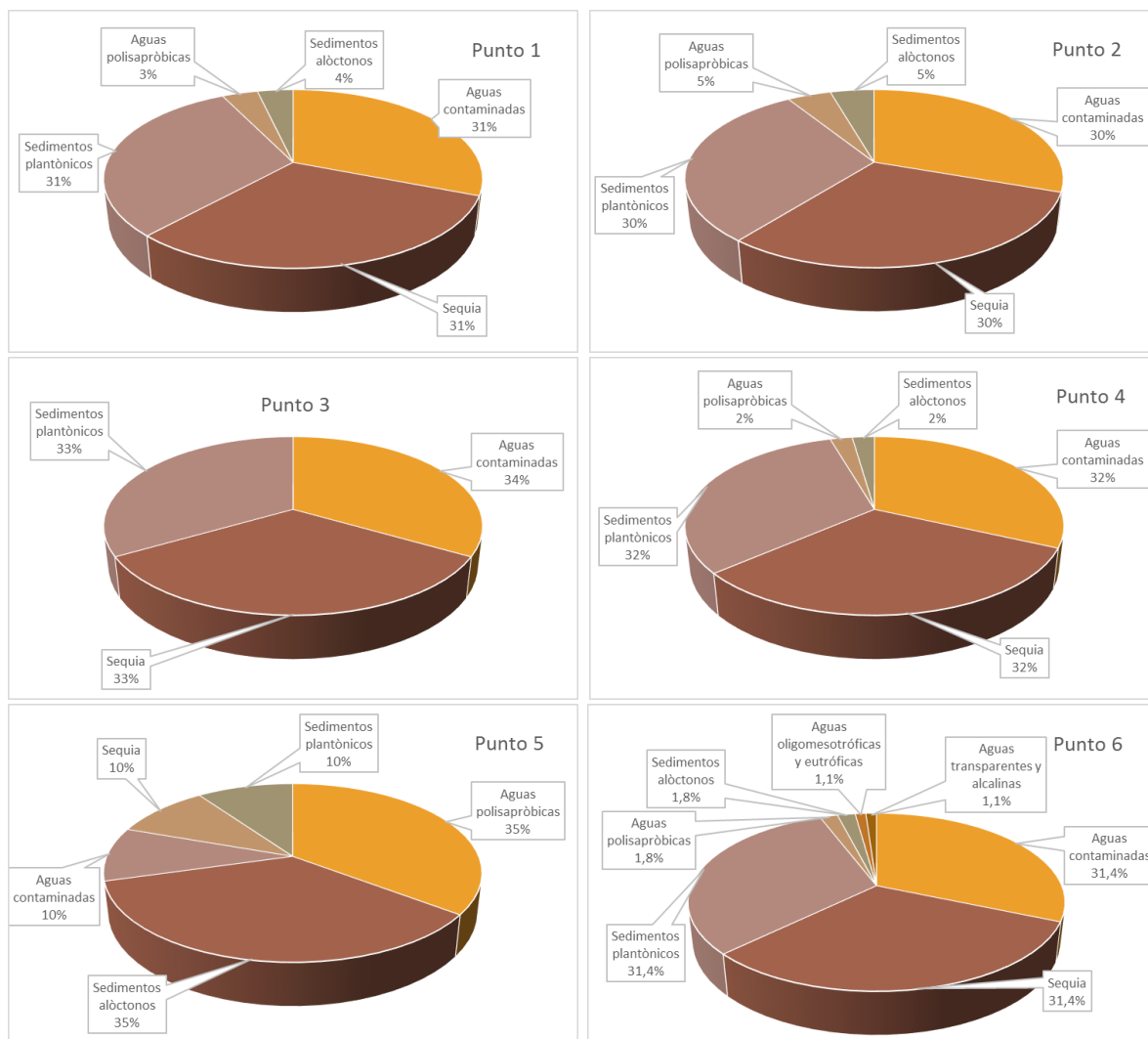


Figura 8-446. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia, Primera Fase

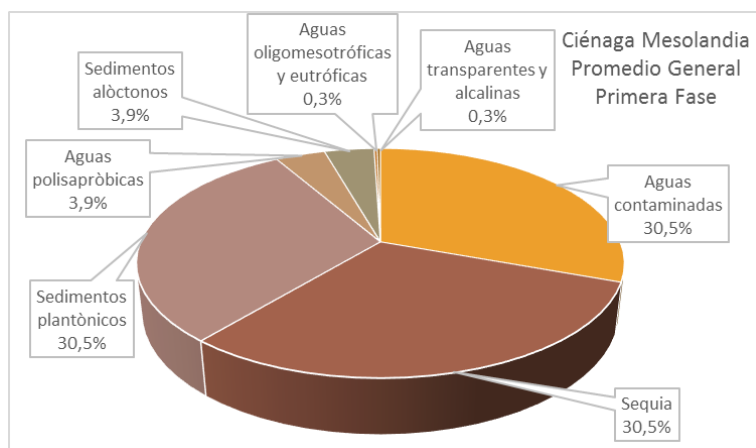
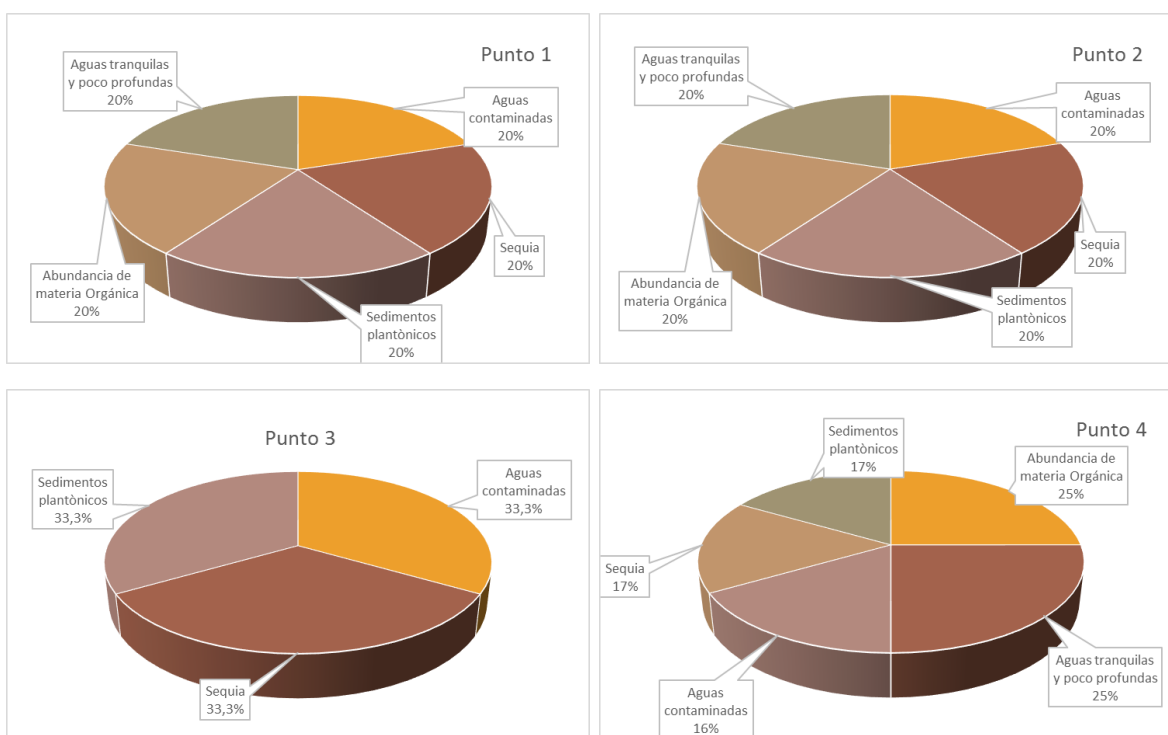


Figura 8-447. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la Ciénaga de Mesolandia durante la Primera Fase



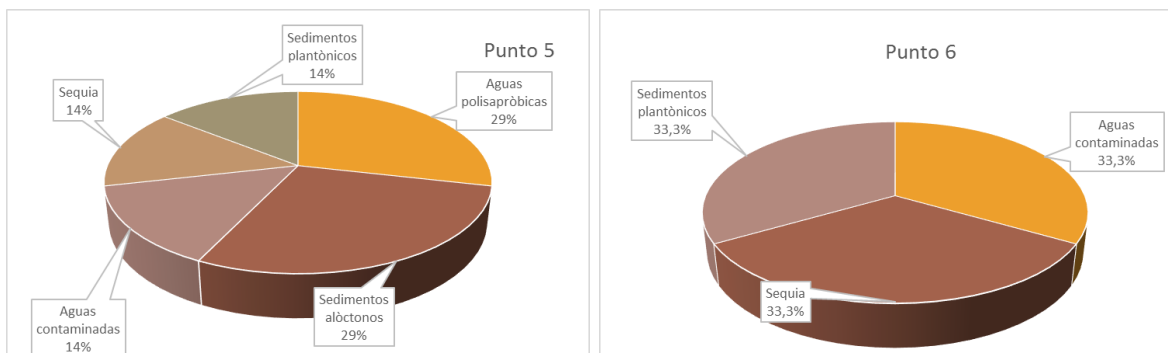


Figura 8-448. Procesos bioindicados por los macroinvertebrados bentónicos en cada punto de muestreo en la Ciénaga de Mesolandia, Segunda Fase

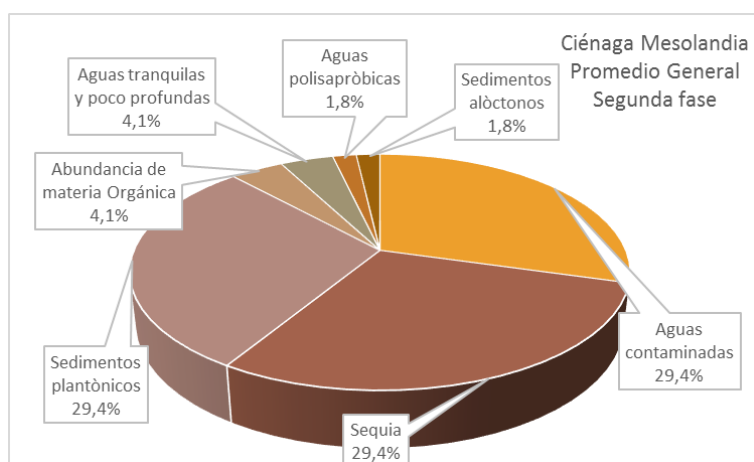


Figura 8-449. Procesos bioindicados, promedio general de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la Ciénaga de Mesolandia durante la Segunda Fase

Los análisis realizados en la Ciénaga de Mesolandia develaron que la composición de la comunidad bentónica durante la Primera Fase está representada por organismos de las clases Clitellata e Insecta siendo los insectos los más representativos para la riqueza (4 morfoespecies) y la abundancia (746,3 Organismos/m²); el sitio de mayor riqueza fue el Punto 6 (5 Morfoespecies), mientras que en los puntos restantes la riqueza fue de 2 morfoespecies; mientras que durante la Segunda Fase el Punto 3 presentó la mayor riqueza, con 3 morfoespecies y el Punto 6 la menor, con 1 morfoespecie; estos puntos igualmente fueron lo que mayor contribuyeron a la abundancia (1384,6 y 1008,5 Organismos/m² respectivamente).

Al observar la calidad de las aguas indicada por el índice BMWP/Col, fue homogénea en toda la ciénaga, tanto en la Primera como en la Segunda Fase, siendo “muy crítica”, o con

“aguas fuertemente contaminadas”; por su parte los valores del índice ASPT indicaron una mejor calidad de aguas en el Punto 6 (calidad crítica) durante la Primera Fase, e indicaron para la Segunda Fase una mejor calidad de agua (Calidad crítica) en los Puntos 2 y 4, y aún mejor en el Punto 1 (calidad Dudosa); estos últimos resultados se reflejaron en el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, lo cual puede ser resultado de las escorrentías presentadas durante la Segunda Fase, las cuales pudieron ser mayores en el costa occidental de la ciénaga, debido a que el casco urbano y sus calles en cemento ofrecen mayor resistencia a la permeabilidad del agua hacia el sustrato, siendo el costado oriental de la ciénaga, apto para el desarrollo de gastróodos e insectos. Pese a lo anterior las bioindicaciones determinadas para la mayoría de los Puntos, tanto durante la Primera como durante la Segunda Fase fueron de aguas contaminadas; lo que devela el estado altamente contaminado de la ciénaga de Mesolandia

8.5.1.2.3 Especies ícticas

A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, solo se colectó un total del 6 individuos durante la Primera Fase (Figura 8-450), en el transcurso de la semana, pertenecientes a 4 especies, 3 familia, 2 Orden y 1 Clase (Tabla 8-341 y la Figura 8-451). Mientras que durante la Segunda Fase no se obtuvieron capturas con el esfuerzo muestral realizado (Figura 8-450).

De las especies capturadas, *Andinoacara pulcher*, cómo se indicó anteriormente, se encuentra ampliamente distribuido en Colombia, en las cuencas de los ríos Magdalena, Sinú, San Jorge, Cauca, Cesar (Galvis *et al.*, 1997; Mojica, 1999, *En:* Olaya-Nieto, *et al.*, 2010). La población capturada de *A. pulcher*, presentó dos individuos, de 90 y 100 mm de LT, con un promedio de 95 mm de LT. Como se indicó anteriormente, en la cuenca del Orinoco, los peces del género presentan una reproducción continua durante todo el año y desove parcial (Lasso, 2004 *En:* Lasso y Sánchez-Duarte, 2011), para la ciénaga grande de Lórica (Córdoba), Olaya-Nieto *et al.*, 2010, indicaron la presencia de hembras maduras en casi todos los meses del año, excepto en marzo, septiembre y diciembre; igualmente indicaron que la talla media de madurez sexual fue de 9,2, 9,7 y 9,5 cm LT para hembras, machos y sexos combinados, respectivamente, lo que indica que el 50% de los individuos capturados sobrepasaron de la TMM (Figura 8-452) y al observar el histograma de tallas (Figura 8-453), sin un análisis más exhaustivo, es muy difícil discernir si los especímenes colectados pertenecen a una o a dos cohortes y si esta especie se está reproduciendo de manera efectiva en la ciénaga de Mesolandia; adicionalmente se buscó información sobre la indicación de una talla mínima legal de captura para la zona, sin encontrar evidencia de su determinación para la zona.

CIÉNAGA DE MESOLANDIA (PECES)

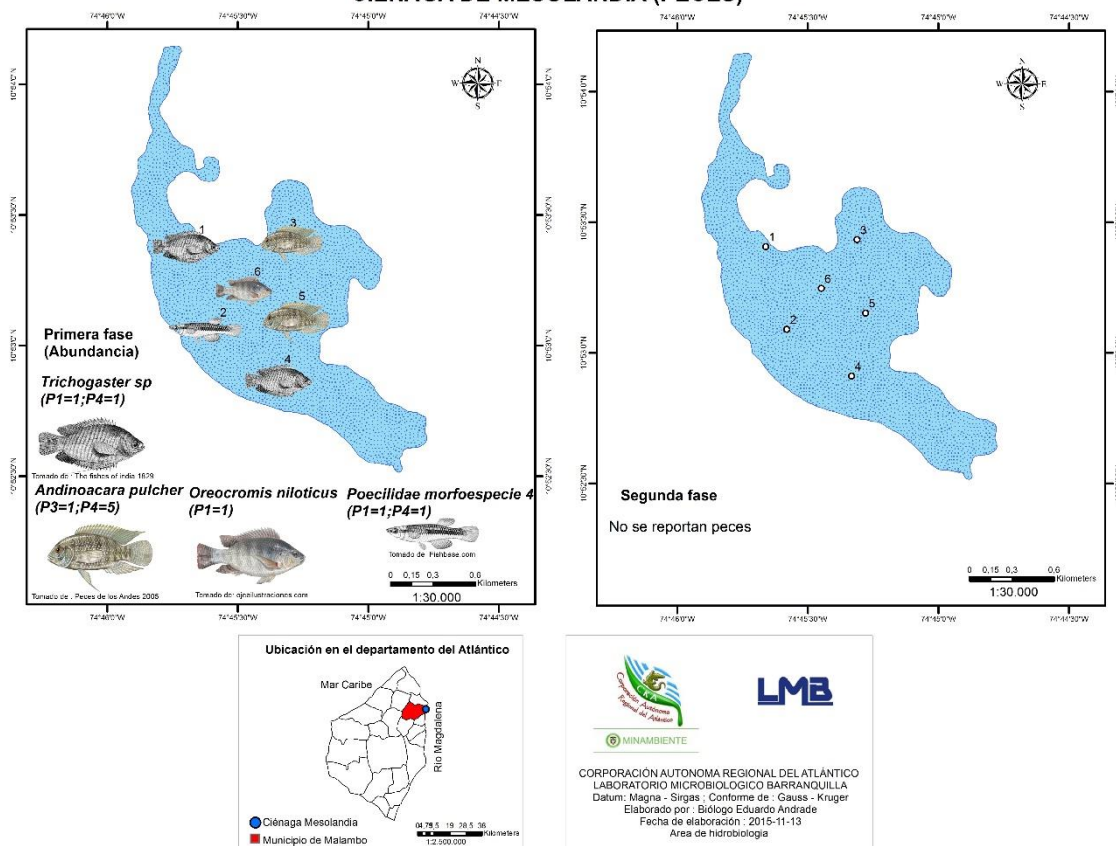


Figura 8-450 Distribución de la ictiofauna (peces colectados) en la ciénaga de Mesolandia, Primera y Segunda Fase

Para *Oreochromis niloticus* se obtuvo un individuo, de 160 mm de LT; para esta especie se conoce como talla promedio de maduración sexual 21,3 cm (Cadavid, *et al.*, 2011; Narváez, *et al.*, 2008 e Ibarra, *et al.*, 2013) lo que indica la totalidad de la colecta correspondió a especímenes que probablemente no se han reproducido. De esta especie no se encontró referencia en el país una talla mínima de captura legal (TML), establecida por la entidad estatal responsable para la ciénaga de Mesolandia; aunque la Corporación Colombia Internacional Nodo Central y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – CCI y Minagricultura indica que no se ha establecido talla mínima de captura debido a que es una especie introducida en la cuenca del Magdalena.

Los dos representantes colectados de la especie *Trichogaster sp* (Terapia), presentaron valores de 175 y 180 mm de longitud total, con un promedio de 177,5 mm; para este género no se encontró referencia sobre la talla media de maduración sexual, igualmente, para la

especie no se encontró referencia en el país una talla mínima de captura legal (TML), establecida por la entidad estatal responsable para la Ciénaga de Mesolandia.

Tabla 8-341. Composición de los peces colectados en la Ciénaga de Mesolandia

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Animalia	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Osphronemidae	<i>Trichogaster sp</i>	Terapia
				Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra lora - Mojarra negra
					<i>Andinoacara pulcher</i>	Cabeza de piedra - Bobito - Lorito azul
			Cyprinodontiformes	Poeciliidae	Poeciliidae Morfoespecie 4	-

Tabla 8-342. Longitud total mínima, máxima y promedio de los peces capturados en la ciénaga de Mesolandia

Nombre científico	Longitud Total (mm)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	
<i>Trichogaster sp</i>		175	180	177,5
Poeciliidae Morfoespecie 4		47	47	47,0
<i>Oreochromis niloticus</i>		160	160	160,0
<i>Andinoacara pulcher</i>		90	100	95,0

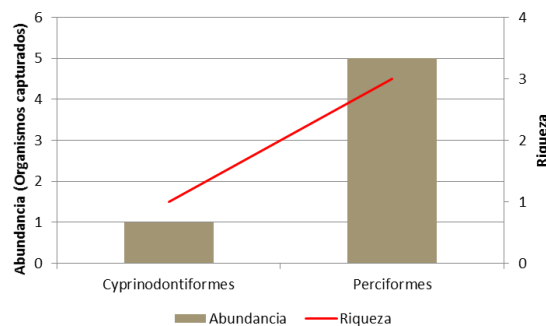


Figura 8-451. Contribución a la riqueza y abundancia de la ictiofauna en la Ciénaga de Mesolandia, Primera Fase

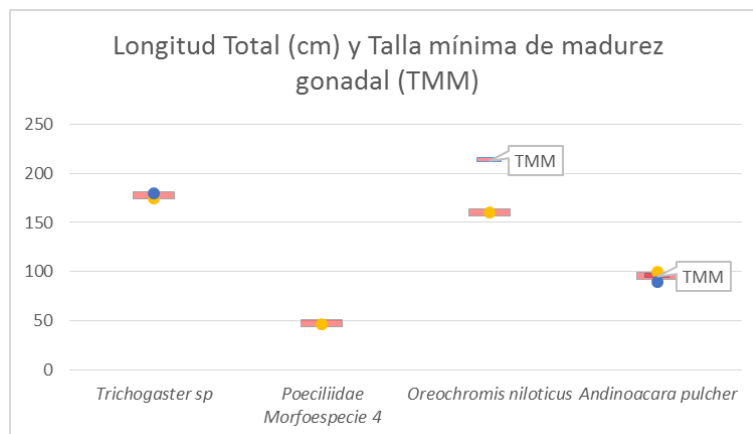


Figura 8-452. Longitud total (LT) y Talla Mínima de Madurez gonadal (TMM) de las especies de peces colectadas en la de Mesolandia durante la Primera Fase

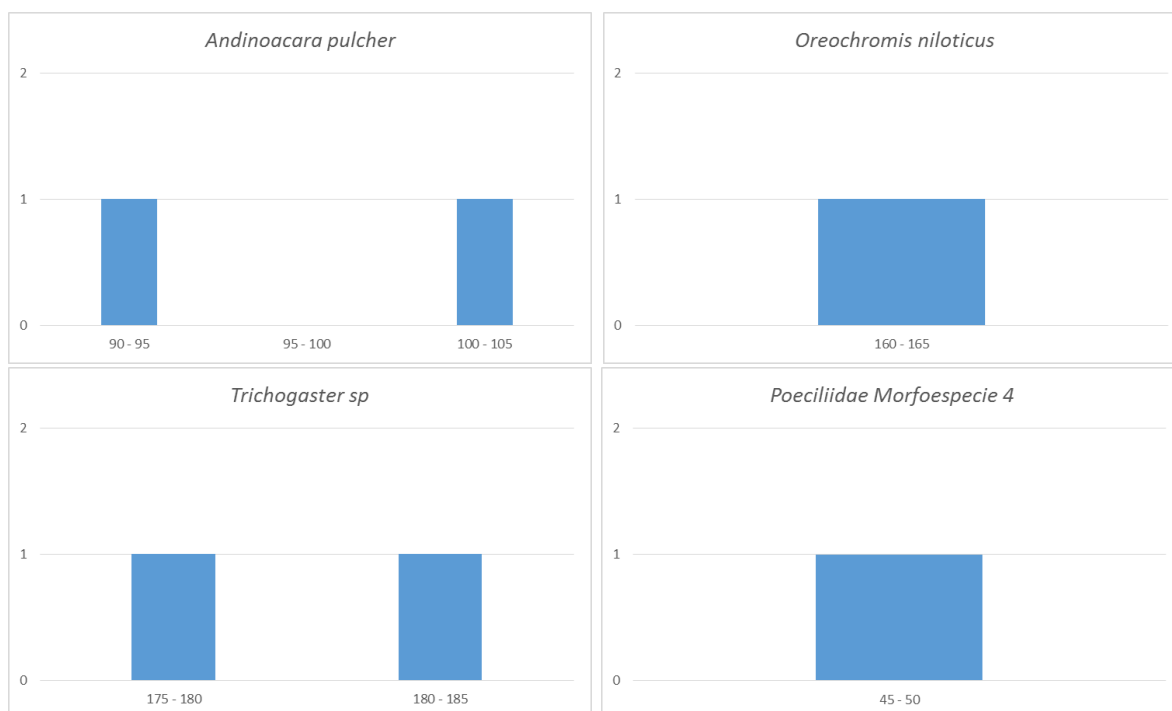


Figura 8-453. Histograma de tallas para las especies ícticas de la Ciénaga de Mesolandia, Primera Fase

Al realizar la revisión del listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”, según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, se determinó que no existen coincidencias con dicho listado.

CONCLUSIONES

- Todos los valores de temperatura encontradas en los puntos evaluados cumplen con el límite máximo o establecido por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico en la Resolución 000258 del 13 de abril de 2011 (Máx. 40 °C).
- El pH medido en la Fase I, osciló entre 5,63 unidades y 11,82 unidades, presentándose el valor más bajo en la Ciénaga Mesolandia y el más alto en la Ciénaga del Convento. En la segunda fase los valores oscilaron entre 6,80 unidades (Ciénaga de Balboa) y 10, 26 unidades (ciénaga Mesolandia). En la Ciénaga el Rincón, embalse El Guájaro, Ciénaga de Luruaco, Tocagua, Convento, Sabanagrande, Santo Tomás, Luisa y Mesolandia se registraron valores superiores al límite máximo reportado en la norma de referencia (Resolución 000258 de 13 de abril de 2011), entre 7 y 9 unidades, para la fase I. En la Fase se registraron valores superiores al límite máximo reportado en la norma de referencia en los puntos Ciénaga Totumo, embalse El Guájaro, Tocagua, Convento y Mesolandia. Los valores altos de pH encontrados se pueden atribuir a que la evaporación fue mayor a la precipitación, al punto de que las Ciénagas del Rincón, Sabanagrande y Santo Tomás se secaron y no fueron monitoreadas en la segunda fase. Adicionalmente en las Ciénagas del Convento, el Totumo y Mesolandia, 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.
- En la Fase I, el valor mínimo de oxígeno disuelto fue 0,15 mgO₂/L, el cual se presentó en el punto Curtiembres del Caribe, aguas abajo del vertimiento y el valor máximo fue 11,82 mg O₂/L, presentado en la Ciénaga del Convento. En la Fase II, los valores de oxígeno disuelto oscilaron entre 0,0 mg O₂/L (Aguas arriba y aguas abajo del Vertimiento Curtiembres del Caribe) y 17,9 mgO₂/L (Ciénaga de Mesolandia). Tanto en la Fase I como en la Fase II, los puntos aguas arriba y aguas abajo de los vertimientos de Curtiembres del Caribe, C.I. Exótika Leather y Curtiembres Interpelli presentaron valores de oxígeno disuelto inferiores a 2 mgO₂/L, valor límite mínimo menos flexible establecido en la Resolución mencionada en el párrafo anterior. En la Fase I se presentaron condiciones de sobresaturación de oxígeno disuelto en las Ciénagas Tocagua, Convento, Sabanagrande, Santo Tomás, Mesolandia y Playa Tubará. En la Fase II se presentaron condiciones de sobresaturación de oxígeno disuelto en las Ciénagas Totumo y Mesolandia. 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.

- En la Fase I, la conductividad osciló ampliamente entre 210 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 126800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Encontrándose los valores más bajos en la Ciénaga Santo Tomás, perteneciente a la Cuenca del Río Magdalena y los más altos se registraron en la Ciénaga de Balboa. En la fase II, la conductividad también osciló ampliamente entre 287 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 123700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Encontrándose los valores más bajos en el vertimiento zonas costeras, Salinas del Rey y los más altos se registraron en la Ciénaga de Balboa. 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.
- En la primera fase los valores promedio más altos de DBO5 se encuentran en la Ciénaga de Mesolandia, cuyo valor más alto fue 263,18 mgO_2/L en el punto 5. El promedio más bajo se presentó en el vertimiento zonas costeras, Salinas del Rey (2,85 mgO_2/L), seguido por los obtenidos en la Ciénaga de Mallorquín. En la segunda fase, el valor promedio más alto de DBO5 se encuentra en Curtiembres del Caribe, aguas arriba del vertimiento, 178,51 mgO_2/L . El promedio más bajo se presentó en el Embalse El Guájaro (4,44 mgO_2/L). En la Fase I, los puntos identificados como Ciénaga de Mallorquín, antes de la compuerta, antes del puente (estructuras hidráulicas de Santo Tomás) y el punto Salinas del Rey presentan valores de DBO5 que se pueden catalogar como de clase II. Los puntos de la Ciénaga Totumo, Tocagua, Convento, Sabanagrande, Santo Tomás, Luisa, Mesolandia, después de la compuerta, después del puente, los vertimientos y Playa Tubará presentaron mediciones superiores a 25 mgO_2/L , valor límite más flexible establecido en la Resolución 258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III. Para la segunda fase los valores de DBO5 disminuyeron significativamente, lo cual se debe posiblemente a las lluvias presentadas, que aunque no fueron las esperadas para esta época del año, debido al fenómeno de El Niño, permitieron la oxigenación de los cuerpos de agua. Solo dos puntos presentaron valores de DBO5 superiores a 25 mgO_2/L y fueron los identificados como Aguas arriba y aguas abajo del vertimiento de Curtiembres del Caribe.
- En la Fase I, los valores promedios de sólidos suspendidos totales oscilaron entre 10,4 mg/L (Ciénaga Santo Tomás) y 626,8 mg/L (Ciénaga Sabanagrande). En la Fase II oscilaron entre 12,2 mg/L (Ciénaga Luruaco) y 425,67 mg/L (Ciénaga de Balboa). En la Fase I 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 a la Ciénaga Sabanagrande y vertimientos Playa Tubará. En la Fase II 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 a la Ciénaga Manatíes y Balboa. 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.

- En la primera fase, los valores más altos de Sulfatos se presentan en las Ciénagas del Rincón y Balboa, pertenecientes a la cuenca del Litoral, esto era de esperarse teniendo en cuenta la alta evaporación presentada en estos cuerpos de agua. En la segunda fase se presentaron los valores más altos en Ciénaga Balboa y Manatíes.
- Los valores más altos de Coliformes totales y fecales se presentan en los puntos aguas arriba y aguas abajo de los vertimientos de curtiembres Interpelli y Curtiembres del Caribe. En la primera fase los puntos que sobrepasaron el límite de los 15000 NMP/100 mL de Coliformes totales fueron: punto 3 de la Ciénaga de Mallorquín (C.MQ), Antes del puente (A.P) estructuras hidráulicas de Santo Tomás, y los puntos aguas arriba y aguas abajo de los vertimientos de Curtiembres del Caribe y Curtiembres Interpelli. En la segunda fase los puntos que sobrepasaron el límite de los 15000 NMP/100 mL de Coliformes totales fueron: Antes del puente y después del puente (estructuras hidráulicas ciénaga La Luisa), salinas del Rey y los puntos aguas arriba y aguas abajo de los vertimientos de Curtiembres del Caribe y Curtiembres Interpelli.
- En la primera fase los puntos que sobrepasaron el límite de los 5000 NMP/100 mL de Coliformes fecales: punto 3 de la Ciénaga de Mallorquín (C.MQ), Antes del puente (A.P) estructuras hidráulicas de Santo Tomás, y los puntos aguas arriba y aguas abajo de los vertimientos de Curtiembres del Caribe y Curtiembres Interpelli. En la segunda fase los puntos que sobrepasaron el límite de los 5000 NMP/100 mL de Coliformes fecales fueron: Antes del puente y después del puente (estructuras hidráulicas ciénaga La Luisa), salinas del Rey y los puntos aguas arriba y aguas abajo de los vertimientos de Curtiembres del Caribe y Curtiembres Interpelli.

A continuación se concluye el resultado de los índices de contaminación para cada punto en ambas fases; además se incluyen las conclusiones de los resultados hidrobiológicos de cada sitio de muestreo.

8.6 CIÉNAGA EL RINCÓN O LAGO DEL CISNE

- Los valores de temperatura, oxígeno disuelto, DBO5, Sólidos suspendidos totales, Coliformes totales y Coliformes fecales encontrados en los dos puntos evaluados

en este cuerpo de agua presentan cumplimiento con lo fijado por la C.R.A en la resolución 258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III. Así mismo los índices de contaminación ICOMO e ICOSUS presentaron valores inferiores a 0,2, indicando que no existe contaminación por materia orgánica ni sólidos suspendidos totales, respectivamente, en los puntos evaluados. Se encontraron valores de pH superiores a 9 unidades, valor máximo fijado por la norma en mención, posiblemente debido a la alta tasa de evaporación que genera concentración de las sales presentes, lo que se pudo evidenciar con la disminución del volumen de la ciénaga, la cual se secó para el segundo monitoreo

- Se realizó la colecta de organismos de las comunidades hidrobiológicas, así como se realizaron las actividades de laboratorio tendientes a entregar los resultados de la composición y abundancia de las especies encontradas.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que Bacillariophyta obtuvo las mayores proporciones en la riqueza en la comunidad del fitoperifiton con un 38,1%, mientras que Cyanobacteria fue la división más abundante contribuyendo con el 75,1%. En el fitoplancton, las Bacillariophyta obtuvieron las mayores proporciones en cuanto a la riqueza y a la abundancia, aportando el 70,6% y el 80,3% respectivamente. El análisis muestra procesos que indican de contaminación en el sistema, tales como los sedimentos y conductividad altos, la sucesión, eutrofia e hipereutrofia, pH ácido, sucesión, y resistencia a pesticidas. Los índices de diversidad muestran una dominancia alta, debido posiblemente a los cambios que ocurren en el medio, los cuales provocan un aumento en la abundancia de varios organismos, como las cianobacterias en este caso, disminuyendo consigo los valores de equidad en la comunidad. La causa puede ser el proceso de desecación por la que pasó la ciénaga. No se pudo evaluar la diversidad de la comunidad de Macrófitas acuáticas, debido a que no se encontraron especímenes en los sitios de muestreo.
- En cuanto a las comunidades de consumidores, el zooplancton estuvo representado por el Phylum Arthropoda con mayor número de especies (55,2%), mientras que Rotifera aportó mayormente a la abundancia (66,4%). Para los Macroinvertebrados Bentónicos, solo hicieron presencia los organismos de la Clase Insecta, de ellos, los órdenes Diptera, Hemiptera y Lepidoptera aportaron cada uno una especie, sin embargo, Diptera y Hemiptera tuvieron la mayor representatividad en la abundancia, es decir el 36,4%. Por otra parte, no se pudo evaluar la fauna íctica de la zona de estudio, resaltándose además que no se encontraron pescadores en el lugar. Los de los indicadores ecológicos para las comunidades de consumidores demostraron dominancias bajas, equidades medio altas, y mayores diversidades en la comunidad zooplanctónica que en la de macroinvertebrados bentónicos, los cuales bajo la

interpretación de Roldán y Ramírez (2008), indicaron “aguas medianamente contaminadas” según el zooplancton y “aguas muy contaminadas” según los macroinvertebrados bentónicos; estos últimos además presentaron valores del Índice BMWP/Col que indican la presencia de “aguas fuertemente contaminadas” o de calidad “muy crítica”; evidenciándose la relación con la baja calidad de agua presentada desde el punto de vista fisicoquímico, con valores de ICOMO, ICOSUS e ICOpH mínimo, muy bajos.

8.7 CIÉNAGA DE MALLORQUÍN

- Los cuatro puntos evaluados en esta ciénaga presentaron valores de temperatura, pH, oxígeno disuelto y DBO5 dentro de los límites fijados por la CRA en la Resolución 258 de 2011, para cuencas y tramos clase III. En el punto 3 se encontró la presencia de Coliformes fecales y totales en una cantidad superior a lo fijado por la norma en mención. Los resultados del índice ICOMO evidencian contaminación por materia orgánica baja a media. Es de mencionar que este punto se encuentra cerca al Barrio La Playa, por lo que no se descarta contaminación de origen doméstico. Los resultados de los índices ICOSUS e ICOpH fueron inferiores a 0.2, lo que evidencia que no existe contaminación por sólidos suspendidos totales (SST) ni pH, respectivamente, sin embargo en el punto 1, el valor promedio de los SST fue ligeramente superior al límite máximo establecido por la C.R.A. en la resolución 0258 de 2011.
- Para la segunda fase todos los índices evaluados presentaron valores menores a 0.2, indicando que no existe contaminación por materia orgánica, sólidos suspendidos ni pH, excepto en el punto 1, donde se detecta una contaminación baja por valores de pH altos.
- Se realizó la colecta de organismos de las comunidades hidrobiológicas, así como se realizaron las actividades de laboratorio tendientes a entregar los resultados de la composición y abundancia de las especies encontradas.
- Pese a los esfuerzos de muestreo, la comunidad fitoperifítica no pudo ser colectada debido a la ausencia de sustratos naturales adecuados para su establecimiento y crecimiento; igualmente sucedió con las macrófitas acuáticas, debido a que la ciénaga presenta características estuarinas, no permite el desarrollo y crecimiento de las especies representantes de esta comunidad. Más por su parte, los análisis realizados en la ciénaga de Mallorcaquin develaron que la composición de la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase está altamente influenciada por la entrada del agua del mar Caribe que ingresa por la(s) boca(s) (naturales o

artificiales), presentando gran variedad de organismos de las clases Bacillariophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria, sobre todo en los Puntos 1 al 3; con mayores abundancias en estos puntos, siendo el Punto 4, una zona de baja productividad fitoplanctónica, lo cual se reflejó en el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis realizado para esta fase; mientras que durante la Segunda Fase, cuando transcurría una época de lluvias con un marcado déficit pluviométrico, se evidenció una homogenización de las aguas de la ciénaga, con evidente pérdida de riqueza y abundancia de las especies fitoplanctónicas con predominio generalizado de las Cianobacterias, evidente tanto por medio del dendrograma de similaridad de Bray-Curtis, como en la homogenización de las diversidades (índice de Shannon-Wiener), el cual, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), indicó una transición entre la Primera y la Segunda Fase, para los Puntos 1 y 2, de aguas medianamente contaminadas a aguas muy contaminadas; así como para el Punto 3, de aguas muy limpias a aguas medianamente contaminadas, mientras que el Punto 4 mantuvo las características de aguas muy contaminadas, debido probablemente a que los puntos ubicados en los márgenes de la ciénaga son los que presentan mayores fluctuaciones, debido a los intercambios de agua (por las compuertas, el arroyo León y las rupturas de la barra en la zona norte), presentando mayor estabilidad en la zona central donde se ubica en Punto 4.

- En el grupo de los consumidores, el zooplancton estuvo integrado por 43 morfoespecies durante la Primera Fase y 13 durante la Segunda; siendo, para las dos fases, y todos los Puntos, la Clase Maxillopoda la de mayor aporte a la abundancia, lo que reflejó altos valores de equidad y baja dominancia en todos los puntos, durante las dos fases de muestreo; igualmente la diversidad fue alta indicando la presencia de “aguas medianamente contaminadas”; por su parte la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante la Primera Fase fue altamente influenciada por la entrada del agua del mar Caribe que ingresa por la(s) boca(s) (naturales o artificiales), presentando gran diversidad de organismos de las clases Bivalvia y Polychaeta; los efectos de la entrada de agua marina se acentúan en los Puntos 4 y 3, los cuales estuvieron ubicados más cerca de la boca de comunicación entre la ciénaga y el mar; una comparación general permitió evidenciar que durante el paso de la Primera Fase a la Segunda Fase, los Puntos 3 y 4 son los que presentan mayor cambio en la estructura de la comunidad, asociada a la riqueza y abundancia de poliquetos en Punto 3 y de Bivalvos y malacostráceos en el Punto 4, resultados que se reflejaron en el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis. Por otro lado, en la Segunda Fase, se incrementa el flujo de agua de escorrentía y agua de lluvia que ingresa a la ciénaga por el Arroyo Grande, lo cual influyó negativamente en la diversidad y la dominancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, mientras que los valores de equidad aumentaron. El detrimento en la calidad del agua se observa en el cambio de los valores del

índice de Shannon-Wiener, en Primera Fase señala la presencia de aguas “aguas medianamente contaminadas” en el mayoría de la ciénaga, excepto en el Punto 3, donde se catalogaron como “aguas muy contaminadas”, coincidiendo este punto con la desembocadura de arroyo Grande; en contraste durante la Segunda Fase, solo el punto 4 presentó “aguas medianamente contaminadas”, mientras que el resto de los puntos la calidad fue de “aguas muy contaminadas”, datos coincidentes con la baja calidad del agua determinada por los índices ICOSUS e ICOpH.

- La ictiofauna estuvo representada por 30 individuos pertenecientes a de 5 especies peces, mientras que durante la Segunda Fase fue 15 individuos de 4 especies diferentes; igualmente, la especie más abundante durante la Primera Fase fue *Mugil liza* (23 individuos), seguida de *Ariopsis bonillai* y *Eugerres plumieri* (con 3 individuos cada una), así como *Achirus lineatus* y *Oligoplites saurus* (con 1 individuo cada una), mientras que durante la Segunda Fase fue *Ariopsis bonillai* (7 individuos), seguida de *M. liza* (6 individuos), *Achirus lineatus* y *Centropomus undecimalis* (1 individuo cada una). Se reportó la presencia tanto durante la Primera, como durante la Segunda Fase, de individuos de las seis especies indicadas anteriormente, con tallas que no sobrepasan la talla mínima de madurez sexual (L50), lo que indica que son individuos en estado juvenil, lo que permite resaltar la importancia ecológica de la ciénaga ya que es utilizada frecuentemente por poblaciones ícticas, como zona de crianza. Igualmente no se encontró referencia sobre la determinación de la talla mínima legal de captura por parte de la autoridad ambiental competente para las especies colectadas. Para finalizar, se revisó el listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”, según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, encontrando a *Mugil liza* y *Ariopsis bonillai*, reportadas como especies en peligro (EN) y a *Eugerres plumieri* y *Centropomus undecimalis*, como especies vulnerables (VU), dando cuenta de la importancia de la preservación de la ciénaga para la conservación de estas especies.

8.8 CIÉNAGA DE BALBOA

- Los valores de pH, temperatura, oxígeno disuelto, DBO5, totales, Coliformes totales y Coliformes fecales encontrados en los dos puntos evaluados en este cuerpo de agua presentan cumplimiento con lo fijado por la C.R.A en la resolución 258 de 2011 para cuencas y tramos de clase I (Aquellos cuyo potencia 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). Así mismo los índices de contaminación ICOMO, ICOSUS e

ICOpH presentaron valores inferiores a 0,2, indicando que no existe contaminación por materia orgánica, sólidos suspendidos totales ni pH, respectivamente, en los puntos evaluados. Se encontraron valores de sólidos suspendidos superiores a 30 mg/L, límite máximo fijado por la C.R.A. para cuencas y tramos de clase I. No se detectó la presencia de Coliformes totales ni fecales. Los valores de conductividad encontrados fueron muy altos respecto a los valores típicos de un agua de mar, lo cual se debió posiblemente a la alta tasa de evaporación presentada y a las escasas lluvias, lo cual se evidencia en la disminución del volumen de agua en esta ciénaga.

- En ambas fases de monitoreo para todos los puntos evaluados en este cuerpo de agua, se encontraron valores de ICOMO, ICOSUS, ICOpH evaluado con el valor mínimo, inferiores a 0.2, lo cual indica que no existe contaminación por materia orgánica, sólidos suspendidos totales ni por los valores mínimos de pH, respectivamente.
- En la primera fase se detecta en ambos puntos contaminación baja por valores de pH altos, mientras que en la segunda fase se detectaron por el mismo motivo valores de contaminación media, lo que indica que el pH aumentó.
- La comunidad perifítica no pudo ser colectada en el Punto 1 debido a la ausencia de sustratos aptos para la fijación y desarrollo de los organismos de ésta comunidad, así las cosas, la comunidad del Punto 2 estuvo conformada por 8 morfoespecies, durante la primera fase y 9 durante la Segunda; con mayor riqueza de especies de la división Bacillariophyta en ambas fases, mientras que en la abundancia fueron más representativas durante la segunda fase, mientras que la Clase Cyanobacteria lo fue durante la Primera. Dicho cambio estructural se reflejó en los índices ecológicos, pasando de una comunidad con equidad baja, dominancia media y diversidad baja a una con equidad medio alta, dominancia baja y diversidad media. La variación de la estructura de la comunidad, asociado a las clases taxonómicas indicó un incremento de la incidencia de las aguas marinas en el ecosistema, consistente con la presencia, durante la Segunda Fase, de *Berkeleya*, género presente la mayoría de las veces en aguas marinas, y de géneros *Sellaphora* y *Cymbella*, con especies representantes en este tipo de ambientes, teniendo en cuenta que estos organismos no se presentaron en la Primera Fase. Es así como durante la Primera Fase, se presentaron géneros dulceacuícolas, como *Oscillatoria*, *Lyngbya* y *Radiophilum*, los cuales no fueron encontrados en la Segunda Fase.
- El fitoplancton por su parte, presentó una variación en la composición de la comunidad, pasando de presentar una riqueza de 17 especies, gran parte de ellas pertenecientes a la División Bacillariophyta, una equidad medio alta, una dominancia baja y una diversidad alta, a constituirse en una comunidad de 15 especies, gran

parte pertenecientes a la Divisiones Cyanobacteria y Bacillariophyta; siendo la abundancia consecuente con el comportamiento de la riqueza, excepto en la Segunda Fase, cuando las Bacillariophyta contribuyeron en mayor proporción. Para la Segunda Fase también se resalta la aparición de los representantes de la División Dinophyta, organismos comunes de aguas marinas y estuarinas, lo que es indicador de la apertura de la boca durante esta fase. No se presentaron macrófitas en esta ciénaga.

- Las comunidades de consumidores, iniciando por el zooplancton, al comparar la composición de riqueza y abundancia de la comunidad zooplanctónica, se pudo notar que en la Primera Fase la diversidad estuvo representada por 35 especies, mientras que en la Segunda Fase solo se encontraron 3 morfoespecies, es posible que la incidencia de las aguas marinas en este ecosistema esté relacionado con el declive de la diversidad, pues se sabe que algunos organismos son sensibles y pueden responder a cambios en las condiciones ambientales ya sean variaciones de tipo físicas o químicas. En tanto que la abundancia fue mayor en la Segunda Fase, hecho que se puede explicar con el incremento sustancial de una morfoespecie en particular Harpacticoida spp pertenecen a la Clase Maxillopoda la cual se pudo ver favorecido con la entrada de aguas marinas permitiendo así el incremento de la densidad y abundancia de esta especies en la ciénaga Balboa. Por otra parte teniendo en cuenta el índice de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008) se puede inferir que en la ciénaga de Balboa paso de tener “aguas medianamente contaminadas en la Primera Fase a “aguas muy contaminadas” en la Segunda Fase, suceso que también pudo influir en la disminución de la diversidad y aumento de la densidad de especies puntuales en el cuerpo de agua.
- Por su parte, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se evidenció que durante la Primera Fase la ciénaga presenta una comunidad integrada por poliquetos (en el Punto 1), indicativo de la influencia de aguas marinas en el interior de la ciénaga, aunque no se evidenció la presencia de boca (natural o artificial) en la barra que la separa del mar Caribe, mientras que la zona el Punto 2 presentó una comunidad con características de sistema lenticó. Para la Segunda Fase, cuando el flujo de agua de escorrentía aumenta, se observó un efecto positivo en la diversidad y la dominancia, mientras que los valores de equidad fueron mayores. Al puntualizar en los valores del índice de Shannon-Wiener durante la Primera Fase, se evidenció la presencia de “aguas muy contaminadas” en el Punto 2, mientras que en el Punto 1 no se pudo determinar el índice; por su parte durante la Segunda Fase, los dos puntos reflejaron “aguas muy contaminadas”. Es posible que decremento esperado de la salinidad, así como incremento esperado de material alóctono hiciera que la composición de la comunidad se afectara produciendo un aumento en riqueza de

especies, lo que se evidenció en los dendrogramas de similaridad realizados para cada época climática. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos sufre un cambio en su composición general a lo largo y ancho de la ciénaga, con cada cambio de época climática, lo que permite considerar a cada una de las comunidades presentes en cada época, como pioneras, las cuales pueden servir como indicadores, ante aumentos del estrés causado por la intervención antrópica.

- El análisis realizado a la ictiofauna de la ciénaga de Balboa permitió evidenciar que en la Primera Fase la comunidad estuvo compuesta por 5 especímenes, con tallas entre 180 y 230 mm, las cuales son menores a la talla mínima de madurez sexual (L50), lo que indica que son individuos en estado juvenil, lo que permite resaltar la importancia ecológica de la ciénaga ya que es utilizada frecuentemente por poblaciones ícticas, como zona de crianza, así mismo alerta que la presión realizada por la comunidad de pescadores puede estar atentando en la sostenibilidad de la especie. Por otra parte, no se encontró referencia sobre la determinación de la talla mínima legal de captura por parte de la autoridad ambiental competente, hecho que se agudiza ya que ésta es una especie que se encuentra En Peligro (EN), sobre la cual la autoridad ambiental competente debe llevar a cabo actividades tendientes a su conservación.

8.9 CIÉNAGA DE LOS MANATÍES

- Los valores de pH, temperatura, oxígeno disuelto, DBO5, Sólidos suspendidos totales, Coliformes totales y Coliformes fecales encontrados en los dos puntos evaluados en este cuerpo de agua presentan cumplimiento con lo fijado por la C.R.A. en la resolución 258 de 2011 para cuencas y tramos de clase III. Así mismo los índices de contaminación calculados (ICOMO, ICOSUS, ICOpH) presentaron valores inferiores a 0,2, indicando que no existe contaminación por materia orgánica, sólidos suspendidos totales y pH, respectivamente, en los puntos evaluados. Los valores obtenidos de conductividad son muy similares a los valores propios del agua de mar, lo cual se debe posiblemente a las tasas de evaporación y a las escasas lluvias.
- En la primera fase de muestreo en el punto 1 los índices de contaminación arrojaron valores inferiores a 0.2, lo que indica que no existe contaminación por materia orgánica, sólidos suspendidos totales ni pH. En esta misma fase, en el punto 1 se detecta baja contaminación por materia orgánica. En la segunda fase en los puntos 1 y 2 se detectó contaminación baja por materia orgánica y pH.

- Durante las jornadas de campo no se encontraron sustratos que permitieran el establecimiento y desarrollo de la comunidad fitoperifíticas, por lo que esta no pudo ser analizada. De igual manera, y debido posiblemente a las condiciones estuarinas de este cuerpo de agua, tampoco se reportaron Macrófitas acuáticas. Por su parte, la comunidad del fitoplancton reportó 18 morfoespecies, de las cuales 13 (72,2%) pertenecieron a la división Bacillariophyta, durante la Primera Fase y durante la Segunda Fase de Bacillariophyta y Cyanobacteria (4 especies, 33,3% cada una). La División Bacillariophyta contribuyó en mayor proporción a la abundancia durante las dos fases, con el 82,9% para la Primera y 43,5% durante la Segunda Fase. A pesar de que encontró diferencias entre los sitios de muestreo (dendrograma de similaridad de Bray-Curtis) durante las dos fases de muestreo, la cual pudo deberse para la Segunda Fase a la aparición de los representantes de la División Dinophyta, organismos comunes de aguas marinas y estuarinas, lo que es indicador de mayor influencia marina para este periodo.
- En el Zooplancton se registraron 26 morfoespecies, de las cuales los Artrópodos representaron el 61,5% (16 morfoespecies) para la Primera Fase y 15 especies de las cuales 7 (46,7%) pertenecieron a la División Maxillopoda. El mayor aporte a la abundancia durante la Primera Fase total estuvo repartida entre los Artrópodos y los Anélidos, con el 34,6% cada uno; mientras que durante la Segunda lo hicieron la Clase Maxillopoda con 35,63 Organismos/L (34,9%), seguido de Eurotatoria 33,87 (33,1%). Los índices mostraron comunidades equiparables, poco dominantes y de alta diversidad durante los dos ciclos de muestreo.
- Se evidenció que durante la Primera Fase la ciénaga presenta una comunidad compuesta por una alta riqueza de poliquetos, indicativo de la influencia de aguas marinas en el interior de la ciénaga, aunque no se evidenció la presencia de boca (natural o artificial) en la barra que la separa del mar Caribe. Para la Segunda Fase, cuando el flujo de agua de escorrentía aumenta, se observó un efecto negativo en la diversidad y la equidad, mientras que los valores de dominancia fueron muy altos. Al puntualizar en los valores del índice de Shannon-Wiener durante la Primera Fase, se evidenció la presencia de “aguas medianamente contaminadas” en el Punto 2 y “aguas muy contaminadas” en el Punto 1; mientras que durante la Segunda Fase, los dos puntos reflejaron “aguas muy contaminadas”. Es posible que decremento esperado de la salinidad, así como incremento esperado de material alóctono hiciera que la composición de la comunidad se afectara disminuyendo también la riqueza de especies, sobretodo en el Punto 2, al pasar de 8 especies en la Primera Fase a 2 morfoespecies en la Segunda Fase, lo que se evidenció en los dendrogramas de similaridad realizados para cada época climática. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad del Punto 1, durante la Segunda Fase, presenta diferencias las cuales se deben muy probablemente a la gran cantidad de poliquetos

que se reportaron en este punto, la cual fue casi 8 veces más que la reportada durante la Primera Fase. Por último, no se reportaron especies ícticas en la zona a pesar del esfuerzo realizado durante las dos fases.

8.10 CIÉNAGA DEL TOTUMO

- En los seis puntos monitoreados en la primera fase se detectó contaminación baja por materia orgánica y pH según los datos de los índices ICOMO e ICOPH (pH máximo), respectivamente. No se detecta contaminación por sólidos suspendidos totales. Para la Segunda Fase se detectan niveles de contaminación alta y muy alta por materia orgánica, sólidos y pH en la mayoría de los puntos.
- Durante las jornadas de campo no se encontraron sustratos que permitieran el establecimiento y desarrollo de la comunidad fitoperifítica, por lo que esta no pudo ser analizada. Por otra parte se reportaron 3 especies de macrófitas acuáticas durante la Primera Fase y 5 especies durante la Segunda Fase; para la Primera Fase el biotopo predominante fue Helófitas (plantas enraizadas cuya parte vegetativa se encuentra fuera del agua, y absorben CO₂ atmosférico); estas plantas pasan gradualmente a ser parte de la vegetación terrestre; mientras que durante la Segunda Fase, se observaron Helófitas y Acropleustofitas, siendo esta últimas, antes que se encuentran flotando sobre la superficie del agua y usan en CO₂ atmosférico.
- Por su parte, el comportamiento de la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase en la ciénaga del Totumo estuvo distribuida en tres divisiones principalmente (Chlorophyta, Cyanobacteria y Bacillariophyta), mientras en la Segunda Fase lo marcó la presencia mayoritaria de Cianobacterias. Se observó un aumento de riqueza en los puntos comunes para las dos Fases del muestreo, excepto en los puntos 1 y 5, los cuales en la Primera Fase fueron los de mayor riqueza; por su parte la equidad se mantuvo media a alta y la dominancia baja en ambas fases. Por su parte el índice de Shannon-Wiener presentó valores más altos en toda la ciénaga con respecto a la Primera Fase aplicándose la categoría de “aguas mediamente contaminadas” a todos los puntos, una mejora en comparación con la fase anterior lo que permite inferir que en la Segunda Fase, pese a el déficit pluviométrico presentado, se evidencia el efecto de las lluvias en las comunidades fitoplanctónicas; se aprecia, dicho efecto en la uniformidad observada en el dendrograma de similaridad, la cual fue generalizada para los puntos evaluados, presentándose diferencias en los puntos con mayores o menores abundancias relativas, los cuales conformaron grupos separados, Puntos 4, 5 y 6 en la Segunda Fase y 3 y 1 de la Primera Fase con el Punto 7 de la Segunda.

- La comunidad del Zooplancton presentó alta diversidad durante los dos periodos muestreados, con alta equidad y bajas dominancias en todos los puntos, incluidos los adicionales. Esto puede deberse a la incidencia del mar en la ciénaga, lo que permite la aparición de múltiples hábitats y nichos que son llenados por varias especies, desde dulceacuícolas (como los rotíferos) hasta estuarinas (copépodos calanoideos) y marinas (larvas de poliquetos). Aunque se presentan indicios de eutrofia, se puede decir que la ciénaga tiene en general una buena calidad ambiental, que se ha conservado en el transcurso del año.
- La comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga del Totumo develó una baja riqueza, tanto durante la Primera, como durante la Segunda Fase, con equidades muy altas en los Puntos 1 al 6, durante las dos fases; equidades medias en los Puntos 7 al 10, mientras que el Punto 11 indicó equidades bajas. Igualmente la dominancia demostró valores bajos entre los Puntos 1, 2 y 4, durante las dos fases, valores medios en los Puntos 3, 7, 9 y 10 y altos en los Puntos 11 y 8. Igualmente el índice de dominancia de Shannon-Wiener indicó valores de dominancia bajos para las dos fases, lo que bajo la interpretación del índice dada por Roldán y Ramírez (2008) indicó la presencia de “aguas muy contaminadas” durante las dos fase de muestreo. A pesar de la aparente homogeneidad observada durante las dos fases, mediante un análisis de similaridad de Bray-Curtis se evidenció que la composición de la comunidad fue totalmente distinta durante la Primera y la Segunda Fase, conformándose dos grupos totalmente disímiles; lo cual pudo ser el reflejo del incremento tanto de la densidad, de la riqueza y la variación de la composición, pasando de mantener una población integrada por gusanos clitelados e insectos (típica de ecosistemas lenticos), a ser dominada por gasterópodos, lo cual pudo estar asociado al incremento de material alóctono traído por las escorrentías que generaron un Bloom fitoplanctónico, que a su vez repercutió en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos.
- Sobre la ictiofauna de la ciénaga del Totumo, se evidenció que la composición entre la Primera y Segunda Fase pasó de 1 y 3 especies respectivamente, con una mayor captura de especímenes durante la Segunda Fase (49 organismos), lo que se debe probablemente al incremento de puntos muestreados durante la Segunda Fase. De las especies capturadas, se evidenció que *Mugil liza*, es la especie predominante, y sobre la cual se realiza mayor presión por la comunidad de pescadores que la pescan en la ciénaga, colectándose, tanto en la Primera, como durante la Segunda Fase, solo organismos juveniles, que no han alcanzado la talla mínima de madurez sexual (L50), lo cual puede estar atentando en la sostenibilidad de la especie; esto, unido a que es una especie catalogada como En Peligro (EN) (Resolución 192 del 2014), hace un llamado a la autoridad ambiental para que encamine esfuerzos para

el manejo sostenible de esta especie en la ciénaga. Igualmente sucede con *Caquetaia kraussii*, la cual fue colectada solo durante la Segunda Fase, dos especímenes de los cuales el 50% estuvo por debajo de la talla media de madurez gonadal (TMM) indicada por Solano-Peña, *et al.*, 2013 (11,0cm para sexos combinados) y por debajo de la TMM indicada por MADR y CCI-Nodo Central, 2007 (15,8 cm para los sexos combinados); también, el 50% de los peces colectados se encuentra por debajo de la talla mínima legal de captura (TML) (13 cm de longitud estándar) impuesta por el extinto Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, en el año 2001 (Resolución 520 de noviembre 8 del 2001) para toda la Cuenca, Microcuenca y Ciénagas relacionadas con el río Sinú, igualmente se encontró una TML (20 cm), indicada por la AUNAP, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, en su cartilla Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge, con la se evidenció que el 100% de las capturas estuvo por debajo de dicha talla; aunque las TML expuestas no son aplicables a la cuenca litoral a la cual pertenece la ciénaga del Totumo, no sirvieron como referencia para indicar que existe el vacío legal sobre la TML para la cuenca litoral. Por último, para el *Andinoacara pulcher*, colectado tan solo durante la Segunda Fase, en un total de 2 organismos, de los cuales el 50% fue presentó una longitud total inferior a la talla media de madurez gonadal (9,5 cm para sexos combinados), más no se encontró indicación de una talla mínima legal de captura para la zona establecida por la autoridad ambiental.

8.11 EMBALSE DEL GUÁJARO

- En este cuerpo de agua la calidad del agua mejoró para la segunda fase de muestreos según los resultados de los índices, no obstante en algunos puntos permanecen las condiciones de contaminación alta por causa del pH.
- El Embalse del Guájaro presentó una comunidad fitoperifiton representada por 31 morfoespecies en la Primera Fase, siendo las divisiones Bacillariophyta y Cyanophyta las que más aportaron a la riqueza (12 especies, 38,7% cada una), mientras que durante la Segunda Fase, no se encontraron sustratos viables para el desarrollo de esta comunidad en los puntos muestreados, porque lo no se pudo analizar la comunidad en este período.
- El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase en el Embalse del Guájaro estuvo marcado por la presencia predominante de los organismos de la división Ochrophyta y en la Segunda Fase los de Bacillariophyta. Se observó un aumento de riqueza de manera general en los puntos comunes para

las dos Fases del muestreo, solo en 7 de los 24 puntos se presentó una reducción (9, 10, 13, 14, 15, 19 y 20); por su parte en los valores de equidad se dio un aumento en la mayoría de los puntos y la dominancia baja en ambas fases. En cuanto al índice de Shannon-Wiener se presentó un cambio de categoría al subir los valores en muchos de los puntos, quedando solo 18 en la clasificación de “aguas muy contaminadas” y el resto en “aguas medianamente contaminadas”, lo opuesto ocurrió en la Primera Fase, con únicamente 6 puntos como “aguas medianamente contaminadas”. El cluster para evaluar la diferencia entre los puntos de muestreo durante las dos fases de muestreo mostro un comportamiento muy homogéneo, solo tres grupos unitarios se diferenciaron del resto (17, 20 y 22). La oligotrofia presente en las dos fases como bioindicación principal (Figura 8-96 y Figura 8-98) denotando posiblemente una baja productividad en el embalse.

- Se reportaron tres especies de macrófitas acuáticas durante la Primera Fase y 4 especies durante la Segunda Fase; todas ellas Acropleustofitas, las cuales son macrófitas flotantes con uso de CO₂ atmosférico.
- De las comunidades de consumidores, el zooplancton, estuvo representado durante la Primera Fase estuvo por 62 especies, la Clase Eurotatoria representó un 58,1% de la riqueza total (36 morfoespecies) y durante la Segunda Fase, se registraron 65 morfoespecies y la riqueza estuvo dominada por los rotíferos pertenecientes a la Clase Eurotatoria con 36 especies (55,4%). En cuanto a la abundancia, Clase Eurotatoria fue la que mayor contribuyó tanto en la Primera (59,4%, 394,52 Organismos/L) como en la Segunda Fase (48%, 544,15 Organismos/L), en general se presentaron altas equidades y bajas dominancias, evidenciándose también bioindicaciones predominantes de presencia de aguas eutrofizadas.
- Por su parte, los análisis realizados en el embalse del Guájaro develaron que la composición de la comunidad bentónica durante la Primera Fase fue desde el punto de vista de la riqueza, en gran parte marcado por la presencia de gusanos oligoquetos e hidrudineos de la clase Clitellata y los insectos, con algunos maxilópodos, moluscos (bivalvos y gasterópodos) y nematodos (Adenophorea), pasando durante la Segunda Fase, a una comunidad integrada sobre todo por insectos y gasterópodos, con algunos Clitelados, bivalvos y nematodos; más en cuanto a la abundancia, durante la Primera Fase predominaron los Clitellata y los Gastropoda, mientras que durante la Segunda Fase los gasterópodos sobre los insectos y los bivalvos. Se observó además que el índice de diversidad de Shannon-Wiener, bajo la interpretación realizada por Roldán y Ramírez (2008), indicó mejores calidades de agua en la zona sur oriental, en los Puntos 5, 22, 24, 2, 22 y 23 (aguas medianamente contaminadas), mientras que los puntos restantes presentaron aguas muy contaminadas; más durante la Segunda Fase, los Puntos 5, 22, y 24

mantuvieron la calidad de agua indicada anteriormente, uniéndoseles los Puntos 3, 4, 6, y 7; mientras que los puntos restantes presentaron aguas muy contaminadas. Más al observar el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis se evidenció que las abundancias de las clases fueron muy homogéneas tanto durante la Primera como durante la Segunda Fases. Dicha homogeneidad se observó también desde el punto de vista del índice BMWP/Col, más durante la Segunda Fase la calidad expresada por éste índice demostró una mejora en los Puntos 2 y 24, acompañados del Punto 36 (entre el corregimiento de Rotinet y el municipio de Repelón); por su parte, el índice ASPT, que durante la Primera Fase demostró homogeneidad a lo ancho y largo del embalse, permitió evidenciar una mejora consistente (de calidad “muy crítica” a calidad “Dudosa”) en la calidad del agua del Punto 2, acompañado de los Puntos 34 y 36; así como presenta una mejora leve (de “muy crítica” a “crítica”) en los Puntos 3, 8, del 13 al 19, 23 y 24, acompañados de los Puntos del 25 al 38 (con excepción del 34 y 36)..

- El análisis realizado a la ictiofauna del Embalse del Guájaro, durante la Primera Fase, se colectaron un total de 20 peces, pertenecientes a 7 especies y durante la Segunda Fase, se colectó un total de 16 especímenes, pertenecientes a 6 especies. Del *Hyporhamphus unifasciatus*, la cual constó de un individuo durante la Primera Fase y uno durante la Segunda Fase, con tallas de 150 y 145 mm de LT respectivamente y dado que es un pez que no tiene importancia económica, poco se conoce sobre su talla mínima de madurez gonadal; del *Leporinus muyscorum*, se colectó un individuo durante la Primera Fase de muestreo con talla que supera la mínima de madurez gonadal estimada por Valderrama (2002) en el Embalse de Urrá (24,5 cm LT), así como la indicada por la AUNAP-UNIMAGDALENA (2013) (26.1 mm LS); igualmente supera la talla mínima legal de captura, establecida por el INPA, 2001, en 25 cm de LS. Para *Oreochromis niloticus*, también conocida como tilapia, fue la especie más abundante durante la Primera y Segunda Fase con 10 y 13 especímenes respectivamente; el 40% de los organismos capturados presentaron una talla inferior a la talla mínima de maduración sexual (L50= 21,3 cm) más no se evidenció la determinación de una talla mínima legal de captura para la zona por parte de la autoridad ambiental competente. Para *Caquetaia kraussii*, o la mojarra amarilla, el organismo capturado durante la Primera Fase supera las tallas mínimas de madurez gonadal determinadas por MADR y CCI Nodo Central, 2007 y Solano-Peña, *et al.*, 2013; mientras que Durante la Segunda Fase no se colectaron organismos para esta especie, Adicionalmente, para la cuenca del río Magdalena, la AUNAP, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca en su catálogo denominado “Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge” indica como talla mínima de captura legal (TML), 20 cm de LS, con el cual el 100% de los organismos capturados se encuentran por debajo de dicha talla, así mismo no se evidenció la determinación de una talla mínima legal de captura

para la zona por parte de la autoridad ambiental competente. Para *Plagioscion magdalenae* llegó a 4 organismos durante la Primera Fase y 2 organismos durante la Segunda Fase. Para ésta especie no hay registros de talla máxima ni de peso en la literatura, por lo tanto se asume la talla máxima de 65 cm de LE presentada en las estadísticas pesqueras nacionales (MADR-CCI 2008 En: Lasso *et al.* 2011); Según MADR - CCI en el año 2006 En: Lasso *et al.* 2011); durante la Primera Fase, el 50% de los organismos capturados se encontraba por debajo de la Talla mínima legal -TML- (30 cm), y el 100% por debajo de las dos tallas mínimas de maduración gonadal indicadas por Lasso *et al.* 2011; durante la Segunda Fase, el 100% de las capturas estuvieron debajo de la TML y de las TMM indicadas. Para *Pimelodus sp.*, capturado solo durante la Segunda Fase, el cual tras revisiones posteriores, se concluyó que es muy probable que pertenezca a *Pimelodus blochii*, presentó una longitud total de 266 mm, es una especie migratoria, para la cual no se encontró referencia que indique la talla mínima legal de captura establecida por la autoridad ambiental competente. Para la especie *Potamotrygon magdalenae*, también se obtuvieron capturas de 2 especímenes durante la Primera Fase y 3 durante la Segunda Fase, fue un espécimen que no pudo ser medido ni pesado, ya que representaba riesgo tanto para los pescadores como para el equipo investigador, razón por la cual se procuró su liberación obviando la toma de las medidas morfométricas. Para *Andinoacara pulcher*, se colectó un espécimen durante la Segunda Fase; que presentó una talla de 132 mm de LT, el cual el sobrepasó de la TMM indicada por Olaya-Nieto *et al.*, 2010, adicionalmente, no se evidenció de una talla mínima legal de captura para la zona. Al realizar la revisión del listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”; según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedida por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; se determinó que no existen coincidencias entre las especies encontradas en el embalse del Guájaro con dicho listado.

8.12 CIÉNAGA DE LURUACO

- En la primera fase se registraron niveles de contaminación media por materia orgánica en todos los puntos, así mismo se registraron niveles medios y altos de contaminación por pH. En la segunda fase dichos índices disminuyeron, evidenciándose mejoría en la calidad del agua.
- Se puede concluir que en la comunidad del Fitoperifiton de la Ciénaga de Luruaco existe un predominio de cianobacterias, tanto en la riqueza como en la abundancia, dado que en ambas Fases de Muestreo estas presentaron las mayores

proporciones; aclarando los organismos perifíticos solo fueron evaluados en el Punto 1, debido a que en los Puntos restantes, no se encontraron sustratos aptos para colecta de muestras de los representantes de ésta comunidad. Al analizar los índices de diversidad y puntualizando en el índice de Shannon-Wiener, y bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), se pudo notar que hubo una leve disminución de la calidad del agua del sitio muestreado, al pasar de la Primera a la Segunda Fase de monitoreo; sin embargo, esta variación también pudo ser causada por las fluctuaciones naturales del ambiente. Al cambiar la composición de especies también cambian los procesos bioindicados, pasando en la Primera Fase de tener varios procesos igualmente contribuidos por los organismos de la comunidad (estratificación, sucesión avanzada, sedimentos y conductividad altos e hipereutrofia, 17% cada una), a tener prevalencia de “mesotrofia fría” (63%).

- El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase en la ciénaga de Luruaco estuvo marcado por la abundancia predominante de Cianobacterias en las dos Fases de muestreo; con predominio en la riqueza durante la Primera Fase, dando paso a las Chlorophyta durante la Segunda Fase. Se observó una fluctuación de riqueza en los puntos comunes para las dos Fases del muestreo, con disminuciones en los Puntos 2, 4 y 6; por su parte la equidad se mantuvo media a alta y la dominancia baja en ambas fases. Por su parte el índice de Shannon-Wiener presentó valores más bajos en el Punto 2, 5 y 6 con respecto a la Primera Fase; a pesar de lo anterior, tan solo el Punto 2 presentó valores inferiores a 1,5 durante la Segunda Fase, lo que representa, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), la presencia de “aguas muy contaminadas”; dentro del mismo rango de valores, estuvieron los puntos adicionales 7 y 8; lo cual posiblemente se debe a la influencia de aguas de escorrentía vertida por los caños cercanos, a diferencia del resto de la ciénaga, la cual continuo manifestando características que clasificaron la calidad de sus aguas como “medianamente contaminadas”, tal como sucedió durante la Primera Fase; esta homogeneidad se observó al comparar los puntos monitoreados durante las dos fases, evidenciándose una homogeneidad generalizada, con excepción del Punto 5, el cual se destacó por presentar la mayor abundancia fitoplanctónica, en especial, de cianobacterias.
- No se reportaron Macrófitas Acuáticas en las estaciones de la Ciénaga de Luruaco durante ninguna de las dos Fases de muestreo.
- Para la comunidad zooplanctónica el análisis de los resultados indicaron alta riqueza dominada y abundancia de rotíferos, tanto durante la Primera y como en la Segunda Fase; ellos usualmente estos animales son indicadores de eutrofia, tal y como lo muestran los análisis de bioindicación, donde se observa la predominancia de la eutrofia, el pH alcalino y los altos contenidos de sales durante la Primera y la

Segunda Fase. Por su parte, la calidad del agua desde la interpretación que hacen Roldán y Ramírez (2008) del índice de Shannon-Wiener, me mantiene constante en escala espacial y temporal (“aguas medianamente contaminadas”), igualmente la equidad fue alta y la dominancia baja en toda la ciénaga.

- El comportamiento de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos durante la Primera Fase en la ciénaga de Luruaco estuvo marcado por la presencia de insectos y gusanos clitelados, durante la Primera Fase, con la aparición de Gasterópodos durante la Segunda Fase, disminuyendo la riqueza de los clitelados. Se observó una pérdida de riqueza en los Puntos 4 y 6, mientras que en los demás puntos comunes para las dos Fases del muestreo, aumentó la riqueza; por su parte la equidad se mantuvo alta y la dominancia de media a baja. Por su parte el índice de Shannon-Wiener presentó valores más altos en los Puntos 3 y 6, mientras que en el Punto 5 disminuyó; a pesar de que los valores del índice indican la presencia de aguas muy contaminadas en todos los puntos de muestreo, tanto para la Primera, como para la Segunda Fase; lo que se evidenció en los dendrogramas de similaridad realizados para cada fase de muestreo, los cuales mostraron la ciénaga muy homogénea durante las dos fases del muestreo, con excepción del Punto 2 y 5 de la Primera Fase, el primer punto, caracterizado por la ausencia de macroinvertebrados bentónicos y el segundo punto por la presencia exclusiva de quironómidos. Lo anterior se vio reflejado en el análisis de similaridad de Bray-Curtis, donde tan solo los Puntos 2 y 5 de la Primera Fase presentaron diferencias conformando grupos unitarios, muy probablemente debido a la ausencia de macroinvertebrados bentónicos en el Punto 2 y a la presencia exclusiva de quironómidos en el Punto 5. A pesar de lo anterior, el análisis de los índices BMWP/Col, demostraron que la llegada de las lluvias influyó modificando las características de la ciénaga, pasando de una ciénaga totalmente contaminada (calidad “muy crítica”), a una, donde solo los puntos centrales mantiene dicho estado de contaminación, siendo menor (calidad “crítica”) en los puntos de mayor influencia de las aguas de escorrentía (Puntos 1, 4, 7 y 10); por su parte, el valor del índice ASPT, como promedio por taxa, demostró que la calidad del agua mejoró, considerablemente, pasando de una calidad “muy crítica” en toda la ciénaga a “muy crítica” solo en los Puntos 8 y 9, “crítica” en los Puntos 4, 7 y 10, “Dudosa” en los Puntos 1, 2, 3 y 6, así como una calidad de agua “aceptable” para el Punto 5; lo anterior demuestra que la llegada de la época de lluvias, aunque con pocas precipitaciones, mejoró la calidad del agua de la ciénaga, aunque no lo suficiente como para determinar diferencias estadísticamente significativas con el análisis de similaridad.
- La población íctica de la ciénaga de Luruaco estuvo compuesta por 3 especies de peces, con predominio de *Caquetaia kraussii* durante la Primera Fase y de *Oreochromis niloticus* durante la Segunda Fase; los 22 especímenes colectados de

Oreochromis niloticus presentaron tallas entre 144 y 215 mm de LT, presentaron una talla inferior a la talla mínima de maduración sexual (L50) es de 21,3 cm (Cadavid, *et al.*, 2011; Narváez, *et al.*, 2008 e Ibarra, *et al.*, 2013); más no se evidenció la determinación de una talla mínima legal de captura para la zona por parte de la autoridad ambiental competente; aunque la Corporación Colombia Internacional Nodo Central y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – CCI y Minagricultura indica que no se ha establecido talla mínima de captura debido a que es una especie introducida en la cuenca del Magdalena. Para *Caquetaia kraussii* se capturaron individuos entre 100 y 150 mm de longitud total, la totalidad de la captura estuvo por debajo de la talla determinada para los sexos combinados indicada por MADR y CCI-Nodo Central, 2007, más al compararlo con Solano-Peña, *et al.*, 2013, en el embalse de Urrá, el 50% de las capturas se encuentran por debajo de la talla media de madurez gonadal; existe una talla mínima legal de captura (TML) para la especie (13 cm de longitud estándar) en toda la Cuenca, Microcuenca y Ciénagas relacionadas con el río Sinú, impuesta por el extinto Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, en el año 2001 (Resolución 520 de noviembre 8 del 2001); lo que indica que el 50% de la captura estuvo por debajo de dicha talla; igualmente se encontró una TML de 20 cm, indicada por la AUNAP, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, en su cartilla Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge; con la se evidenció que el 100% de las capturas estuvo por debajo de dicha talla. Pese a lo anterior, no se encontró referencia para la determinación de una talla mínima de captura en la ciénaga, por parte de la autoridad ambiental. Para *Prochilodus magdalenae*, se capturaron 2 organismos; el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA (2001), mediante la Resolución 00520 de noviembre 8 del 2001, indica como talla mínima legal de captura 25 cm de LS; por lo tanto se evidenció que todas las capturas realizadas, sobrepasan dicha talla; además, para el río Sinú, la talla media de madurez sexual se ha establecido en 242 mm de LE para ambos sexos según Valderrama y Vejarano (2001); y en 284 mm de longitud total (LT) para ambos sexos según Olaya-Nieto *et al.* (2003); mientras que para el río Magdalena esta talla se ha establecido en 267 mm de LE para machos y 345 mm de LE para hembras (Valderrama y Zarate, 1989); esto demuestra que el 100% de las capturas realizadas superaron las tallas mínimas de madurez sexual. Se determinó además, que ni *Caquetaia kraussii*, ni *Oreochromis niloticus* se encuentran incluidas en la lista de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”, según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; lo que no sucede con *Prochilodus magdalenae*, el cual presenta un grado de VU (Vulnerable), es decir, que está presentando un riesgo a la extinción alto, en estado de vida silvestre.

8.13 CIÉNAGA DE TOCAGUA

- En esta Ciénaga se pasó de una contaminación alta por materia orgánica y pH en la primera fase a una contaminación baja de materia orgánica y media por pH en la segunda fase.
- La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y desarrollo de las comunidades perifíticas hizo que no fuera posible analizar la comunidad del Fitoperifiton en esta Ciénaga. Igual ausencia presentaron las macrófitas acuáticas; esto se debe posiblemente a las características físicoquímicas de la columna de agua, que no permite el crecimiento de las plantas acuáticas.
- El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica durante la Primera y Segunda Fase de muestreo en la Ciénaga de Tocagua, estuvo marcado por la dominancia de la División Cyanobacteria, así como la aparición, durante la Segunda Fase, de organismos pertenecientes a la Divisiones Ochrophyta y Charophyta, presentándose también un incremento de la riqueza en los Puntos 1 al 3, mientras que en los Puntos 4 al 6 se observó una disminución de la misma; mientras que para la abundancia se presentó una disminución en toda la ciénaga, siendo mayor en el Punto 3 (durante la Segunda Fase), lo que puede ser reflejo del aumento de las escorrentías, pese a presentarse una temporada de lluvias con déficit pluviométrico; lo que se vio reflejado en la disminución de las proporciones de bioindicación de mesotrofia fría (60,7 a 3,5%), de la eutrofia (de 12,5 a 3,0%) y el aumento de las bioindicaciones de turbulencia (1,9 a 14,0%) y mezcla (1,9 a 14%). Igualmente se evidenció la homogenización de la ciénaga, al realizar un análisis de similaridad entre los puntos evaluados durante las dos fases de muestreo, donde se comportaron de forma diferente los Puntos 4, 5 y 6 de la Primera Fase, dado por las altas abundancias que se presentaron en estos puntos.
- la comunidad zooplanctónica de la Ciénaga de Tocagua estuvo constituida por 39 especies durante la Primera Fase y 19 durante la Segunda Fase; Durante la Primera Fase los mayores aportes a la riqueza fueron de la Clase Maxillopoda, mientras que durante la Segunda Fase, lo hizo Eurotatoria; para la abundancia, durante la Primera Fase una Clase no determinada del Phylum Arthropoda fue la que mayor contribuyó (104,5 Organismos/L, 31,7%), mientras que durante la Segunda Fase, lo fue la Clase Eurotatoria (2710,9 con Organismos/L, 87,2%). La comunidad mantuvo equidades medio altas, dominancias medio bajas y diversidades medias en los dos periodos muestreados. Los procesos predominantes durante la Primera Fase fueron eutrofia y aguas duras, mientras que durante la Segunda Fase lo fueron la eutrofia y el pH alcalino; lo que evidencia que pese a que la Segunda Fase estuvo inmersa en la temporada de lluvias, ésta presentó un déficit pluviométrico tal, que los cambios estructurales de la comunidad dan cuenta de la continuidad de la sequía.

- Se evidenció que durante la Primera Fase la ciénaga presenta una comunidad de macroinvertebrados bentónicos integrada por insectos y gasterópodos, características de sistema lentic. Para la Segunda Fase, cuando el flujo de agua de escorrentía aumenta, se observó un aumento en la riqueza y la equidad, mientras que los valores de dominancia fueron menores en todos los puntos de la ciénaga; por su parte los valores del índice de Shannon-Wiener indicaron la presencia de “aguas muy contaminadas” tanto en la Primera Fase como en la Segunda Fase. Es posible que incremento esperado de material alóctono arrastrado por las escorrentías hiciera que la composición de la comunidad se afectara produciendo un aumento en riqueza de especies, lo que se evidenció en los dendrogramas de similaridad realizados para cada fase del muestreo, los cuales mostraron la homogenización de la ciénaga durante el periodo de lluvias. A pesar de lo anterior, el análisis de los índices BMWP/Col y ASPT, muestran una ciénaga con una calidad de agua homogénea (crítica) en la Primera Fase, mientras que durante la Segunda Fase los valores del índice BMWP/Col, mejoraron a una calidad de aguas muy contaminadas, en toda la ciénaga, excepto en los puntos 2 y 6; por su parte el índice ASPT, marcó mayores diferencias, indicando que el sector sur occidental (Punto 4) se presentó un foco de aguas con calidad aceptable, el cual puede ocurrir debido a la entrada de aguas de escorrentía que alivian la contaminación de la ciénaga, facilitando allí el desarrollo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, así mismo, se evidenció que sobre los Puntos 1, 3 y 5, también mejoró la calidad del agua, pasando a presentar “aguas moderadamente contaminadas. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos es muy homogénea en cuanto a su composición general durante las dos épocas climáticas evaluadas, excepto los Puntos 1 y 4 de la Primera Fase, los cuales pueden presentar mayores influencias antrópicas dada su localización cercana al centro urbano de San Juan de Tocagua.

- La ictiofauna de la ciénaga de Tocagua estuvo representada por 15 individuos pertenecientes a dos especie *Andinoacara pulcher* y *Hoplosternum magdalenae*, para la Primera Fase y de 2 individuos pertenecientes a 2 especies, *Andinoacara pulcher* y *Caquetaia kraussii*. Durante la Primera Fase de *Andinoacara pulcher* se colectó un total de 14 individuos, con longitud total que fluctuó entre 90 mm y 113 mm, con un promedio de 102,4 mm, mientras que en la Segunda Fase, solo se colectó un individuo con talla 89 mm LT; la talla media de madurez gonadal para la especie determinada por Olaya-Nieto, *et al.* (2008) y Olaya-Nieto, *et al.* (2010) en la ciénaga de Lorica (Córdoba), indica que el 14,3% de los individuos colectados (2 peces) durante la Primera Fase y el 100% de los individuos colectados durante la Segunda Fase, pueden corresponder a juveniles, no se encontró evidencia de determinación de talla mínima legal de captura para la zona por parte de la autoridad

ambiental competente. De *Hoplosternum magdalenae*, solo se colectó durante la Primera Fase un único individuo con talla de 111mm LT; la ausencia de estudios de la biología reproductiva de la especie y su distribución en el departamento del Atlántico ha imposibilitado determinar el estado de la población, además no se encontró referencia sobre el establecimiento de talla mínima de captura por parte de autoridad ambiental nacional ni regional. De *Caquetaia kraussii* fue colectado un espécimen durante la Segunda Fase, con una talla de 180 mm LT, pez que sobrepasó la talla mínima de madurez sexual indicada por MADR y CCI Nodo Central, 2007, así como la indicada por Solano-Peña, *et al.* (2013); por otra parte, no se sobrepasó la talla mínima de captura legal (TML) (20 cm de LS) indicada para la cuenca del río Magdalena, por la AUNAP, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca en su catálogo denominado “Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge”, pero sí la indicada por el INPA decreto con la resolución 520 del 8 de noviembre del 2001 (13 cm de LS). Por último, se determinó la falta de coincidencias entre los peces colectados en la ciénaga de Tocagua, con la lista de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”, según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

8.14 ESTRUCTURA HIDRÁULICA DE LA CIÉNAGA SANTO TOMÁS, COMPUERTA

- En la primera fase en ambos puntos, antes y después de la compuerta, se presentaron valores inferiores a 0.2 para los índices ICOMO, ICOSUS e ICOpH, lo cual indica que no existe contaminación por materia orgánica, sólidos suspendidos totales y pH, respectivamente. En la segunda fase se presentaron niveles bajos de contaminación por materia orgánica y pH en ambos puntos.
- La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y crecimiento de las comunidades del Fitoperifiton hizo que en el área de estudio de la estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás, compuerta (EH4), no se colectaran especímenes para su análisis.
- El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Compuerta (EH4), tras el paso de la Primera a la Segunda Fase de muestreo se evidenció la ausencia de organismos de las Divisiones Charophyta y Ochrophyta durante la Segunda Fase; así se dio el paso del predominio de las divisiones Cyanobacteria y Chlorophyta en los Puntos Antes y Después, respectivamente, al predominio de las Chlorophyta en los dos sitios de

muestreo, igualmente se evidenció un aumento en la abundancia general y una disminución de la riqueza en cada uno de los sitios evaluados. A pesar de lo anterior, no se evidenció diferencias estadísticamente significativas en la composición de la comunidad durante la comparación de las diferentes fases de muestreo, pese a que los registros de bioindicación registran y posible incremento de pesticidas en las aguas, lo que explicaría la pérdida de riqueza de especies.

- Respecto a la comunidad de Macrófitas presentes en esta estación de muestreo, durante la Primera Fase se encontraron seis especies, mientras, en la Segunda Fase, se registran tres especies; para todas ellas se determinaron los biotopos según los criterios de Schmidt-Mumm (1988) con los cuales durante la Primera Fase predominaron las Acropleustófitas, (plantas errantes sobre la superficie del agua, con uso de CO₂ atmosférico), seguidas de las Helófitas (plantas cuya estructura vegetativa está la mayor parte del tiempo por encima del agua, y usan del CO₂ atmosférico), y por último las macrófitas Mesopleustophyta o plantas que están entre dos aguas, cuyo uso del CO₂ se realiza del agua; durante la Segunda Fase predominaron la Acropleustophyta, seguida de Helophyta.
- La comunidad zooplanctónica durante la Primera Fase estuvo representada por 17 especies, y durante la Segunda Fase por 20 especies; en la Primera Fase las clases Maxillopoda y Branchiopoda fueron los grandes contribuyentes de la riqueza, aportando cada una 4 morfoespecies (23,5% cada una), durante la Segunda Fase lo fue la Clase Eurotatoria con 10 especies (50% de la riqueza total). Para la abundancia, durante la Primera Fase, las que contribuyeron mayormente fueron las Clases Lobosa, Maxillopoda y Branchiopoda, mientras que durante la Segunda Fase lo hizo Eurotatoria. Los índices ecológicos indicaron una comunidad altamente equiparable, de muy bajas dominancias y diversidades altas en los dos periodos monitoreados; mientras que las bioindicaciones demostraron el predominio de la eutrofia durante tanto antes como después de la compuerta, en las dos fases de muestreo.
- En definitiva, los macroinvertebrados bentónicos de la estructura hidráulica, compuerta (EH4) estuvieron representados durante la Primera Fase, por 5 morfoespecies, mientras que en la Segunda Fase tan solo se observaron 2 morfoespecies. Los aportes a la abundancia tanto en la Primera como en la Segunda Fase fueron liderados por la Clase Clitellata (subclase Oligochaeta) (856,5 Organismos/m², 81,7% y 477,6 Organismos/m², 93,7%, respectivamente), el índice BMWP/Col demostró que en las dos zonas de la compuerta se presentan aguas con calidad “muy crítica”, indicador de la presencia de “aguas fuertemente contaminadas”, lo cual fue ratificado por el índice ASPT, aunque indica que el Punto Antes presenta “aguas muy contaminadas”, siendo mejores que las del Punto

Después; durante la segunda Fase de muestreo, las familias de los organismos colectados no contribuyeron con el índice BMWP/Col, ASPT, EPT:C ni EPT:Total. Se evidenció la presencia de aguas polisapróbicas tanto en el Punto Antes como Después, acompañada, entre otras bioindicaciones, de “sedimentos alóctonos” y “aguas limpias a medianamente contaminadas”, en el punto Antes y de “aguas limpias a medianamente contaminadas” y de “aguas contaminadas y muy contaminadas” en el Punto Después; mientras que en la Segunda Fase solo se presentaron tres bioindicaciones por punto, “aguas polisapróbicas”, “sedimentos alóctonos” y “aguas limpias a medianamente contaminadas”. Se observó que las dos fases de monitoreo no presentaron diferencias estadísticamente significativas, lo que permite indicar que a pesar de haberse monitoreado durante las dos tradicionales épocas climáticas más contrastantes (seca y lluvia), el déficit pluviométrico presentado por la ocurrencia del ENSO en el Pacífico Sur, repercutió en una continuada sequía generalizada.

- La comunidad íctica durante la Primera Fase, obtuvo una captura efectiva de 11 peces, pertenecientes a 2 especies, mientras que durante la Segunda Fase no se obtuvieron ejemplares. De *Cyphocharax magdalenae* se colectó un total de 5 individuos, con tallas entre 120 y 140 mm de LT; Blanco *et al.* (2005 En: Lasso *et al.*, 2011) aseguran que en la cuenca del río Sinú, se ha establecido una talla mínima legal de captura de 12 cm; mientras que MADR-CCI (2006 En: Lasso *et al.*, 2011) y Valderrama *et al.* (2006 En: Lasso *et al.*, 2011) aseguran que la talla mínima legal de captura es de 13 cm, para la misma cuenca; mas no se encontró referencia establecida en el país por la entidad estatal responsable para la ciénaga de Santo Tomás; por lo que la comparación con las dos TML establecidas para la cuenca del río Sinú, lo que permitió evidenciar que el 100% de las capturas sobrepasan dicha talla; por otra parte no se encontró referencias a la talla media de madurez gonadal para esta especie. Por su parte la población capturada de *Andinoacara pulcher*, presentó tallas entre 115 mm y 120 mm de LT, los 4 individuos colectados se encuentra por encima de la TMM indicada por Olaya-Nieto *et al.*, 2010; esta especie se está reproduciendo de manera efectiva en la zona arriba de la estructura hidráulica, compuerta (EH4); adicionalmente se buscó información sobre la indicación de una talla mínima legal de captura para la zona, sin encontrar evidencia de su determinación para la zona, por la autoridad ambiental competente. Al realizar la revisión del listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”; según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; se determinó que no existen coincidencias con dicho listado.

8.15 ESTRUCTURA HIDRÁULICA DE LA CIÉNAGA SANTO TOMÁS, PUENTE

- En la primera fase en ambos puntos, antes y después del puente, se presentaron valores inferiores a 0.2 para los índices ICOMO, ICOSUS e ICOpH, lo cual indica que no existe contaminación por materia orgánica, sólidos suspendidos totales y pH, respectivamente. En la segunda fase se presentaron niveles medios de contaminación por materia orgánica y niveles bajos de contaminación por pH en ambos puntos.
- La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y crecimiento de las comunidades del Fitoperifiton hizo que en el área de estudio de la estructura hidráulica de la ciénaga Santo Tomás (Puente-EH6), no se colectaran especímenes para su análisis.
- El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica de cada punto de muestreo en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6), develaron que el Paso de la Primera a la Segunda Fase conllevó una pérdida de riqueza, lo que incluyó la pérdida de los representantes de las Divisiones Charophyta y Ochrophyta; mas durante la Segunda Fase se observó un aumento de la abundancia, pasando de una mayor abundancia de organismos pertenecientes a la División Cyanobacteria (en los dos sitios de muestreo) a una mayoría de organismos de la División Chlorophyta; siendo tal el cambio que se reflejó en la conformación de los grupos del Cluster de similaridad de Bray-Curtis, mostrándose por un lado los puntos de la Primera fase y por otro los de la Segunda, dado a que los registros de bioindicación registran la posible influencia de pesticidas en las aguas durante la Segunda Fase, lo que explicaría la pérdida de riqueza de especies y el aumento de las especies con resistencia a los pesticidas.
- En la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás (Puente-EH6) durante la Primera Fase, se encontraron 3 especies de macrófitas acuáticas, mientras que durante la Segunda Fase se encontraron 8 especies. El aumento en la diversidad posiblemente se deba a las variaciones en el cuerpo de agua donde se hayan realizado las muestras, teniendo en cuenta que estos organismos responden rápidamente a los cambios climáticos y ambientales (García *et al* 2006). Los biotopos bajo los criterios de Schmidt-Mumm (1988), tanto durante la Primera como durante la Segunda Fase fueron Acropleustophyta, correspondiente a plantas flotantes con uso de CO₂ atmosférico y Helófitas o plantas con la estructura vegetativa mayormente sobre el agua.
- El estudio de la comunidad zooplanctónica devela que ésta estuvo compuesta por organismos de la Clase Eurotatoria, dominando en la abundancia y en la riqueza, durante las dos fases de muestreo, seguidos igualmente por los organismos de la

Clase Maxillopoda. La riqueza fue muy estable durante las dos fases, así mismo se evidenció una alta equidad, una baja dominancia y una diversidad alta en los dos periodos de muestreo, con valores del índice de Shannon-Wiener, que bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), permitieron evidenciar la presencia de “aguas medianamente contaminadas” en las dos fases. Por otro lado, el análisis de similaridad indicó que las dos fases de muestreo presentan diferencias en cuanto a la composición, dado posiblemente a la aparición de ostrácodos y amebas de la Clase Lobosa y un representante de la Clase Branchiopoda durante la Segunda Fase.

- El análisis de los organismos pertenecientes a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la estructura hidráulica de la ciénaga de Santo Tomás, Puente (EH6), puso en evidencia un cambio en la composición de la comunidad, pasando de estar integrada por gusanos clitelados e insectos a estar constituida por insectos y gastrópodos; viéndose afectada tanto la abundancia; ya que los insectos pasaron de aportar el 47,7% de la abundancia total, a contribuir con el 95,5%; como la riqueza, ya que Insecta contribuyó inicialmente con 2 morfoespecies, para luego hacerlo con 3. Dichos cambios hicieron que en el Punto Después la diversidad bajara, la dominancia llegara a valores de muy alta, y por ende, la equidad disminuyera drásticamente. Por su parte los índices BMWP/Col y ASPT, indicaron una calidad de agua “muy crítica”, lo que indica aguas fuertemente contaminadas, tanto durante la Primera, como durante la Segunda Fase. Es así como durante la Primera Fase, el análisis de bioindicadores mostró predominancia de seis procesos que afectaban el agua evaluada del Punto Antes (aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas, sequía, sedimentos planctónicos, sedimentos alóctonos, aguas polisapróbicas y aguas limpias a medianamente contaminadas, las tres primeras con un aporte del 17,5% cada una y las tres últimas, con 15,8% cada una) y para el Punto Después del Puente, se presentaron 10 bioindicaciones, de las cuales predominaron las de sedimentos alóctonos (20%), aguas polisapróbicas y aguas limpias a medianamente contaminadas (16% cada una). Mientras que durante la Segunda Fase, se observó la homogenización de las bioindicaciones, a solo tres (aguas contaminadas, sequía y sedimentos planctónicos); siendo así se evidencia el deterioro de la calidad del agua, no se debe a factores antrópicos sino a la afectación cauda principalmente por la fuerte sequía que afectó la región durante el año 2015.
- A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, no se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad en ninguna de las fases de muestreo, cabe resaltar que en dichas jornadas no se observaron pescadores realizando actividades cerca de los sitios de muestreo.

8.16 ESTRUCTURA HIDRÁULICA DE LA CIÉNAGA LA LUISA

- Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos durante la Primera Fase, por lo que fueron reubicados.

8.17 ESTRUCTURA HIDRÁULICA DE LA CIÉNAGA PARAÍSO

- Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos durante la Primera Fase, por lo que fueron reubicados.

8.18 ESTRUCTURA HIDRÁULICA DE LA CIÉNAGA LA LUISA

- Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos durante la Primera Fase, por lo que fueron reubicados.

8.19 CIÉNAGA EL CONVENTO

- En la primera fase se presentaron valores de oxígeno disuelto superiores a la concentración de saturación, así como valores de pH superiores a 9 unidades, valor máximo fijado por la C.R.A. 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, para cuencas y tramos de clase III (aquellos cuyo potencial de uso del agua es prioritariamente para uso industrial y para usos agrícola y pecuario restringidos). Esto se debe posiblemente a la abundante presencia de plantas acuáticas en este cuerpo de agua, lo que aumenta la actividad fotosintética, en la cual se emplea CO₂ y como consecuencia el pH aumenta. El índice de contaminación por materia orgánica arrojó valores entre 0,5 y 7,0, indicando contaminación media a alta, lo cual era de esperarse teniendo en cuenta los valores obtenidos de DQO y DBO5. No se presenta contaminación por sólidos suspendidos totales, sin embargo en los puntos 2, 6 y 9 los valores promedio obtenidos sobrepasan el valor límite (250 mg/L) fijado por la C.R.A. en la resolución mencionada.
- Para la segunda fase en todos los puntos el índice de contaminación por materia orgánica presentó valores inferiores a 04 (contaminación baja), mientras que el índice de pH continúa presentando el valor más alto.

- Se realizó la colecta de organismos de las comunidades hidrobiológicas, así como se realizaron las actividades de laboratorio tendientes a entregar los resultados de la composición y abundancia de las especies encontradas.
- No pudo ser caracterizada la comunidad fitoperifítica de la Ciénaga El Convento durante la Primera Fase, debido a que los sitios de muestreo no presentaron sustratos sobre los cuales se diera una fijación y crecimiento de las microalgas de esta comunidad. Sin embargo, durante la Segunda Fase sí se pudieron colectar organismos de esta comunidad en el punto 5, reportándose 12 morfoespecies. Siendo Cyanobacteria la División que mayor aportó a la Riqueza total (6 morfoespecies, 50%) y a la abundancia (100,97 Células/cm², 91,3%). Se puede evidenciar que aunque la ciénaga El Convento está pasando por un período de desecación, aún hay ciertas condiciones que se mantienen estables y que permiten que la comunidad presente valores de dominancia bajos. Los valores de dominancia tienden a aumentar cuando tienen lugar cambios ambientales que permiten la incorporación de nuevos organismos a la comunidad. Sin embargo, resulta preocupante el hecho de que los procesos bioindicados muestren problemas de contaminación (eutrofia-mesotrofia, presencia de materia orgánica y posibles pesticidas), teniendo en cuenta además que la mayoría de los organismos presentes fueron cianobacterias, que suelen indicar una inminente eutrofización.
- El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga el Convento, tras el paso de la Primera a la Segunda Fase de muestreo se evidenció en la disminución de la frecuencia de casi todas las Divisiones, excepto Euglenozoa, la cual pasó de encontrarse en el Punto 9 a encontrarse en los Puntos 1, 2, 5, 6, 8 y 10; igualmente sucedió el cambio del predominio de la División Cyanobacteria para dar paso a Ochrophyta, también se evidenció la pérdida de la abundancia y la disminución de la riqueza en cada uno de los sitios evaluados. Además las variaciones permitieron evidenciar diferencias estadísticamente significativas en la composición de la comunidad, mediante un análisis de similaridad de Bray-Curtis, durante la comparación de las diferentes fases de muestreo, siendo la Primera Fase muy homogénea en comparación con la segunda, donde se presentaron grupos asociados a la distribución espacial (zona norte y sur oriental, Puntos 4, 3, 7 y 8; zona centro oriental, Puntos 5, 2, 10, y como los Puntos 1, 6 y 9 fueron independientes), siendo coherentes con las bioindicaciones predominantes, tanto durante la Primera como durante la Segunda Fase, siendo predominante de la eutrofia para las dos fases, vale resaltar que la zona centro oriental (Puntos 5, 2 y 10) evidencia especies con conocida resistencia a pesticidas.

- En la Ciénaga El Convento durante la Primera Fase, se encontraron 5 especies de macrófitas acuáticas, y en la Segunda Fase se registraron 4 especies. Según los criterios de Schmidt-Mumm, 1988, durante la Primera y Segunda Fase de muestreo, el biotopo predominante fue Acropleustophyta, debido a que la mayoría de las especies registradas eran flotantes, seguida de las Helófitas.
- Se puede considerar este cuerpo de agua como un sistema eutrofizado, teniendo en cuenta la dominancia de los rotíferos tanto en la abundancia como en la riqueza, en las dos fases de muestreo. Lo que puede ser corroborado por los procesos bioindicados en ambas fases, en donde la eutrofia fue la predominante. Se pueden ver fuertes cambios en la estructura de la comunidad, tanto en la riqueza (al pasar de 27 a 12 morfoespecies), como en la distribución de esta comunidad en los diferentes puntos de muestreo. En el dendrograma general de los puntos de la ciénaga (Figura 8-245), se puede ver que todos los puntos de la Primera Fase se agrupan en un conjunto, mientras que los de la Segunda Fase, se distribuyen en otros tres grupos. Los puntos 1, 2, 3, 4 y 5 de la Segunda Fase fueron los puntos con menor diversidad. Se puede ver que los puntos 6, 7, 8, y 10, al tener mayor diversidad, se ubican en la rama principal. El punto 9 de la Fase 2 es completamente diferente al resto de los otros puntos, debido a la ausencia de organismos en la muestra analizada. Estos cambios pueden deberse al proceso de desecación por el que actualmente pasa la ciénaga.
- Se evidenció que durante la Primera Fase la ciénaga presenta una comunidad integrada por insectos, bivalvos y gusanos clitelados, característicos de sistemas lentos. Para la Segunda Fase, cuando el flujo de agua de escorrentía aumenta, aparecieron los gasterópodos, disminuyendo la riqueza de los insectos y desapareciendo los gusanos clitelados. Se observó una pérdida de riqueza en los Puntos 1 y 9, más en los Puntos 6, 7 y 10 fue constante, mientras que en los Puntos restantes se incrementó, sobretodo en el Punto 4; por su parte la equidad se afectó negativamente en los Puntos 1, 2 y 3, mientras que en el resto de los puntos de la ciénaga las fluctuaciones no fueron tan notorias. Así mismo el índice de Shannon-Wiener indicó mayores valores en los puntos 8, 4 y 5, aunque tan solo en el Punto 4 indicó una mejor calidad del agua (aguas medianamente contaminadas), lo que se evidenció en los dendrogramas de similaridad realizados para cada fase del muestreo, los cuales mostraron la ciénaga muy homogénea durante las dos fases de muestreo. A pesar de lo anterior, el análisis de los índices BMWP/Col y ASPT, demostraron que la llegada de las lluvias no fue lo suficientemente intensa como para cambiar las características de la ciénaga, incrementándose la contaminación, con excepción del Punto 1, donde se presentó un mayor valor de índice BMWP/Col y de los Puntos 9 y 10, donde se incrementó el valor de los índices ASPT. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos es

muy homogénea en cuanto a su composición general durante las dos épocas fases evaluadas, a pesar de la diferencia observada en cuanto a la composición de la misma.

- A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca realizada durante las dos fases de monitoreo, 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. A pesar de lo anterior, en las colectas de macroinvertebrados bentónicos de la Primera Fase, se colectaron de manera fortuita algunos especímenes, 11 individuos pertenecientes a 2 morfoespecies, pertenecientes a la Familia Poeciliidae; la revisión del listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”; según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; se determinó que no existen con las especies colectadas para la ciénaga.

8.20 CIÉNAGA SABANAGRANDE

- En esta ciénaga se presentaron valores del índice ICOMO que se encuentran dentro de los niveles altos de contaminación por materia orgánica y valores de ICOPH que indican contaminación muy alta por pH. No se registra contaminación por sólidos suspendidos totales. Una de las principales causas de estos resultados es el alto índice de evaporación que presentó este cuerpo de agua, al punto de que en la segunda Fase de monitoreos se encontró totalmente seca.
- La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y crecimiento de las comunidades periféricas hizo que solo en el punto 8 de la ciénaga de Sabanagrande se pudieran colectar muestras. Es así como la comunidad evaluada presentó 7 morfoespecies, presentando una diversidad, equidad y dominancia medias. Se encontró por bioindicación que la ciénaga experimenta básicamente procesos de mezcla y turbulencia así como las bioindicaciones de periodo lluvioso, eutrofia fría y aguas blandas, en baja proporciones.
- En general, la ciénaga Sabanagrande, la comunidad fitoplanctónica durante la Primera Fase, estuvo conformada por 75 especies, siendo la División Chlorophyta la que aportó más especies a la riqueza (36,0%, 27 especies), mientras que la contribución a la abundancia en la ciénaga fue liderada por la División Bacillariophyta (18,7%, 239,4 Células/mL); los índices ecológicos indicando que una comunidad medianamente equilibrada, con dominancias bajas a medias y

diversidades bajas a medias. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los puntos de monitoreo; además se observó a la eutrofia (y la eutrofia fría) como la bioindicación predominante en todos los puntos de muestreo.

- Durante la Primera Fase, se encontraron 4 especies de macrófitas acuáticas, siendo biotopos predominantes, según Schmidt-Mumm (1988), Acropleustophyta y Helophyta con igual representatividad (50% para cada una); las primeras hacen referencia a las plantas flotantes con uso de dióxido de carbono del aire, mientras que las segundas son plantas enraizadas cuya parte vegetativa se encuentra mayormente fuera del agua. Hay que tener en cuenta que estas últimas plantas pasan gradualmente a la vegetación terrestre o con muy poca agua.
- La evaluación de la comunidad zooplanctónica de la ciénaga de Sabanagrande, durante la Primera Fase de monitoreo puso en evidencia el predominio de la División Eurotatoria, tanto en abundancia como en riqueza, con grandes fluctuaciones en los índices de equidad y dominancia, resaltando que la diversidad indicada por el índice de Shannon Wiener, presenta valores entre 1,85 y 2,49, para los cuales la interpretación del índice realizada por Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas” en toda la ciénaga; lo que indicó una homogeneidad espacial la cual fue corroborada con el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis y la bioindicación, la cual fue con predominancia de eutrofia, pH alcalino y altos contenidos de sales en todos los puntos de la ciénaga.
- En definitiva, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la ciénaga de Sabanagrande, evaluada durante la Primera Fase, mostró la prevalencia de insectos y gusanos clitelados, tanto en abundancia como en riqueza de especies; una comunidad que presentó grandes fluctuaciones espaciales en los valores de equidad, y dominancia, igualmente en los valores de diversidad, para los cuales, la interpretación del índice de Shannon-Wiener realizada por Roldán y Ramírez (2008), indicaron la presencia de “aguas medianamente contaminadas” en los puntos 3, 4, 5 y 6 y la presencia de “aguas muy contaminadas” en los Puntos 1, 2, 7, 8 y 9, los cuales se ubican frente en la zona centro occidental y sur occidental de la ciénaga. Más los valores del índice BMWP/Col, permiten asegurar que la contaminación por materia orgánica es generalizada.
- A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, solo se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad en los puntos 6, 7 y 8, cabe resaltar que en dichas jornadas se observaron pocos pescadores realizando actividades en el interior de la ciénaga. Se colectó un total de 71 individuos pertenecientes a 6 especies. Para *Trichogaster* sp (Terapia), presentaron valores entre 100 y 153 mm de longitud total, con un promedio de 138,4 mm, no se encontró

referencia sobre la talla de maduración sexual país una talla mínima de captura legal (TML), establecida por la entidad estatal responsable para la ciénaga de Sabanagrande. Para *Andinoacara pulcher* el 27,3% de los individuos capturados se encontraban por debajo de la TMM determinada para la ciénaga grande de Lorica (Córdoba), por Olaya-Nieto *et al.*, 2010. Para *Caquetaia kraussii*, o la mojarra amarilla, el 10% de las capturas realizadas se encuentra por debajo de la talla media de madurez indicada por Solano-Peña, *et al.* (2013), para sexos combinados; mientras que si tomamos la TMM indicada por MADR y CCI Nodo Central (2007), el porcentaje de porcentaje aumenta al 100%; así mismo el 100% de los organismos capturados se encuentran por debajo de la talla mínima de captura legal (TML) indicada tanto para la cuenca del río Magdalena, por la AUNAP, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca en su catálogo denominado “Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge”; como la indicada por el INPA en la resolución 520 del 8 de noviembre del 2001, en toda la Cuenca, Microcuenca y Ciénagas relacionadas con el río Sinú. Por su parte, *Oreochromis niloticus* se obtuvieron capturas entre 125 y 170 mm de LT, y con una talla promedio de maduración sexual 21,3 cm (Cadavid, *et al.*, 2011; Narváez, *et al.*, 2008 e Ibarra, *et al.*, 2013), se observa la presión que se está ejerciendo sobre la población, ya que no se asegura la renovación de la población; igualmente se evidencia que en el país no se ha establecido una talla mínima de captura legal (TML), por parte de entidad estatal nacional ni regional, para la ciénaga de Sabanagrande. Del *Rhamdia quelen* o Barbul royelo presentó se un individuo con una longitud total de 185 mm; también se indica que no ha sido establecida aún en el país por la entidad estatal responsable, talla mínima de captura; así mismo Olaya-Nieto, *et al.*, 2010 indicaron 24,1 cm de LT, como talla media de madurez sexual para las hembras y 23,6 cm de LT la de los machos, por lo que el individuo capturado (100% de la captura), se encontró por debajo de la citada talla media de madurez sexual, indicativo de la presión ejercida por los pescadores sobre la población. *Cyphocharax magdalenae* o viejito, presenta una talla media de madurez gonadal reportada por la Corporación Colombia Internacional y el Incoder en el documento pesca y acuicultura Colombia 2006 de 13,2 cm para la cuenca del río Sinú, la cual no difiere con la determinada por Valderrama *et al.* (2006), 13 cm, para el Embalse de Urrá; igualmente se encontró como referencia una talla mínima de captura legal (TML) de 12cm para la cuenca del río Sinú (INPA, 2001), por el pez colectado supera la talla mínima de captura legal (TML) y la media de madurez gonadal (TMM). Por último, al realizar la revisión del listado de “especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional”; según lo indicado por la resolución 192 del 2014, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; se determinó que no existen coincidencias con las especies colectadas en esta ciénaga

8.21 CIÉNAGA SANTO TOMÁS

- Esta Ciénaga solo pudo ser monitoreada en la primera fase, debido a que para la segunda fase se había secado totalmente. En la primera fase no se evidenció contaminación por causa de sólidos suspendidos totales, se encontraron niveles bajos y medios de contaminación por materia orgánica y niveles altos y muy altos de contaminación por el pH. Una de las principales causas de estos resultados es el alto índice de evaporación que presentó este cuerpo de agua.
- La escasez de sustratos naturales adecuados para la implantación y crecimiento de las comunidades perifíticas hizo que en el interior de la ciénaga de Santo Tomás no se pudieran coleccionar muestras para esta comunidad.
- El comportamiento de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga de Santo Tomás durante la Primera Fase de monitoreo, se puede decir que fue dominada en riqueza de especies pertenecientes a la División Chlorophyta, aunque la abundancia fue liderada por la División Cyanobacteria; presentándose una equidad media en todos los puntos de muestreo, así como dominancias de bajas en la mayoría de los puntos, excepto en el Punto 4 donde fue media; mientras que por su parte, el índice de diversidad de Bray-Curtis, presentó valores entre 1,50 y 2,19, indicando, bajo la interpretación del Roldán y Ramírez (2008), la presencia de “aguas medianamente contaminadas” en toda la ciénaga. Pese a lo anterior, al análisis espacial realizado mediante el índice de similaridad de Bray-Curtis, demostró que los Puntos 6 y 4 presentaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a los puntos restantes. Lo cual fue concordante con las bioindicaciones predominantes, ya que estos dos puntos se caracterizaron por presentar bioindicaciones de aguas mesotróficas y eutróficas con mayor peso, mientras que los puntos restantes se destacó la turbulencia, mezcla y la presencia de sedimentos y conductividad altos.
- En la Ciénaga Santo Tomás durante la Primera Fase, se encontraron 9 especies de macrófitas acuáticas, según los criterios de Schmidt-Mumm (1988), se determinaron 4 biotopos, de los cuales las Helófitas (enraizadas con partes aéreas y consumo de CO₂ atmosférico) tuvieron mayor representatividad, seguidas de las Acropleustófitas (plantas flotantes y uso de CO₂ atmosférico), Mesopleustophyta (plantas en la interface, y consumo de CO₂ del agua) y Hyphydata (plantas sumergidas y consumo de CO₂ del agua).
- Para resumir, durante la Primera Fase, la comunidad zooplanctónica de la ciénaga de Santo Tomás estuvo representada por una gran riqueza y abundancia de organismos pertenecientes a la Clase Eurotatoria, lo que se tradujo en altos valores

de equidad y aunque con baja dominancia; más diversidades altas en todos los puntos de muestreo, valores del índice de Shannon-Wiener que bajo a interpretación de Roldán y Ramírez (2008) indicaron “aguas medianamente contaminadas”. Todo esto se reflejó en una homogeneidad espacial alta, observada mediante el dendrograma de similaridad de Bray Curtis; siendo igualmente homogénea la bioindicación, eutrofia, pH alcalino y altos contenidos de sales.

- Los análisis realizados en la ciénaga de Santo Tomás develaron que la composición de la comunidad bentónica durante la Primera Fase está representada por organismos de las clases Clitellata, Insecta y Bivalvia; siendo los insectos los más representativos para la riqueza (4 morfoespecies), mientras que los Clitellata para la abundancia (718,4 Organismos/m²); los sitios de mayor riqueza fueron el Punto 5 (6 Morfoespecies) y los Puntos 1 y 2 (5 morfoespecies); a pesar de ello, la calidad de aguas expresada por el índice BMWP/Col fue homogénea en toda la ciénaga, “muy crítica”, o con “aguas fuertemente contaminadas”; resultados que se reflejaron en el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis y las bioindicaciones, aunque para estas últimas los Puntos 1, 2 y 6 mostraron predominancia de aguas contaminadas, sedimentos planctónicos y sequía; mientras que los Puntos 3 y 5, de aguas polisapróbicas y sedimentos planctónicos; lo que indica el estado eutrófico de la ciénaga.
- A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, solo se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad en los puntos 1 y 5, cabe resaltar que en dichas jornadas no se observaron pescadores realizando actividades en el interior de la ciénaga. Se colectó un total de 6 individuos pertenecientes a 2 especies. Para *Andinoacara pulcher* se colectaron individuos entre 107 y 122 mm de LT, con un promedio de 117,3 mm de LT, el 100% de los individuos capturados sobrepasaron de la TMM indicada por Olaya-Nieto *et al.*, 2010. Para *Caquetaia kraussii* se colectaron 2 individuos de 95 y 105 mm de LT, el 100 % se encontraba por debajo de la talla media de madurez gonadal (15,8 cm para sexos combinados) indicada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Corporación Colombia Internacional Nodo Central (MADR y CCI Nodo Central, 2007), así como de la indicada por Solano-Peña, *et al.*, 2013 (11cm para sexos combinados) para el embalse de Urrá. Igualmente se encontraron por debajo de la talla mínima legal establecida por el INPA (2001) para la cuenca, microcuenca y todas las ciénagas relacionadas con el río Sinú (13 cm); así como a la indicada en la cartilla “Normatividad para la pesca artesanal en la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge” (AUNAP, Sin año) (20 cm de LT).

8.22 CIÉNAGA LA LUISA

- Este cuerpo de agua presentó altos niveles de evaporación, por lo tanto en la segunda fase no se monitorearon los 10 puntos que fueron monitoreados en la primera fase, únicamente se lograron tomar dos puntos.
- En la primera fase se presentó contaminación media y alta por materia orgánica, según el índice ICOMO, así mismo el índice de pH, ICOpH presentó valores que indican contaminación media.
- Se realizó la colecta de organismos de las comunidades hidrobiológicas, así como las actividades de laboratorio tendientes a entregar los resultados de la composición y abundancia de las especies encontradas.
- Pese a los esfuerzos de muestreo, la comunidad fitoperifítica no pudo ser recolectada debido a la ausencia de sustratos naturales adecuados para su establecimiento y crecimiento en ninguno de las dos fases. La comunidad fitoplanctónica por su parte, estuvo conformada por 87 especies; la división Chlorophyta aportó el 50,6% a la riqueza (44 especies), mientras que Cyanobacteria contribuyó con el 31,2% a la abundancia, siendo la más dominante. En la segunda Fase, las Divisiones Chlorophyta y Cyanobacteria dominaron en la riqueza y en la abundancia (58,1% y 53,0% respectivamente). Se evidenció en los Puntos comparables, una pérdida de riqueza, el aumento de la equidad y pérdida de la dominancia. Se observó que los Puntos 7 y 8 fueron homogéneos durante las dos fases de muestreo, a pesar de que la ciénaga presentó durante la primera Fase, fuertes divisiones entre la zona norte, sur y centro, indicando diferentes afectaciones espaciales; su comparación con los puntos de la Segunda Fase evidenció la homogeneidad entre las diferentes épocas de muestreo. Así mismo la comunidad de macrófitas acuáticas se reportó en los puntos litorales 8, 9, y 10 durante la primera fase, compuesta por 8 especies, con predominio de las especies Helófitas (plantas emergidas), mientras que en la Segunda Fase, se reportaron 4 especies en los puntos 7 y 8. En esta ocasión, tanto las Helófitas como las Acropleustophyta presentaron una representatividad del 50%.
- En el grupo de los consumidores, el zooplancton estuvo integrado por 27 morfoespecies en la primera fase, durante la cual, la Clase Eurotatoria dominó en la riqueza (44,1%) como en la abundancia (39,5%); en la segunda Fase, esta clase también predominó tanto en la riqueza como en la abundancia (42,9 y 56% respectivamente). Se presentaron fluctuaciones espaciales de la equidad durante la Primera Fase, que indicaron que los Puntos 7, 2, 1 y 6 presentaron equidades medias, mientras que los Puntos 3, 4, 5, 8, 9 y 10 la equidad fue alta; mientras que para la Segunda Fase, donde solo los Puntos 7 y 8 presentaron de agua, las

equidades fueron altas. Por su parte el índice de diversidad de Shannon-Wiener, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), permitió evidenciar la presencia de aguas medianamente contaminadas en todos los puntos de la ciénaga, durante la Primera Fase, mientras que durante la Segunda Fase, los puntos evaluados mantuvieron la misma categoría de calidad. Por su parte, las diferencias marcadas por el índice de similaridad de Bray-Curtis separaron el Punto 6 de la homogeneidad generalizada, dado posiblemente por su baja riqueza y muy baja abundancia

- La comunidad de macroinvertebrados bentónicos estuvo representada en la primera fase por 15 morfoespecies; el mayor aporte a la riqueza relativa fue dado por Insecta con 66,7% (10 morfoespecies), mientras que los aportes a la abundancia fueron liderados por la Clase Clitellata (2955,5 Organismos/m², 49,9%). Durante la segunda fase se reportaron 2 morfoespecies, siendo Clitellata la clase predominante en la abundancia con 76,9% (641,0 3 Organismos/m²); las clases Clitellata e Insecta tuvieron igual predominancia en la riqueza. Al comparar la riqueza en los puntos compartidos durante las fases de muestreo, ésta aumentó en el Punto 7 y disminuyó en el Punto 8, mientras que la equidad fue mucho mayor en el Punto 8 donde por ende la dominancia disminuyó. Al hacer hincapié en el índice de Shannon-Wiener se evidenció un aumento de valor, más no en la calidad del agua indicada por la interpretación del índice dada por Roldán y Ramírez (2008); lo cual es corroborado a su vez por el análisis del índice BMWP/Col, el cual demostró que la llegada de la época de lluvias pareció no existir, pues el déficit pluviométrico fue tan alto que generó la desecación de gran parte de la ciénaga concentrándose en una pequeña área el espejo de agua, lo que incremento de la contaminación de los puntos, ya que disminuyeron los valores absolutos del índice BMWP/Col, aunque las aguas se siguen catalogando como “fuertemente contaminadas” (calidad clase V “muy crítica”). Por otra parte, a pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, no se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a la comunidad íctica, cabe resaltar que en dichas jornadas no se observaron pescadores realizando actividades en el interior de la ciénaga.

8.23 CIÉNAGA MANATÍ

- Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos.

8.24 CIÉNAGA LA LARGA

- Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos.

8.25 CIÉNAGA PARAÍSO

- Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos.

8.26 VERTIMIENTO CURTIEMBRES INTERPELLI S.A.S.

- En la primera fase se observó en ambos puntos contaminación media por materia orgánica y ninguna contaminación por pH ni sólidos suspendidos, según los resultados de los índices de contaminación.
- En la segunda fase los valores de los índices de contaminación en ambos puntos fueron inferiores a 0.2, indicando que no existe contaminación por materia orgánica, pH ni sólidos suspendidos totales.
- En el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. se evaluaron las comunidades de productores primarios en primera instancia se menciona al perifiton donde se puede concluir la existencia de procesos de antropización en el sistema, al observar los procesos bioindicados en el lugar, como Mesotrofia, la alta conductividad y la materia orgánica, los cuales son indicio de algún tipo de contaminación. Además, los índices de diversidad muestran una dominancia y una equidad media, sumados a la interpretación del índice de Shannon todo esto durante la Primera Fase, debido a que para la Segunda Fase no se pudo tomar muestras de la comunidad perifítica, ya que para que esta época en el cuerpo de agua se estaban realizando trabajos de dragado y por efectos de este labor se removieron sustratos que afectaron las poblaciones de perifiton.
- En términos generales, la comunidad fitoplanctónica identificada en el vertimiento Curtiembres Interpelli S.A.S., presentó entre la Primera y la Segunda Fase de muestreo un incremento en la riqueza de especies, manteniéndose mayor en el Punto Antes del vertimiento para cada fase; caso contrario sucedió con la abundancia, la cual fue más alta durante la Primera Fase, aunque se mantuvo el Punto Antes del vertimiento como el de mayor abundancia; a pesar de lo anterior, la División Cyanobacteria se destacó por su contribución a la abundancia durante las dos fases en cada punto de muestreo; lo que mantuvo valores medio altos de equidad y bajos de dominancia en cada punto durante cada fase. Por su parte la mesotrofia fue la bioindicación predominante en los dos puntos, durante la Primera Fase, dando paso a la resistencia a pesticidas, eutrofia y presencia de materia orgánica, en el Punto Antes y a la mesotrofia, resistencia a los pesticidas, eutrofia y materia orgánica en el Punto Después. Notándose que los leves incrementos de

pluviosidad han causado el posible arrastre de pesticidas desde sitios aguas arriba, que interfieren el desarrollo de la comunidad fitoplanctónica. A pesar de lo anterior, la comunidad fue muy homogénea durante las dos fases de muestreo

- De Las macrófitas acuáticas se puede inferir que los biotopos determinados en la primera fase, Haptophyta tuvo la mayor representatividad, con un 50%. Estas plantas con un marcado ritmo estacional, presentan raíces modificados para adherirse al sustrato, o “hapterios”. Los otros biotopos (Acropleustophyta y Helophyta) mostraron igual representatividad del 25%, mientras que en la Segunda Fase solo se encontraron los biotopos Acropleustophyta y Helophyta, ambos presentando proporciones de 50% Se siguieron los criterios de Schmidt-Mumm (1988). Cabe mencionar que los biotopos para la Segunda Fase se vieron afectados por la acción antrópica de un dragado que se realizó en todo el cauce del cuerpo de agua, es probable que esta acción tuviera injerencia en la disminución de los biotopos.
- A nivel general del vertimiento Antes y Después de Curtiembres Interpelli asociado a la comunidad zooplanctónica se puede concluir que no se mantuvo constante durante las dos fases en que se tomaron las muestras, presentando una marcada variación en el punto después del vertimiento donde paso de tener una riqueza de cinco Taxas en la Primera Fase a cero individuos en para la Segunda Fase, es posible que las poblaciones de zooplancton cambiara o bajara su abundancia y riqueza por intervenciones antrópicas que se realizaron en el cuerpo de agua en la etapa intermedia de las dos fases de muestreo. También podemos destacar que no se encontró similitud en ninguna de las fases de muestreo tomando como partida las abundancias por especies en los puntos de muestro (Antes y Después del Vertimiento).
- Para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se evidenció que en los sitios evaluados en el vertimiento de Curtiembres Interpelli S.A.S. (Antes y Después), la comunidad estuvo integrada por insectos, pertenecientes a los Ordenes Coleoptera, Diptera y Hemiptera durante la Primera y la Segunda Fase; en concreto se experimentó una pérdida de riqueza en el Punto Antes, llegando a presentar una sola especie durante la Segunda Fase, lo que impidió el cálculo de varios índices ecológicos; por su parte en el Punto Después se observó un aumento de la riqueza, manteniéndose la equidad alta y dominancia baja (valores muy parecidos a los obtenidos durante la Primera Fase), más una diversidad mayor a la obtenida durante la Primera Fase, esto último lo explica Sainz (2003), cuando indica que la diversidad no da resultados eficaces para medir el efecto del dragado y canalización sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos; por su parte, los valores del índice de Shannon-Wiener se mantuvieron en la escala de “aguas muy contaminadas”.

Además, los valores de índice BMWP/Col indicaron un aumento de la contaminación durante la Segunda Fase, más el valor del índice ASPT en el Punto Después se mantuvo en la escala de aguas de “calidad dudosa” o moderadamente contaminadas. Esto se debió sobre todo por la afectación ocurrida en el ecosistema durante el proceso de remoción de sedimentos (dragado) que terminó una semana antes de la realización del monitoreo de la Segunda Fase, actividades de las que se encuentra registro fotográfico en el Anexo A. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos fue muy homogénea en cuanto a su composición, durante las dos fases de monitoreo, con excepción del punto Antes, durante la Segunda Fase, debido probablemente a que solo presentó hemípteros.

- 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 se observaron pescadores utilizando el caño como zona de tránsito, pues su pesca la realizaban en el interior de la ciénaga del Convento, sitio donde drena el Caño.

8.27 VERTIMIENTOS EXÓTIKA LEATHER S.A.

- En la primera fase se observó en el punto aguas arriba del vertimiento contaminación media por materia orgánica y ninguna contaminación por pH ni sólidos suspendidos, según los resultados de los índices de contaminación, mientras que en el punto identificado como aguas abajo del vertimiento no presentó contaminación por materia orgánica, pH ni sólidos suspendidos.
- En la segunda fase los valores los índices de contaminación, en ambos puntos, presentan valores inferiores a 0.2 evidenciando que no existe contaminación por materia orgánica, pH ni sólidos suspendidos totales.
- En el vertimiento de Exótika Leather S.A. se evaluaron las comunidades de productores primarios comenzando por el perifiton, donde se pudo estimar que análisis de bioindicación muestran que existe un posible grado de contaminación en este ecosistema en las dos fases del estudio, donde puede observarse algunos de los procesos de bioindicación como: turbulencia, sedimentos y conductividades altas, eutrofia, Mesotrofia, presencia de materia orgánica, sucesión, y resistencia a pesticidas. También es evidente el dominio de la clase Cyanobacteria en la Primera y Segunda Fase en términos de abundancia y riqueza, lo que quizás muestre algún grado de contaminación que debe ser tenido en cuenta para futuros planes de

manejo. En tanto que las dos fases son similares en más de un 50% lo que daría cuenta de un comportamiento uniforme a lo largo de toda la investigación.

- Mientras que en la comunidad fitoplanctónica en función de la bioindicación se pudo establecer, que en el punto ubicado Antes del vertimiento las bioindicaciones predominantes tanto en la Primera Fase como en la Segunda Fase correspondieron a eutrofia, resistencia a pesticidas, turbulencia y mezcla. Además Se comprobó que durante las dos fases de estudios la ciénaga presenta una comunidad integrada en su mayoría por organismos de la División Cyanobacteria, dominando tanto en abundancia como en riqueza; mostrando una homogeneidad de la dominancia y equidad de especies al comparar la Primera y la Segunda Fase, más el Punto Después del vertimiento presentó pérdida de la riqueza, a pesar de presentar durante esta fase, mayor homogeneidad en los sitios de muestreo, lo que pudo estar asociado a un aumento, en el Punto Después, de la presencia de especies con conocida resistencia a pesticidas, y esto a su vez, indicado de un aumento en el caudal del caño, a pesar del déficit pluviométrico ocurrido, lo que pudo homogenizar el ecosistema, soportado con la de similitud en función de las abundancias en la ciénaga, mostrando heterogeneidad durante la Primera Fase y homogeneidad durante la segunda.
- Para el zooplancton se pudo inferir que las abundancias aumentaron para la Segunda Fase, si comparamos la clase Maxillopoda 13,8%, (16,9 Organismos/L) para la Primera Fase, mientras que en la Segunda Fase 35,4% (176,6 Organismos/L), es notable la ampliación en la abundancia, quizás estos resultados están relacionados con el incremento de la diversidad de especies de copépodos durante la Segunda Fase de este estudio, también es importante señalar que la clase Eurotatoria para la Primera Fase presentó la mayor densidad 64,5% (79,0 Organismos/L), pero comparado con la Segunda Fase muestra valores de 26,1% (130,4 Organismos/L) los cuales para la Segunda Fase no equivalen a las mayor abundancia, tal vez porque para la clase Eurotatoria se presentó una disminución de riqueza y un aumento de la concentración o densidad de las especies que se mantuvieron en la Segunda Fase, es significativo resaltar que el aumento de las abundancias de la comunidad zooplanctónica, se pudieron presentar posiblemente a la influencia del comienzo de la época de lluvia, donde eventualmente las especies que lograron mantenerse desplazaron a las especies que no se pudieron establecer en el tiempo en que se tomaron las muestras de la Segunda Fase.
- Para los macroinvertebrados bentónicos se pudo inferir que durante la Primera Fase el vertimiento presentó una comunidad integrada solo por insectos, de los órdenes Coleoptera y Diptera, característicos de sistemas lenticos; más sin embargo durante la Segunda Fase, cuando el flujo de agua de escorrentía aumenta, aparecieron más

especies de insectos, aumentando su riqueza, también aparecieron tres Ordenes más, pertenecientes a la Clase Clitellata y Gastropoda. El aumento de la riqueza en el punto Antes del vertimiento fue mucho mayor a la del punto Después del vertimiento; aunque la equidad se mantuvo muy alta de la Primera a la segunda fase, la dominancia descendió en los dos sitios de muestreo. Por su parte el índice de Shannon-Wiener indicó una mejoría en la calidad del agua en los dos puntos, alcanzando a catalogar el sitio Antes del vertimiento como de aguas medianamente contaminadas; a pesar de lo anterior, los dendrogramas de similaridad realizados para cada época fase, los cuales mostraron la ciénaga muy homogénea durante las dos fases de muestreo. Lo cual es corroborado a su vez por el análisis del índice BMWP/Col ASPT, los cuales demostraron que la llegada de las lluvias fue lo suficientemente intensa en la zona, que generó cambios de las características de la calidad del agua del caño NN, presentándose un decremento de la contaminación, pasando, durante la Primera Fase, de valores de índice BMWP/Col, que catalogaban las aguas como “fuertemente contaminadas” (calidad clase V “muy crítica”) a valores de calidad “Crítica” (Clase II) o de “aguas muy contaminadas” durante la Segunda Fase; igualmente sucedió con los valores del índice ASPT, alcanzando en el Punto Después del vertimiento, una calidad “Dudosa” (Clase III) o de “aguas moderadamente contaminadas” durante la Segunda Fase. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el Caño NN, evaluada antes y después del vertimiento de curtiembres Exótika Leather S.A., se vio afectada por el cambio temporal ocurrido ente la Primera y la Segunda Fase, a pesar del déficit pluviométrico ocurrido durante la Segunda Fase.

- Por su parte la ictiofauna a pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, durante la Primera, como en la Segunda Fase de este estudio en los vertimientos de Exótika Leather, no se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad, en el cuerpo de agua evaluado.

8.28 CURTIEMBRES DEL CARIBE

- En la primera fase se observó en el punto aguas arriba del vertimiento contaminación media por materia orgánica y ninguna contaminación por pH ni sólidos suspendidos, según los resultados de los índices de contaminación, mientras que en el punto identificado como aguas abajo del vertimiento se presentó contaminación baja por materia orgánica y ninguna contaminación por pH ni sólidos suspendidos.

- En la segunda fase los valores del índice ICOMO en ambos puntos indican que existe contaminación alta por materia orgánica. No se registra contaminación por sólidos suspendidos en ambos puntos. Respecto al pH, en el punto después del vertimiento el índice indica una contaminación baja.
- De la comunidad de Perifiton se puede concluir que en la Primera Fase no pudieron tomar muestras, debido a que no se encontraron sustratos adecuados para su crecimiento. En la Segunda Fase, por las condiciones ambientales que se presentaron se ocasionaron ciertos cambios en el ecosistema que permitieron el desarrollo y crecimiento de la comunidad perifítica, donde las divisiones presentaron una riqueza homogénea, no siendo así con la abundancia mostrando una predominancia de cianobacterias. Los procesos bioindicados, muestran algún tipo de sucesión en el ecosistema, aunque se necesitan más estudios para corroborar esta información.
- En el vertimiento de Curtiembres del Caribe al evaluar un grupo de productores primarios como el fitoplancton se pudo establecer el predominio en riqueza, de las especies pertenecientes a la División Cyanobacteria, durante la Primera, como durante la Segunda Fase; más desde el punto de vista de la abundancia, se pasó de una comunidad conformada por organismos de las Divisiones Euglenozoa y Cyanobacteria a una dominada por las clorofitas; se perdió puntaje en el valor del índice de equidad, sobre todo en el Punto Después del vertimiento, lo que se reflejó en el aumento en la dominancia en el mismo, lo que además conllevó a la disminución de los valores del índice de Shannon-Wiener, los cuales, bajo la interpretación de Roldán y Ramírez (2008), indicaron el deterioro de la calidad del agua, sobretodo en el Punto Después; esto se debe probablemente a que en el sitio antes del vertimiento, el agua se encontraba estancada en las dos fases del estudio, y quizás incluía aguas de escorrentía y “reflujo” del agua de los vertimientos encontrados en el sector, ya que el cauce del caño no poseía caudal apreciable y se encontraba tapado con material sedimentado y escombros.
- En el caño donde cae el vertimiento de curtiembres del Caribe, durante las dos Fases de Campo no se reportaron macrófitas acuáticas. Esto puede ser debido a las modificaciones antrópicas del sistema, teniendo en cuenta que estos organismos son sensibles a este tipo de variables (García et al 2006).
- En el vertimiento de Curtiembres del Caribe al evaluar un grupo de consumidores como el zooplancton Se puede inferir que las bioindicaciones entre los puntos de muestreo existió una sucesión de condiciones ambientales, que ocasionaron que en la Primera Fase prevalecieran la Materia orgánica y Sistemas inmaduros, mientras que en la Segunda Fase la Mesotrofia prevaleciera en mayor proporción respecto al

resto de bioindicaciones que se estimaron para la última fase, Para la Segunda Fase, las abundancias disminuyeron en relación a la concentración (Organismos/L) y a diferencia de la Primera Fase la clase que presentó mayor densidad fue Branchiopoda 193,8 Organismos/L (96%), en cuanto que Eurotatoria decreció y para esta época tan solo aportó 5,5 Organismos/L (2,7%), en esta fase se presentó por primera vez la clase no determinada de Arthropoda, estos hechos quizás estén asociados a la sucesión o recambio de las bioindicaciones de la Primera Fase a la Segunda Fase del estudio donde dominaron procesos distintos en cada fase.

- Para consumidores como el grupo de los macroinvertebrados bentónicos se pudo evidenciar el predominio de los Insectos, tanto en la Primera Fase como en la Segunda Fase, siendo una comunidad muy homogénea en Primera Fase, mientras que durante la Segunda Fase, el sitio después del vertimiento experimentó mayores fluctuaciones con respecto a la época anterior, bajando su equidad ($J' = 0,35$) y aumentando la dominancia ($\lambda' = 0,78$), lo que repercutió en la diversidad, la cual también fue menor ($H' = 0,49$); a pesar de lo anterior, la interpretación del índice de Shannon-Wiener realizada por Roldán y Ramírez (2008) indicó la presencia de aguas muy contaminadas para las dos épocas climáticas. Iguales resultados fueron indicados por el índice BMWP/Col para las dos épocas climáticas, tanto Antes como Después del vertimiento; más la indicación dada por el índice ASPT permitió evidenciar que durante las dos fases de muestreo el sitio después del vertimiento presenta una mejor calidad del agua (dudosa y crítica respectivamente), que en el sitio Antes del vertimiento (crítica y muy crítica); esto se debe muy probablemente a que en el sitio antes del vertimiento, el agua encontrada tanto durante la Primera Fase como durante la Segunda Fase era estancada, y muy probablemente incluía aguas de escorrentía y “reflujo” del agua de los vertimientos encontrados en el sector, ya que el cauce del caño no poseía caudal y se encontraba tapado con material sedimentado y escombros. Un análisis general permitió evidenciar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos es muy homogénea en cuanto a su composición general durante las dos fases de muestreo evaluadas, más es muy heterogénea con el cambio de época climática, lo cual se debe fundamentalmente a las fluctuaciones de abundancia, las cuales fueron casi 50 veces mayor durante la Segunda Fase.
- Por su parte la ictiofauna a pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, durante la Primera y Segunda Fase de este estudio en los vertimientos de Curtiembres del Caribe, no se obtuvo captura de ningún organismo perteneciente a esta comunidad en el cuerpo de agua evaluado. Es posible que la ausencia de peces esté relacionada con las condiciones ambientales de los puntos de muestreo donde prevalecen condiciones físicoquímicas adversas para el desarrollo de peces.

8.29 SALINAS DEL REY

- En la primera fase los valores los índices de contaminación en este punto presentan valores inferiores a 0.2 evidenciando que no existe contaminación por materia orgánica, pH ni sólidos suspendidos totales. En la segunda fase se detectaron niveles de contaminación bajos de materia orgánica, los demás índices reportaron valores inferiores a 0.2.
- De la comunidad fitoperifítica tanto en la primera y segunda fase de este estudio podemos inferir que presentó una escasez de sustratos naturales adecuados para el desarrollo y crecimiento de las comunidades perifíticas, hecho que incidió a que en el cuerpo de agua evaluado cerca al vertimiento de Salinas del Rey, la comunidad fitoperifítica no estuviera representada.
- Por su parte para el fitoplancton se pudo determinar que existen diferencias entre las dos fases de la investigación. Se encontró que las dos fases presenta similitud en menos del 50%, indicando que la diversidad varió de una fase a otra. Esto se explica por el aumento de la riqueza y de la densidad promedio total (pasó de 5 Células/mL a 12,6 Células/mL). Los procesos mostrados en el análisis de la bioindicación muestran indicios de contaminación, posiblemente por materia orgánica. Se deben realizar más estudios en el área y ver el comportamiento de este cuerpo de agua en los ciclos estacionales.
- Las macrófitas acuáticas se describieron en dos biotopos, en los dos períodos de campo, Acropleustophyta y Helophyta. Durante la Primera Fase de estudio estos dos biotopos estuvieron equitativamente representadas, obteniendo ambas 50%, mientras, en la segunda Fase, las Helófitas dominaron, presentándose en casi un 70%.
- Para la comunidad zooplanctónica se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, debido a que presentan menos de un 50% de similitud, Es posible que las diferencias de similitud encontradas entre la Primera y Segunda Fase, estén relacionadas con la baja diversidad que se obtuvo en el segundo periodo de muestreo y al incremento de la densidad de las abundancias por clases, quizás esto pudo darse por algún cambio en las condiciones ambientales durante la Segunda Fase, donde algunas especies lograron mantenerse presentes en el cuerpo de agua aumentando su densidad y generaron un desplazamiento o disminución de las abundancias de otras especies que no se pudieron establecer en el tiempo en que se tomaron las muestras para Segunda Fase.
- Los análisis realizados en el vertimiento de Salinas del Rey develaron que la composición de la comunidad bentónica durante la Primera y la Segunda Fase está

representada por organismos de las clases Clitellata e Insecta; siendo los insectos los más representativos para la riqueza y la abundancia, tanto en la Primera Fase (19 morfoespecies y 1287,4 Organismos/m²), como en la Segunda Fase (4 morfoespecies y 208,3 Organismos/m²); resaltamos que la Clase Clitellata pasó de aportar un 4% a la abundancia (53,4 Organismos/m²) durante la Primera Fase a un 47,2% (185,9 Organismos/m²) en la Segunda Fase; por su parte la calidad de aguas expresada por el índice BMWP/Col fue “aceptable”, lo que indica aguas ligeramente contaminadas”, durante la Primera Fase y “muy crítica”, durante la Segunda Fase. Seguramente las fluctuaciones temporales se debieron a que la sequía presentada durante el año 2015 se mantuvo implacable, reduciendo considerablemente el volumen de agua del sitio de muestreo haciendo que éste adquiriera características de un sistema eutrofizado.

- En cuanto a la ictiofauna a pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, durante la Primera, como en la Segunda Fase de este estudio, no se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad, en el cuerpo de agua evaluado.

8.30 PLAYA TUBARÁ

- En la primera fase se evidenciaron niveles de contaminación medios por materia orgánica, según el índice ICOMO y niveles de contaminación muy alta por pH, según el ICOPH. El índice ICOSUS indica que no existe contaminación por sólidos suspendidos totales.
- En la segunda fase permanecieron los altos niveles de pH. El índice ICOMO arrojó valores inferiores a 0.2, indicando que no existe contaminación por materia orgánica. El índice ICOSUS también fue inferior a 0.2.
- En el vertimiento de Playa Tubará se evaluaron las comunidades de productores primarios, como el fitoperifiton, donde destaca la presencia de géneros con especies marinas, como Calothrix o Leptolyngbya, por otra parte se puede inferir la posible influencia dulceacuícola en el lugar de muestreo, debido a la presencia de Komvophoron y Dictyosphaerium especies netamente de ecosistemas continentales, producto posiblemente de un cambio ambiental. Cuando ocurren estos cambios, suelen aparecer en la comunidad especies dominantes sobre las otras, tal y como lo muestra el índice de Simpson ($\lambda' = 0,76$), bajando consigo los valores de equidad en la comunidad, estos comportamiento solo se pudieron observar durante la Primera Fase, debido a que en la Segunda Fase no se encontraron sustratos para el desarrollo de la comunidad en este punto de

muestreo, hecho que impidió realizar comparaciones del comportamiento de las poblaciones del perifiton de las dos fases del estudio.

- Mientras que para comunidad fitoplanctónica se pudo establecer que la similitud es menor al 10% en las dos fases de estudio, mostrando un cambio espacio temporal en la comunidad. Los análisis muestran que la comunidad sufrió un cambio en la diversidad, aunque los índices ecológicos no variaron. La reducción en la composición de especies, pudo haberse debido a fluctuaciones de las mareas en el mar Caribe, que incide directamente en el cuerpo de agua evaluado. Se puede observar la presencia de géneros, como *Cylindrotheca Nitzschia*, *Navicula* y *Cyclotella*, con especies marinas, mostrando la influencia en este ecosistema.
- En este vertimiento no se reportaron macrófitas acuáticas en las dos fases del proyecto, esto se debe posiblemente a las condiciones estuarinas del área.
- Para la comunidad del zooplancton se pudo determinar que existen diferencias entre los puntos evaluados, con menos de un 50% de similitud entre las Primera y Segunda Fase. De manera general se podría concluir que hubo un cambio leve de las abundancias en el punto monitoreado, además se puede inferir que el aumento de la riqueza en la Segunda Fase pudo estar dado por las condiciones ambientales que se presentaron en este periodo de muestreo, que le facilitó el aumento de diversidad para determinadas clases como Maxillopoda. También podría decirse que los procesos de bioindicación fueron más diversos en la Segunda Fase, hecho que sustenta el cambio de condiciones ambientales del ecosistema e incremento en la riqueza.
- Los resultados permiten inferir que las variaciones temporales presentadas en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el sitio evaluado de Playa Tubará, se deben a un cambio en la composición del agua, la cual pasa de ser estuarina (durante la Primera Fase) a ser más continental (durante la Segunda Fase), dados los aporte de escorrentías que ocurren en la zona. A pesar de sufrir un cambio drástico en la composición de la comunidad, con el paso de la Primera Fase a la Segunda Fase, se evidencia que el ecosistema se encuentra alterado; que el cambio temporal produjo una disminución de la riqueza, de la equidad, de la diversidad y un aumento en la dominancia, indicándose durante la Segunda Fase el predominio de las aguas medianamente contaminadas y de calidad “muy crítica” (BMWP/Col = 4).
- La ictiofauna a pesar del esfuerzo de muestreos realizados durante la Primera y Segunda Fase de este estudio, no se obtuvo captura efectiva de organismos pertenecientes a esta comunidad, en el cuerpo de agua evaluado.

8.31 TURIPANA

- Los puntos de monitoreo solicitados para este sitio se encontraron secos durante la Primera y Segunda Fase, por lo que fueron reubicados en otros cuerpos de agua con previa autorización del cliente.

8.32 CIÉNAGA MESOLANDIA

- En la primera fase se detectaron niveles de contaminación muy altos por materia orgánica y por pH. El índice ICOSUS indica que no existe contaminación por sólidos suspendidos en ninguno de los puntos.
- En la segunda fase los niveles de contaminación por materia orgánica fueron nulos para los puntos 1 y 2, en los demás puntos se detectaron niveles altos y medios. Permanecieron los niveles de contaminación muy altos por pH. En la ciénaga Mesolandia se evaluaron las comunidades de productores primarios, perifiton, fitoplancton y macrófitas acuáticas, así como las comunidades de consumidores, zooplancton, macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna
- La usencia de sustratos naturales adecuados para el crecimiento y desarrollo de las comunidades perifíticas hizo que en la ciénaga Mesolandia durante la Primera y Segunda Fase, específicamente en el área de cada uno de los puntos de muestreo de la comunidad fitoperifítica no estuviera presente.
- Para la comunidad del fitoplancton en función de la riqueza se puede concluir que se redujo considerablemente en esta ciénaga de la Primera a la Segunda Fase y además, la proporción de la división Cyanobacteria aumentó tanto en la riqueza como en la abundancia, al pasar de una fase a la otra. Por otra parte, la eutrofia fue un proceso bioindicado por los organismos más abundantes en todos los puntos de la primera y segunda fase, además de la mesotrofia. Entre tanto que, al observar la de similitud entre los puntos de las dos fases, se evidencia que las condiciones no cambiaron durante el transcurso del año. Lo anterior muestra que la ciénaga está pasando por un proceso de eutrofia que debe ser analizado a profundidad.
- Las macrófitas acuáticas no se pudieron registrar en esta ciénaga en ninguna de las Fases del estudio, debido a las condiciones de ambientales presentes en el cuerpo de agua puntualmente es los puntos de muestreo no permitieron el desarrollo de este grupo.

- Del zooplancton en la ciénaga de Mesolandia se puede decir que las abundancias totales promedio fueron estable durante la Primera y Segunda Fase, lo que podría dar cuenta de ofertas alimenticias equilibradas por parte del fitoplancton. Las similitud encontradas entre las abundancias por Clases en los puntos de muestreo durante las dos fases del proyecto fueron altas; con valores mayores al 50% de similitud, por lo que se puede inferir que no hubo un cambio significativo en las densidades de las abundancias en los puntos de monitoreados en Primera y Segunda Fase.
- Al observar la calidad de las aguas indicada por los macroinvertebrados bentónicos utilizando el índice BMWP/Col, se puede inferir un comportamiento homogéneo en toda la ciénaga, tanto en la Primera como en la Segunda Fase, siendo “muy crítica”, o con “aguas fuertemente contaminadas”; por su parte los valores del índice ASPT indicaron una mejor calidad de aguas en el Punto 6 (calidad crítica) durante la Primera Fase, e indicaron para la Segunda Fase una mejor calidad de agua (Calidad crítica) en los Puntos 2 y 4, y aún mejor en el Punto 1 (calidad Dudosa), lo cual puede ser resultado de las escorrentías presentadas durante la Segunda Fase, las cuales pudieron ser mayores en el costa occidental de la ciénaga, debido a que el casco urbano y sus calles en cemento ofrecen mayor resistencia a la permeabilidad del agua hacia el sustrato, siendo el costado oriental de la ciénaga, apto para el desarrollo de gastródos e insectos. Pese a lo anterior las bioindicaciones determinadas para la mayoría de los Puntos, tanto durante la Primera como durante la Segunda Fase fueron de aguas contaminadas; lo que devela el estado altamente contaminado de la ciénaga de Mesolandia.
- A pesar del esfuerzo realizado en las jornadas de pesca, solo se colectó un total de 6 individuos durante la Primera Fase representados en 4 especies. Mientras que durante la Segunda Fase no se obtuvieron capturas con el esfuerzo muestral realizado. Es evidente el declive de la comunidad íctica en la ciénaga de Mesolandia, quizás por la marcada influencia del largo periodo de sequía que se presentó en el año 2015, sumado las condiciones de eutrofización en este cuerpo de agua, que deben ser examinados a fondo.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Acero A. Order Siluriformes, Family Ariidae. In: Carpenter KE. (ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. FAO. Rome, Italy. 2002; 831-852. EN: Olaya-Nieto, Charles W.; Segura-Guevara, Fredys F.; Tordecilla-Petro, Glenys y Appeldoorn, Richard S. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales del Río Sinú – II Fase. Universidad de Córdoba, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Departamento de ciencias acuícolas, Programa de acuicultura, Laboratorio de investigación biológico pesquera-LIBP Loricá, 2007
- ALBIERI, Rafel J. y ARAUJO, Francisco G. 2010. Reproductive biology of the mullet *Mugil liza* (Teleostei: Mugilidae) in a tropical Brazilian bay. *Zoología*. Vol. 27, No. 3. Junio 2010. Pp 331-340
- Alean Vera, L. E., 2009. *Modelación de la capacidad máxima de asimilación de vertimientos de carga orgánica en la Ciénaga de Mesolandia en el Departamento del Atlántico*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ingeniería. Maestría en ingeniería ambiental.. Bogotá: s.n.
- Altamiranda-S., et al, 2010. Composición y preferencia de microhábitat de larvas de Odonata (Insecta), en la Ciénaga San Juan de Tocagua (Atlántico, Colombia). *Caldasia* [online]. 2010. *Caldasia (online)*, 32(2), pp. 399-410.
- 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).
- AUNAP-UNIMAGDALENA 2013. Tallas mínimas de captura para el aprovechamiento sostenible de las principales especies de peces, crustáceos y moluscos comerciales de Colombia. Convenio 058 de 2013 entre la Autoridad nacional de acuicultura y pesca y La Universidad del Magdalena. 58 páginas.
- Axelrod HR, Burgess WE, Pronek N, Walls JG. Atlas de peces de acuario de agua dulce. Barcelona: Editorial Hispano Europea; 1996. EN: Olaya-Nieto, Charles W., Segura Guevara, Fredys F.; Tordecilla-Petro, Glenys; Appeldoorn, Richard S. 2011. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales del Río Sinú-Fase III. Universidad de Córdoba. Presentación del Informe final del Proyecto de Investigación. Convocatoria Interna CIUC Año 2006.
- Barreto Reyes, Carlos G.; Polo Romero, Gustavo A. y Mancilla Páramo. Beatriz. Análisis biológico pesquero y económico de la fauna acompañante en la pesquería de arrastre industrial Colombiana; Contribución Biológica y Económica para la Investigación y el Desarrollo en Recursos Pesqueros Colombianos y Estimación del Impacto de la Fauna Incidental en la Pesca de Arrastre del Camarón; Santa Fe de Bogotá. EN: FAO. Tropical shrimp fisheries

- and their impact on living resources. Shrimp fisheries in Asia: Bangladesh, Indonesia and the Philippines; in the Near East: Bahrain and Iran; in Africa: Cameroon, Nigeria and the United Republic of Tanzania; in Latin America: Colombia, Costa Rica, Cuba, Trinidad and Tobago, and Venezuela *FAO Fisheries Circular*. No. 974. Rome, FAO. 2001. 378p
- C.R.A. Corporación Autónoma Regional del Atlántico. 2015. Concurso de méritos. Pliego de condiciones definitivo. Objeto: realizar el 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 2012 – 2015. 41 p.
- Caraballo P. Evaluación Biológico Pesquera y Económica del Embalse de El Guájaro (Atlántico, Colombia) entre febrero y diciembre de 1988. *Rev. Recursos Hidrobiológicos*. INDERENA 1989; (2):85-103 EN: Caraballo G., Pedro. 2009. Efecto de tilapia *Oreochromis niloticus* sobre la producción pesquera del Embalse el Guájaro Atlántico – Colombia. *Rev. MVZ CÓRDOBA Volumen 14(3)*. Pág 1796-1802
- Chaparro N, Gaitán S, Hernández. 2002. Incubación, larvicultura y alevinaje del bagre estuarino. *Ariopsis bonillai* (Miles, 1945) en cautiverio, Santa Marta Caribe Colombiano. Informe técnico. Universidad del Magdalena–Colciencias. Santa Marta, Colombia. 2002; 20. EN: Olaya-Nieto, Charles W.; Segura-Guevara, Fredys F.; Tordecilla-Petro, Glenys y Appeldoorn, Richard S. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales del Rio Sinu – II Fase. Universidad de Córdoba, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Departamento de ciencias acuícolas, Programa de acuicultura, Laboratorio de investigación biológico pesquera-LIBP Loricá, 2007
- CIOH, 2015. Climatología del Caribe. Disponible en: <http://www.cioh.org.co/meteorologia/ClimatologiaCaribe.php>
- Colombia, MMA (Ministerio del Medio Ambiente Atlántico); CRA (Corporación Autónoma Regional del Atlántico); CARDIQUE (Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique); BID (Banco Interamericano de Desarrollo), s.f. Plan de manejo ambiental del complejo de ciénagas El Totumo, Guájaro y El Jobo en la ecorregión del Canal del Dique (convenio No. 201680). . 243p.
- Corporación Autónoma Regional de Atlántico, CRA, s.f. www.crautonomia.gov.co. [En línea] Available at: <http://www.crautonomia.gov.co/normasambiental/Normas-CRAatlantico/Documentaci%C3%B3n%20Cuerpos%20de%20Agua%20Atlantico.pdf> [Último acceso: 02 10 2015].
- Corporación Colombia Internacional Nodo Central y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – CCI y Minagricultura. 2007. Pesca y Acuicultura Colombia 2007. 174 p.
- FAO. Tropical shrimp fisheries and their impact on living resources. Shrimp fisheries in Asia: Bangladesh, Indonesia and the Philippines; in the Near East: Bahrain and Iran; in Africa: Cameroon, Nigeria and the United Republic of Tanzania; in Latin America:

- Colombia, Costa Rica, Cuba, Trinidad and Tobago, and Venezuela *FAO Fisheries Circular*. No. 974. Rome, FAO. 2001. 378p
- Gallego Alarcon, Fernando y Rodríguez Verdugo, Estefanía. 2012. Comparación del valor genético para tasa de crecimiento en el índice gonadosomático (IGS), la fertilidad y natalidad en hembras de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Trabajo de grado como requisito para optar al título de zootecnista. Facultad de ciencias pecuarias. Universidad de ciencias ambientales y aplicadas UDCA. Bogotá. Versión On Line. Consultado 2015-11-20. <http://repository.udca.edu.co:8080/jspui/bitstream/11158/222/1/203147.pdf>
- Galvis O. Estimación del Crecimiento y mortalidad del chivo Cabezón *Ariopsis bonillai* (Miles, 1945) (Pisces: Siluriformes: Ariidae), en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín., 1984; 14: 67-83. EN: Olaya-Nieto, Charles W.; Segura-Guevara, Fredys F.; Tordecilla-Petro, Glenys y Appeldoorn, Richard S. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales del Rio Sinu – II Fase. Universidad de Córdoba, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Departamento de ciencias acuícolas, Programa de acuicultura, Laboratorio de investigación biológico pesquera-LIBP Loricá, 2007
- Galvis OD. 1983. Los Áridos de la Ciénaga Grande de Santa Marta. [Tesis de maestría] [Bogotá D.C. (Colombia)]: Universidad Nacional de Colombia. p. 163. EN: Sandoval-Londoño, Luis; Leal-Flórez, Jenny; Blanco-Libreros, Juan F. y Taborda-Marín, Alexander. 2015. Hábitos alimenticios y aspectos del uso del hábitat por el chivo cabezón *Ariopsis* sp. (aff. *assimilis*) (Siluriformes: Ariidae), en una laguna costera neotropical (Ecorregión Darién, Colombia). Actualidades Biológicas. Volumen 37 / Número 102, 2015
- González Bencomo, Elsa; Borjas, José y Castillo, Elys. 1997. Ictiofauna del sector San Carlos del Lago de Maracaibo, Venezuela. Boletín del centro de investigaciones biológicas Volumen 31, No. 2,1997, pp. 151 - 179 la Universidad del Zulla, Maracaibo, Venezuela
- Herrera Delghams, L., 2015. El drama ecológico de la Laguna de Luruaco en Atlántico. El fuerte verano que golpea a la región comenzó a mostrar sus efectos en cuerpos de agua como este.. *El Tiempo*, 5 Junio.
- Herrera, J. S., 2015. El Guájaró, un embalse que cambia de rostro. *El Tiempo*, 10 Abril.
- Howard G. Invasive Species in WaterDependent Ecosystems. WorldFish Center 2004; 22-26 EN: EN: Caraballo G., Pedro. 2009. Efecto de tilapia *Oreochromis niloticus* sobre la producción pesquera del Embalse el Guájaró Atlántico – Colombia. Rev. MVZ CORDOBA Volumen 14(3). Pág 1796-1802
- IDEAM & UPNE, 2006. *Atlas de viento y energía eólica de Colombia*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- IDEAM, I. d. H. M. y. E. A., 2015. *Informe sobre la evolución del fenómeno de variabilidad climática El Niño*. Boletín 007, 18 de Agosto, s.l.: s.n.

- Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura - INPA, 2001. Resolución 520 de 2001. (Noviembre 8) Diario Oficial No. 44.625, 24 de noviembre de 2001. 3 p
- Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma Oviedo, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Editores). 2011. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp.
- Lasso, C. A. y P. Sánchez- Duarte 2011. Los peces del delta del Orinoco. Diversidad, bioecología, uso y conservación. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y Chevron C. A. Venezuela. Caracas 500 pp.
- León Aristizabal, G. E., Zea Mazo, J. A. & Eslava Ramírez, J. A., 2000. Circulación general del trópico y la zona de confluencia intertropical. *Metrología Colombiana*, Marzo, Issue 1, pp. 31-38.
- Lonin SA, JL Hernández & DM Palacios. 2010. Atmospheric events disrupting coastal upwelling in the southwestern Caribbean. *Journal of Geophysical Research* 115: 17 pp. <doi: 10.1029/2008JC005100> EN: Sarmiento-Devia, *et al* 2010 Variabilidad intra-anual del régimen climático en sectores de surgencia en el sudeste del Mar Caribe, usando ERA Interim. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 39(2)
- Lonin, S., Hernández, J. & Palacios, D., 2010. Atmospheric events disrupting coastal upwelling in the southwestern Caribbean. *Journal of Geophysical Research*, Issue 115, p. 17.
- López A. y P. C. Sierra (Eds.). 2005. Actualización y ajuste del diagnóstico y zonificación, de los manglares de la zona costera del Departamento Atlántico, Caribe colombiano. Informe Final. INVEMAR CRA, Santa Marta. 191 p.
- Maldonado-Ocampo, J.A.; Ortega-Lara, A.; Usma O., J. S.; Galvis V., G.; Villa-Navarro, F.A.; Vásquez G., L.; Prada Pedreros, S. y Ardila R., C. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". Bogotá, D.C. -Colombia. 346 p
- Mojica JI, Castellanos C, Sánchez-Duarte P, Díaz C. Peces de la cuenca del río Ranchería, La Guajira, Colombia. *Biota Colombiana*, 2006; 7(1): 129-142 EN: Olaya-Nieto, Charles W., Segura Guevara, Fredys F.; Tordecilla-Petro, Glenys; Appeldoorn, Richard S. 2011. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales del Río Sinú-Fase III. Universidad de Córdoba. Presentación del Informe final del Proyecto de Investigación. Convocatoria Interna CIUC Año 2006.
- Moreno PA, García DX, Vargas Y, Yie T. 2001. Biología reproductiva del "chivo cabezón" *Notarius bonillai* miles, 1945 (Pisces: Ariidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar, San Andrés Isla, Colombia. EN: Sandoval-Londoño, Luis; Leal-Flórez, Jenny; Blanco-Libreros, Juan F. y Taborda-Marín, Alexander. 2015. Hábitos alimenticios y aspectos

- del uso del hábitat por el chivo cabezón *Ariopsis* sp. (aff. *assimilis*) (Siluriformes: Ariidae), en una laguna costera neotropical (Ecorregión Darién, Colombia). *Actualidades Biológicas*. Volumen 37 / Número 102, 2015
- Olaya-Nieto, Charles W., Bautista-Blanco, Ana L., & Pérez-Pisciotti, Marcela. 2010. **BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL COCOBOLO (ANDINOACARA PULCHER MUSILOVÁ ET AL. 2009) (PISCES: CICHLIDAE) EN LA CIÉNAGA GRANDE DE LORICA (CÓRDOBA), COLOMBIA.** *Actualidades Biológicas*, 32(92), 65-73. Retrieved October 21, 2015, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842010000100006&lng=en&tlng=es.
- OLAYA-NIETO, Charles, FERNANDEZ ROSSO, David F., AYARZA PÉREZ, Edgar. 2010. **Biología reproductiva del Liso *Rhamdia quelen* (Pisces: Heptapteridae) en el río Sinú, Colombia.** Universidad Nacional del Colombia. Vol 15 No. 3, 2010. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/12715/23375> Consultado 2015-10-24
- OLAYA-NIETO, Charles, SEGURA-GUEVARA, Fredys; TORDECILLA-PETRO, Glenys y APPELDOORN, Richard. 2008. **Biología básica del Cocobolo (*Aequidens pulcher* Gill, 1858) en la ciénaga grande de Lorica, Colombia.** Universidad de Córdoba facultad de medicina veterinaria y zootecnia departamento de ciencias acuícolas programa de acuicultura laboratorio de investigación biológico pesquera-LIBP. 100 pág.
- OSPINA-ARANGO, J. F; PARDO-RODRÍGUEZ, ÁLVAREZ-LEÓN, R. 2008. **Madurez gonadal de la ictiofauna presente en la Bahía de Cartagena, Caribe colombiano.** *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.* Vol. 12, 2008, pp. 117 – 140
- Páez, C. (2015). **Análisis de las dimensiones del desarrollo sostenible en la ciénaga de mallorquín.** Módulo Arquitectura CUC, Vol.14 N°2 63-84. Doi
- PERERA-GARCIA, MA; MENDOZA-CARRANZA, M y PARAMO-DELGADILLO, S. **Dinámica reproductiva y poblacional del robalo, *Centropomus undecimalis* (perciformes: Centropomidae), en barra San Pedro, Centla, México.** Universidad y ciencia [online]. 2008, vol.24, n.1 [citado 2015-11-19], pp. 49-59. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792008000400006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0186-2979.
- Posada, P., Blanca, O. & Henao P., W., 2008. **Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano.** *INVEMAR. Serie Publicaciones especiales. Santa Marta*, p. 200.
- Rodríguez Peña, S. M., 2014. ***Amenazas naturales del Sistema de Parques Nacionales Naturales***, s.l.: Parques Nacionales Naturales de Colombia, Subdirección de Gestión y Manejo.
- Rueda M. y A. Santos-Martínez. 1999. **Population dynamics of the striped mojarra *Eugerres plumieri* from the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia.** *Fish. Res.*, 42: 155–166.

- SAINZ DE LOS TERREROS, Mercedes. 2003. Estudio de los efectos de dragados y canalizaciones en los macroinvertebrados bentónicos y en los peces de ríos navarros. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica Madrid. E.T.S. DE INGENIEROS DE MONTES. Departamento: INGENIERÍA FORESTAL. Resumen On Line, Disponible en <https://serviciosgate.upm.es/tesis/tesis/3578>. Consultado: 2015-11-13
- Sandoval-Londoño, Luis; Leal-Flórez, Jenny; Blanco-Libreros, Juan F. y Taborda-Marín, Alexander. 2015. Hábitos alimenticios y aspectos del uso del hábitat por el chivo cabezón *Ariopsis* sp. (aff. *assimilis*) (Siluriformes: Ariidae), en una laguna costera neotropical (Ecorregión Darién, Colombia). Actualidades Biológicas. Volumen 37 / Número 102, 2015
- Solano, D., S. Vejarano, L. Alvarez y M. Valderrama. 2003. Tallas de madurez y de primera madurez de ocho especies de peces con importancia económica para la pesca en la cuenca del río Sinú, Colombia. Pp. 79. En: Olaya-Nieto, C. W. y V. J. Atencio (Eds.). Memorias VII Simposio Colombiano de Ictiología. Universidad de Cordoba, Acictios. Montería, Colombia.
- SOLANO-PENA, Delio; SEGURA-GUEVARA, Fredys and OLAYA-NIETO, Charles. Crecimiento y reproducción de la mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii* Steindachner, 1878) en el embalse de Urrá, Colombia. Rev.MVZ Córdoba [online]. 2013, vol.18, n.2 [cited 2015-10-23], pp. 3525-3533. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682013000200014&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0122-0268.
- Tordecilla-Petro, Glenys, Sánchez-Banda, Sonia, & Olaya-Nieto, Charles. (2005). CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DEL MONCHOLO (*Hoplias malabaricus*) EN LA CIÉNAGA GRANDE DE LORICA, COLOMBIA. Revista MVZ Córdoba, 10(2), 623-632. Retrieved October 21, 2015, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682005000200004&lng=en&tlng=es.
- Valderrama, M., A. C. Garzón, F. Salas, P. Villadiego y B. Rangel. 2002. Monitoreo ictiológico y pesquero del embalse de Urrá. Informe final año 2001 presentado a Urrá S.A. E.S.P. Montería, Colombia. 107 pp.

Elaboró		Revisó	
ADRIANA CIRO Directora Técnica	JUAN MIGUEL CASTILLO Biólogo Marino	AMIRA DE ANAYA Q.F. Gerente	ORIANA HEREDIA G Bióloga

FIN DEL INFORME

Estos resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas en los parámetros analizados. Estos resultados no pueden ser reproducidos parcialmente 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 del 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.