

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE



ESMERALDAS

ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL

TEMA:

**“ESTADO ECOLÓGICO DE LOS RÍOS ATACAMES Y SUA MEDIANTE
EL ANALISIS DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA”**

AUTORA:

TORO VALDEZ MARY ESTEFANÍA

ASESOR:

MGT. EDUARDO REBOLLEDO MONSALVE

ESMERALDAS, 2017

Trabajo de Trabajo de tesis aprobado luego de cumplir los requisitos exigidos por el reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del título de INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL.

Blgo. Pedro Jiménez Prado
Presidente Tribunal de Graduación

Blgo. Pedro Jiménez Prado
Lector 1

Mgt. Lucía Vernaza Quiñónez
Lector 2

Mgt. Lucía Vernaza Quiñónez
Directora de la Escuela de Gestión Ambiental

Mgt. Eduardo Rebolledo Monsalve
Director de Tesis

Esmeraldas..... de..... de 2017

AUTORÍA

Yo Mary Estefanía Toro Valdez, declaro que la presente investigación enmarcada en el trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCESE.

Mary Estefanía Toro Valdez

C.I. 0804150100

AGRADECIMIENTO

En este trabajo expreso mi agradecimiento a Dios Todopoderoso por ser la luz que guía mis pasos y cuida de mí siempre y es mi fortaleza en los momentos difíciles, él me da la fuerza y valentía necesarias para continuar en el camino del éxito.

A las personas más maravillosas del mundo. A mis padres, Marcos Toro Gracia y Mary Valdez García, quienes con su infinito amor, dedicación, esfuerzo y sacrificio posibilitaron la culminación de mis estudios universitarios y han hecho de mí una persona con valores. A mis hermanos, Marcos Andrés y Adrián Fernando, que son mi motor principal de superación, sin su apoyo y cariño no sería la persona que soy hoy en día.

Agradezco también a los Docentes de la PUCESE, quienes con su destreza de maestro supieron orientarme por el sendero del bien, especialmente al Mgt. Eduardo Rebolledo, mi asesor de tesis, quien no solo me guó en la trayectoria estudiantil, sino que con su paciencia y dedicación me brindó los conocimientos y herramientas necesarias para terminar con éxito esta investigación.

DEDICATORIA

Con singular amor y cariño dedico este trabajo a mis padres, Marcos Tulio Toro Gracia y Mary Elizabeth Valdez de Toro, porque sin escatimar sacrificios ni esfuerzos, me brindaron la oportunidad de una carrera universitaria que nunca desaproveché, ellos confiaron en mi capacidad y tenacidad para cumplir mis ideales y metas.

A mis bien amados hermanos: Marcos Andrés y Adrián Fernando por ser mis fuentes de motivación e inspiración en mi superación, quienes con sus palabras de aliento y sus presiones diarias no me dejaron decaer.

ÍNDICE

AUTORÍA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN:	xiii
SUMMARY:	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	10
2.1. Mapa de muestreo	11
2.2. Procedimiento en el Campo	12
2.2.1. Registros de parámetros físicos-químicos	12
2.2.2. Adquisición de muestras Fito planctónicas	14
2.3. Procedimiento en Laboratorio	15
2.3.1. Técnica de recuento	16
2.4. Tratamiento estadístico	18
2.5. Estimación de Índices	19
2.5.1. Índice Compuesto	19
2.5.2. Índice de Palmer	20
2.5.3. Índice Diatómico General	20
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	23
3.1. Parámetros Físicos-Químicos	23
3.1.1. pH	23
3.1.2. Sólidos Totales Disueltos	24
3.1.3. Conductividad Eléctrica	25
3.1.4. Dureza	26
3.1.5. Turbidez	27
3.1.6. Calcio	28
3.1.7. Magnesio	29
3.1.8. Nitrato	30
3.1.9. Nitrito	31
3.1.10. Amonio	33

3.1.11.	Fosfato.....	34
3.1.12.	Pluviometría	35
3.2.	Composición Fitoplanctónica.....	36
3.3.	Abundancia Porcentual Fitoplanctónica Total (Composición de Géneros).....	37
3.3.1.	Abundancia Porcentual Fito planctónica del río Atacames (Composición de Géneros 39	
3.3.2.	Abundancia Porcentual de Fitoplancton del río Súa (Composición de Géneros).....	40
3.4.	Análisis Fito planctónico por campaña de muestreo de acuerdo a la abundancia .	42
3.4.1.	Primera Campaña (Julio 2016)	45
3.4.2.	Segunda Campaña (Septiembre 2016).....	46
3.4.3.	Tercera Campaña (Noviembre 2016)	48
3.4.4.	Cuarta Campaña (Enero 2017)	49
3.5.2.	Diversidad Fitoplanctónica	52
3.5.3.	Riqueza Fitoplanctónica	53
3.5.4.	Índice Compuesto	54
3.5.5.	Índice de Palmer	55
3.5.6.	Índice Diatómico General.....	56
3.5.7.	Análisis de Componentes Principales.....	57
3.5.8.	Descriptivos ecológicos ¡Error! Marcador no definido.	
4.	DISCUSIÓN	63
	CONCLUSIONES	70
	RECOMENDACIONES.....	71
	ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Característica de los Bioindicadores	3
Tabla 2: Estaciones de muestreo.....	10
Tabla 3: Índice de Polución de Palmer	20
Tabla 4: Valores de Índice Diatómico General	21
Tabla 5: Valores de referencia para el Índice Diatómico General.....	22
Tabla 6: Géneros Fitoplanctónicos identificados	36
Tabla 7: Proporción de géneros presentes en las Cuatro Campañas de muestro en el río Atacames y el río Súa	38
Tabla 8: Proporción de géneros presentes en las Cuatro Campañas de muestro en el río Atacames.....	40
Tabla 9: Proporción de géneros presentes en las Cuatro Campañas de muestro en el río Súa	41
Tabla 10: Géneros Fitoplanctónicos de los ríos Atacames y Súa, Primera Campaña, Julio 2016	46
Tabla 11: Géneros Fitoplanctónicos de los ríos Atacames y Súa, Segunda Campaña, Septiembre 2016	47
Tabla 12: Géneros Fitoplanctónicos de los ríos Atacames y Súa, Tercera Campaña, Noviembre 2016	49
Tabla 13: Géneros Fitoplanctónicos de los ríos Atacames y Súa, Tercera Campaña, Enero 2017	50
Tabla 14: Leyenda de los Análisis de Componentes Principales	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación espacial de las estaciones de muestreo.....	11
Figura N° 2: Milwaukee modelo Mi 905	12
Figura N° 3: Colorímetro Hach DR 900.....	13
Figura N° 4: Milwaukee MW 600.....	13
Figura N° 5: pH del Agua.....	24
Figura N° 6: Sólidos Totales Disueltos presentes en las muestras de agua (ppm).....	25
Figura N° 7: Conductividad Eléctrica del Agua ($\mu\text{S}/\text{cm}$).....	26
Figura N° 8: Contenido de Dureza en las muestras de agua (mg/L).	27
Figura N° 9: Turbidez del Agua (FAU)	28
Figura N° 10: Contenido de Calcio en muestras de agua (mg/L).....	29
Figura N° 11: Contenido de Magnesio en muestras de agua (mg/L).	30
Figura N° 12: Contenido de Nitrato en muestras de agua (mg/L).....	31
Figura N° 13: Contenido de Nitrito en las muestras de agua.	32
Figura N° 14: Contenido de Amonio en las muestras de agua (mg/L)	33
Figura N° 15: Contenido de Fosfato en las muestras de agua (mg/L).....	34
Figura N° 16: Nivel pluviométrico de Esmeraldas 2016-2017, Estación Meteorológica PUCESE.....	35
Figura N° 17: Riqueza, abundancia y distribución Fitoplanctónica por campaña de muestreo.....	43
Figura N° 18: Sensibilidad Fitoplanctónica por campaña de muestreo.....	44
Figura N° 19: Abundancia Fitoplanctónica de los ríos Atacames y Súa en las cuatro campañas de muestreo, 2016-2017	51
Figura N° 20: Diversidad Fitoplanctónica de los ríos Atacames y Súa en las cuatro campañas de muestreo, 2016-2017	52
Figura N° 21: Riqueza Fitoplanctónica de los ríos Atacames y Súa en las cuatro campañas de muestreo, 2016-2017.....	53
Figura N° 22: Índice Compuesto del río Atacames y del río Súa, 2016-2017	54
Figura N° 23: Índice de Palmer del río Atacames y del río Súa, 2016-2017	55
Figura N° 24: Índice Diatómico General del río Atacames y del río Súa, 2016-2017.....	56

Figura N° 25: ACP temporal de parámetros físico-químicos del agua de los ríos Atacames y Súa, Primer componente 32,45% y segundo componente 21,43% (Correlación).....	59
Figura N° 26: ACP espacial de parámetros físico-químicos del agua de los ríos Atacames y Súa, Primer componente 43,84% y segundo componente 29,82% (Correlación).....	60
Figura N° 27: ACP espacial de los descriptivos ecológicos del agua de los ríos Atacames y Súa, Primer componente 46,35% y segundo componente 22,60% (Correlación).....	61
Figura N° 28: ACP espacial de los géneros identificados en el agua de los ríos Atacames y Súa, Primer componente 34,04% y segundo componente 26,48% (Correlación).....	62

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Toma de muestras en Botellas de 1 litro	14
Fotografía N° 2: Cámara de Sedimentación de Utermohl.....	15
Fotografía N° 3: Microscopio Invertido OPTIKA	16
Fotografía N° 4: Visualización de una colonia de <i>Synedra</i> sp mediante el programa del microscopio OPTIKA	17
Fotografía N° 5: <i>Melosira</i>	91
Fotografía N° 6: <i>Synedra</i>	91
Fotografía N° 7: <i>Tabellaria</i>	91
Fotografía N° 8: <i>Amphipleura</i>	92
Fotografía N° 9: <i>Gyrosigma</i>	92
Fotografía N° 10: <i>Euglena</i>	92
Fotografía N° 11: <i>Coelastrum</i>	93
Fotografía N° 12: <i>Navícula</i>	93
Fotografía N° 13: <i>Closterium</i>	93
Fotografía N° 14: <i>Ankistrodesmus</i>	94
Fotografía N° 15: <i>Pinnularia</i>	94
Fotografía N° 16: <i>Anabaena</i>	94
Fotografía N° 17: <i>Pediastrum</i>	95
Fotografía N° 18: <i>Mougeiotea</i>	95
Fotografía N° 19: <i>Chroococcus</i>	95

Tema: “Estado ecológico de los ríos Atacames y Súa mediante el análisis de la comunidad fitoplanctónica”

RESUMEN:

Se determinó el estado ecológico de los ríos Atacames y Súa empleando a la comunidad fitoplanctónica como bioindicadora, distribuyéndose 10 estaciones en el río Atacames y 9 en el río Súa. Se realizaron 4 muestreos bimensuales desde julio de 2016 hasta enero de 2017. Las muestras de agua cruda se adquirieron por triplicado en botellas de 1 L y fueron preservadas con 3 ml de formalina al 37% para ser analizadas en el laboratorio EGA PUCESE con el método de Utermohl, decantándoselas en columnas de 50 mL durante 24 horas para ser observada en un microscopio invertido OPTIKA con 400 aumentos. Al contabilizar las algas presentes se obtuvieron los descriptivos ecológicos, abundancia, riqueza de géneros presentes e Índice de diversidad H' de Shannon. Posteriormente se aplicaron índices específicos para la comunidad fitoplanctónica que se relacionan con criterios de calidad de cuerpos de agua como son el índice Compuesto, el índice de Palmer y el índice Diatómico General.

30 géneros fitoplanctónicos fueron observados, de los cuales destacaron *Synedra*, *Pinnularia*, *Fragilaria*, *Gyrosigma* y *Navicula* en ambos ríos. Y mediante la utilización de programas estadísticos como el IBM SPSS Statistics 21 y PAST se obtuvo mayor información que permitió interpretar los datos para conocer los estados ecológicos de los ríos estudiados.

El Río Atacames presentó mayor abundancia Fitoplanctónica que el Río Súa, sin embargo los índices Compuesto, de Palmer y Diatómico General arrojan que ambos ríos se encuentran pocos contaminados aunque el Río Súa muestra ligeramente mejores condiciones.

Palabras claves: fitoplancton, índices, diversidad, abundancia, riqueza, calidad

Theme: "Ecological status of the Atacames and Súa rivers through the analysis of the phytoplankton community"

SUMMARY:

It was determined the ecological status of Atacames and Súa rivers using the phytoplankton community as bioindicator, distributing 10 stations at Atacames river and 9 stations at Súa river, 4 samples were performed bi-monthly from July 2016 to January 2017. The raw water samples were taken for triplicate in 1 L bottles and they were preserved with 3ml of formalin 37% in order to be analyzed at EGA PUCESE laboratory through Utermohl method, decanting them in columns of 50 ml during 24 hours to be observed in an inverted microscope OPTIKA with 400 increases. When counting the algae present were obtained the ecological descriptive, abundance, richness of present genres and Shannon's index H' of diversity. Later it were applied the specific indexes for the phytoplankton community that are related to quality criteria of water's bodies such as: the Composite index, the Palmer index, and the general Diatomic index.

30 phytoplanktonic genera were observed, on which stand out *Synedra*, *Pinnularia*, *Fragilaria*, *Gyrosigma* and *Navicula* in both rivers. And during the utilization of statistical programs like: IBM SPSS Statistics 21 and PAST it was obtained more information that allowed interpreting the data to know the ecological states of the rivers studied.

The Atacames River had greater abundance of the phytoplankton community than the Súa River. However, the compound indices from Palmer and general Diatomic indicate that both rivers are few contaminated although the Sua river is in better conditions

Keywords: phytoplankton, diversity, abundance, richness, quality

1. INTRODUCCIÓN

Los ríos y estuarios son considerados ecosistemas naturales de gran importancia para el equilibrio de las especies que allí moran y son motivo de permanentes estudios ya que gracias a ellos existe un equilibrio en las riberas (García, 2010). Permiten el desarrollo permanente de especies propias de la zona, además son fuentes de alimentos y sustento de las personas que viven en las riberas y franja costera. Aquí se desarrollan las productividades primarias en la cadena de alimentos (Araya & Clüsener, 2010). Otra razón es que en su contorno existen actividades antropogénicas que los afectan directa o indirectamente porque los grupos humanos los usan para fines alimenticios y comerciales, dependiendo de las necesidades que se presenten y la producción y demanda requerida (Chang, 2009).

El constante crecimiento poblacional conjugado con las diferentes actividades industriales, agrícolas y ganaderas, exponen a los recursos naturales a perder su estado ecológico trayendo consigo contaminación sin programas de remediación que alteran la calidad de agua de los ríos (Bere, 2011).

Los ríos presentan un espacio costero de características naturales que conforma un sistema equilibrado, el uso que se le han venido dando por causas antrópicas para cubrir ciertas necesidades básicas y no indispensables de los seres humanos (Cardona, 2013), tienen consecuencias negativas pues como producto de estas actividades se están alterando gravantemente las condiciones naturales de la calidad de agua de ríos y mares que en determinados lugares la hacen no aptas para el consumo humano (FAO, 1993).

El estado ecológico se define como la condición de calidad de la composición y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, que se encuentran bajo las condiciones biológicas y parámetros físicos, químicos, hidrológicos y morfológicos en ausencia de alteraciones externas (Sanchez, Suárez, Vidal, & Gómez, 2010). Y calidad de agua es definida como el estado ecológico del agua que hace que su uso sea aceptable, que sus

factores químicos, físicos y biológicos no se encuentre alterado y permitan mantener un equilibrio en el sistema hídrico (Lenntech, 2006).

Los recursos hídricos tienen interacciones con otros organismos vivos que se desarrollan en estos medios acuáticos, actúan dependiendo de las condiciones en las que se encuentre dichos recursos y las diferentes acciones antrópicas que han intervenido generando ciertas respuestas (Rudas, y otros, 2007). Estos organismos sirven para analizar las condiciones de los recursos hídricos y son llamados indicadores biológicos; se define como indicador biológico a aquellos organismos que reaccionan al estrés ambiental y puede ser evaluado para conocer los cambios naturales (Hahn-von, Toro, Granjales, Duque, & Serna, 2009).

Los bioindicadores de calidad de agua, o indicadores biológicos, se los define como aquellos organismos, especies o comunidades que por su presencia proporcionan información del estado químico y físico sobre el medio natural en el que se encuentran (Bellinger, 2010). Un indicador biológico también es el organismo que consiga resistir los cambios causados por un elemento externo, es decir, que manifieste alguna respuesta en el metabolismo del organismo que de información sobre lo que sucede o sucedió en el agua (Tolivia, Kundt, & Iglicki, 2010). El desarrollo generalizado y la aplicación de bioindicadores ha ocurrido desde los años sesenta y desde entonces estos organismos han ayudado a estudios del medio ambiente acuático y terrestre utilizando los principales grupos taxonómicos (Holt & Miller, 2011).

Sin embargo, no todos los procesos biológicos, especies o comunidades sirven para obtener un resultado exitoso mediante los bioindicadores ya que los factores físicos, químicos y biológicos varían entre los diferentes entornos naturales (Ceballos, 2014). Con el tiempo, las poblaciones desarrollan estrategias para maximizar el crecimiento y la reproducción dentro de un rango específico de los factores ambientales (Pérez, Lodeiros, Semidey, Uribe, & Freitas, 2016). Cuando el organismo se encuentra fuera de su medio ambiente natural, es decir, cuando se encuentra en situaciones de perturbación ambiental, la tolerancia, fisiología y comportamiento de individuo puede verse afectado de manera negativa, lo que conlleva a la alteración de la dinámica poblacional (Holt & Miller, 2011).

Las especies de bioindicadoras indican efectivamente la condición del medio ambiente debido a su tolerancia moderada a la variabilidad ambiental. En el uso de bioindicadores se toma en cuenta la biota para evaluar los impactos acumulativos de los contaminantes en el lugar de estudio (Herbas, Rivero, & Gonzáles, 2006).

Tabla 1: Característica de los Bioindicadores

Buena Capacidad de Bioindicador	Proporcionar una respuesta medible (sensible a la perturbación o el estrés pero no representa la mortalidad).
	La respuesta refleja toda la población, comunidad. Respuesta del Ecosistema
	Responde al grado de contaminación o degradación.
Abundante y Común	Adecuada densidad de la población local (especies raras no es óptimo)
	Común, incluida dentro de la distribución en el área de estudio.
	Relativamente estable a pesar de las condiciones climáticas y la variabilidad ambiental.
Bien estudiado	Ecología e historia de la vida bien entendida.
	Taxonómicamente bien documentado y estable.
	Fácil y barato para encuestar.
Económicamente/ Comercialmente importante	Especies que ya están siendo cosechadas para otros fines.
	Interés público o conocimiento de las especies.

Fuente: (Holt & Miller, 2011)

La calidad de agua en los ríos tiene que ser evaluada mediante parámetros físicos, químicos (Kalyoncu, Lerzan, Akküz, & Yorulmaz, 2009). Los parámetros biológicos son aquellos que proporcionan una evaluación ecológica de los cambios que ocurren en el medio ambiente por acción natural o por intervención del hombre, considerando el tiempo y las

condiciones que existan durante el periodo de muestreo (Lobo, Salomoni , Rocha, & Callegoro, 2006).

Con el pasar del tiempo se han ido empleando paulatinamente diferentes organismos biológicos para el estudio de la calidad de agua, tomando en cuenta a las micro algas destacando el uso de las diatomeas para este tipo de monitoreo (Sladeczek, 1973). Los índices que emplean el uso de las diatomeas poseen una estructura como: diversidad, riqueza o similitud, por lo tanto, las correlaciones entre los índices son generalmente elevados (Kelly, Penny, & Whitton, 1995).

Las diatomeas son adecuadas para la evaluación de calidad de agua porque generan, en corto tiempo, resultados cuantificables en cortos periodos de tiempo y sus especies son sensibles a perturbaciones ecológicas (Stevenson & Pan, 1999).

En la actualidad, se cree que existen alrededor de 10,000 especies de diatomeas que se adaptan con facilidad a diferentes rangos ecológicos, esto permite que puedan ser utilizadas para determinar el estado de fuentes de agua (Alegre, Blanco, Castejón, López, & Sánchez, 2004).

Las diatomeas se definen como un grupo de algas de la especie o clase *Bacillariophyceae*, que en asociación con otras formando algas bénticas o fitobentos que viven y se proliferan sobre el fondo o asociadas a cualquier tipo de sustrato (Bikuña & Fraile, 2008).

Entre los índices que emplean para estimar el estado ecológico de un cuerpo de agua mediante el uso de las diatomeas tenemos distintos índices:

- **Índice Biológico Diatómico (IBD):** es un índice porcentual estandarizado de algas diatomeas que ha sido utilizado en países europeos principalmente en Francia, dónde se la emplea para clasificar ecológicamente los ríos en regiones hidrográficas específicas con características muy precisas (Prygiel & Haury, 2006). Para el cálculo del IBD se requiere de pequeñas muestras; sin embargo, la identificación de taxones necesita de una vasta experiencia y amplia preparación y conocimiento por parte del técnico que lo realice (Rivas, Gómez, & Monterrosa, 2010). Una desventaja para que las diatomeas se utilicen ampliamente como bioindicadoras es

la dificultad para la clasificación (Alegre, Blanco, Castejón, López, & Sánchez, 2004).

- **Índice Diatómico General (IDG):** Este índice se lo considera bastante complejo en cuanto a los datos requeridos, se fundamenta en respuestas a diversos grados de polución, a la adaptabilidad ecológica de los individuos y a su abundancia en el medio muestreado (Rivas, Gómez, & Monterrosa, Consideraciones generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales ríos de El Salvador, 2010). De esta manera los datos refieren a sensibilidad, amplitud ecológica y abundancia, por el IDG se presenta en rangos de 1-5 para estimar la calidad de aguas (Rivas, Gómez, & Monterrosa, 2010).

La importancia de la utilización de los índices es que permiten que obtengamos información importante estudiando las presencias y cantidades de organismos en los sistemas hídricos. A continuación se mencionarán tres índices que sirven para evaluar la calidad de las aguas por medio del estudio de los fitoplánctones.

- ❖ **Índice Compuesto:** (Nygaard, 1949) propuso índices para estudiar la calidad de las aguas con la cuantificación del fitoplancton, entre estos está el índice compuesto.
- ❖ **Índice de Palmer:** Este índice fue propuesto por Palmer (1969), es un índice de polución orgánica que se fundamenta en la presencia de algas tolerantes, para este índice se debe de tener una densidad de 50 organismos fitoplanctónicos por ml, el índice varía entre 1 y 4 (Pinilla, 1998).

El cantón Atacames tiene cuencas hídricas importantes, siendo el Río Atacames y el Río Súa los que han sufrido cambios negativos en sus componentes naturales que le restan calidad ambiental por la contaminación orgánica, pesticidas, desechos sólidos (PDOT-Atacames, 2014).

Sin embargo son escasos los estudios que se han realizado respecto del estado ecológico de estos ríos, los que se encuentran influenciados por condiciones diferentes y que no han sido contrastados anteriormente a pesar de ser próximos. En el año 2002 el Instituto

Oceanográfico de la Armada realizó una investigación en el río Atacames donde se concluyó que los pobladores contaminaban con descargar de aguas residuales que no cuentan con piscinas de oxidación y desembocan directamente al río (Rodríguez, 2002). Siendo importante destacar que este estudio se realizó en la zona de influencia estuarina en el núcleo poblado.

En el año 2011, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE) realizó un estudio en esta zona, el cual determinó que: la contaminación del río Atacames generaba una diversidad de 1,6 en las comunidades de peces, el resultado fue obtenido tras usar el método de Shannon-Weiner. (Jiménez, 2011) dando a entender una pobre condición ecológica en función del análisis ictiológico.

Otro estudio realizado por la PUCESE en 2015 en el río Teoane sobre la diversidad de diatomeas bentónicas en donde se encontró que los géneros: *Coconeis*, *Aulacoseira*, *Ephitemia* y *Lemnicolaestán* se presentaron en los puntos en donde la presencia de actividades antropogénicas son pocas, además los géneros con mayor abundancia fueron: *Navicula*, *Cymbella*, *Encyonema* y *Synedra* gracias a la influencia de los factores físicos del río (Ortiz, 2015).

En el estudio de la comunidad de fitoplancton en el río Atacames en el 2015”, se encontraron géneros fitoplanctonónicos bioindicadores del estado ecológico del agua como lo son *Oscillatoria sp.*, *Gomphoneis sp.*, *Synedra sp.* y principalmente *Navicula sp.* y *Nitzschia sp.* que tuvieron una gran dominancia en todos los puntos de muestreo y que son indicadores de agua con alta carga orgánica, concluyó el estudio que el río Atacames no estaba en su mejor estado de conservación y no existían acciones ni plan inmediato para remediar el daño causado (Echeverría, 2015).

En el presente estudio se utilizó al fitoplancton como indicador biológico del estado de los ríos Atacames y Súa. El fitoplancton juega un papel importante en el sistema ecológico de los recursos hídricos ya que es el organismo responsable de regular las interacciones de energía convirtiéndose en el punto de inicio de la cadena alimenticia (Cimera, 2015).

Técnicos de investigación de la FAO (FAO, Pesca Fluvial, 1992) en su documento técnico de pesca N°262 de su libro “Pesca fluvial” mencionan que los factores más importantes que limitan la presencia de los organismos fitoplanctónicos en los sistemas hídricos son:

- ❖ **Temperatura:** La abundancia de los fitopláctones en los ríos depende mucho de la temperatura, ya que las cantidades en verano en aguas altas son relativamente mayores que en aguas con temperaturas bajas. Sin embargo, en ríos tropicales la temperatura no afecta mucho esta condición ya que en aguas bajas se pueden encontrar mayor cantidad de organismos de fitoplancton que en las aguas altas.
- ❖ **Corriente:** La presencia de las comunidades conformadas por los organismos fitoplanctónicos son influenciadas por la presencia de corrientes y por la turbidez que presenta el sistema hídrico, ya que estos organismos son sensibles a la velocidad porque este factor es un detonante importante para el desarrollo de las comunidades cuando se encuentran formándose, es por este motivo que en ríos corrientosos no se encuentran gran cantidad de organismos fitoplanctónicos.
- ❖ **Disponibilidad de nutrientes:** La cantidad de nutrientes que se encuentren en los sistemas hídricos son un factor que limita la presencia de los fitopláctones ya que los nutrientes abundan en ríos que cuentan con buenas condiciones ambientales y es por esto que los organismos fitoplanctónicos varían mucho con la calidad del agua.
- ❖ **Luminosidad:** Este es un factor limitante para el fitoplancton ya que la falta de luz limita la actividad fotosintética.
- ❖ **Otros factores:** La presencia y cantidad de vegetación superior puede influir también en la abundancia del fitoplancton.

El Estado para poder mantener y mejorar la calidad ambiental de nuestros recursos hídricos ha puesto en marcha marcos legales sobre la explotación y cuidado de los recursos naturales fluviales evitando comprometer la calidad del medio ambiente, los cuales están definidos por un conjunto de leyes, códigos, normas y reglamentos.

La Constitución del Ecuador, en el Registro Oficial 449, del 20 de octubre del 2008, Capítulo segundo, de los Derechos del buen vivir, en la Sección segunda, sobre el ambiente sano en el que se debe vivir, en el **Art. 14.-** “Registra el derecho que tienen los seres humanos a vivir en un ambiente ecológicamente equilibrado, que pueda satisfacer las necesidades básicas de los pobladores. También manifiesta que el público participa en la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”. (Constitución del Ecuador, 2008)

En el Capítulo VIII Calidad de los componentes Bióticos y Abióticos, se menciona como MONITOREOS

Art. 253 Del objeto.- “Dar seguimiento sistemático y permanente, continuo o periódico, mediante reportes cuyo contenido está establecido en la normativa y en el permiso ambiental, que contiene las observaciones visuales, los registros de recolección, los análisis y la evaluación de los resultados de los muestreos para medición de parámetros de la calidad y/o de alteraciones en los medios físico, biótico, socio cultural; permitiendo evaluar el desempeño de un proyecto, actividad u obra en el cumplimiento del Plan de Manejo ambiental y de la normativa ambiental vigente. Los monitoreos de los recursos naturales deberán evaluar la calidad ambiental por medio del análisis de indicadores cualitativos y cuantitativos del área de influencia de la actividad controlada y deberán ser contrastados con datos de resultados de línea base y con resultados de muestreos anteriores, de ser el caso” (Acuerdo Ministerial 061 MAE, 2015).

El presente estudio tuvo como objetivo general: “Determinar el estado ecológico de los ríos Atacames y Súa mediante el uso de la comunidad fitoplanctónica.” Para sumar a este fin principal se tuvieron los siguientes objetivos específicos: Determinar parámetros físicos y químicos del agua y relacionarlos con los datos levantados de la comunidad fitoplanctónica; Determinar los índices de calidad Diatómico, índice de Palmes e índice compuesto y contrastar sus resultados con datos de polutantes recabados en ambos ríos; y Establecer los factores que influyen en las diferencias ecológicas que existen entre el Río Atacames y el Río Súa mediante la estructuración de diferentes comunidades fitoplanctónicas.

Estos objetivos fueron planteados con el fin de demostrar la hipótesis de que el Río Atacames presenta diferencias ecológicas significativas respecto a la calidad del agua que le Río Súa, es decir que el río Atacames se encuentra más contaminado, además de que la comunidad fitoplanctónica sirve para determinar la calidad de agua de acuerdo al grado de presencia en que se encuentren en los ríos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en los ríos Atacames y Súa, ubicados en Cantón Atacames, sur de la Provincia de Esmeraldas, y comprendió la realización de 4 campañas de muestreo bimensual desde el mes de julio del 2016 a enero del 2017.

La primera acción de la investigación fue el reconocimiento y la ubicación de los puntos a muestrear o estaciones de análisis que se determinaron en función de los distintos niveles de altura de la cuenca, la cercanía a los asentamientos humanos y la accesibilidad vehicular para llegar hasta el curso de agua, ubicándose un universo de 19 estaciones en las cuencas altas, medias y bajas de ambos ríos, 10 en el río Atacames y 9 en Súa. Las estaciones de análisis aparecen en la Tabla 2 y figura 1 respectivamente.

Delimitando el estudio solo en agua dulce, distribuyendo las estaciones de análisis antes del límite estuarino.

Tabla 2: Estaciones de muestreo

RIO	CODIGO ESTACION	LOCALIDAD	COORDENADAS UTM		ALTURA msnm
			X	Y	
ATACAMES	1 A	Puente de la Y	628079	10094088	5
	2 A	Las Brisas	626244	10093082	23
	3 A	La Unión	626053	10089914	22
	4 A	Las Luchas	626935	10086009	23
	5 A	Las Vegas	627907	10083893	25
	6 A	Tazones	628076	10082163	21
	7 A	Agua Fría	627145	10079476	38
	8 A	Repartidero	627729	10078081	44
	9 A	Repartidero Pepa	628135	10075076	82
	10 A	Estero Pepa	627704	10074297	150
SÚA	1 S	La Curva del Zodiaco	624066	10093108	8
	2 S	Súa	623484	10091453	13
	3 S	Súa	622763	10088811	25
	4 S	Súa	623351	10086602	30
	5 S	Súa	622735	10085070	48
	6 S	Angostura	622770	10083108	57
	7 S	Casca Bajo	623332	10079697	64
	8 S	Cascajal	623610	10079448	48
	9 S	7 de Agosto	624722	10075391	106

2.1. Mapa de muestreo

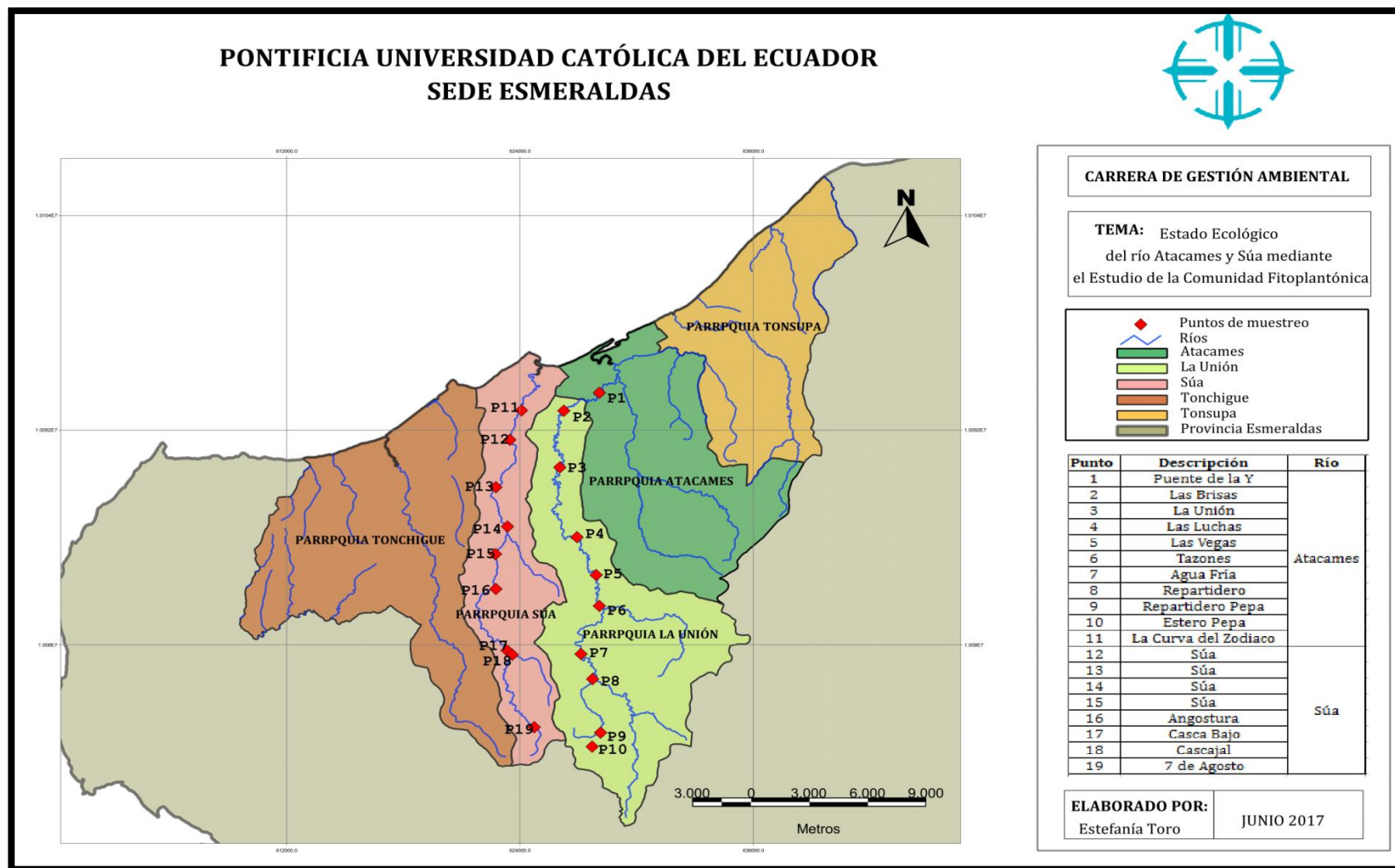


Figura N° 1: Ubicación espacial de las estaciones de muestreo

2.2. Procedimiento en el Campo

2.2.1. Registros de parámetros físicos-químicos

Las muestras de agua para el análisis de los parámetros físico-químicos fueron colectadas directamente en los ríos en botellas de 1 litro en las estaciones establecidas, las cuales fueron transportadas al Laboratorio de la Escuela de Gestión Ambiental donde fueron analizadas.

El pH, Sólidos Totales Disueltos (TDS) fueron determinados *in-situ* mediante el equipo Milwaukee modelo Mi 805 en cada estación para luego ser registrados en tablas y observar las variaciones presentes en los ríos.



Figura N° 2: Milwaukee modelo Mi 905

La turbidez, conductividad y los sólidos en suspensión fueron determinados de manera *in-situ* mediante el equipo Colorímetro Hach DR 900, el cual también sirvió para poder determinar en el laboratorio los niveles de: Nitrito, Nitrato, Alcalinidad, Dureza y Fosfato. Mismos valores que fueron registrados por estación en tablas para luego realizar las respectivas gráficas e interpretaciones estadísticas.



Figura N° 3: Colorímetro Hach DR 900

Además se pudo determinar de manera *in-situ* el oxígeno disuelto mediante el equipo Milwaukee modelo MW 600, en cada estación durante las cuatro campañas en ambos ríos, datos que fueron registrados y analizados gráficamente.



Figura N° 4: Milwaukee MW 600

2.2.2. Adquisición de muestras Fito planctónicas

La comunidad fitoplanctónica fue colectada directamente de los ríos en botellas de 1 litro en todas las estaciones que fueron preservadas agregándoseles 3 ml de formalina para ser transportadas y analizadas en el laboratorio de la Escuela Gestión Ambiental con el método de decantación en cámaras de Utermohl, empleándose un microscopio invertido.

Este apartado se establece mediante un método para la identificación y recuento de las especies de fitoplancton presentes en las muestras obtenidas directamente de los ríos. La elaboración del procedimiento ha sido asumido por la Directiva Marco del Agua de Europa de acuerdo a la Norma CEN TC 230/WG 2/TG 3/N83 (documento de 11-05-2004).



Fotografía N° 1: Toma de muestras en Botellas de 1 litro

2.3. Procedimiento en Laboratorio

Una vez en el laboratorio PUCESE, las botellas fueron agitadas en rotación durante 2 minutos para luego retirar 50 mL de la misma un tubo de decantación de Utermohl de 50 mL, los que poseen una celda de acumulación de 3 ml para observación directa en microscopio invertido.

Las muestras fueron decantadas durante 24 horas y fueron observadas en un microscopio OPTIKA a 400 aumentos, identificándose los géneros presentes mediante las claves dicotómicas así como la revisión del catálogo digital en línea “algae base”.



Fotografía N° 2: Cámara de Sedimentación de Utermohl



Fotografía N° 3: Microscopio Invertido OPTIKA

2.3.1. Técnica de recuento

Durante la revisión de muestras se contabilizaron las algas presentes en toda la superficie de la base de decantación de la cámara Utermohl, procediéndose a estimar los descriptivos ecológicos riqueza de especies y diversidad así como estimar la abundancia o concentración de algas presentes por mililitro de acuerdo a la fórmula:

Cuantificación de células:

$$\text{Células /ml}^1 = (C * TA) / V$$

Dónde:

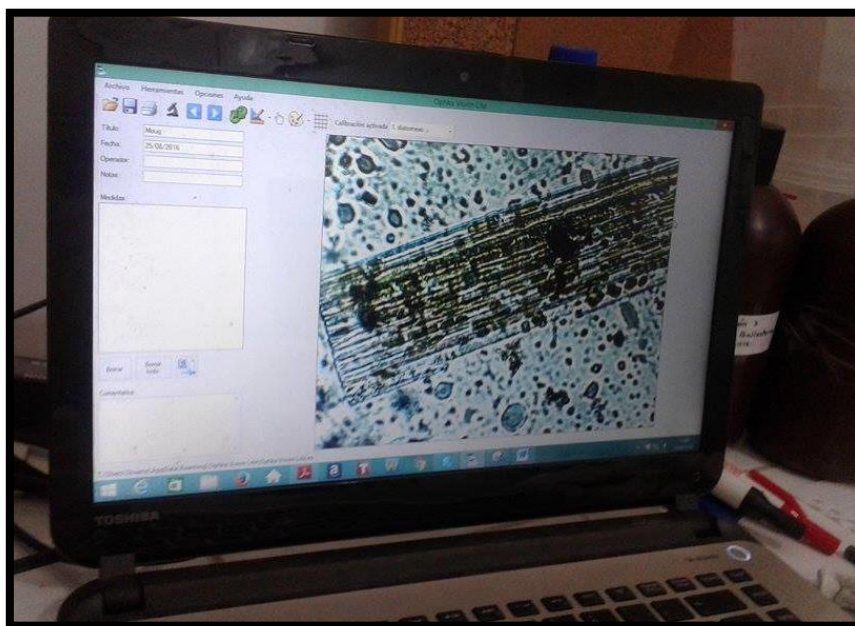
C= Células contabilizadas en las tiras

TA= Superficie de la base de la cámara de decantación en mm²

V= Volumen de decantación de la cámara en mililitros

¹ En el presente estudio se interpretan como algas/mL

En el presente estudio las algas que son de naturaleza multicelular fueron contabilizadas como un solo individuo, de allí el hecho que se reporten como algas/mL. El ancho de la tira de observación fue estimada al ubicar una referencia de dimensiones conocidas en este caso un calibrador de microscopios y lupas para ajustar la nitidez de imágenes captadas por la cámara digital. Se estimó que el ancho de la tira de observación fue de 0,1 mm.



Fotografía N° 4: Visualización de una colonia de *Synedra sp* mediante el programa del microscopio OPTIKA

Para realizar un correcto conteo de los individuos Fitoplanctónicos fue necesario tomar en cuenta ciertos aspectos para lograr tener los resultados con el menor error posible, los puntos tomados en cuenta en este proceso son:

- ❖ Empezar con el aumento más pequeño de la cámara que es de 40x40 para así poder encontrar e identificar los individuos Fitoplanctónicos más grandes, además de que este paso permitirá el conteo de mejor manera.
- ❖ Una vez finalizado el paso anterior, se procedió a cambiar al aumento a 400X400 para poder identificar los individuos Fitoplanctónicos más pequeños, y de igual manera poder contar la cantidad de individuos presentes en cada muestra.

- ❖ Las muestras antes de su análisis fueron dejadas durante 24 horas en la cámara de Utermohl para que así los individuos Fitoplanctónicos se sedimenten y culminado el tiempo de reposo empezar con la identificación.
- ❖ El conteo se fue realizando en forma de zigzag, de manera horizontal empezando por la derecha y por parte superior y así llegar a cubrir toda la superficie de la muestra.

El tiempo para que cada muestra sea analizada fue de 2-3 horas dependiendo de la abundancia de individuos Fito planctónicos que se encuentren presentes.

2.4. Tratamiento estadístico

Los datos obtenidos en los muestreos fueron ingresados a plantillas electrónicas Excel en tablas, se realizó una tabla para cada campaña en dónde se ingresaron tanto los datos físicos-químicos como los conteos de individuos encontrados en cada estación de cada río en sus respectivas campañas.

Para un mejor análisis cuantitativo fue importante tomar en cuenta los valores de abundancia, diversidad y riqueza que existen en las diferentes estaciones muestrales en los diferentes períodos de recolección para así en conjunto con los parámetros físico-químicos poder llegar a realizar un mejor análisis comparativo sobre el estado ecológico de los Ríos Atacames y Súa.

Entonces, expresando matemáticamente el recuento total de los individuos para establecer su abundancia, tenemos:

$$\text{Abundancia} = N/V$$

De donde:

N= Número de individuos contados en toda la cámara

V= Volumen de agua sedimentado. (50ml)

Ya con los valores de la abundancia, diversidad y riqueza obtenidos se realizaron nuevas tablas para poder ordenar los todos los datos por campañas.

Una vez ingresado los datos, estos fueron graficados en barras y tortas para observar las principales diferencias de cada muestreo.

Posteriormente se elaboraron dos tablas totales compilatorias, una tabla temporal y otra tabla espacial que fueron exportadas al procesador IBM SPSS Statistics 21 para realizar un análisis de varianza o ANOVA de un factor, observando la existencia de diferencias entre los factores físico-químicos, descriptivos ecológicos y géneros principales entre todas las estaciones categorizadas en Cuenca Alta, Cuenca Media y Cuenca Baja en ambos ríos durante las cuatro campañas de investigación realizadas desde el mes de Julio del 2016 hasta Enero del 2017.

Posteriormente se utilizó el programa PAST que es un software libre para el análisis de datos científicos, con funciones para manipulación de datos, trazado, estadística uni-variante y multi-variante, análisis ecológico, series temporales y análisis espacial, morfometría y estratigrafía, en el cual se introdujo las tablas para obtener análisis temporales y espaciales obteniendo diagramas que favorece la interpretación de resultados de manera más clara.

2.5. Estimación de Índices

2.5.1. Índice Compuesto

(Nygaard, 1949) propuso índices para estudiar la calidad de las aguas con la cuantificación de los fitopláctones entre estos está el índice compuesto el cual cuantifica el número de taxones y matemáticamente lo representó como:

$$\text{ÍNDICE COMPUESTO} = \frac{\text{nº de cianofíceas} + \text{choorococcales} + \text{diatomeas centrales} + \text{euglenfitas}}{\text{nº de desmidiáceas}}$$

En este índice, si el valor es menor a 1. El sistema hídrico estudiado es oligotrófico. Pero si el valor equivale de 1 a 2,5 el sistema hídrico estudiado es mesotrófico. Si el valor es mayor a 2,5 en sistema hídrico estudiado es eutrófico (Pinilla, 1998).

2.5.2. Índice de Palmer

Este índice fue propuesto por Palmer (1969), es un índice de polución orgánica que se fundamenta en la presencia de algas tolerantes, para este índice debe de tener una densidad de 50 organismos fitoplanctónicos por ml, el índice varía entre 1 y 4 (Pinilla, 1998).

Tabla 3: Índice de Polución de Palmer

Género	Índice de Polución	Género	Índice de Polución
<i>Anacystis</i>	1	<i>Micractinium</i>	1
<i>Ankistrodesmus</i>	2	<i>Navícula</i>	3
<i>Chlamydomonas</i>	4	<i>Nitzschia</i>	3
<i>Chlorella</i>	3	<i>Oscillatoria</i>	5
<i>Closterium</i>	1	<i>Pandorina</i>	1
<i>Cyclotella</i>	1	<i>Phacus</i>	2
<i>Euglena</i>	5	<i>Phormidium</i>	1
<i>Gomphonema</i>	1	<i>Scenedesmus</i>	4
<i>Lepocinclis</i>	1	<i>Stigeoclonium</i>	2
<i>Melosira</i>	1	<i>Synedra</i>	2

Fuente: (Junshum, Choonluchanon, & Traichaiyaporn, 2008)

2.5.3. Índice Diatómico General

La composición de este índice se encuentra fundamentado en la sensibilidad, amplitud ecológica y la abundancia de las diatomeas.

El Índice General Diatómico a pesar de ser complejo en términos de manipulación de datos, se fundamenta en los grados de polución, a las características ecológicas de las especies basados en cómo se adaptan al medio y a la densidad en la que se encuentran representados, entonces se puede llegar a tener resultados en base a la sensibilidad y abundancia en su medio natural; por lo tanto mediante la implementación de este índice se pueden tomar

valores de calidad de agua variados en rangos de 1 a 5 (Rivas, Gómez, & Monterrosa, Consideraciones Generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales ríos del El Salvador, 2010).

El índice Diatómico General se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IDG = \sum A_j * S_j * V_j / \sum A_j V_j$$

A_j = Abundancia (%)

S_j = Sensibilidad a la polución (1 a 5)

V_j = Valor indicativo de la especie (1 a 3)

Los valores van determinados al grado de perturbación y teniendo como referencia a 106 taxones el cual permitirá realizar la clasificación fundamentado en los grados de calidad de agua del cuerpo hídrico estudiado.

La sensibilidad a la polución de cada especie (S), indica que los valores entre 1 son más resistente y los valores de 5 son más sensible. En cambio la amplitud ecológica (V), que va desde 1 que indica la forma ubicua hasta 3 los de forma característica.

Tabla 4: Valores de Índice Diatómico General

VALOR	SIGNIFICADO
IDG>4.5	Calidad biológica optima
4<IDG<4.5	Calidad normal. Polución Débil
3.5<IDG<4	Polución moderada. Eutrofización
3<IDG<3.5	Polución media.
2<IDG	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte
1<IDG<2	Polucion muy fuerte.
IDG=0	La población es considerada como inexistente (polucion toxica). Por debajo de 10 individuos por

Fuente: (Aquino, 2011)

Tabla 5: Valores de referencia para el Índice Diatómico General

TAXONES	SENSIBILIDAD (S)	VARIABILIDAD (V)
<i>Achnantes</i>	5	1
<i>Amphipleura</i>	5	3
<i>Amphora</i>	3	2
<i>Anomoeneis</i>	5	2
<i>Asterionela</i>	4	1
<i>Attbeya</i>	2	3
<i>Caloneis</i>	4	2
<i>Campylodiscus</i>	5	2
<i>Caratoneis</i>	5	2
<i>Cocconeis</i>	4	1
<i>Cyclotella</i>	3	1
<i>Cymetopleura</i>	4	2
<i>Cymbella</i>	5	1
<i>Denticula</i>	5	3
<i>Diatoma</i>	4	1
<i>Diploneis</i>	5	1
<i>Ephitemia</i>	5	2
<i>Eunotia</i>	5	1
<i>Fragilaria</i>	4	1
<i>Frustulia</i>	5	2
<i>Gomphoneia</i>	4	2
<i>Gomphonema</i>	3	2
<i>Gyrosigma</i>	4	3
<i>Hantzschia</i>	1	3
<i>Melosira</i>	3	1
<i>Meridion</i>	5	1
<i>Navicula orthostichae</i>	2	2
<i>Navicula punctatae mutica</i>	1	2
<i>Navicula (otras)</i>	3	1
<i>Neidium</i>	4	3
<i>Nitzschia dissiparae</i>	4	2
<i>Nitzschia (otras)</i>	1	1
<i>Pinnularia</i>	4	3
<i>Rhizosolenis</i>	3	3
<i>Rhoiscophenia</i>	4	1
<i>Rhopalodia</i>	4	1
<i>Stauroneis</i>	5	2
<i>Stephanodiscus</i>	2	1
<i>Surirella</i>	3	3

<i>Synedra</i>	3	1
<i>Tabellaria</i>	5	1
<i>Tetracyclus</i>	5	3
<i>Thalassiosira</i>	2	3

Fuente: (Dell’Uomo, 2004)

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Parámetros Físicos-Químicos

3.1.1. pH

En la figura N° 5, pH del agua se observa que el río Atacames tiene menor pH que río Súa, en la misma figura se aprecia que la estación A9 del río Atacames en el mes de noviembre presentó el valor más bajo del presente estudio 7,26. En aquel mes se observó mayores fluctuaciones de este parámetro en las estaciones ubicadas en el río Súa. Así mismo en los meses julio y septiembre se observan variaciones de pH en ambos ríos que van desde 8,56 a 7,84 como valor máximo y mínimo. Para enero los niveles de pH en las estaciones son menores en relación a las otras tres campañas realizadas en meses anteriores.

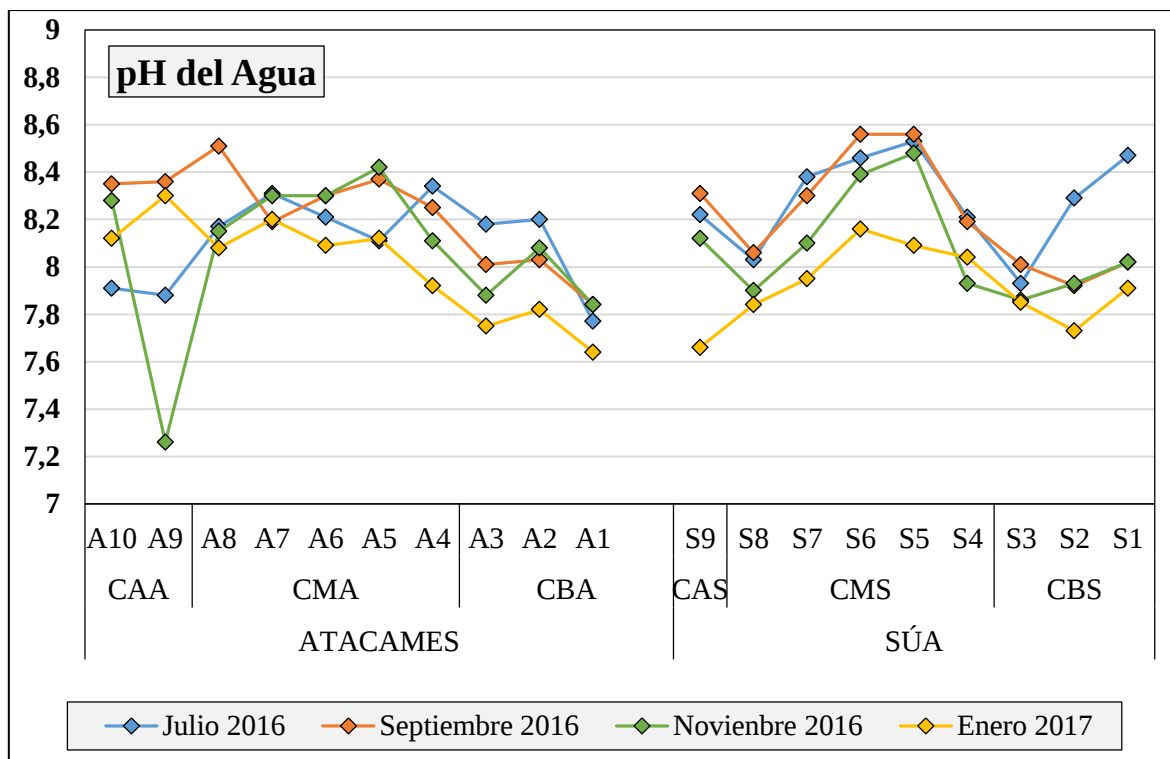


Figura N° 5: pH del Agua

3.1.2. Sólidos Totales Disueltos

Los Sólidos Totales Disueltos de ambos ríos se diferenciaron (Figura N°6), el río Atacames presentó menos Sólidos Totales Disueltos y tuvo menores fluctuaciones entre estaciones durante las cuatro campañas de muestreo mientras que en el río Súa se observaron mayores concentraciones de sólidos totales disueltos y la cuarta campaña (enero del 2017), presentando en la tercera campaña niveles superiores mientras que para enero presentó los niveles más bajos en ambos ríos.

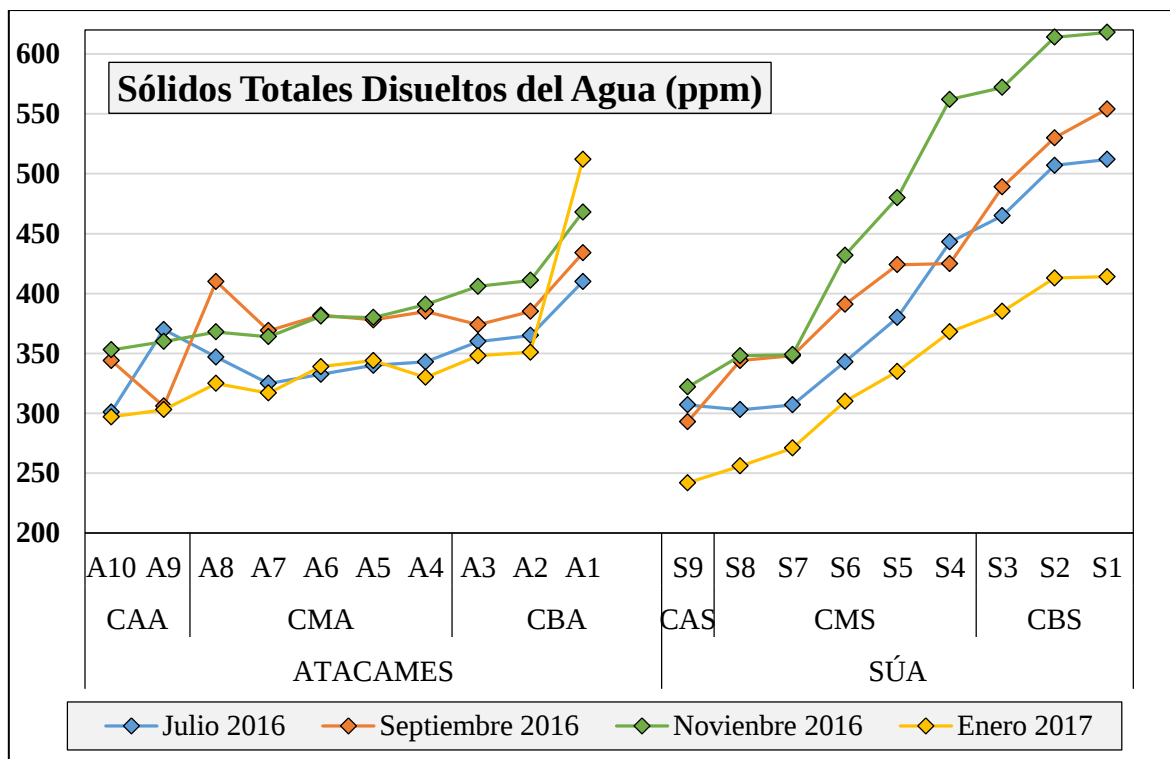


Figura N° 6: Sólidos Totales Disueltos presentes en las muestras de agua (ppm)

3.1.3. Conductividad Eléctrica

En la Figura N°7 aparece que el río Súa tuvo mayor Conductividad Eléctrica que el río Atacames. Además, se observa que la cuarta campaña de muestreo (enero 2017) presentó la conductividad más baja en las estaciones distribuidas en ambos ríos y los mayores niveles de conductividad ocurrieron en la cuenca media y baja del río Súa durante la tercera campaña de muestreo (noviembre 2016).

La tercera campaña también representó conductividades eléctricas altas en el río Atacames pero no tan elevadas como en el río Súa.

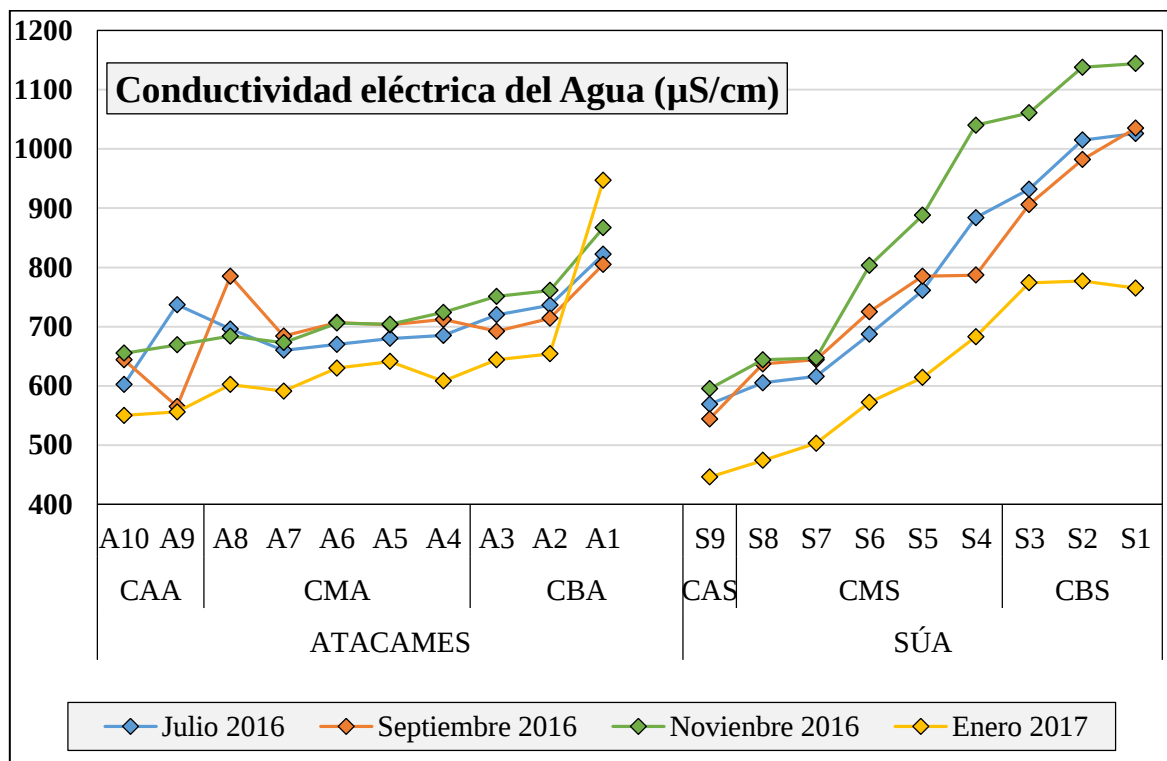


Figura N° 7: Conductividad Eléctrica del Agua ($\mu\text{S/cm}$)

3.1.4. Dureza

En cada campaña de muestreo los niveles de Dureza en el agua no presentaron un patrón definido como se ve en la Figura N°8. En la primera campaña de muestreo (julio 2016) el río Atacames presentó mayor dureza en comparación a las otras tres campañas de muestreo que presentaron los valores más bajos. En cambio, en el río Súa se pudo observar que en la tercera campaña de muestreo (noviembre 2016) fue el único muestreo que presentó un patrón en los niveles de dureza; en la segunda campaña (septiembre 2016) de mismo río la dureza llegó a los niveles más altos en dónde las estaciones S2 y S9 presentaron los niveles de dureza más altos, 8,38 mg/L y 10,47 mg/L.

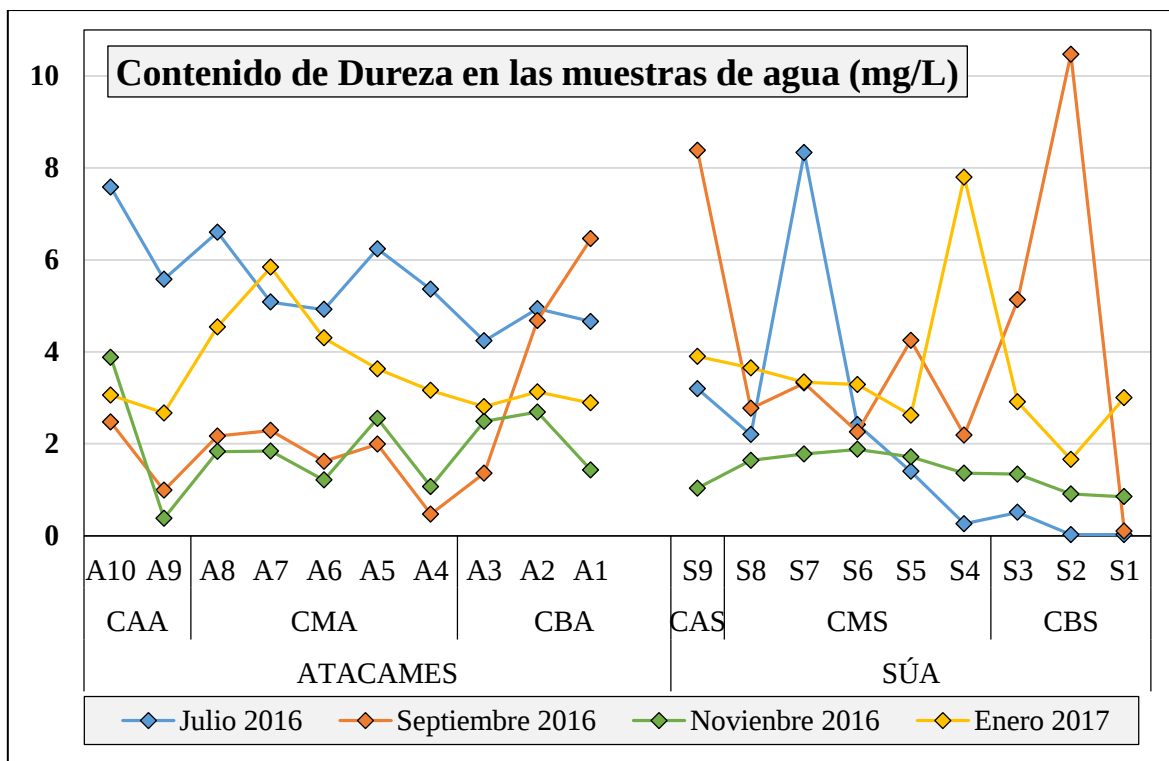


Figura N° 8: Contenido de Dureza en las muestras de agua (mg/L).

3.1.5. Turbidez

La Figura N°9 muestra que el río Atacames tuvo mayor turbidez que el Súa, el cual durante la primera campaña de muestreo (julio 2016) presentó la turbidez más alta en las estaciones A4 y A3 del río Atacames con un valor de 20 FAU (Formazin Attenuation Units), en cambio el valor más alto del Súa ocurrió en la estación S1 con una turbidez de 6 FAU; en la misma campaña se observó en el río Súa es el único que presentó un agua realmente prístino con valores de turbidez de 0 FAU en las estaciones S8,S7,S6,S5,S4 y S3.

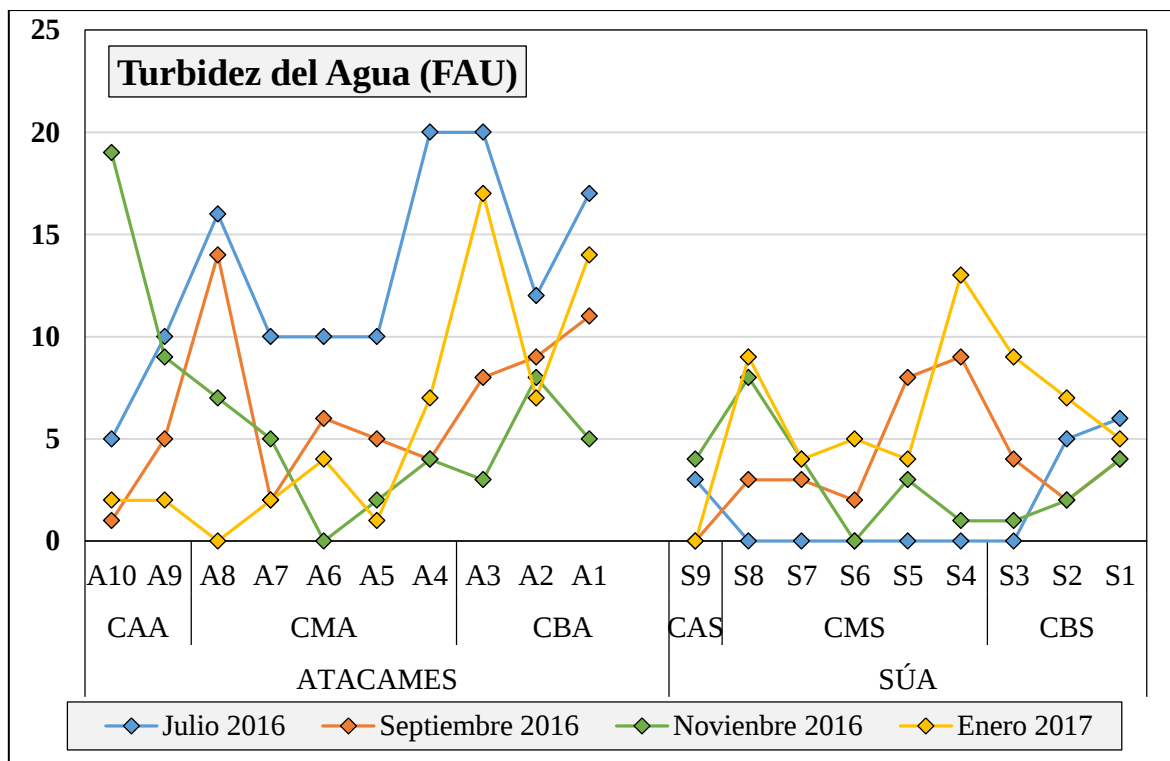


Figura N° 9: Turbidez del Agua (FAU)

3.1.6. Calcio

En la tercera campaña de muestreo (noviembre 2016) se vio una concentración mayor de calcio en la estación A10 del río Atacames con 2,56 mg/L disminuyendo hacia la estación A9 a un valor de 0,78 mg/L y ascendiendo nuevamente en la estación A5 que registró 1,99 mg/L como aparece en la Figura N° 10. En la misma campaña se observó que en el río Súa la concentración de calcio fue menor, únicamente en las estaciones S9 y S8 con valores de 0,13 mg/L y 0,08 mg/L respectivamente.

Las concentraciones de calcio en el río Súa exhibió variaciones entre campañas, en la cuarta campaña de muestreo (enero 2017) las estaciones tuvieron valores 0 mg/L a

excepción de la estación S9 y S8 que ambas tuvieron un valor de 0,71 mg/L y en la segunda campaña (septiembre 2016) la estación S2 tuvo la mayor concentración de calcio con 3,06 mg/L.

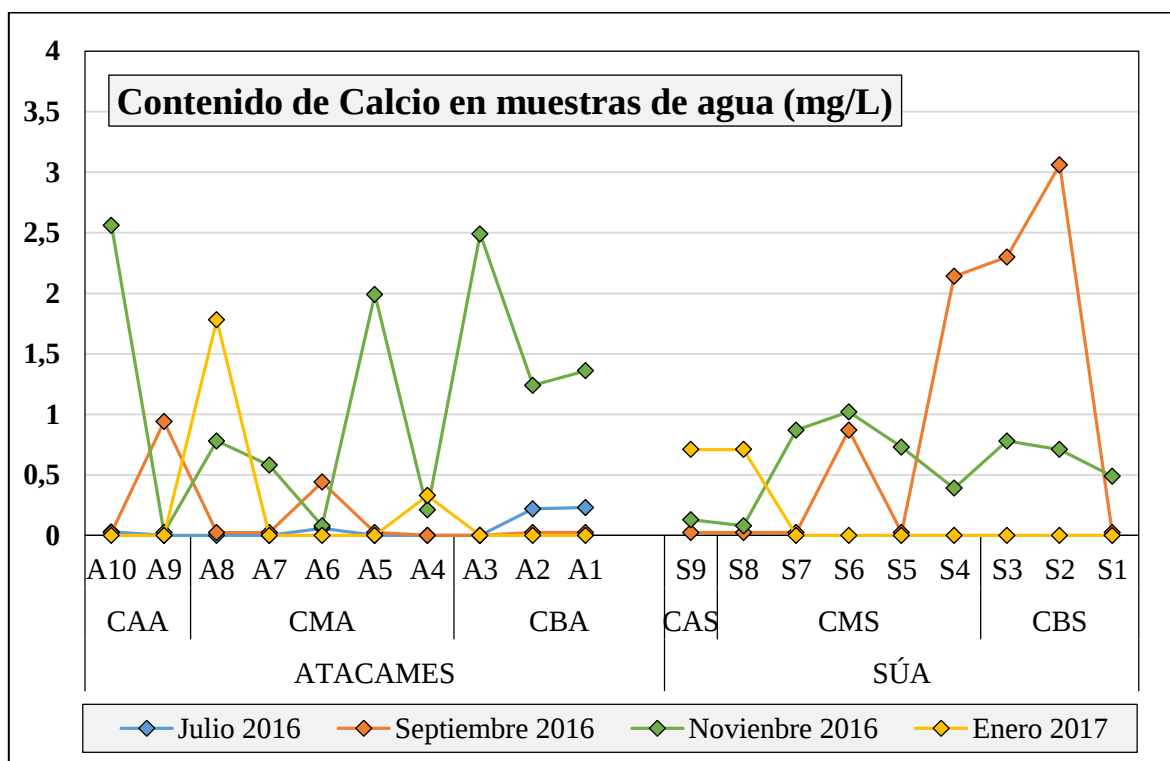


Figura N° 10: Contenido de Calcio en muestras de agua (mg/L)

3.1.7. Magnesio

En la Figura N°11, Magnesio, se observó que en la tercera campaña de muestreo (noviembre 2016) el río Atacames tuvo concentraciones menores y para la cuarta campaña (enero 2017) la concentración fue mayor, en las mismas campañas la estación A6 del río Atacames presento un pico respecto al resto de estaciones. En cambio en el río Súa durante la tercera campaña (noviembre 2016) presentó en la estación S9 una concentración de magnesio de 4 mg/L y a medida que se va acercando a la estación S8 la concentración

empezó a fluctuar a 3,2 mg/L y así disminuyó hasta la estación S2 con el menor valor de 1,11 mg/L.

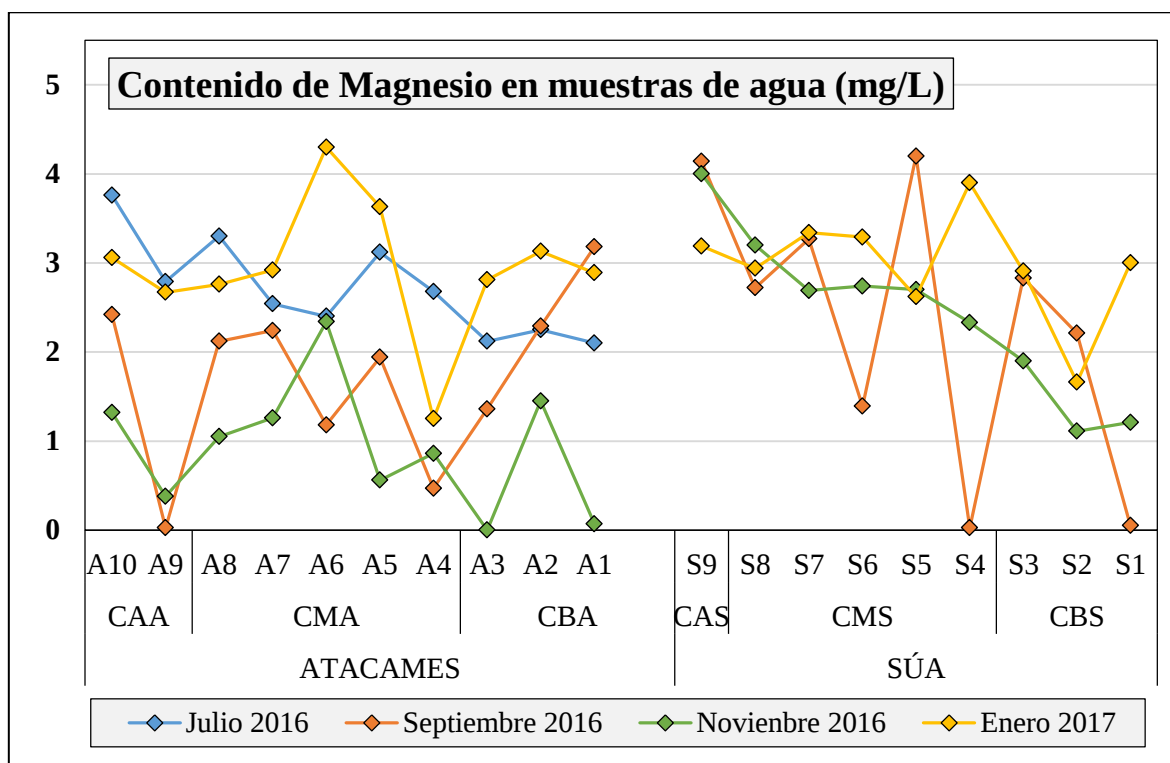


Figura N° 11: Contenido de Magnesio en muestras de agua (mg/L).

3.1.8. Nitrato

La concentración de Nitrato se observa en la Figura N° 12 donde las estaciones del río Atacames y del río Súa presentaron fluctuaciones en todos los muestreos. La estación A10 del Atacames, segunda campaña (septiembre 2016), tuvo el mayor valor de 0,34 mg/L, bajando su concentración en la estación A9 a 0,03 mg/L y manteniéndose con concentraciones bajas desde la estación A8 hasta la estación A1.

En cambio en las estaciones ubicadas en el río Súa, la mayor concentración de Nitrato se encontró en la estación S9 en las tres primeras campañas de 0,29 mg/L y disminuyendo su

valor en la estación S8 con 0 mg/L y manteniéndose los niveles bajos hasta la estación S1, pero en ese mismo río se encontró diferencias en la cuarta campaña (enero 2017), donde el valor de Nitrato empieza en la estación S9 con 0,01 mg/L y ya no disminuye en la estación S8 sino que aumenta a 0,03 mg/L y disminuye en la estación S6 con un valor de 0 mg/L manteniendo valores bajos hasta la estación S1.

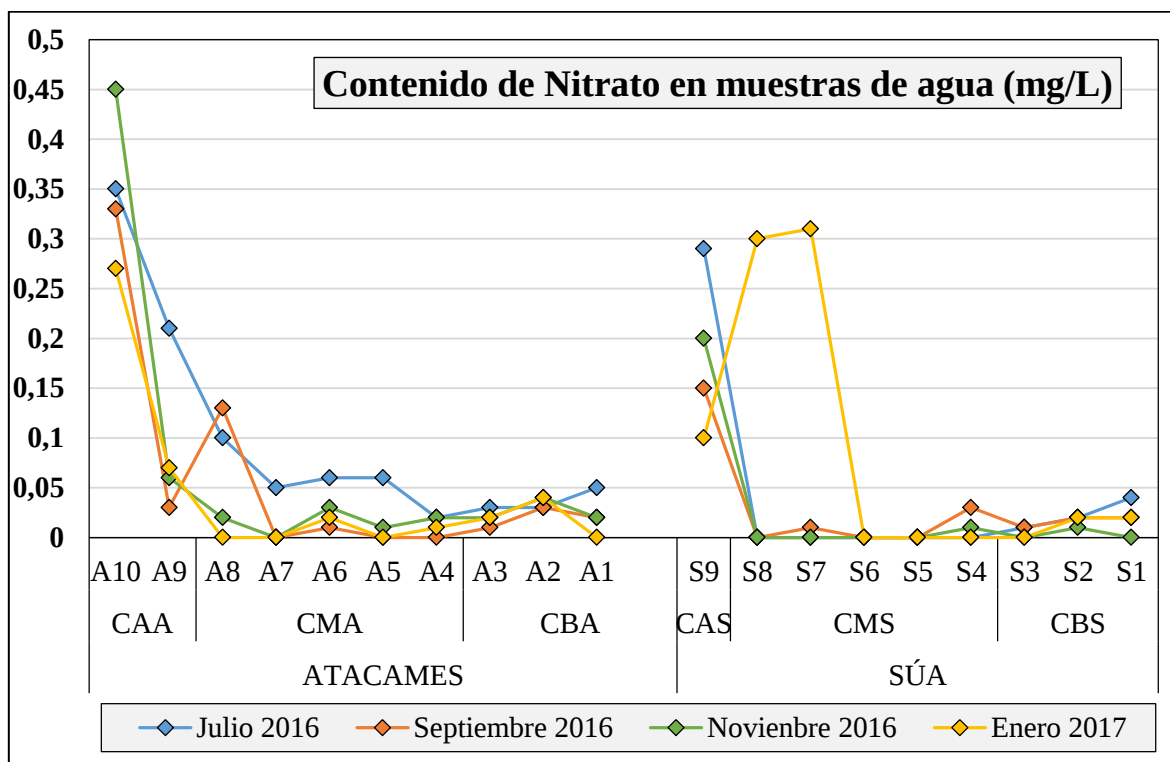


Figura N° 12: Contenido de Nitrato en muestras de agua (mg/L).

3.1.9. Nitrito

Los niveles de Nitrito (Figura N° 13) presente en los ríos Atacames y Súa presentaron concentraciones bajas en todas las campañas, siendo el máximo valor registrado de 0,016 mg/L, sin embargo en la primera campaña de muestreo (Julio 2016) se observó una gran diferencia entre la estación A4 del río Atacames, donde la concentración fue de 0,1 mg/L y las demás estaciones distribuidas a lo largo de ambos ríos.

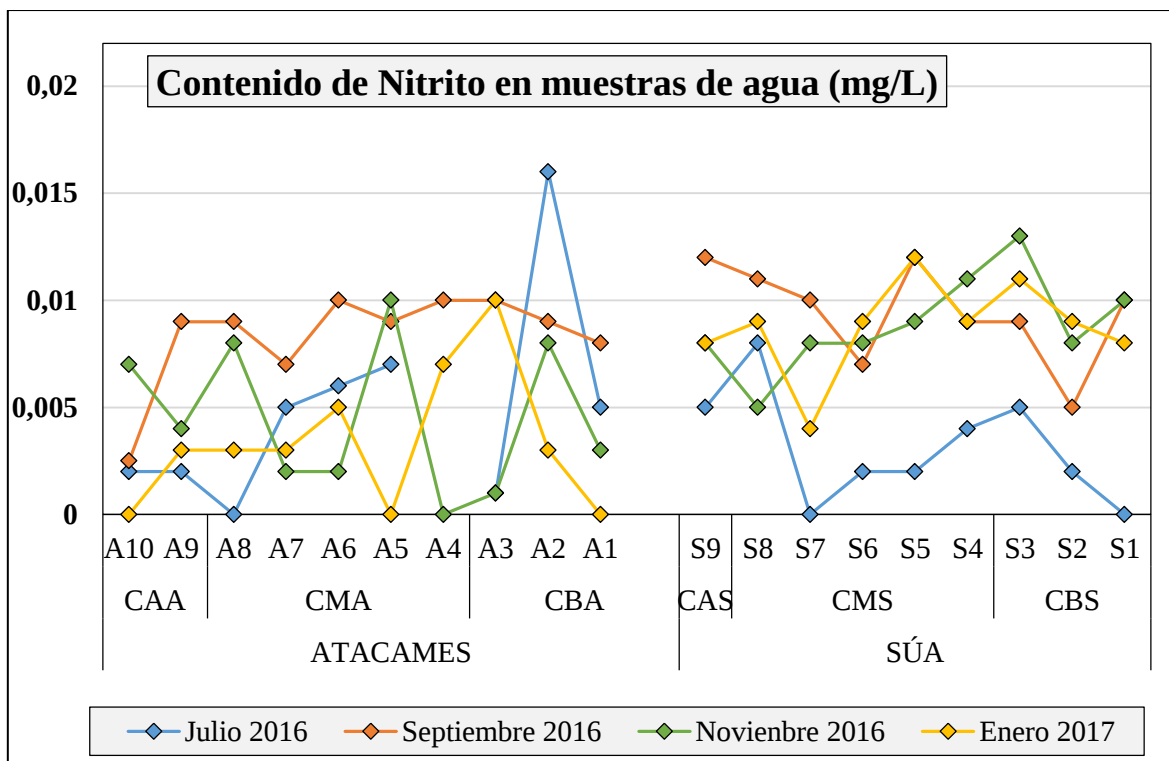


Figura N° 13: Contenido de Nitrito en las muestras de agua.

3.1.10. Amonio

La Figura N°14 muestra la concentración de Amonio, parámetro que en las cuatro campañas de muestreo no excedió de 0,1 mg/L, a excepción de la estación A4 del río Atacames en la cuarta campaña (Enero 2017), en dónde la concentración se elevó a 0,28 mg/L sobre saliendo de los demás valores registrados.

El río Súa tuvo una menor concentración de Amonio que el río Atacames en todas las campañas de muestreo

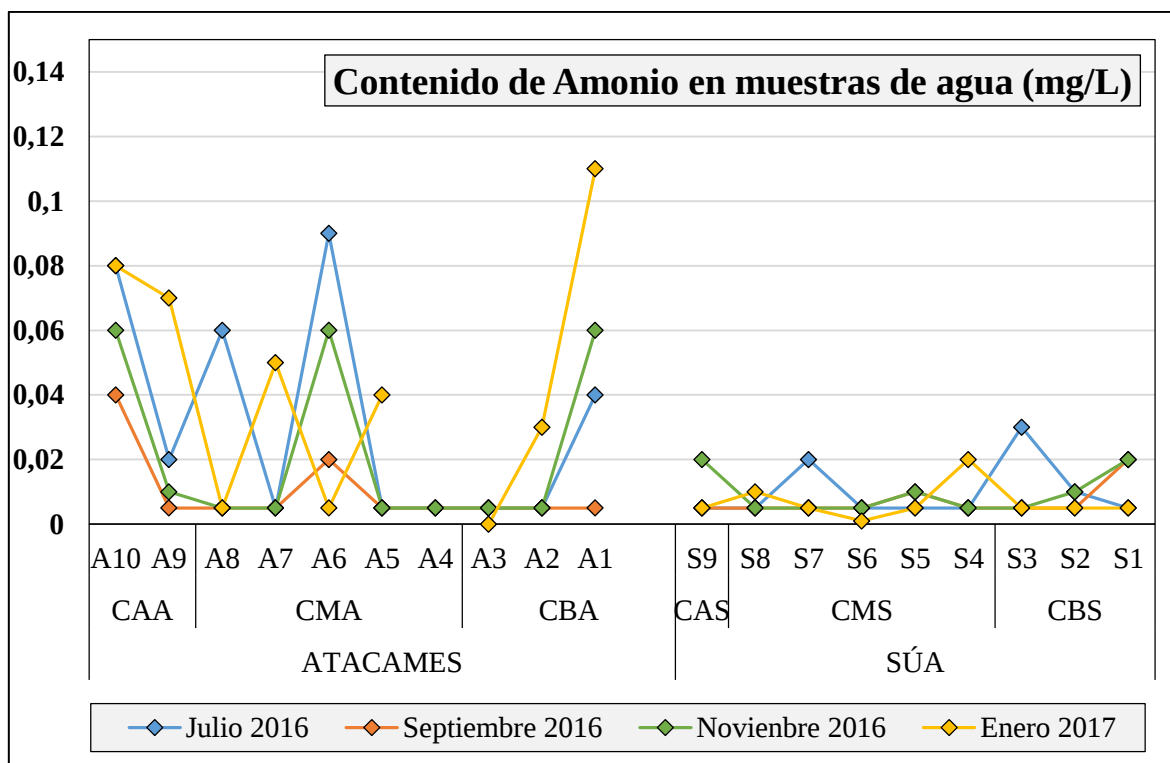


Figura N° 14: Contenido de Amonio en las muestras de agua (mg/L)

3.1.11. Fosfato

Como se observa en la Figura N° 15, el río Atacames tuvo mayores niveles de fosfato que el río Súa, además las concentraciones de fosfato no variaron considerablemente durante las cuatro campañas en el río Atacames, donde el mayor valor se registró en la estación A1 con 1,91 mg/L. Sin embargo, en el río Súa se vieron más fluctuaciones en las cuatro campañas en donde los valores de fosfato llegaron a 1,31mg/L en la estación S1, a excepción de la segunda campaña (septiembre 2016) que tuvo el nivel más bajo de fosfato registrado de 0,56 mg/L.

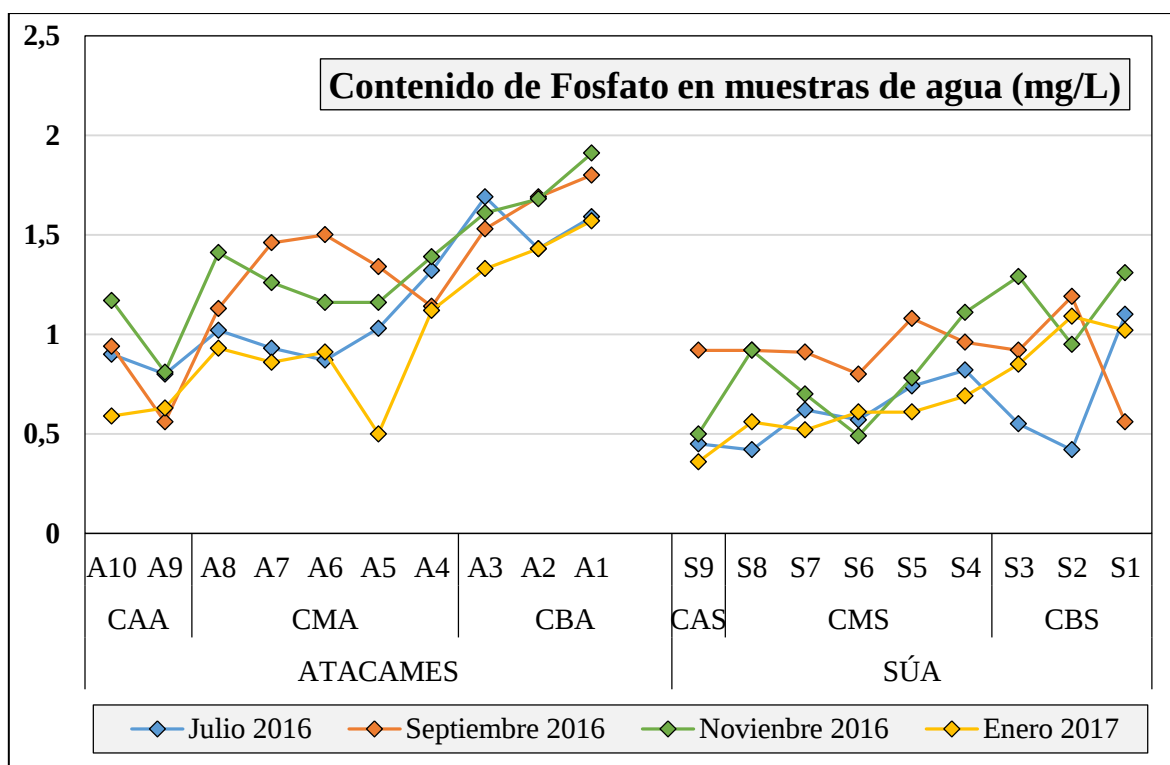


Figura N° 15: Contenido de Fosfato en las muestras de agua (mg/L)

3.1.12. Pluviometría

En la Figura N° 16 se observa que en la cuarta campaña (enero 2017) de muestreo hubo la mayor presencia de lluvias, llegando casi a los 60 mm, mientras que en la tercera campaña (noviembre 2016) sucedió lo contrario, el nivel pluviométrico fue muy poco, teniendo la temporada más seca durante los muestreos. En la segunda campaña (Septiembre 2016), la presencia de lluvia fue moderada, superando los 20 mm.

En la primera campaña de estudio (julio 2016), la estación meteorológica de la PUCESE presentó problemas, por el cual no se obtuvo el nivel real de pluviometría en este mes.

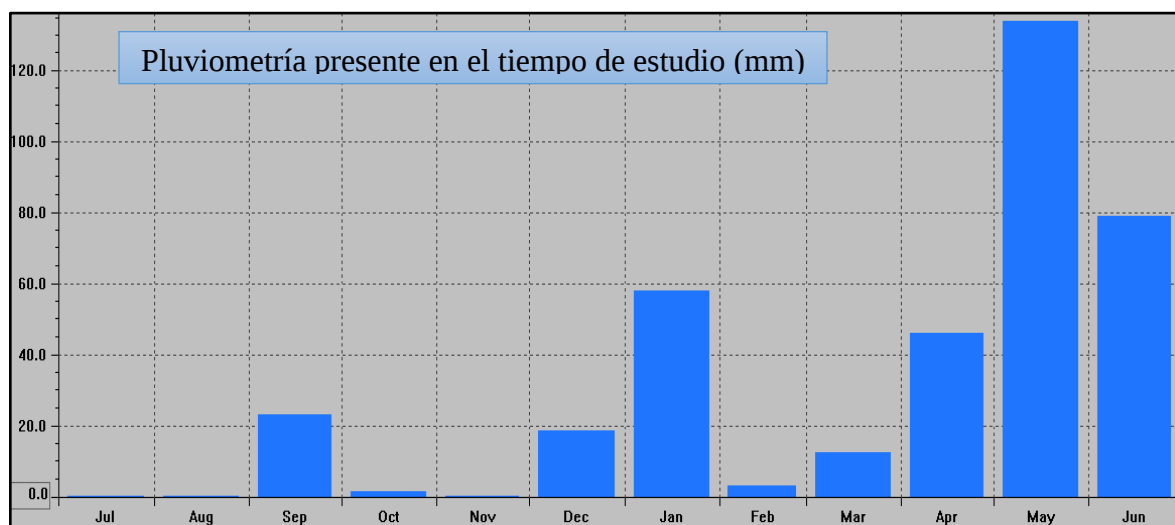


Figura N° 16: Nivel pluviométrico de Esmeraldas 2016-2017, Estación Meteorológica PUCESE

3.2. Composición Fitoplanctónica

En la Tabla 6 aparecen los géneros Fitoplanctónicos encontrados en ambos ríos durante las cuatro campañas de muestreo realizadas bimensualmente desde el mes de julio de 2016 hasta enero de 2017.

Tabla 6: Géneros Fitoplanctónicos identificados

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Genero
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Melosilares	Melosiraceae	Melosira
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragiliareaceae	Synedra
		Tabellariales	Tabellariaceae	Tabellaria
	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia
		Naviculales	Naviculaceae	Navicula
			Amphipleuraceae	Amphipleura
			Pinnulareaceae	Pinnularia
			Caloneis	
			Pleurosigmataceae	Gyrosigma
			Diploneidaceae	Diploneis
		Surirellales	Surirellaceae	Surirella
		Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema
			Cymbellaceae	Cymbella
		Tabellariales	Tabellariaceae	Diatoma
	Achnanthes	Cocconeidaceae	Cocconeis	
	Cyanophyta	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae
Nostoc				
Rivulariaceae				Calothrix
Oscillatoriales			Oscillatoriaceae	Oscillatoria
Chroococcales			Gomphosphaericeae	Gomphosphaeria
	Chroococcaceae	Chroococcus		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus
			Coelastrum	
		Hydrodictyaceae	Pediastrum	
		Zignematales	Zignemataceae	Mougeotia
Desmidiaceae	Closterium			
Dinophyta	Dinophyceae	Peridiniales	Peridiniaceae	Peridinium
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	Euglena
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas

Como se desprende de la Tabla 6, 30 géneros Fitoplanctónicos de los phylum: Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Dinophyta, Euglenophyta y Cryptophyta fueron identificados al observar muestras decantadas en tubos de 50 ml.

En las cuatro campañas de muestreo, el Phylum Bacillariophyta fue el grupo con mayor riqueza de géneros presentes, ascendiendo a 16 géneros pertenecientes a tres clases: Coscinodiscophyceae (*Melosira* sp.), Fragilariophyceae (*Synedra* sp., *Fragilaria* sp., *Tabellaria* sp.) y Bacillariophyceae (*Nitzschia* sp., *Navícula* sp., *Amphipleura* sp., *Pinnularia* sp., *Caloneis* sp., *Gyrosigma* sp., *Diploneis* sp., *Surirella* sp., *Gomphonema* sp., *Cymbella* sp., *Diatoma* sp., *Cocconeis* sp.).

Los phylum Euglenophyta y Cryptophyta fueron los grupos con menos riqueza de géneros tuvieron, con un género cada uno, *Euglena* sp y *Cryptomonas* sp respectivamente.

3.3. Abundancia Porcentual Fitoplanctónica Total (Composición de Géneros)

En la Tabla 7 se aprecia que el género *Navícula* fue el género más abundante del estudio alcanzando el 14% del total de algas estimadas luego de contabilizar 3,843 células, le sigue el género *Gyrosigma* con el 12%, *Pinnularia* con el 10%, los géneros *Nitzschia* y *Surirella* ambos con el 7% . Estos 5 géneros representan el 43% del total porcentual de células Fitoplanctónicas en los ríos Atacames y Súa durante las cuatro campañas de muestreo.

Otros géneros como *Fragilaria*, *Synedra*, *Closterium* y *Anabalena*, tuvieron representaciones de 6%, 5%, 4% y 4% respectivamente, los otros géneros tienen representatividades menores a estas, siendo sus densidades mucho menores, esto podría ser porque el género *Navícula* contó con un extenso grupo dentro de las diatomeas, además de que pueden vivir en aguas limpias y parcialmente contaminadas, el género *Gyrosigma* también contó con un grupo extenso de especies.

El total de individuos identificados y contabilizados fue de 27,233 algas estimadas, este valor representaron la sumatoria total de individuos estimados entre las 19 estaciones durante las cuatro campañas de muestreo.

Tabla 7: Proporción de géneros presentes en las Cuatro Campañas de muestro en el río Atacames y el río Súa

Phyllum	Género	Río		# de individuo	%	Sensibilidad
		Atacames	Súa			
Bacillariophyta	<i>Melosira</i>	X	X	472	1,8	3
	<i>Synedra</i>	X	X	1480	5,5	3
	<i>Fragilaria</i>	X	X	1599	5,9	4
	<i>Tabellaria</i>	X	X	728	2,7	5
	<i>Nitzschia</i>	X	X	1975	7,3	4
	<i>Navicula</i>	X	X	3843	14,3	3
	<i>Amphipleura</i>	X	X	794	3,0	5
	<i>Pinnularia</i>	X	X	2591	9,6	4
	<i>Caloneis</i>	X	X	1022	3,8	4
	<i>Gyrosigma</i>	X	X	3219	12,0	4
	<i>Diploneis</i>	X	X	208	0,8	5
	<i>Surirella</i>	X	X	1997	7,4	3
	<i>Gomphonema</i>	X	X	409	1,5	3
	<i>Cymbella</i>	X	X	238	0,9	5
	<i>Diatoma</i>	X	X	180	0,7	4
	<i>Cocconeis</i>	X	X	478	1,8	4
Cyanophyta	<i>Anabaena</i>	X	X	1168	4,3	-
	<i>Nostoc</i>	X	X	875	3,3	-
	<i>Calothrix</i>		X	39	0,1	-
	<i>Oscillatoria</i>	X		514	1,9	5
	<i>Gomphospaeria</i>	X		279	1,0	-
	<i>Chroococcus</i>	X	X	281	1,0	-
Chlorophyta	<i>Ankistrodesmus</i>	X	X	439	1,6	2
	<i>Coelastrum</i>	X		20	0,1	-
	<i>Pediastrum</i>	X	X	22	0,1	-
	<i>Mougeotia</i>	X	X	61	0,2	-
	<i>Closterium</i>	X	X	1009	3,8	1
Dinophyta	<i>Peridinium</i>	X	X	851	3,2	-
Euglenophyta	<i>Euglena</i>	X	X	10	0,0	5
Cryptophyta	<i>Cryptomonas</i>	X	X	87	0,3	-

3.3.1. Abundancia Porcentual Fitoplanctónica del río Atacames (Composición de Géneros)

Se identificaron 27 géneros en el río Atacames durante las cuatro campañas de muestreo. Como se observa en la Tabla 8 el género *Navícula* fue el género más abundante de estudio, alcanzando el 15% en las cuatro campañas de muestreo, le sigue el género *Gyrosigma* con 12%, *Pinnularia* con 11%. El género *Nitzchia* con el 9% del total porcentual y el género *Surirella* con el 7%.

El total de células fitoplanctónicas estimadas en diez muestras de un litro fue de 16,530 sólo en el río Atacames, tomando en cuenta las 10 estaciones de estudio distribuidas a lo largo del río durante las cuatro campañas de estudio.

Los géneros *Navícula*, *Gyrosigma*, *Pinnularia*, *Nitzschi* y *Surirella* contaron con la mayor cantidad de células conformando más del 50% del total de individuos cuantificados dentro del río Atacames durante las cuatro campañas de estudio.

Tabla 8: Proporción de géneros presentes en las Cuatro Campañas de muestro en el río Atacames

Phyllum	Género	Río Atacames	# de individuos	%	Sensibilidad
Bacillariophyta	<i>Melosira</i>	X	275	1,3	3
	<i>Synedra</i>	X	786	3,7	3
	<i>Fragilaria</i>	X	941	4,4	4
	<i>Tabellaria</i>	X	374	1,8	5
	<i>Nitzschia</i>	X	1406	6,6	4
	<i>Navicula</i>	X	2526	11,9	3
	<i>Amphipleura</i>	X	392	1,8	5
	<i>Pinnularia</i>	X	1752	8,2	4
	<i>Caloneis</i>	X	795	3,7	4
	<i>Gyrosigma</i>	X	2058	9,7	4
	<i>Diploneis</i>	X	89	0,4	5
	<i>Surirella</i>	X	1156	5,4	3
	<i>Gomphonema</i>	X	180	0,8	3
	<i>Cymbella</i>	X	194	0,9	5
	<i>Diatoma</i>	X	85	0,4	4
	<i>Cocconeis</i>	X	212	1,0	4
Cyanophyta	<i>Anabaena</i>	X	5679	26,7	-
	<i>Nostoc</i>	X	440	2,1	-
	<i>Oscillatoria</i>	X	293	1,4	5
	<i>Chroococcus</i>	X	154	0,7	-
Chlorophyta	<i>Ankistrodesmus</i>	X	342	1,6	2
	<i>Coelastrum</i>	X	20	0,1	-
	<i>Pediastrum</i>	X	22	0,1	-
	<i>Mougeotia</i>	X	54	0,3	-
	<i>Closterium</i>	X	642	3,0	1
Dinophyta	<i>Peridinium</i>	X	417	2,0	-
Euglenophyta	<i>Euglena</i>	X	8	0,0	5

3.3.2. Abundancia Porcentual de Fitoplancton del río Súa (Composición de Géneros)

Como se observa en la Tabla 9 *Navícula* represento el 12% del total de algas estimadas en las cuatro campañas, seguido de *Gyrosigma* con el 11% y los géneros *Pinnularia* y *Surirella* ambos con un 8%.

Los géneros *Synedra*, *Fragilaria* y *Anabaena* tuvieron cada una 6% de representatividad del total, con 839 individuos. El género *Nitzschia* en comparación a la figura anterior sobre la densidad fitoplanctónica del río Atacames, tuvo una disminución de individuos bajando su representatividad porcentual a 5%.

El presente análisis realizado sobre la densidad Fitoplanctónica del río Súa abarca las cuatro campañas bimensuales de estudio desde Julio del 2016 a Enero del 2017 donde se identificaron en las 9 estaciones distribuidas a lo largo de dicho río 10,827 células fitoplanctónicas estimadas en nueve muestras de un litro entre los 30 géneros que se encontraron e identificaron.

Tabla 9: Proporción de géneros presentes en las Cuatro Campañas de muestro en el río Súa

Phyllum	Género	Río Súa	# de individuos	%	Sensibilidad
Bacillariophyta	<i>Melosira</i>	X	321	3,1	3
	<i>Synedra</i>	X	694	6,6	3
	<i>Fragilaria</i>	X	658	6,3	4
	<i>Tabellaria</i>	X	354	3,4	5
	<i>Nitzschia</i>	X	569	5,4	4
	<i>Navicula</i>	X	1317	12,5	3
	<i>Amphipleura</i>	X	403	3,8	5
	<i>Pinnularia</i>	X	839	8,0	4
	<i>Caloneis</i>	X	227	2,2	4
	<i>Gyrosigma</i>	X	1161	11,0	4
	<i>Diploneis</i>	X	118	1,1	5
	<i>Surirella</i>	X	842	8,0	3
	<i>Gomphonema</i>	X	229	2,2	3
	<i>Cymbella</i>	X	44	0,4	5
	<i>Diatoma</i>	X	95	0,9	4
	<i>Cocconeis</i>	X	266	2,5	4
Cyanophyta	<i>Anabaena</i>	X	600	5,7	-
	<i>Nostoc</i>	X	435	4,1	-
	<i>Oscillatoria</i>	X	221	2,1	5
	<i>Chroococcus</i>	X	128	1,2	-
Chlorophyta	<i>Ankistrodesmus</i>	X	98	0,9	2
	<i>Mougeotia</i>	X	7	0,1	-
	<i>Closterium</i>	X	366	3,5	1
Dinophyta	<i>Peridinium</i>	X	433	4,1	-
Euglenophyta	<i>Euglena</i>	X	2	0,0	5
Cryptophyta	<i>Cryptomonas</i>	X	87	0,8	-

3.4. Análisis Fitoplanctónico por campaña de muestreo de acuerdo a la abundancia

Como se observa en la Figura N° 17, hubo mayor abundancia fitoplanctónica en la cuarta campaña de muestreo, (enero 2017). En la primera campaña de muestreo (julio 2016) se observó diferencia en la estación A10 del río Atacames respecto a las otras estaciones, ya que ésta cuenta con la menor abundancia de algas estimadas, además en esta campaña el río Atacames tuvo mayor número de individuos que el río Súa.

En la segunda campaña de muestreo (septiembre 2016) se observó que el río Súa tuvo más abundancia fitoplanctónica que en el río Atacames. También que hay más individuos estimados del género *Navícula* representado con el color rojo en el río Atacames que en el río Súa. En la misma campaña el río Súa, las estaciones S7 y S4 tuvieron menos abundancia Fito planctónica en comparación con las demás estaciones.

En la tercera campaña de muestreo (noviembre 2016), el río Súa tuvo mayor abundancia de algas estimadas que el río Atacames, como se observa en la estación S2 y S6 del río Súa, sin embargo en las estaciones S4 y S7 del mismo río presentaron una disminución considerable de algas estimadas. En cambio en las estaciones del río Atacames se observó pocas variaciones en cuanto a número de algas estimadas.

Finalmente, se observa que en la cuarta campaña de muestreo (enero 2017) tuvo mayor abundancia fitoplanctónica en relación a las otras tres campañas realizadas. El río Atacames tiene mayor abundancia que el río Súa, sólo en la estación A3 del río Atacames se observó número de algas estimadas. En cambio en el río Súa, la estación S1 tuvo mayor número de algas estimadas que las otras estaciones.

En la Figura N° 18 se observa que los géneros fitoplanctónicos más sensibles a la polución orgánica se encuentran más abundantes en todas las campañas de muestreo que los géneros más resistentes a la polución orgánica.

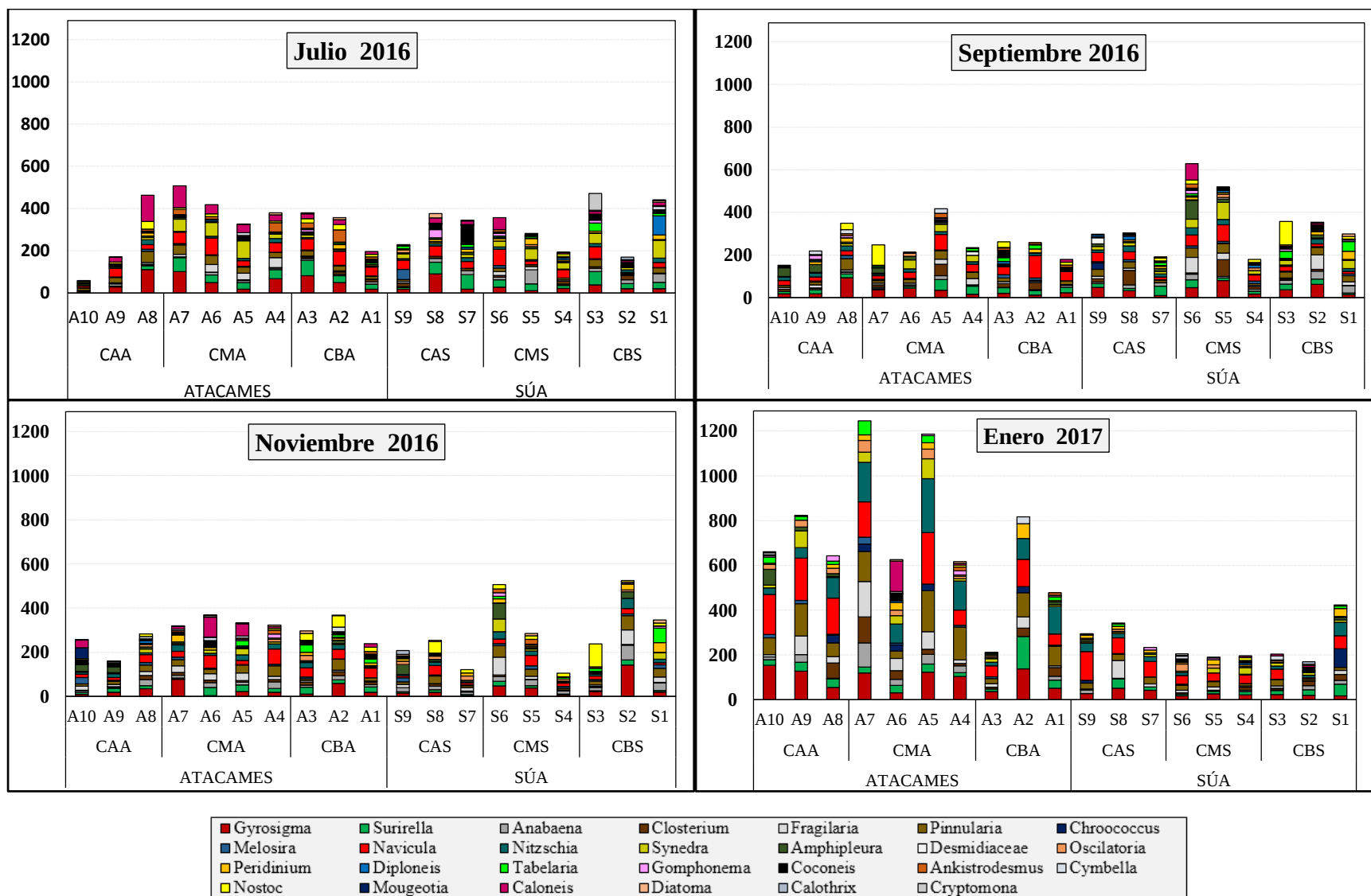


Figura N° 17: Riqueza, abundancia y distribución Fitoplanctónica por campaña de muestreo

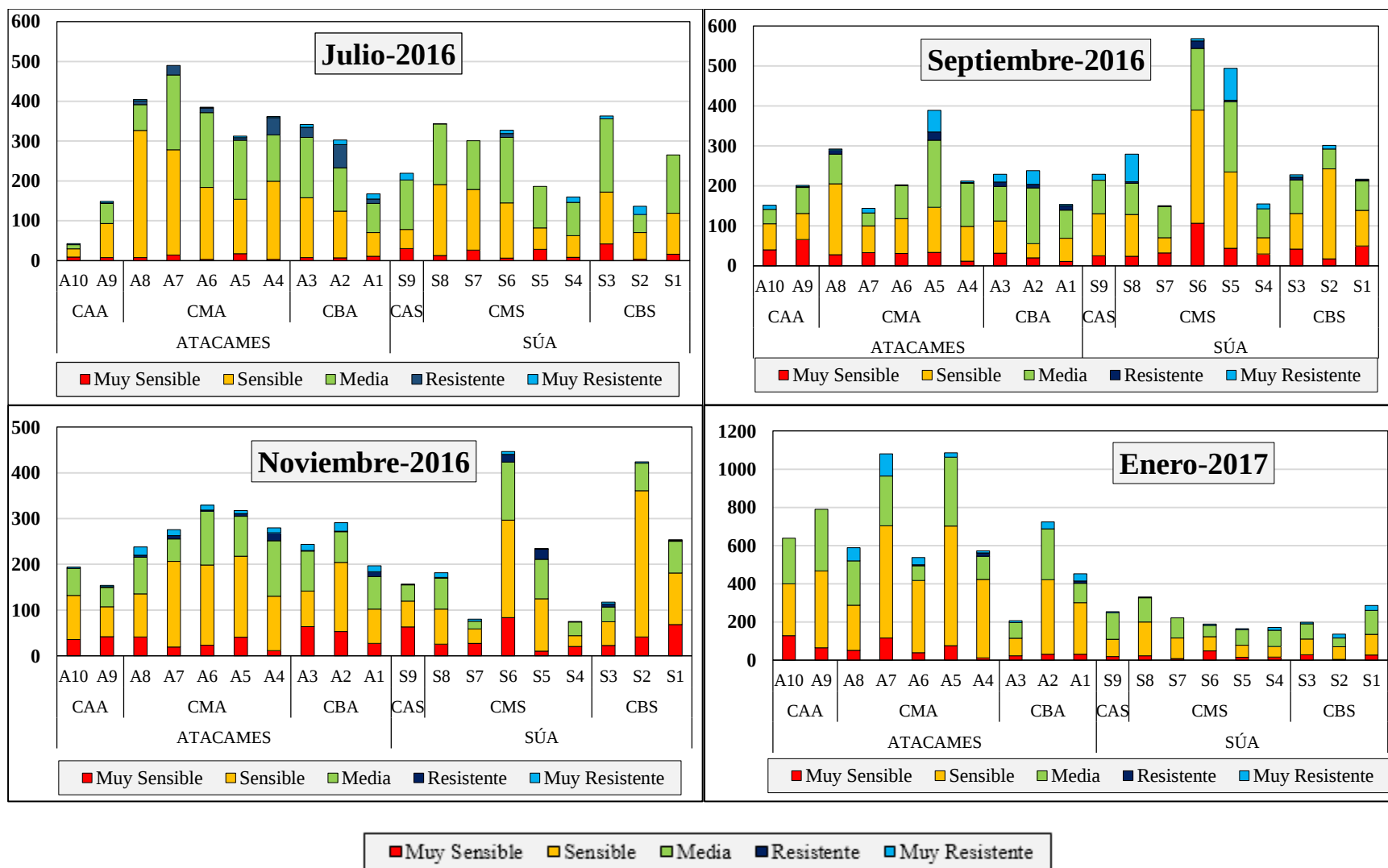


Figura N° 18: Sensibilidad Fitoplanctónica por campaña de muestreo

3.4.1. Primera Campaña (Julio 2016)

En la Tabla 10 se parecía que en la primera campaña de muestreo, en el río Atacames los géneros *Gyrosigma*, *Navícula*, *Caloneis*, *Surirella*, *Pinnularia*, y *Synedra* conformaron el 69% del total de algas estimadas, en cambio los géneros *Navícula*, *Surirella*, *Synedra*, *Gyrosigma*, *Coconeis* y *Anabaena* formaron el 50% del total de algas estimadas en el río Súa. En el río Atacames el género *Gyrosigma* fue el más abundante, 16%, en cambio en el río Súa se presentó con una abundancia de 9%, el género *Navícula* fue el más abundante en el río Súa con 12%, sin embargo en el río Atacames se presentó más abundancia con un 13% del total de algas estimadas.

El género *Surirella* en el río Súa, fue uno de los más abundantes con 12% de la composición porcentual, en cambio en el río Atacames estuvo con un 10%, en este mismo río el género *Caloneis* tuvo un 13% del total de algas estimadas, mientras que en el río Súa su presencia disminuyó al 5%.

Tabla 10: Géneros Fitoplanctónicos de los ríos Atacames y Súa, Primera Campaña, Julio 2016

Género	Río Atacames		Río Súa	
	#	%	#	%
<i>Gyrosigma</i>	528	16	266	9
<i>Navicula</i>	436	13	347	12
<i>Caloneis</i>	422	13	144	5
<i>Surirella</i>	327	10	332	12
<i>Pinnularia</i>	289	9	128	4
<i>Synedra</i>	264	8	299	10
<i>Ankistrodesmus</i>	190	6	10	0
<i>Fragilaria</i>	149	4	53	2
<i>Nostoc</i>	141	4	12	0
<i>Nitzschia</i>	83	2	101	4
<i>Cryptomona</i>	80	2	80	3
<i>Anabaena</i>	77	2	199	7
<i>Peridinium</i>	62	2	111	4
<i>Closterium</i>	50	1	67	2
<i>Melosira</i>	39	1	68	2
<i>Amphipleura</i>	38	1	31	1
<i>Gonphonema</i>	34	1	81	3
<i>Tabellaria</i>	32	1	103	4
<i>Coconeis</i>	31	1	195	7
<i>Diatoma</i>	29	1	39	1
<i>Calothrix</i>	20	1	20	1
<i>Diploneis</i>	18	1	120	4
<i>Cymbella</i>	13	0	23	1
<i>Oscillatoria</i>	4	0	32	1
<i>Desmidiaceae</i>	2	0	0	0
<i>Mougeotia</i>	0	0	6	0

3.4.2. Segunda Campaña (Septiembre 2016)

Como se observa en la Tabla 11 el río Atacames tubo 22 géneros presentes en la segunda campaña, sin embargo el río Súa tuvo 25 géneros, en donde el río género *Navícula* fue más abundante en el río Atacames (16%) que en el río Súa (10%), de igual manera el género *Gyrosigma* tuvo más abundancia de algas estimadas que el río Súa con 13% y 11%, respectivamente. En cambio se aprecia que en el río Súa hubo mayor abundancia estimada

del género *Synedra*, con 8%, que el río Atacames que tuvo un 5%, lo mismo sucedió con el género *Fragilaria*, que se presentó en el río Súa con 7% del total de algas estimadas, en cambio en el río Atacames, se presentó con 4%.

Tabla 11: Géneros Fitoplanctónicos de los ríos Atacames y Súa, Segunda Campaña, Septiembre 2016

Género	Río Atacames		Río Súa	
	#	%	#	%
<i>Navicula</i>	405	16	300	10
<i>Gyrosigma</i>	318	13	348	11
<i>Surirella</i>	221	9	192	6
<i>Pinnularia</i>	212	8	262	8
<i>Nostoc</i>	162	6	170	5
<i>Closterium</i>	142	6	200	6
<i>Synedra</i>	135	5	246	8
<i>Amphipleura</i>	133	5	156	5
<i>Nitzschia</i>	124	5	157	5
<i>Fragilaria</i>	113	4	222	7
<i>Tabellaria</i>	70	3	116	4
<i>Peridinium</i>	67	3	99	3
<i>Ankistrodesmus</i>	65	3	35	1
<i>Mellosira</i>	63	2	61	2
<i>Anabaena</i>	63	2	172	5
<i>Cymbella</i>	60	2	0	0
<i>Coconeis</i>	54	2	67	2
<i>Gonphonema</i>	40	2	51	2
<i>Diploneis</i>	26	1	56	2
<i>Desmidiaceae</i>	26	1	35	1
<i>Oscillatoria</i>	19	1	41	1
<i>Caloneis</i>	13	1	84	3
<i>Chroococcus</i>	0	0	33	1
<i>Diatoma</i>	0	0	26	1
<i>Calothrix</i>	0	0	17	1
<i>Cymbella</i>	0	0	3	0
<i>Mougeotia</i>	0	0	1	0

3.4.3. Tercera Campaña (Noviembre 2016)

En la tercera campaña (noviembre del 2016), en el río Atacames se identificó 24 géneros de los cuales *Navícula*, *Gyrosigma*, *Pinnularia*, *Caloneis* y *Surirella* fueron los géneros que más individuos tuvieron en relación a los otros géneros, conformando el 44% del total. En cambio en el Río Súa se identificaron 19 géneros de fitoplancton de los cuales *Gyrogigma*, *Pinnularia*, *Nostoc*, *Anabaena* y *Fragilaria*, conformando el 49% del total de algas estimadas.

Como se aprecia en la Tabla 12, hubo más abundancia del género *Navícula* en el río Atacames (12%) que en el río Súa (7%), también se observa en el río Atacames que el género *Caloneis* tuvo un 7% del total de algas estimadas, sin embargo en el río Atacames este género no se presentó. En cambio el género *Nosctoc* en el río Súa presentó una abundancia de 9% mientras que en el río Atacames se presentó con un 4%.

Tabla 12: Géneros Fitoplanctónicos de los ríos Atacames y Súa, Tercera Campaña, Noviembre 2016

Géneros	Río Atacames		Río Súa	
	#	%	#	%
<i>Navicula</i>	365	12	192	7
<i>Gyrosigma</i>	270	9	309	12
<i>Pinnularia</i>	255	9	269	10
<i>Caloneis</i>	216	7	0	0
<i>Surirella</i>	203	7	93	4
<i>Fragilaria</i>	175	6	229	9
<i>Nitzschia</i>	166	6	155	6
<i>Anabaena</i>	153	5	228	9
<i>Nostoc</i>	129	4	242	9
<i>Closterium</i>	110	4	32	1
<i>Amphipleura</i>	102	3	177	7
<i>Peridinium</i>	98	3	130	5
<i>Tabellaria</i>	94	3	108	4
<i>Coconeis</i>	94	3	0	0
<i>Synedra</i>	92	3	104	4
<i>Mellosira</i>	84	3	89	3
<i>Cymbella</i>	70	2	0	0
<i>Oscillatoria</i>	53	2	78	3
<i>Ankistrodesmus</i>	52	2	53	2
<i>Mougeotia</i>	50	2	0	0
<i>Diatoma</i>	42	1	38	1
<i>Gonphonema</i>	40	1	47	2
<i>Diploneis</i>	38	1	0	0
<i>Calothrix</i>	3	0	17	1

3.4.4. Cuarta Campaña (Enero 2017)

En el río Atacames se identificaron 29 géneros de los cuales *Navícula*, *Nitzschia*, *Pinnularia* y *Gyrosigma* conformaron el 54% del total de algas estimadas, en el río también se identificó 29 géneros fitoplanctónicos de los cuales *Navícula*, *Gyrosigma*, *Pinnularia*, *Surirella* y *Nitzschia* conformaron el 52% del total.

En la Tabla 13 se observa que en ambos ríos el género *Navícula* tuvo mayor composición porcentual, 16% en el río Atacames y 20% en el río Súa, sin embargo en el río Atacames el género *Nitzschia* tuvo el 13% de abundancia mientras que en el río Súa disminuyó con un 7% del total de algas estimadas. También se observa que en el río Súa el género *Gomphospaeria* tuvo un 6% mientras que el río Atacames se presentó muy poco con un 2% de abundancia.

Tabla 13: Géneros Fitoplanctónicos de los ríos Atacames y Súa, Tercera Campaña, Enero 2017

Géneros	Río Atacames		Río Súa	
	#	%	#	%
<i>Navicula</i>	1206	16	491	20
<i>Nitzschia</i>	1033	13	178	7
<i>Pinnularia</i>	997	13	187	8
<i>Gyrosigma</i>	941	12	248	10
<i>Fragilaria</i>	503	7	155	6
<i>Surirella</i>	405	5	184	7
<i>Closterium</i>	341	4	88	4
<i>Synedra</i>	296	4	117	5
<i>Anabaena</i>	275	4	60	2
<i>Oscillatoria</i>	217	3	74	3
<i>Peridinium</i>	190	2	117	5
<i>Tabelaria</i>	179	2	30	1
<i>Chroococcus</i>	154	2	95	4
<i>Caloneis</i>	144	2	23	1
<i>Gomphospedia</i>	127	2	153	6
<i>Amphipleura</i>	118	2	40	2
<i>Heamotococcus</i>	105	1	27	1
<i>Rodotomas</i>	90	1	46	2
<i>Mellosira</i>	89	1	15	1
<i>Gonphonema</i>	66	1	44	2
<i>Cymbella</i>	51	1	34	1
<i>Coconeis</i>	34	0	28	1
<i>Ankistrodesmus</i>	34	0	0	0
<i>Pediastrum</i>	22	0	0	0
<i>Diatoma</i>	14	0	7	0
<i>Nostoc</i>	8	0	12	0
<i>Euglema</i>	8	0	0	0
<i>Diploneis</i>	8	0	9	0
<i>Mougeotia</i>	4	0	4	0
<i>Calothrix</i>	0	0	15	1
<i>Cryptomona</i>	0	0	7	0
<i>Euglema</i>	0	0	2	0

3.5. Descriptivos ecológicos

3.5.1. Abundancia de géneros Fitoplanctónicos

En la Figura N° 19 se observa que el río Atacames tuvo mayor abundancia que el río Súa, y es en la cuarta campaña (enero 2017) en donde se presentó los niveles más altos, en la Cuenca Media del río Atacames están los valores de abundancia más altos en las estaciones A7 y A5, con más de 1400 algas/mL estimadas sin embargo en las estaciones A6 y A4 la abundancia disminuyó a 705 algas/mL estimadas. En cambio el río Súa presentó más variaciones de abundancia en la Cuenca Baja, en donde la cuarta campaña (enero 2017) tiene los valores más bajos a excepción de la estación S1 que presentó más abundancia que la estación S2 y S3 con 195 algas/mL estimadas.

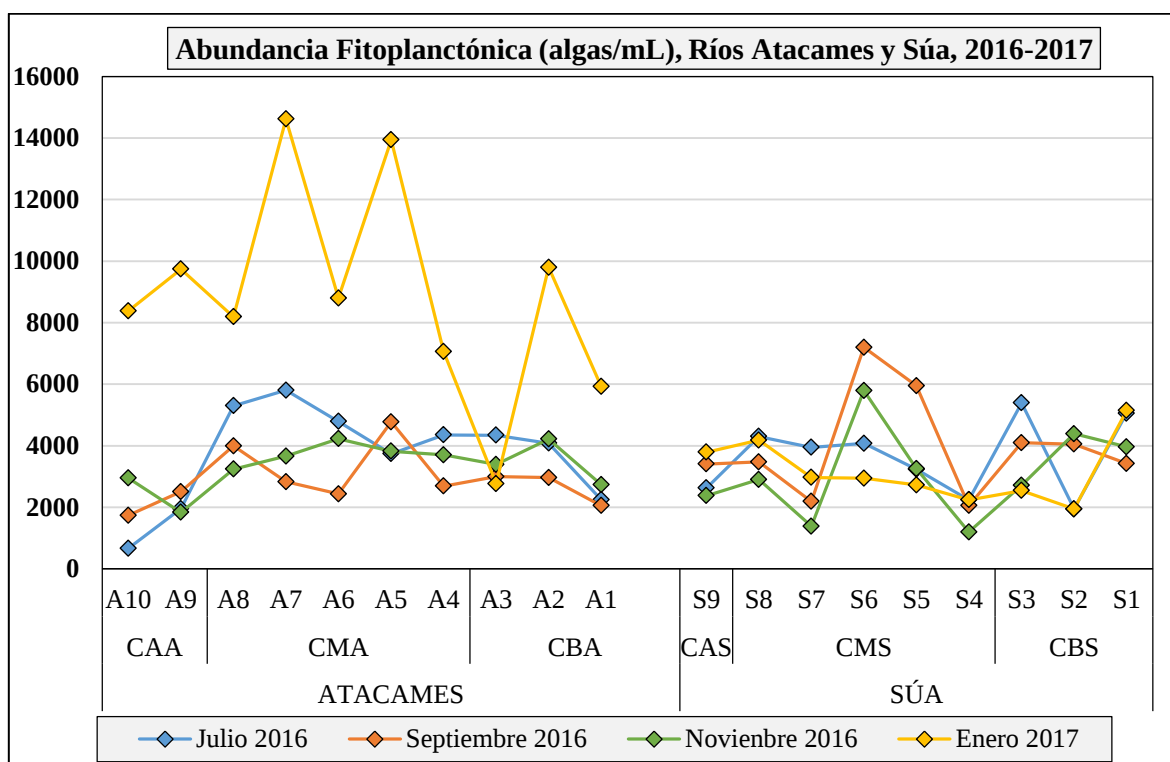


Figura N° 19: Abundancia Fitoplanctónica de los ríos Atacames y Súa en las cuatro campañas de muestreo, 2016-2017

3.5.2. Diversidad Fitoplanctónica

La Figura N° 20 se observa que ambos ríos hubo mucha diversidad Fitoplanctónica, pero el río Atacames tuvo mayores variaciones de diversidad ya que tiene los valores más altos y más bajos de diversidad, en la estación A2 de la segunda campaña (Septiembre 2016) tuvo más diversidad respecto a todas las estaciones en todas las campañas, y en la estación A8 de la tercera campaña (Noviembre 2016) tuvo el nivel más alto. En cambio, el río Súa en la Cuenca Baja se presentó menor diversidad y en la Cuenca Media se presentó mayor diversidad.

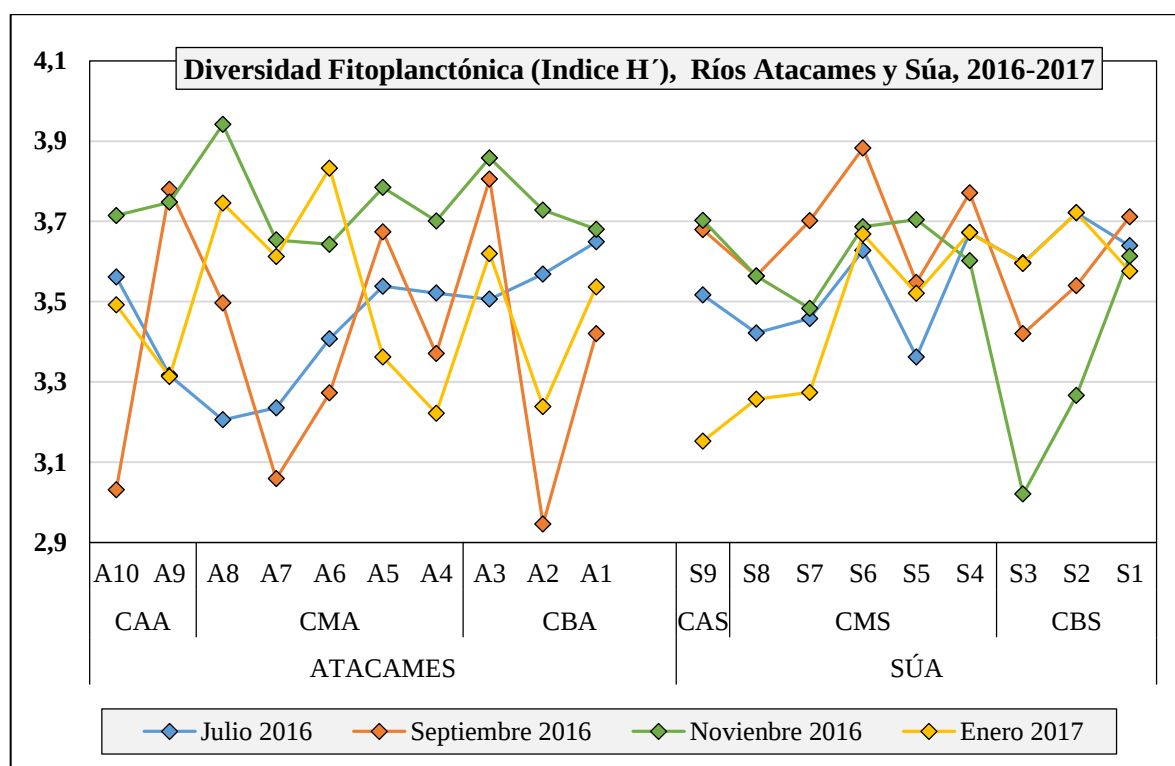


Figura N° 20: Diversidad Fitoplanctónica de los ríos Atacames y Súa en las cuatro campañas de muestreo, 2016-2017

3.5.3. Riqueza Fitoplanctónica

El río Atacames tuvo mayor riqueza que el río Súa sin embargo las campañas de julio 2016 y enero 2017 en las cuencas media y baja existió una menor riqueza con respecto a las campañas de septiembre 2016 y noviembre 2016 como se puede observar en la Figura N° 21.

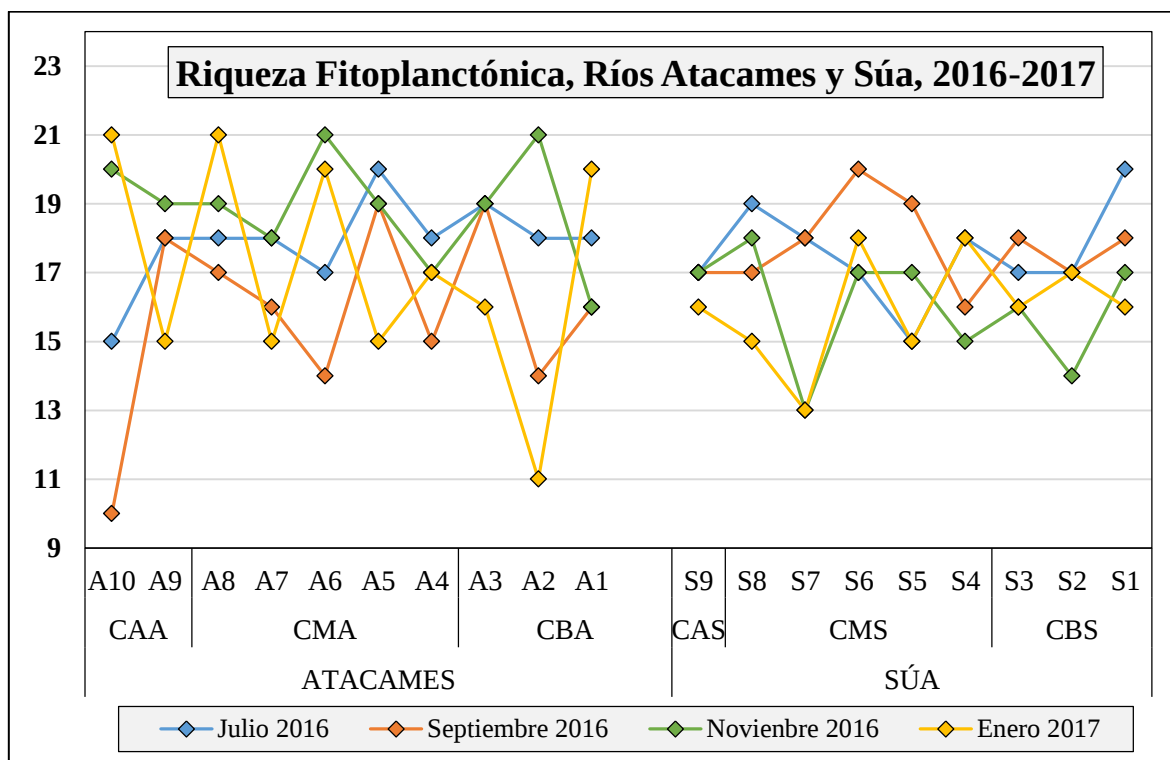


Figura N° 21: Riqueza Fitoplanctónica de los ríos Atacames y Súa en las cuatro campañas de muestreo, 2016-2017

3.5.4. Índice Compuesto

Como se observa en la Figura N° 22 del análisis del Índice Compuesto mostró que en la mayoría de estaciones de las cuatro campañas de muestreo realizada en ambos ríos se encontraron en situaciones eutróficas y meso tróficos el cual probablemente se atribuya a que la composición Fitoplanctónica ya que se destacaron los géneros parte del grupo de las diatomeas como *Navícula*, *Gyrosigma*, *Surirella*, *Pinnularia* y *Nitzshia*. También estos resultados guardan relación con los parámetros orgánicos medidos en las muestras de agua, como el fosfato y amonio, en lo que respecta a la tercera campaña (noviembre 2016) y cuarta campaña (enero 2017).

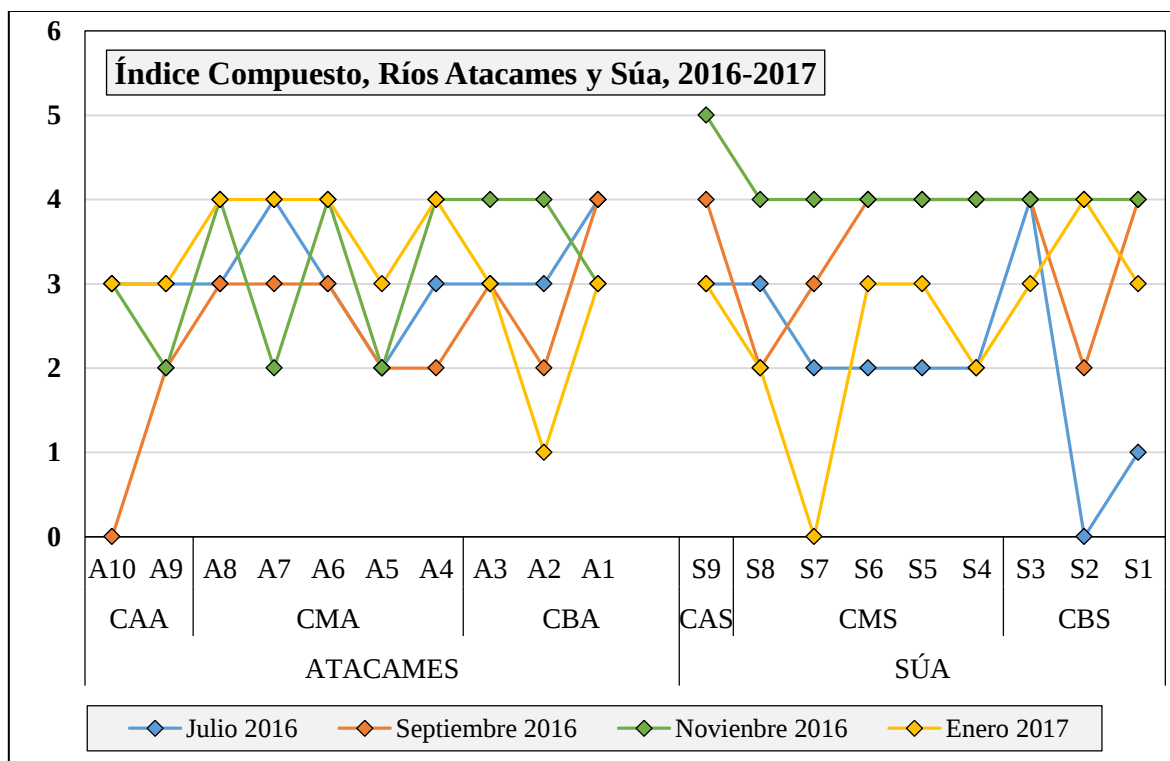


Figura N° 22: Índice Compuesto del río Atacames y del río Súa, 2016-2017

3.5.5. Índice de Palmer

En la Figura N° 23 se observa el Índice de Palmer que se encontró basado en los límites de polución orgánica en donde los niveles menor a 15 indicando que no hay polución orgánica presente, sin embargo, el mayor valor se lo registra en la Estación A7 de la Cuenca Media del Atacames en la campaña cuatro (enero 2017).

Sin embargo es importante destacar que el río Súa contó con los niveles más bajos de polución que el río Atacames. Estos resultados guardan relación con la medición de los parámetros Físico-Químico de Nitratos y Nitritos en las muestras de agua ya que estos parámetros tuvieron concentraciones bajas durante las cuatro campañas en todas las estaciones.

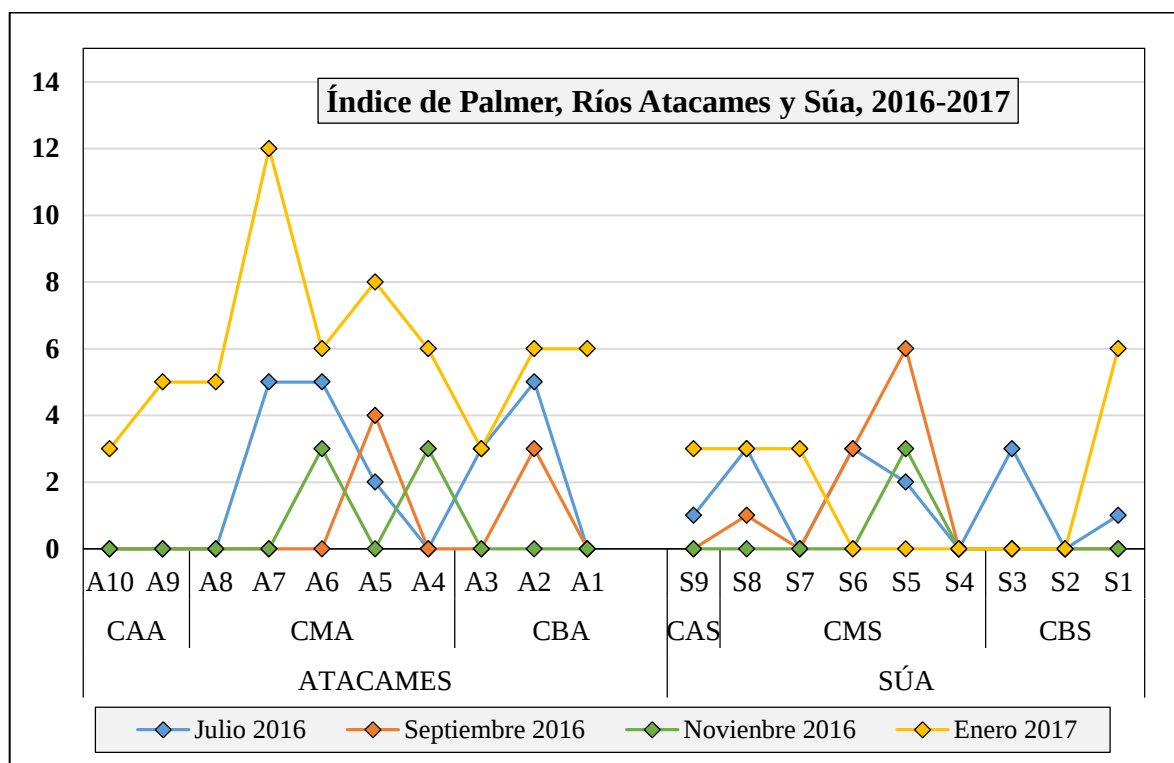


Figura N° 23: Índice de Palmer del río Atacames y del río Súa, 2016-2017

3.5.6. Índice Diatómico General

Este índice se basa en respuestas a diferentes grados de polución, a la adaptabilidad ecológica de los individuos y a su abundancia en el medio muestreado. Así, de esta manera los datos refieren a sensibilidad, amplitud ecológica y abundancia.

Como se observa en la Figura N° 24 el río Atacames tuvo valores más altos que el río Súa, ya que todas las estaciones del río Súa se encontraron con valores menores a 4 lo que indicó que existe una polución media, a excepción de la estación S9 de la tercera campaña (noviembre 2016) que indicó que tiene una polución moderada (eutrofización) con un valor de 4,21. El río Atacames también presentó niveles de polución media en todas sus estaciones a excepción de la estación A10 de la primera campaña (julio 2016) que indica que la polución del agua es moderada (eutrofización) con un valor de 4,18.

Promediando las cuatro campañas, se observa que ambos ríos tuvieron polución orgánica moderada, no superando valores de 3,9.

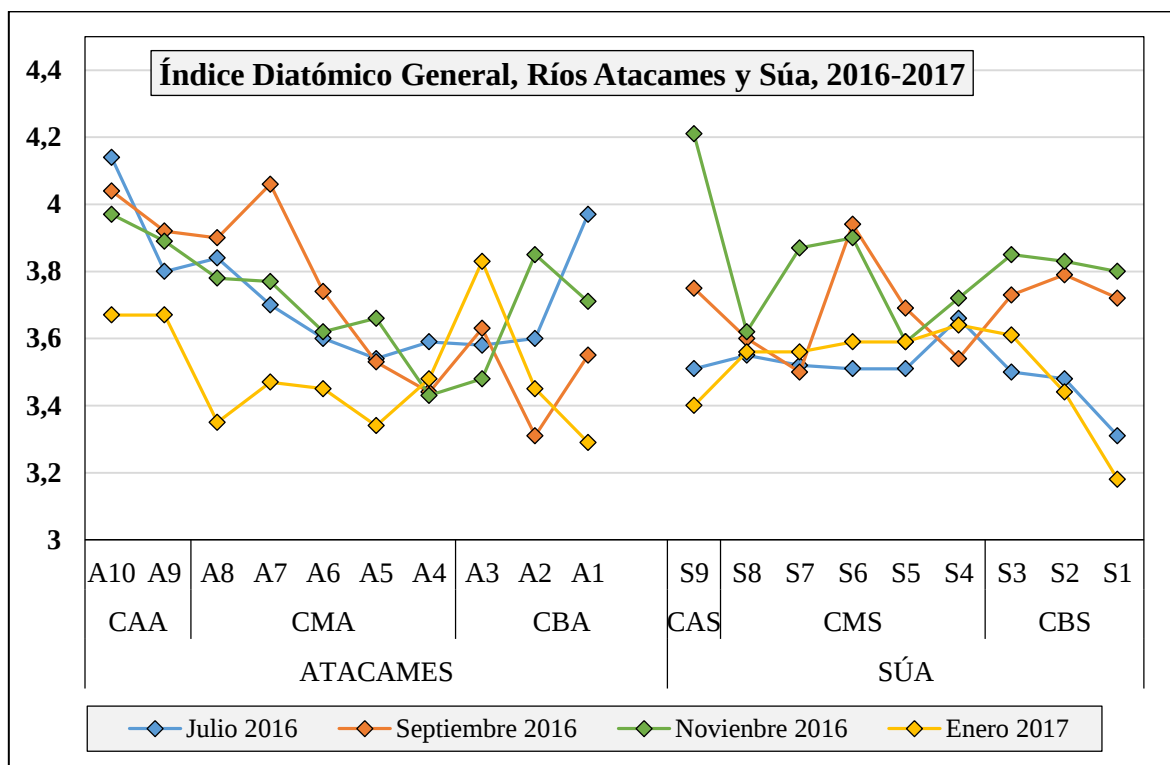


Figura N° 24: Índice Diatómico General del río Atacames y del río Súa, 2016-2017

3.5.7. Análisis de Componentes Principales

En la Tabla 14 se observa los códigos de colores empleados en las figuras sobre los componentes principales de acuerdo a la ubicación las de las cuencas de los ríos Atacames y Súa.

Tabla 14: Leyenda de los Análisis de Componentes Principales

Río	Cuenca	Estación	Código de Color
Atacames	Alta	A10, A9	
	Media	A8, A7, A6, A5, A4	
	Baja	A3, A2, A1	
Súa	Alta	S9	
	Media	S8, S7, S6, S5, S4	
	Baja	S3, S2, S1	

En la Figura N° 25 sobre la correlación de los componentes principales de los parámetros físico-químicos a nivel temporal observa que la conductividad eléctrica y los sólidos totales suspendidos agrupan a las estaciones de la cuenca baja del río Súa (S3, S2, S1) ya que tienen los niveles más altos de ambos parámetros, y estos mismos agrupan a las estaciones de las cuencas bajas de los ríos Atacames y Súa al opuesto (A10, A9, S9), ya que cuentan con los niveles más bajos de conductividad y sólidos suspendidos, estas agrupaciones se encuentran determinadas por el componente 1 (32,45%). En cambio el componente 2 (21,43%), agrupa a las estaciones de las cuencas bajas del río Atacames (A3, A2, A1), determinadas por las altas concentraciones de turbidez y fósforo los cuales van disminuyendo a medida que se eleva la cuenca. Sin embargo en la Figura N° 26 se observa el comportamiento a nivel espacial de los parámetros físico-químicos, el componente 2 (29,82%) agrupa a las estaciones de la cuenca alta del río Atacames opuesta a la estación de la cuenca alta del río Súa determinadas por las concentraciones de pH registradas, mientras que el componente 1 (43,84%) diferencia a las cuencas altas de las medias y bajas gracias a las concentraciones de nitrato, turbidez, fósforo y dureza registrados.

En la Figura N° 27 sobre la correlación de los componentes principales de los descriptivos ecológicos a nivel temporal, se observa que las estaciones de las cuencas altas de los ríos Atacames y Súa (A10, A9, S9) se encuentran agrupados gracias a la abundancia Fitoplanctónica

encontradas, haciéndolas opuestas por el componente 1 (46,35%) de las estaciones ubicadas en la cuenca media del río Atacames (A8, A7, A6, A5, A4), a su vez estas estaciones se encuentran determinadas por los descriptivos ecológicos de diversidad, índice diatómico y el índice compuesto.

Finalmente en la Figura N°28 sobre la correlación de los componentes principales de los géneros identificados en los ríos se observa que el componente 1 (34,04%) agrupan a las cuencas alta y media del río Atacames (A8, A7, A6, A5, A4, A3, A2, A1) determinados por la cantidad de individuos de los géneros, *Gyrosigma*, *Closterium* y *Anabaena* ya que conforme a los datos registrados, estos géneros obtuvieron baja abundancia de individuos en estas estaciones, a diferencia de las estaciones altas de los ríos Atacames y Súa (A10 y S9). En cambio el componente 2 (26,48%) diferencia a las estaciones de las cuencas bajas y alta del río Súa (S1, S2, S3 y S9), en donde se observa que el género *Pinnularia* se encuentra más abundante en las estaciones de la cuenca baja y en menor cantidad en la estación de la cuenca alta.

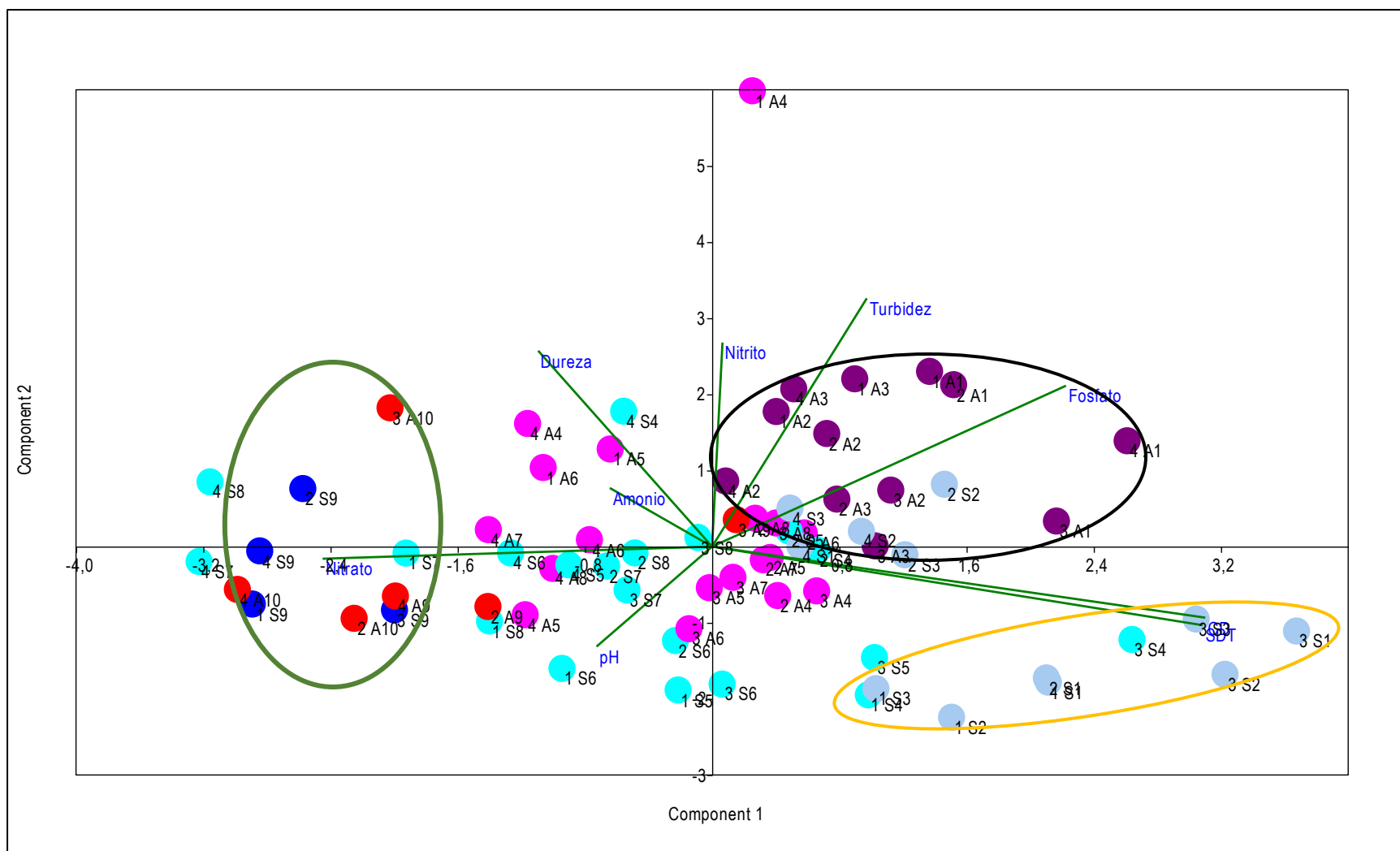


Figura N° 25: ACP temporal de parámetros físico-químicos del agua de los ríos Atacames y Súa, Primer componente 32,45% y segundo componente 21,43% (Correlación)

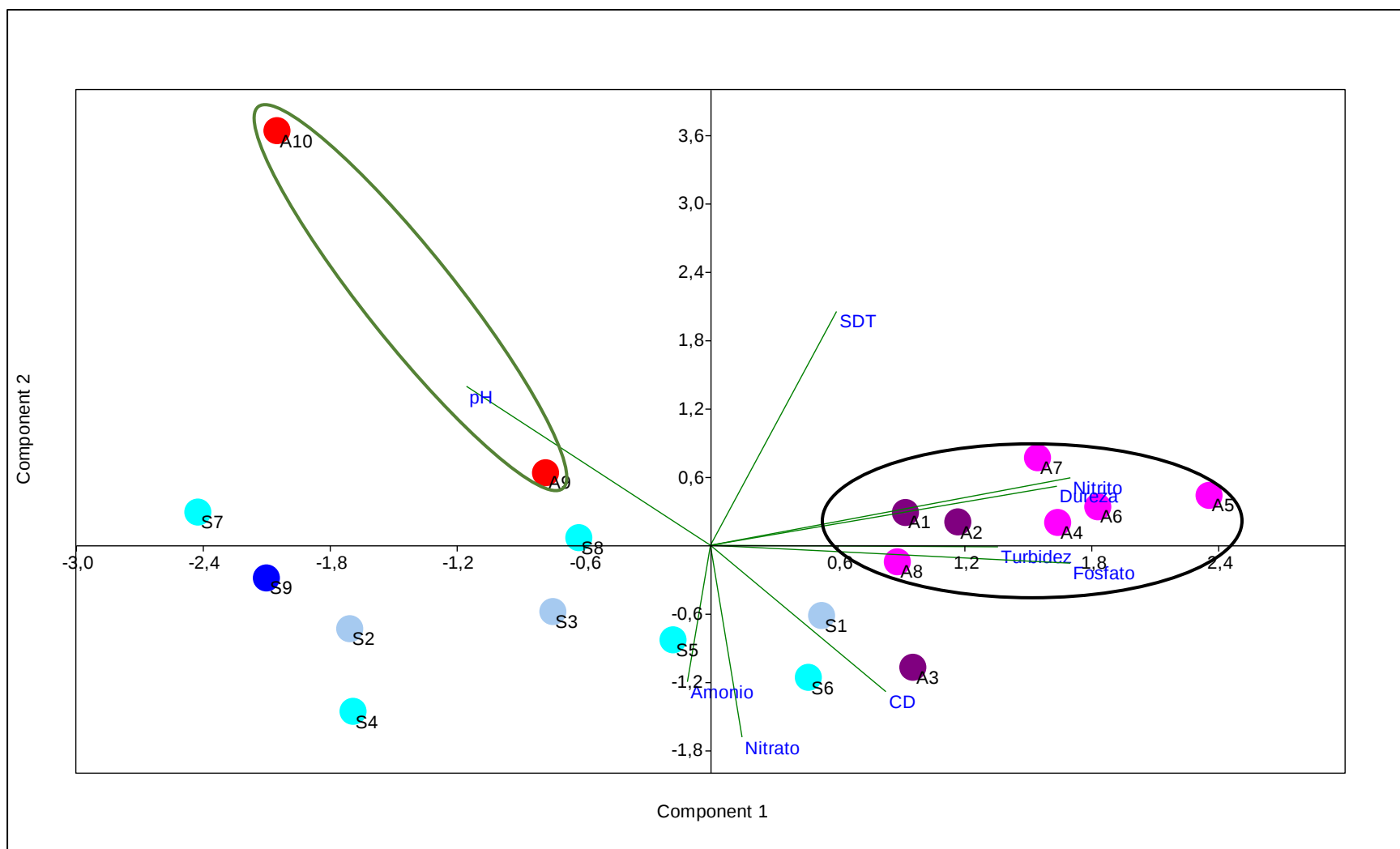


Figura N° 26: ACP espacial de parámetros físico-químicos del agua de los ríos Atacames y Súa, Primer componente 43,84% y segundo componente 29,82% (Correlación)

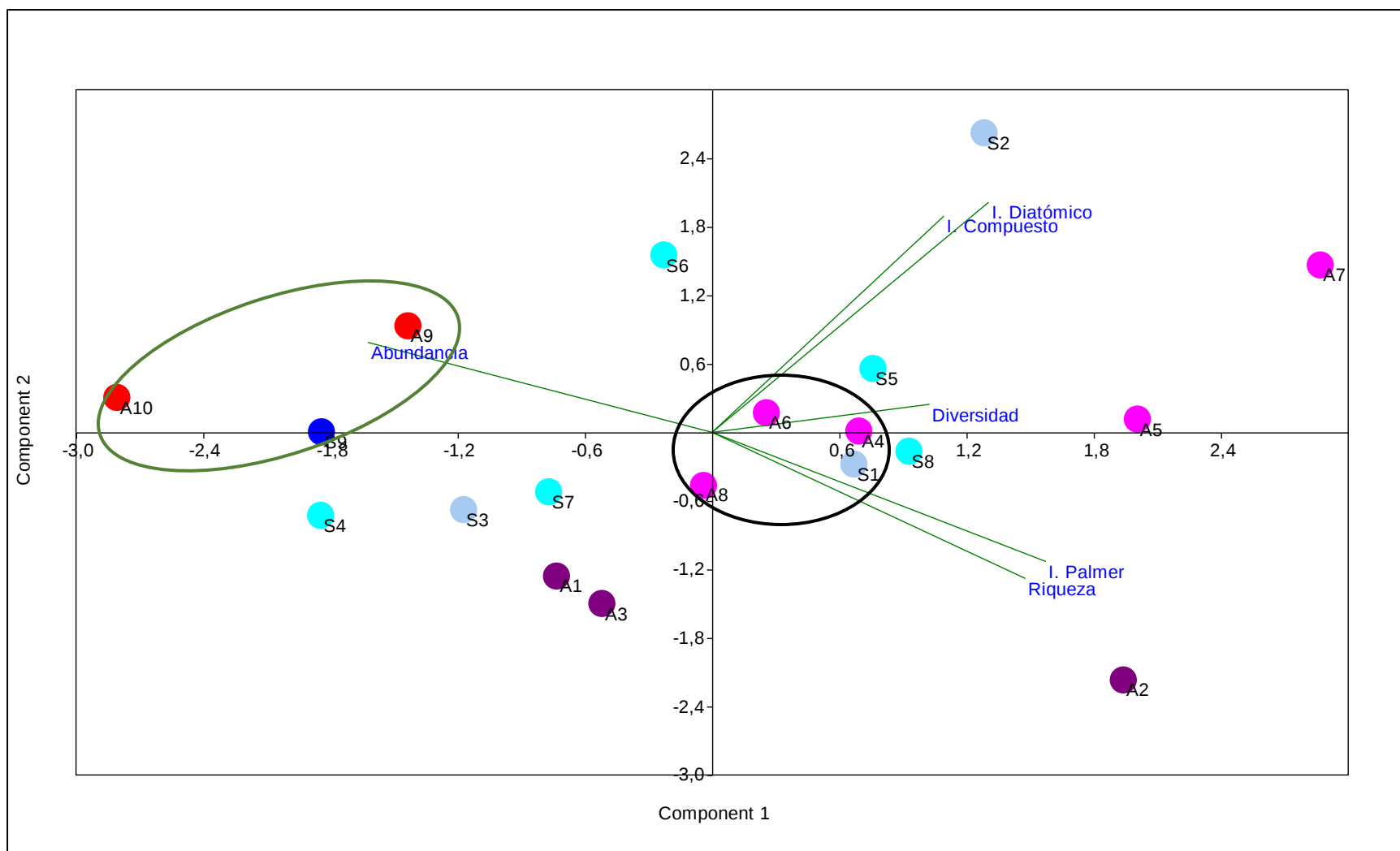


Figura N° 27: ACP espacial de los descriptivos ecológicos del agua de los ríos Atacames y Súa, Primer componente 46,35% y segundo componente 22,60% (Correlación)

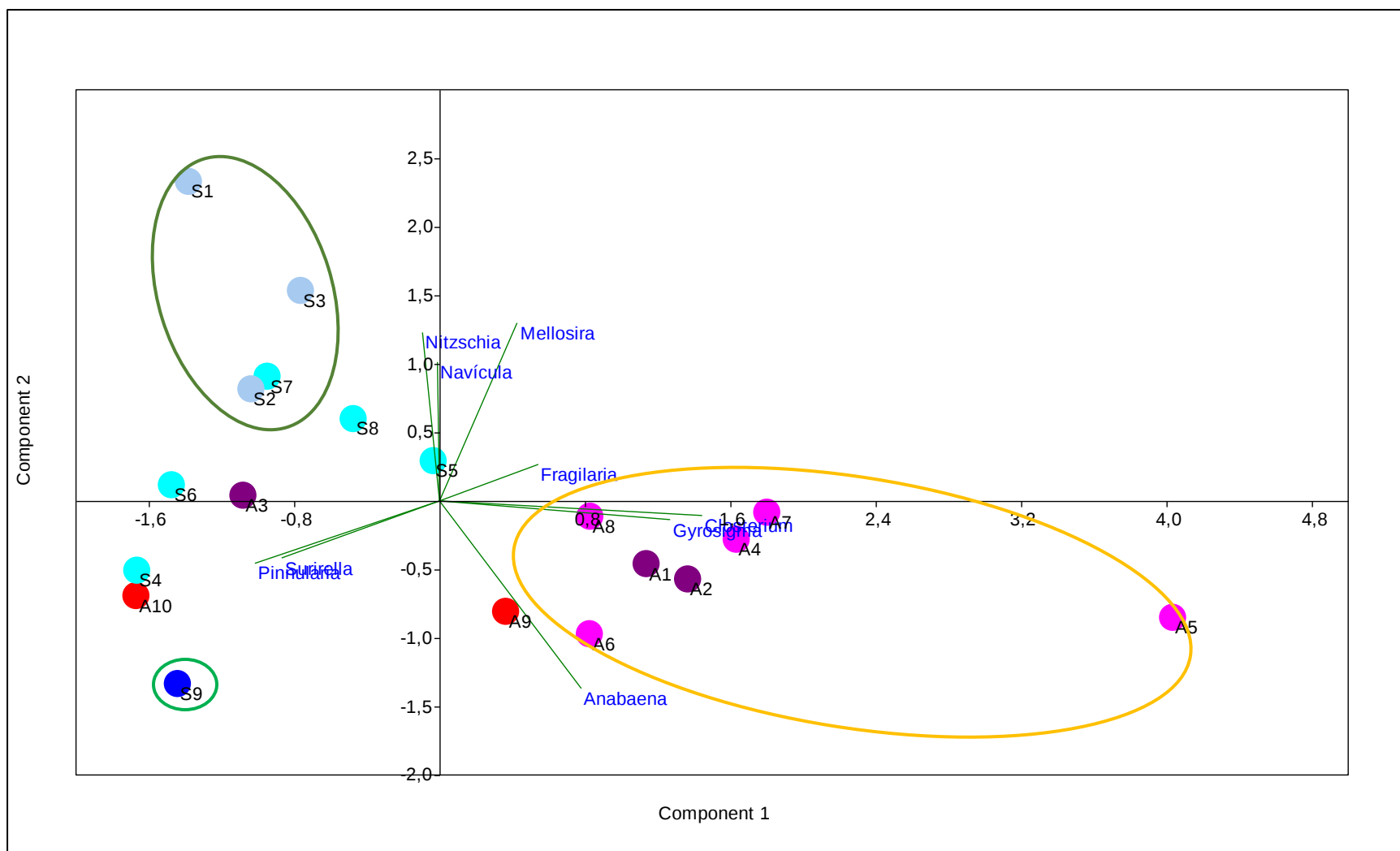


Figura N° 28: ACP espacial de los géneros identificados en el agua de los ríos Atacames y Súa, Primer componente 34,04% y segundo componente 26,48% (Correlación)

4. DISCUSIÓN

Se descarta la hipótesis planteada ya que de acuerdo a los resultados recopilados durante el estudio se demuestra que no existen diferencias ecológicas significativas de los ríos Atacames y Súa.

A Pesar de que el PDOT del Cantón Atacames 2014 manifiesta que los ríos Atacames y Súa a lo largo del tiempo han ido sufriendo cambios negativos en sus componentes naturales que le restan calidad al recurso hídrico. Donde la contaminación orgánica, los pesticidas, los desechos sólidos entre otros aspectos serían los causantes de este deterioro ambiental. En el presente estudio no se observó un escenario tan negativo pero tampoco se puede aseverar que ambos ríos presenten buenas condiciones pues en función de su comunidad Fitoplanctónica, además que este estudio estuvo limitado solo a agua dulce, en donde las estaciones de análisis no abarcaron a todo el recurso hídrico de los ríos Atacames y Súa como en el estudio del PDOT 2014.

En 1993 el Programa de Manejo de Recursos Pesqueros realizó un estudio en ambos ríos en la cual señaló que los problemas de calidad de agua se encuentran relacionados con otros problemas ligados a las actividades comerciales como la pesca, agricultura y turismo (Rivera, 2017) sin embargo los resultados del presente estudio no muestran un escenario tan negativo.

La turbidez, factor que influye en la productividad fotosintética de la comunidad Fitoplanctónica ya que la poca presencia de luz en el agua altera este proceso (Arcos & Gómez, 2006) arrojó mayormente que en el río Atacames en periodos de baja turbidez (enero 2017) aumentó considerablemente la abundancia Fitoplanctónica producto de que en se período de tiempo la pluviosidad fue más fuerte que en las otras campañas, situación que no se observó con tanta claridad en el río Súa. La primera campaña de estudio realizada en Julio del 2016 se presentaron los niveles más altos de turbidez, en cambio en la tercera campaña de investigación realizada en el mes de Noviembre del 2016 se obtuvieron valores bajos de turbidez lo que pudo ser influenciado por el periodo de escasa lluvia en que se hizo

la obtención de información ya que es una condición natural que afecta los niveles de turbidez.

Además, es importante recalcar que existe una relación entre la turbidez y la ubicación de las estaciones en los ríos analizados; en ambos ríos las estaciones de recolección de muestra que se encuentran en la cuenca media y baja tienen mayor turbidez.

El nitrito, un estado intermedio de la oxidación del nitrógeno, tanto en la oxidación del amoníaco en nitrato como en la reducción del nitrato (Franson, 1992), el uso descomunal de fertilizantes nitrogenados más la contaminación que causa la acumulación de excrementos de personas y animales, pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos en el agua (Albert, 1997).

A pesar de que a medida que se va llegando a la cuenca baja de los ríos no se evidenciaron altos niveles de nitratos, ni aumentos significativos respecto a las cuencas altas, sin embargo en la primera campaña realizada en julio del 2016, la estación 4 (cuenca media) del río Atacames los niveles de nitrito aumentaron considerablemente y esto se lo puede atribuir a que se pudo haber encontrado algún factor externo como orina de animal o algún otro componente durante la toma de muestra.

Basándose en el Acuerdo Ministerial N°097a, Anexo 1 sobre los criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre de aguas dulces, de estuarios y aguas marinas, tanto el río Atacames como el río Súa se encuentran dentro de los rangos permitidos de nitrito, ya que los niveles no superan el 0,2 mg/l. Estas concentraciones medidas en ambos ríos se determinaron mediante equipos que fueron diseñados para ser utilizados directamente en los puntos de muestreo, a pesar de ello son equipos que se debieron manipular con el debido cuidado y que posiblemente pudieran haber arrojado lecturas de baja sensibilidad respecto a análisis más sofisticados en laboratorios

Llama la atención que en el estudio los niveles de Nitrato fueron considerablemente altos en las Cuencas Altas de ambos ríos investigados con respecto a las cuencas medias y bajas, esto pudo ser debido a la presencia de fertilizantes nitrogenados como se mencionó anteriormente, lo que basándose en los límites máximo permisibles del Libro VI, para considerarse que la calidad del agua de estos ríos se encuentre bien alterada debería superar

los 13 mg/l, lo que no ocurre en este estudio, ya que el máximo valor registrado fue de 0,45 mg/l en la estación 10 del río Atacames (A10). Estos datos indicaron que la calidad del agua en ambos ríos no serían malas, y de acuerdo a la información ecológica recopilada como la diversidad e índices biológicos levantados en esta investigación permiten interpretar que tanto el río Atacames como el río Súa no se encuentran en un mal estado, sin embargo es importante indicar que en las cuencas bajas sí hubo mayor presencia de residuos contaminantes, lo que se refleja en los análisis de los componentes principales en donde se observó diferencia entre cuencas.

Echeverría, (2015), indicó en su tesis de grado realizada en 2015 en PUCESE denominada: “Estudio de la comunidad de fitoplancton en el río Atacames provincia de Esmeraldas en el periodo enero – abril del 2015 que se encontraron géneros de fitoplancton que son bioindicadores del estado ecológico del agua como lo son *Oscillatoria sp.*, *Gomphoneis sp.*, *Synedra sp.* y principalmente *Navicula sp.* y *Nitzschia sp.* que tuvieron una gran dominancia en todos los puntos de muestreo y que son indicadores de agua con alta carga orgánica, por lo cual el río Atacames no está en su mejor estado de conservación Echeverría, (2015), mismos que también se encontraron en los ríos Atacames y Súa en gran abundancia.

En cambio, Ortiz (20015) en su estudio señaló los géneros *Coconeis*, *Aulacoseira*, *Ephitemia* y *Lemnicolaestán* asociados a áreas con menor impacto antropogénico y en los puntos con mayor impacto presentaron los géneros de *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra* y *Gomphonemase* hace notable, señalando que las especies poco tolerantes ante la presencia de perturbaciones son reemplazadas por especies tolerantes a la polución y cambios en el medio.

Un estudio realizado en 2009 en las Corrientes del arroyo Darören Isparta, ubicado en Turquía, además de presentar características similares a los ríos estudiados también asoció la abundancia Fitoplanctónica con los registros físicos-químicos, en donde se encontraron especies altamente tolerables como *Nitzschia*, *Gomphonema*, *Navicula* al igual que en los ríos Atacames y Súa, pero también en ambos estudios se presentaron especies sensibles a la contaminación como: *Cymbella*, *Tabellaria*, *Diatoma*, que se presentan en sitios no contaminados o moderadamente contaminados (Kalyoncu, Lerzan, Akköz, & Yorulmaz, 2009).

En el presente trabajo se identificaron 30 géneros de Fitoplancton, donde la división Bacillariophyta presento la mayor riqueza específica, patrón que se ha venido presentado durante otras investigaciones similares ejecutadas en ecosistemas de agua dulce (Franco, Sulca, & Cáceres, 2003). Mientras que la investigación realizada por Echeverría en 2015 identificó solamente 14 géneros de fitoplancton en seis estaciones de muestreo en el río Atacames. Según (López & Altamirano, 2011), las algas que forman parte del grupo de las diatomeas forman uno de los grupos taxonómicos más cuantiosos en los sistemas acuáticos, lo que indica que en los ríos se presenta alrededor del 80-90% de la comunidad de microorganismos Fito planctónicos (Rivas, Gómez, & Monterrosa, 2010). Estas algas son un grupo de organismos con un gran número de especies, vasta distribución por todo el mundo y ampliamente distintas sensibilidades frente a la contaminación (Ciutti , 2005).

Peña, Palacios, & Ospina, (2005), señalan que la riqueza específica consigue aumentar o disminuir en respuesta perturbaciones que cambian la composición y calidad de agua, todo depende si estos representan tensión en las especies; lo que podría estar relacionado con la menor riqueza encontrada en la cuarta campaña de estudio realizada en el mes de Enero del 2017 en ambos ríos, además este factor se lo puede atribuir a la presencia de lluvias presentes durante los muestreos realizados en las respectivas estaciones de investigación, además en el río Atacames en la tercera campaña de estudio realizada en noviembre del 2016 se presenta un aumento considerado de riqueza en las cuencas medias y bajas. Comparando el río Atacames (2016-2017) con el estudio realizado por Echeverría en 2015 en el mismo río, se puede decir que en 2015 hubo más abundancia en la cuenca alta que en 2016. Sin embargo, en ambos estudios la abundancia en las cuencas media y baja en 2015 fueron disminuyendo a medida que se acercaba a la cueca baja y la misma situación se observó en esta investigación realizada en 2016.

La composición de especies de microalgas y cianobacterias varía a medida que aumenta la distancia espacial entre estos. Esto puede deberse a la influencia de focos contaminantes y su distancia a los sitios de muestreo (Calizaya, Avendaño, & Delgado, 2013). Entonces se puede indicar que en el presente estudio a medida que se acercaba a las estaciones de las cuencas medias y bajas en donde se encontraban mayores asentamientos humanos, se logró identificar géneros tolerantes a la alta polución orgánica tales como *Navicula* y

Oscillatoria). Por otro lado, en las 19 estaciones establecidas en los ríos Atacames y Súa durante las cuatro campañas de estudio se identificaron tanto géneros tolerantes a metales pesados: *Gomphonema* y *Navicula* como especies indicadoras de eutrofización: *Fragilaria*, *Melosira*, *Gomphonema* entre otros géneros (Velázquez , Israde, & Mendoza, 2006).

En general, los valores de pH y conductividad eléctrica aumentaron en dirección al mar, coincidiendo con (Martínez , Alvarado, & Señor, 2001), quienes hicieron un estudio en la cuenca baja del río Manzanares (Venezuela); además, se observa una relación directa entre ambos parámetros. Sin embargo, en la presente investigación realiza en los ríos Atacames y Súa se puede observar que el pH en la Cuenca Alta del río Atacames tiene variaciones significativas entre las campañas realizadas, en la estación 9 (A9) de la tercera campaña (Noviembre 2016) el pH pasa 7,26 a 8,51 en la segunda campaña de estudio (Septiembre 2016), lo que podría deberse a algún factor externo presente durante la toma de muestra. Esta fluctuación se la podría atribuir al caudal del río, ya que la turbidez en el mes de septiembre fue menor al mes de noviembre.

Según Morales, Arévalo, Ortega, Briceño, & Morales, (2006) las microalgas pueden desarrollarse a un pH entre 6 y 9, lo que explicaría su presencia en todos los sitios de muestreo. Los autores señalan, además, que las diatomeas predominan a valores de pH ligeramente ácidos, pues hay una mayor disponibilidad de nutrientes y CO₂. No obstante, en la presente investigación han sido registradas también a pH mayores a 8, lo que supone una competencia para las cianobacterias las cuales pueden estar presentes en este intervalo e incluso a pH mayores a 9 (Morales, Arévalo, Ortega, Briceño, & Morales, 2006) esto explicaría por qué las pocas especies de cianobacterias registradas durante las cuatro campañas de estudio. Lo que indica que las condiciones del agua en ambos ríos no son malas, ya que las cianobacterias generalmente se proliferan con mayor carga orgánica. La presencia de cianobacterias se explica ya que este grupo puede adaptarse a altas conductividades mediante el desarrollo de adaptaciones fisiológicas (Tolivia, Kundt, & Iglicki, 2010), además de que se las encuentra generalmente en los cuerpos de agua dulce.

Respecto al Índice Compuesto que hay en las 19 estaciones distribuidas en los ríos Atacames y Súa en las cuatro campañas bimensuales de estudios realizadas desde el mes de

Julio del 2016 hasta el mes de Enero del 2017 muestra a la mayoría de estaciones de las cuatro campañas de ambos ríos se encuentran en situaciones eutróficas y mesotróficas el cual probablemente se atribuya a que la composición baja de *Desmidiaceae* que presentaron los ríos. Durante el desarrollo de esta investigación se pudo concluir que este índice no fue bueno para este estudio ya que la información obtenida mediante el Índice Compuesto tuvo mucha deficiencia y no tuvo coherencia con los demás datos recopilados como los físico-químicos y los descriptivos ecológicos.

Por otro lado el Índice de Polución de Palmer el cual indica que si el valor registrado es menor a 15 implica que no hay polución orgánica presente, exhibió su mayor valor en la Estación 7 de la Cuenca Media del Atacames durante la campaña cuatro (Enero 2017). Aunque de acuerdo a este índice todas las estaciones presentaron buenas condiciones el río Atacames tuvo mayores valores que podrían atribuirse a que presenta actividades antropogénicas en el agua a mayor escala que en el río Súa (PDOT-Atacames, 2014). Además, es importante destacar que durante la cuarta campaña de estudio (Enero 2017) tanto como el río Atacames y el río Súa tuvieron valores elevados respecto a las otras campañas de estudio.

Ante lo expuesto se puede considerar que el fitoplancton tiene sensibilidad a diferentes clases de contaminación ya que esta puede afectar a ciertos géneros de Diatomeas que son perceptivas de cambios en el medio acuático. El índice Diatómico General se basa en respuestas a diferentes grados de polución, a la adaptabilidad ecológica de los individuos y a su abundancia en el medio muestreado. Así, de esta manera los datos refieren a sensibilidad, amplitud ecológica y abundancia.

Echeverría (2015), en su estudio muestra en sus resultados obtenidos que el río Atacames es un ecosistema alterado y que los valores del Índice Diatómico General es mayor en el punto más bajo que es las Brisas con una media de 2,11 a diferencia de Repartidero con un valor de 2,63 también a que hubo mayor abundancia del género *Nitzschia*, particularidad que en relación al I.D.G. este género es uno de los más resistentes a ecosistemas contaminados.

En cambio, en este estudio realizado el río Atacames presenta valores más altos que el río Súa, ya que todas las estaciones del río Súa se encuentran con valores menores a 4 lo que

indica que existe una polución media, a excepción de la estación 9 de la tercera campaña (noviembre 2016) que indica que tiene una polución moderada (eutrofización) con un valor de 4,21. El río Atacames también presenta niveles de polución media en todas sus estaciones a excepción de la estación 10 de la primera campaña (julio 2016) que indica que la polución del agua es moderada con un valor de 4,18.

Por lo tanto en río Atacames en el año 2015, según el estudio de Echeverría, el río presenta niveles de polución muy fuertes, sin embargo esta investigación realizada durante Julio del 2016 y Enero del 2017 presenta mediante el Índice Diatómico General que sí existe polución en el río Atacames pero en niveles moderados. A pesar que la metodología de investigación fue similar, hubieron parámetros que podrían atribuirse a la diferencia de información, Echeverría encontró 14 especies, en seis puntos del río Atacames, haciendo una campaña mensual durante cuatro meses desde enero del 2015 hasta abril del 2015 las cuales se realizaron en período de lluvia, teniendo su mayor pluviosidad en Febrero con casi 80 mm, mientras que este estudio fue realizado en 10 estaciones, en cuatro campañas bimensual desde Julio de 2016 hasta Enero 2017 tanto en periodo seco como lluvioso , al haber más estaciones y variabilidad de estación climática se obtuvieron más identificación de géneros (28) y más información.

En ambos ríos se puede observar que durante la cuarta campaña de estudio realizada en el mes de Enero de 2016 se encuentran niveles de polución más altos, que se pueden atribuir a la presencia de lluvias durante la recolección de muestras

En esta presente investigación se utilizaron tres índices biológicos que implementaron a las comunidades Fitoplanctónicas para conocer la calidad del agua, en cual el índice de Palmer fue el que tuvo mayor coherencia con los parámetros orgánicos ya que este género se basa principalmente en la resistencia de ciertos géneros Fitoplanctónicos a la contaminación orgánica, según este índice ambos ríos presentaron polución orgánica baja, lo que indicó que ambos ríos se encuentran con bajo deterioro de su estado ecológico, a pesar de haber poca polución orgánica, el río Atacames presentó mayores niveles de polución, sobre todo en la cuenca media y baja, estos datos fueron los que más se acercaron a la realidad de los ríos y el que tuvo mayor coherencia con todo los datos obtenidos.

CONCLUSIONES

- Se identificaron 30 diferentes géneros Fitoplanctónicos en los puntos de muestreos, existiendo mayor concentración celular de *Gyrosigma*, *Pinnularia*, *Nitzschia* y *Surirella* por ser géneros de ambiente cosmopolita y medio resistentes a los cambios bruscos que se puedan dar en el ambiente con presencia de polución orgánica, ambos río presentaron géneros altamente sensibles como altamente resistentes a la polución orgánica, lo que indica que el estado ecológico de los ríos Atacames y Súa son aceptables.
- Se descarta la hipótesis ya que no hay diferencia ecológica entre los ríos, debido a los valores obtenidos por la aplicación del índice de Palmer (sustentado bajo los resultados de los niveles de polución orgánica presente en el agua), indicando que el agua del río Atacames y río Súa y sus afluentes tienen contaminación de origen orgánico intermedio.
- Los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos coinciden con los resultados del índice de Palmer y Diatómico en donde mostraron que los ríos Atacames y Súa presentaron no presentaron gran contaminación orgánica, ya que los valores de amonio, nitrito, nitrato y fosfato se relacionan a grados de contaminación orgánica.
- Es estudio estuvo limitado por el alcance de las estaciones de análisis por lo que la información obtenida se centra más en la contaminación de los ríos de las zonas rurales que en las zonas urbanas.

RECOMENDACIONES

.

- Dentro de los estudios de composición, distribución y abundancia del Fitoplancton, realizar los muestreos en meses que incorporen los dos cambios estacionales: invierno y verano, como se lo realizó en este estudio, pero en un periodo de tiempo más largo.
- Se deben realizar estudios continuos de monitoreo de calidad de agua mediante el uso de la comunidad Fitoplanctónica con mayor frecuencia en tiempo y espacio en estas zonas determinando la estabilidad de las especies, debido a los factores antrópicos que estén rodeando al medio y a la variabilidad ambiental.
- Implementar el análisis de más índices que ayuden en el fortalecimiento de información.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdo Ministerial 061 MAE. (04 de Mayo de 2015). *Reforma del libro VI De Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>
- Acuña, A., Aguilera, R., Aguayo, M., Azócar, G., Barra, R., Fuentes, D., . . . Mendoza, R. (2003). *Conceptos básicos sobre medio ambiente y desarrollo*. Buenos Aires, Argentina: Four Communication. doi:ISBN: 987-20598-8-8
- Albert, L. (1997). Introducción a la toxicología ambiental. *Nitritos y Nitrato*, 279-296.
- Alegre, E., Blanco, S., Castejón, M., López, R., & Sánchez, L. (Septiembre de 2004). Segmentación autónoma y extracción de características geométricas en diatomeas. *Jornadas de Automática, XXV*, 8-10.
- Aquino, E. (2011). *Colecta de microalgas*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/martinsc26/colecta-de-microalgas>
- Araya, P., & Clüsener, M. (2010). Reservas de la Biosfera su contribución a la provisión de servicios de los ecosistemas. *UNESCO*. doi:978-956-332-417-4
- Arcos, M., & Gómez, A. (2006). Microalgas perifíticas como indicadoras del estado de las aguas de un humedal urbano Jaboque, Bogotá D.C., Colombia. *NOVA Publicación Científica*(4), 60-79.
- Bellinger, E. (2010). Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators. *Algae as Bioindicators*, 100-112.
- Bere, T. (2011). The diatom assemblages as indicators of field and laboratory conditions in lotic systems : conservation and water quality management in São Carlos - SP catchment , Brazil. *UFSCar*. Obtenido de <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/1723/3810.pdf?sequence=1>

- Bikuña, B., & Fraile, H. (2008). Protocolos de muestreo y análisis de organismos fitobentónicos en ríos y valoración del estado, según la Directiva 2000/60/CE. *Anbiotek SL*, 53.
- Calizaya, J., Avendaño, M., & Delgado, I. (2013). Evaluación de la calidad del agua fluvial con diatomeas (Bacillariophyceae), una experiencia en Tacna, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*(30), 58-63.
- Cardona, A. (2013). Calidad y riesgo de contaminación de las aguas. *Escuela de Postgrado manejo integrado de cuencas hidrográficas*, 1-186.
- Ceballos, M. (2014). Control biológico de plagas. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos29/control-plagas/control-plagas.shtml>
- Chang, J. (2009). Procesos Estuarinos. *FIMCM-ESPOL*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6230/1/Capitulo%201%20Definiciones.pdf>
- Cimera. (2015). *Fitoplancton*. Obtenido de <http://www.cimera.es/el-fitoplancton-bioindicadores-acuaticos-contaminacion/>
- Ciutti, F. (2005). Il monitoraggio dei corsi d'acqua con indicatori algali (diatomee). *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità.*, 393-397.
- Constitución del Ecuador, R. O. (20 de Octubre de 2008). *Registro Oficial 449*. Obtenido de <http://pdba.georgetown.edu/Parties/Ecuador/Leyes/constitucion.pdf>
- Dell'Uomo, A. (2004). L'Indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione (EPI-D) Nel Monitoraggio Delle Acque Correnti. *Dipartimento di Botanica ed Ecologia, Università di Camerino*.
- Echeverría, M. (2015). *Estudio de la comunidad de fitoplancton en el río Atacames provincia de Esmeraldas en el periodo Enero – Abril del 2015*. Esmeraldas.

- Echeverría, M. (2015). *ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON EN EL RÍO ATACAMES PROVINCIA DE ESMERALDAS EN EL PERIODO ENERO – ABRIL DEL 2015*. Esmeraldas.
- FAO. (1992). *Pesca Fluvial*. Recuperado el 30 de Julio de 2016, de FAO DOCUMENTO TECNICO DE PESCA 262: <http://www.fao.org/docrep/003/T0537S/T0537S04.htm>
- FAO. (1993). Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y. 385.
- Franco, J., Sulca, L., & Cáceres, C. (2003). Fitoplancton del río altoandino "Kaño" - Tacna (Cordillera suroccidental del Perú). *Ciencia & Desarrollo*, 49-55.
- Franson, M. (1992). Métodos normativos para el análisis de agua potable y residuales. 1576.
- García, H. (2010). *Fundación Educativa*. Obtenido de Publicación “Los Éstuarios” de la Oficina de Educación y Publicaciones del Departamento de Recursos Naturales. Auspiciado por el Programa de Manejo de la Zona Costanera bajo la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos.: http://www.proyectosalohogar.com/Recursos_naturales/Estuarios.htm
- Hahn-von, C., Toro, D., Granjales, A., Duque, G., & Serna, L. (12 de Noviembre de 2009). *DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE INDICADORES BIOLÓGICOS Y FISICOQUÍMICOS, EN LA ESTACIÓN PISCÍCOLA, UNIVERSIDAD DE CALDAS, MUNICIPIO DE PALESTINA, COLOMBIA*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v13n2/v13n2a06.pdf>
- Herbas, R., Rivero, F., & Gonzáles, A. (2006). Indicadores Biológicos de Calidad de Agua. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/58999749/indicadores-Biologicos-Calidad-Agua>
- Jiménez, P. (Diciembre de 2011). *Contaminación del río Atacames y su impacto en la comunidad de peces*. Recuperado el 03 de Agosto de 2016, de https://www.researchgate.net/publication/283422306_Contaminacion_del_rio_Atacames_y_su_impacto_en_la_comunidad_de_peces

- Junshum, P., Choonluchanon, S., & Traichaiyaporn, S. (2008). Biological indices for classification of water quality around Mae Moh power plant, Thailand. *Mj. Int. J. Sci. Tech, II*(1), 24-36.
- Kalyoncu, H., Lerzan, N., Akköz, C., & Yorulmaz, B. (2009). Comparative performance of diatom indices in aquatic pollution assessment. *African Journal of Agricultural Research, IV*(10), 1032-1040. doi:1991-637X
- Kelly, M., Penny, C., & Whitton, B. (1995). Comparative performance of benthic diatom indices used to assess river water quality. *Hydrobiol*(302), 179-188.
- Lenntech. (2006). *Agua residual & purificación del aire*. Recuperado el 04 de Agosto de 2016, de http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/3_Calidad_del_agua.pdf
- Lobo, E., Salomoni, S., Rocha, O., & Callegoro, V. (2006). Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. *Hydrobiol*(559), Rio Grande do Sul, Brazil.
- López, F., & Altamirano, M. (2011). Diatomeas bentónicas de los oasis de Baja California Sur [Informe Final SNIBCONABIO, CONABIO, Proyecto No. HJ032]. *Universidad Autónoma de Baja California Sur*.
- Martínez, G., Alvarado, J., & Señor, W. (2001). Estudio físicoquímico químico de las aguas superficiales de la cuenca baja y pluma del río Manzanares. *Interciencia*(26), 342-351.
- Morales, N., Arévalo, K., Ortega, J., Briceño, B., & Morales, E. (2006). El pH y la fuente nitrogenada como moduladores del crecimiento de la macrófita *Lemna* sp. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*(23), 67-79.
- Nygaard, G. (1949). *Hydrobological studies in some danish ponds and lakes. Part II. The quianyirnf hypothesis and some new or little known phytoplankton organisms*. Kon. Dansk.

- PDOT-Atacames. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Atacames 2014-2019*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/0860001050001_PDOT%20CANTON%20ATACAMES%20ETAPA%20DIAGN%3%93STICO_12-03-2015_12-08-05.pdf
- Peña, E., Palacios, M., & Ospina, N. (2005). Algas como indicadoras de contaminación. *Universidad*.
- Pérez, E., Lodeiros, C., Semidey, D., Uribe, E., & Freitas, L. (2016). Crecimiento, supervivencia e influencia de factores ambientales en tres cohortes de la ostra perla *Pinctada imbricata*, en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Latin american journal of aquatic research*, XXXIV(1). doi:<http://dx.doi.org/10.3856/vol44-issue1-fulltext-10>
- Pinilla, G. (1998). *Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia*. U. Jorge Tadeo Lozano.
- Prygiel, J., & Haury, J. (2006). Monitoring methods based on algae and macrophytes. In *Biological Monitoring of Rivers: Applications and perspectives*. John Wiley & Sons, 155-170.
- Rivas, A., Gómez, R., & Monterrosa, A. (2010). Consideraciones generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales ríos de El Salvador. (J. Sermeño, & M. Springer, Edits.) (*SEDI/AICD*), 1-48.
- Rivas, A., Gómez, R., & Monterrosa, A. (2010). Consideraciones generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales ríos de El Salvador. En Sermeño, J.M. & M. Springer (eds.). *Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas*. *Universidadde El Salvador*.
- Rivas, A., Gómez, R., & Monterrosa, A. (Marzo de 2010). Consideraciones Generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales ríos del El Salvador. Obtenido de

[http://ri.ues.edu.sv/9092/1/GUIA%20DIATOMEAS%20RIOS%20EL%20SALVA%20DOR%20\(2.3MB\).pdf](http://ri.ues.edu.sv/9092/1/GUIA%20DIATOMEAS%20RIOS%20EL%20SALVA%20DOR%20(2.3MB).pdf)

- Rivera, J. (2017). Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. (F. I. ECOFUND, Ed.) *ECOLAP y MAE*, 42-53.
- Rodríguez, A. (2002). *Caracterización de la calidad de aguas y sedimentos del río Atacames*. Obtenido de http://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta12/OC E1201_3.pdf
- Sanchez, M., Suárez, L., Vidal, R., & Gómez, R. (19 de Octubre de 2010). *Evaluación de Estado Ecológico en ríos mediterráneos en España*. Obtenido de <http://ocw.um.es/ciencias/avances-ecologicos-para-la-sostenibilidad-de-los/lectura-obligatoria-1/leccion12/sanchez-montoya-et-al-2010b.pdf>
- Sladeczek, V. (1973). System of Water Quality from the Biological point of View.- Arch. Hydrobiol. *Limnol*(7), 1-218.
- Stevenson, R., & Pan, Y. (1999). Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. In: Stoermer EF, Smol JP. The Diatoms: Applications for the Environ. and Earth Sci. *University Press*, 11.
- Tolivia, A., Kundt, M., & Iglicki, A. (2010). Utilización de microalgas bentónicas para la evaluación ecológica de cuerpos de agua. *Laboratorio de Radioecología*.
- Velázquez , M., Israde, I., & Mendoza, M. (2006). Uso de diatomeas para la evaluación de la calidad del agua del río Turbio, afluente del río Lerma, México. En Simposio “Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos en Michoacán”. *Congreso Mexicano de Ecología*.

ANEXOS

Tabla 15: Parámetros Físico-Químicos de la Primera Campaña (Julio-2016)

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS											
PRIMERA CAMPAÑA (JULIO - 2016)	CUENCA	ESTACIÓN	pH	CD	SDT	Turbidez	Dureza	Nitrato	Nitrito	Amonio	Fosfato
	CAA	A10	7,91	602	301	5	7,58	0,35	0,002	0,08	0,9
		A9	7,88	737	370	10	5,58	0,21	0,002	0,02	0,8
	CMA	A8	8,17	696	347	16	6,6	0,1	0	0,06	1,02
		A7	8,31	660	325	10	5,08	0,05	0,005	0,005	0,93
		A6	8,21	670	332,5	10	4,92	0,06	0,006	0,09	0,87
		A5	8,11	680	340	10	6,24	0,06	0,007	0,005	1,03
		A4	8,34	685	343	20	5,36	0,02	0,1	0,005	1,32
	CBA	A3	8,18	720	360	20	4,24	0,03	0,001	0,005	1,69
		A2	8,2	736	365	12	4,94	0,03	0,016	0,005	1,43
		A1	7,77	822	410	17	4,66	0,05	0,005	0,04	1,59
	CAS	S9	8,22	569	307	3	3,2	0,29	0,005	0,005	0,45
	CMS	S8	8,03	605	303	0	2,2	0	0,008	0,005	0,42
		S7	8,38	616	307	0	8,33	0	0	0,02	0,62
		S6	8,46	687	343	0	2,42	0	0,002	0,005	0,57
		S5	8,53	761	380	0	1,4	0	0,002	0,005	0,74
		S4	8,21	884	443	0	0,26	0	0,004	0,005	0,82
	CBS	S3	7,93	932	465	0	0,51	0,01	0,005	0,03	0,55
		S2	8,29	1015	507	5	0,025	0,02	0,002	0,01	0,42
		S1	8,47	1026	512	6	0,025	0,04	0	0,005	1,1

Tabla 16: Parámetros Físico-Químicos de la Segunda Campaña (Septiembre-2016)

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS											
	CUENCA	ESTACIÓN	pH	CD	SDT	Turbidez	Dureza	Nitrato	Nitrito	Amonio	Fosfato
SEGUNDA CAMPAÑA (SEPTIEMBRE - 2016)	CAA	A10	8,35	644	344	1	2,47	0,33	0,0025	0,04	0,94
		A9	8,36	565	306	5	0,99	0,03	0,009	0,005	0,56
	CMA	A8	8,51	785	410	14	2,17	0,13	0,009	0,005	1,13
		A7	8,19	684	369	2	2,29	0	0,007	0,005	1,46
		A6	8,3	707	382	6	1,62	0,01	0,01	0,02	1,5
		A5	8,37	703	378	5	1,99	0	0,009	0,005	1,34
		A4	8,25	712	385	4	0,47	0	0,01	0,005	1,14
	CBA	A3	8,01	692	374	8	1,36	0,01	0,01	0,005	1,53
		A2	8,03	714	385	9	4,68	0,03	0,009	0,005	1,69
		A1	7,84	805	434	11	6,46	0,02	0,008	0,005	1,8
	CAS	S9	8,31	544	293	0	8,38	0,15	0,012	0,005	0,92
	CMS	S8	8,06	637	344	3	2,77	0	0,011	0,005	0,92
		S7	8,3	644	348	3	3,32	0,01	0,01	0,005	0,91
		S6	8,56	725	391	2	2,26	0	0,007	0,005	0,8
		S5	8,56	785	424	8	4,25	0	0,012	0,01	1,08
		S4	8,19	787	425	9	2,19	0,03	0,009	0,005	0,96
	CBS	S3	8,01	906	489	4	5,13	0,01	0,009	0,005	0,92
		S2	7,92	982	530	2	10,47	0,02	0,005	0,005	1,19
		S1	8,02	1035	554	4	0,1	0,02	0,01	0,02	0,56

Tabla 17: Parámetros Físico-Químicos de la Tercera Campaña Noviembre-2016)

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS											
	CUENCA	ESTACIÓN	pH	CD	SDT	Turbidez	Dureza	Nitrato	Nitrito	Amonio	Fosfato
TERCERA CAMPAÑA (NOVIEMBRE - 2016)	CAA	A10	8,28	655	353	19	3,88	0,45	0,007	0,06	1,17
		A9	7,26	669	360	9	0,38	0,06	0,004	0,01	0,81
	CMA	A8	8,15	684	368	7	1,83	0,02	0,008	0,005	1,41
		A7	8,3	673	364	5	1,84	0	0,002	0,005	1,26
		A6	8,3	706	381	0	1,21	0,03	0,002	0,06	1,16
		A5	8,42	704	380	2	2,55	0,01	0,01	0,005	1,16
		A4	8,11	724	391	4	1,07	0,02	0	0,005	1,39
	CBA	A3	7,88	751	406	3	2,49	0,02	0,001	0,005	1,61
		A2	8,08	761	411	8	2,69	0,04	0,008	0,005	1,68
		A1	7,84	867	468	5	1,43	0,02	0,003	0,06	1,91
	CAS	S9	8,12	595	322	4	1,0325	0,2	0,008	0,02	0,5
	CMS	S8	7,9	644	348	8	1,64	0	0,005	0,005	0,92
		S7	8,1	647	349	4	1,78	0	0,008	0,005	0,7
		S6	8,39	803	432	0	1,88	0	0,008	0,005	0,49
		S5	8,48	888	480	3	1,715	0	0,009	0,01	0,78
		S4	7,93	1040	562	1	1,36	0,01	0,011	0,005	1,11
	CBS	S3	7,86	1061	572	1	1,34	0	0,013	0,005	1,29
		S2	7,93	1138	614	2	0,91	0,01	0,008	0,01	0,95
		S1	8,02	1144	618	4	0,85	0	0,01	0,02	1,31

Tabla 18: Parámetros Físico-Químicos de la Cuarta Campaña (Enero-2017)

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS											
	CUENCA	ESTACIÓN	pH	CD	SDT	Turbidez	Dureza	Nitrato	Nitrito	Amonio	Fosfato
CUARTA CAMPAÑA (ENERO - 2017)	CAA	A10	8,12	550	297	2	3,06	0,27	0	0,08	0,59
		A9	8,3	556	303	2	2,67	0,07	0,003	0,07	0,63
	CMA	A8	8,08	602	325	0	4,54	0	0,003	0,005	0,93
		A7	8,2	591	317	2	5,84	0	0,003	0,05	0,86
		A6	8,09	630	339	4	4,3	0,02	0,005	0,005	0,91
		A5	8,12	641	344	1	3,63	0	0	0,04	0,5
		A4	7,92	608	330	7	3,16	0,01	0,007	0,28	1,12
	CBA	A3	7,75	644	348	17	2,81	0,02	0,01	0	1,33
		A2	7,82	654	351	7	3,13	0,04	0,003	0,03	1,43
		A1	7,64	947	512	14	2,89	0	0	0,11	1,57
	CAS	S9	7,66	446	242	0	3,9	0,1	0,008	0,005	0,36
	CMS	S8	7,84	474	256	9	3,65	0,3	0,009	0,01	0,56
		S7	7,95	503	271	4	3,34	0,31	0,004	0,005	0,52
		S6	8,16	572	310	5	3,29	0	0,009	0,001	0,61
		S5	8,09	614	335	4	2,62	0	0,012	0,005	0,61
		S4	8,04	683	368	13	7,8	0	0,009	0,02	0,69
	CBS	S3	7,85	774	385	9	2,91	0	0,011	0,005	0,85
		S2	7,73	777	413	7	1,66	0,02	0,009	0,005	1,09
		S1	7,91	765	414	5	3	0,02	0,008	0,005	1,02

Tabla 19: Descriptivos ecológicos de la Primera Campaña (Julio-2016)

DESCRIPTIVOS ECOLÓGICOS								
	CUENCA	ESTACIÓN	Abundancia	Diversidad	Riqueza	Índice Compuesto	Índice de Palmer	Índice Diatómico General
PRIMERA CAMPAÑA (JULIO - 2016)	CAA	A10	669,87	3,56	15	3	0	4,14
		A9	1958,09	3,32	18	3	0	3,80
	CMA	A8	5301,72	3,21	18	3	0	3,84
		A7	5805,56	3,24	18	4	5	3,70
		A6	4792,16	3,41	17	3	5	3,60
		A5	3742,50	3,54	20	2	2	3,54
		A4	4353,21	3,52	18	3	0	3,59
	CBA	A3	4341,76	3,51	19	3	3	3,58
		A2	4084,12	3,57	18	3	5	3,60
		A1	2246,27	3,65	18	4	0	3,97
	CAS	S9	2626,05	3,52	17	3	1	3,51
	CMS	S8	4299,78	3,42	19	3	3	3,55
		S7	3950,53	3,46	18	2	0	3,52
		S6	4078,39	3,63	17	2	3	3,51
		S5	3234,85	3,36	15	2	2	3,51
		S4	2240,54	3,67	18	2	0	3,66
	CBS	S3	5395,24	3,60	17	4	3	3,50
		S2	1948,54	3,72	17	0	0	3,48
		S1	5057,44	3,64	20	1	1	3,31

Tabla 20: Descriptivos ecológicos de la Segunda Campaña (Septiembre-2016)

DESCRIPTIVOS ECOLÓGICOS								
	CUENCA	ESTACIÓN	Abundancia	Diversidad	Riqueza	Índice Compuesto	Índice de Palmer	Índice Diatómico General
SEGUNDA CAMPAÑA (SEPTIEMBRE - 2016)	CAA	A10	1736,71	3,03	10	0	0	4,04
		A9	2505,82	3,78	18	2	0	3,92
	CMA	A8	3992,51	3,50	17	3	0	3,90
		A7	2828,35	3,06	16	3	0	4,06
		A6	2435,20	3,27	14	3	0	3,74
		A5	4774,98	3,67	19	2	4	3,53
		A4	2689,03	3,37	15	2	0	3,44
	CBA	A3	2996,29	3,81	19	3	0	3,63
		A2	2963,85	2,95	14	2	3	3,31
		A1	2053,51	3,42	16	4	0	3,55
	CAS	S9	3408,52	3,68	17	4	0	3,75
	CMS	S8	3477,23	3,56	17	2	1	3,60
		S7	2189,01	3,70	18	3	0	3,50
		S6	7198,74	3,88	20	4	3	3,94
		S5	5950,60	3,55	19	4	6	3,69
		S4	2057,33	3,77	16	4	0	3,54
	CBS	S3	4097,48	3,42	18	4	0	3,73
		S2	4051,67	3,54	17	2	0	3,79
		S1	3423,79	3,71	18	4	0	3,72

Tabla 21: Descriptivos ecológicos de la Tercera Campaña Noviembre-2016)

DESCRIPTIVOS ECOLÓGICOS								
	CUENCA	ESTACIÓN	Abundancia	Diversidad	Riqueza	Índice Compuesto	Índice de Palmer	Índice Diatómico General
TERCERA CAMPAÑA (NOVIEMBRE - 2016)	CAA	A10	2952,40	3,71	20	3	0	3,97
		A9	1835,94	3,75	19	2	0	3,89
	CMA	A8	3240,58	3,94	19	4	0	3,78
		A7	3660,44	3,65	18	2	0	3,77
		A6	4227,25	3,64	21	4	3	3,62
		A5	3822,66	3,78	19	2	0	3,66
		A4	3704,33	3,70	17	4	3	3,43
	CBA	A3	3393,25	3,86	19	4	0	3,48
		A2	4219,62	3,73	21	4	0	3,85
		A1	2736,74	3,68	16	3	0	3,71
	CAS	S9	2379,86	3,70	17	5	0	4,21
	CMS	S8	2902,78	3,56	18	4	0	3,62
		S7	1386,36	3,48	13	4	0	3,87
		S6	5796,01	3,69	17	4	0	3,90
		S5	3257,75	3,70	17	4	3	3,59
		S4	1198,52	3,60	15	4	0	3,72
	CBS	S3	2717,66	3,02	16	4	0	3,85
		S2	4391,38	3,27	14	4	0	3,83
		S1	3965,79	3,61	17	4	0	3,8

Tabla 22: Descriptivos ecológicos de la Cuarta Campaña (Enero-2017)

DESCRIPTIVOS ECOLÓGICOS								
	CUENCA	ESTACIÓN	Abundancia	Diversidad	Riqueza	Índice Compuesto	Índice de Palmer	Índice Diatómico General
CUARTA CAMPAÑA (ENERO - 2017)	CAA	A10	8383,89	3,49	21	3	3	3,67
		A9	9740,81	3,31	15	3	5	3,67
	CMA	A8	8191,14	3,75	21	4	5	3,35
		A7	14615,04	3,61	15	4	12	3,47
		A6	8799,94	3,83	20	4	6	3,45
		A5	13937,53	3,36	15	3	8	3,34
		A4	7055,60	3,22	17	4	6	3,48
	CBA	A3	2769,19	3,62	16	3	3	3,83
		A2	9798,07	3,24	11	1	6	3,45
		A1	5929,61	3,54	20	3	6	3,29
	CAS	S9	3792,12	3,15	16	3	3	3,40
	CMS	S8	4183,36	3,26	15	2	3	3,56
		S7	2969,86	3,27	13	0	3	3,56
		S6	2942,86	3,67	18	3	0	3,59
		S5	2727,20	3,52	15	3	0	3,59
		S4	2240,54	3,67	18	2	0	3,64
	CBS	S3	2543,99	3,59	16	3	0	3,61
		S2	1948,54	3,72	17	4	0	3,44
		S1	5143,32	3,58	16	3	6	3,18

Tabla 23: Géneros de Fitoplancton identificados en la Primera Campaña (Julio-2016)

GÉNEROS DE FITOPLANCTON IDENTIFICADOS																									
PRIMERA CAMPAÑA (JULIO-2016)	CUENCA	ESTACIÓN	Gyrosigma	Surirella	Anabaena	Closterium	Fragilaria	Pinnularia	Melosira	Navicula	Nitzschia	Synedra	Amphipleura	Oscillatoria	Peridinium	Diploneis	Tabelaria	Gonfonema	Coconeis	Ankistrodesmus	Cymbella	Nostoc	Mougeotia	Caloneis	Diatoma
	CAA	A10	3	0	5	3	2	10	2	8	2	1	9	0	3	2	0	0	2	0	0	6	0	0	2
		A9	29	3	11	4	2	25	2	41	4	5	3	0	2	0	5	0	2	1	0	9	0	22	2
	CMA	A8	111	17	5	3	9	52	10	22	23	11	7	0	15	3	1	4	0	10	0	36	0	125	0
		A7	101	67	3	0	12	45	7	53	4	58	7	2	3	2	5	2	0	24	0	9	0	103	0
		A6	49	36	12	2	36	43	3	80	8	66	3	0	2	7	0	4	0	12	0	13	0	44	0
		A5	18	32	9	4	31	30	4	26	11	82	0	0	2	1	5	4	6	6	13	0	0	40	2
		A4	68	44	6	3	47	24	2	45	19	22	2	0	3	0	1	4	0	43	0	9	0	29	10
	CBA	A3	82	71	9	7	5	25	5	53	6	12	6	0	7	0	2	11	6	25	0	21	0	23	4
		A2	49	33	6	12	6	23	4	65	7	4	0	0	20	3	7	3	0	58	0	25	0	23	10
		A1	18	24	11	13	1	12	2	43	0	2	2	2	6	0	7	3	15	11	0	12	0	13	0
	CAS	S9	18	8	4	17	8	9	48	44	7	24	5	13	5	2	12	1	6	0	0	0	0	0	0
	CMS	S8	90	56	18	1	0	8	1	49	11	7	0	3	11	2	6	39	25	0	4	0	0	25	20
		S7	18	68	19	0	0	10	1	33	18	16	10	0	14	10	13	5	85	0	3	0	2	17	4
		S6	28	35	12	8	19	17	12	78	11	28	0	0	12	6	6	12	8	10	0	0	0	57	0
		S5	11	33	66	0	16	9	0	18	6	52	10	10	29	2	8	2	12	0	0	0	0	0	0
		S4	22	14	6	14	6	10	0	39	3	30	6	0	7	9	2	0	6	0	0	12	0	7	1
	CBS	S3	39	63	16	7	0	34	4	57	15	48	0	2	9	0	40	13	29	0	0	0	0	14	0
		S2	11	12	0	0	0	4	0	4	3	14	0	0	0	8	6	12	0	0	0	0	0	0	0
		S1	20	85	0	0	4	22	90	12	6	11	0	0	4	17	8	4	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 24: Géneros de Fitoplancton identificados en la Segunda Campaña (Septiembre-2016)

GÉNEROS DE FITOPLANCTON IDENTIFICADOS																											
SEGUNDA CAMPAÑA (SEPTIEMBRE-2016)	CUENCA	ESTACIÓN	Gyrosigma	Surirella	Anabaena	Closterium	Fragilaria	Pinnularia	Chroococcus	Melosira	Navicula	Nitzschia	Synedra	Amphipleura	Desmidiaceae	Oscillatoria	Peridinium	Diploneis	Tabelaria	Gonfonema	Coconeis	Ankistrodesmus	Cymbella	Nostoc	Mougeotia	Caloneis	Diatoma
	CAA	A10	18	11	0	10	9	9	0	0	23	17	2	40	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
		A9	18	19	6	3	13	14	0	4	20	17	4	38	0	0	12	8	4	19	2	2	17	0	0	0	0
	CMA	A8	94	17	8	3	9	52	0	15	22	23	11	7	0	0	19	0	1	9	0	10	20	29	0	0	0
		A7	37	5	7	12	7	13	0	6	17	7	5	25	1	0	0	2	7	0	3	0	0	95	0	0	0
		A6	45	8	6	2	8	18	0	5	29	16	41	17	0	14	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		A5	34	50	19	54	23	39	0	4	74	13	34	4	6	0	4	4	5	6	3	21	21	0	0	0	0
		A4	16	38	3	4	30	29	0	2	35	12	31	0	17	0	3	0	12	2	0	2	0	0	0	0	0
		A3	20	26	1	19	9	17	0	16	37	4	3	0	2	0	4	13	18	5	31	11	2	26	0	0	0
	CBA	A2	13	21	4	34	5	6	30	10	15	10	3	0	0	0	18	0	20	0	2	9	0	0	0	0	0
		A1	23	25	10	3	0	16	0	1	43	5	2	2	0	5	3	0	4	0	0	11	0	12	0	13	0
	CAS	S9	48	18	8	15	12	33	0	6	42	12	18	12	28	2	3	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	CMS	S8	33	11	16	69	11	30	0	9	38	27	15	6	0	0	8	17	1	5	0	4	0	0	0	0	4
		S7	9	44	15	2	0	11	3	2	14	13	13	13	0	0	10	4	13	6	0	0	3	14	1	0	4
		S6	47	37	27	6	72	44	0	9	52	33	41	89	0	3	13	6	9	16	11	19	0	20	0	76	0
		S5	80	12	7	80	31	44	0	8	77	26	79	16	7	16	9	9	4	0	10	3	0	0	0	0	0
		S4	17	13	10	12	5	9	0	12	29	4	16	0	0	14	0	12	4	2	7	0	0	15	0	0	0
	CBS	S3	37	26	19	6	5	29	0	3	23	6	21	6	0	3	2	0	34	11	12	7	0	11	0	0	0
		S2	63	24	37	9	68	34	90	4	13	22	5	15	0	0	15	0	3	4	25	0	0	0	0	8	5
		S1	14	7	33	3	17	28	0	8	13	13	38	0	0	4	38	0	46	7	3	2	0	11	0	0	13

Tabla 25: Géneros de Fitoplancton identificados en la Tercera Campaña (Noviembre-2016)

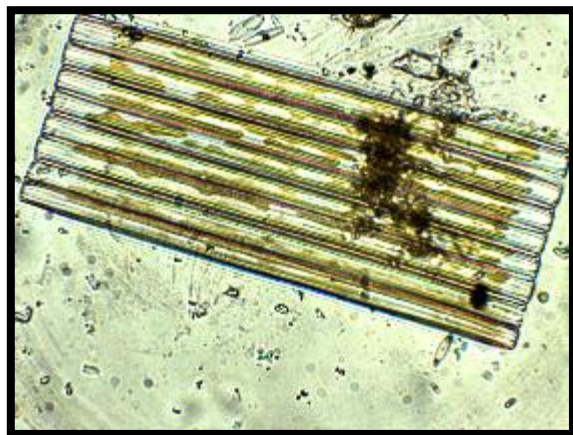
GÉNEROS DE FITOPLANCTON IDENTIFICADOS																										
TERCERA CAMPAÑA (NOVIEMBRE-2016)	CUENCA	ESTACIÓN	Gyrosigna	Surirella	Anabaena	Closterium	Fragilaria	Pinnularia	Melosira	Navicula	Nitzschia	Synedra	Amphipleura	Oscillatoria	Peridinium	Diploneis	Tabelaria	Gonfonema	Coconeis	Ankistrodesmus	Cymbella	Nostoc	Caloneis	Diatoma	Calothrix	
	CAA	A10	9	9	7	3	19	11	29	15	9	4	31	0	3	2	0	3	11	0	3	5	35	3	0	
	CMA	A9	18	19	3	3	11	14	4	13	17	4	28	0	3	4	4	4	2	3	2	6	0	0	2	0
		A8	34	15	28	18	19	29	12	35	8	17	10	11	6	11	0	1	4	5	10	12	0	0	0	
		A7	77	6	13	13	30	28	12	27	29	6	8	0	31	5	0	0	9	7	7	0	11	4	0	
		A6	4	37	22	11	29	20	5	58	9	15	0	0	12	6	3	4	16	2	14	2	90	7	3	
		A5	22	30	12	7	34	36	3	19	25	29	2	0	4	6	24	7	0	6	9	0	55	5	0	
		A4	18	17	30	10	16	46	8	69	23	10	0	12	6	0	0	0	18	0	18	0	8	8	8	0
	CBA	A3	11	31	8	14	7	8	9	41	25	2	6	24	13	0	34	4	16	1	0	31	0	11	0	
		A2	59	17	18	19	7	49	2	44	21	4	15	2	9	4	11	1	12	1	21	52	0	3	0	
		A1	18	24	11	13	3	15	0	45	0	2	4	5	12	0	18	0	23	11	0	19	17	0	0	
		CAS	S9	15	5	19	0	15	11	19	8	8	0	44	15	12	0	4	4	0	2	0	3	0	8	17
	CMS	S8	19	12	15	10	2	34	5	43	16	2	9	15	5	0	2	6	0	2	0	51	0	6	0	
		S7	3	5	12	5	15	10	3	8	4	0	8	19	15	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	
		S6	47	22	22	6	81	52	9	22	33	58	70	2	18	0	11	17	0	17	0	20	0	0	0	
		S5	38	10	27	2	14	32	15	47	20	9	5	5	8	0	0	5	0	22	0	15	0	10	0	
		S4	7	4	14	0	5	8	8	14	4	2	4	9	0	0	8	2	0	1	0	16	0	0	0	
	CBS	S3	21	5	15	4	7	17	7	17	7	3	6	3	2	0	15	0	0	7	0	103	0	0	0	
		S2	141	24	67	3	66	66	7	24	47	0	30	8	27	0	4	5	0	0	0	7	0	0	0	
		S1	19	7	35	2	24	39	16	10	16	29	0	3	44	0	66	9	0	2	0	13	0	14	0	

Tabla 26: Géneros de Fitoplancton identificados en la Cuarta Campaña (Enero-2017)

GÉNEROS DE FITOPLANCTON IDENTIFICADOS																										
CUARTA CAMPAÑA (ENERO-2017)	CUENCA	ESTACIÓN	Gyrosigma	Surirella	Anabaena	Closterium	Fragilaria	Pinnularia	chroococcus	Melosira	Navicula	Nitzschia	Synedra	Amphipleura	Oscillatoria	Peridinium	Tabelaria	Gonfonema	Coconeis	Ankistrodesmus	Cymbella	Caloneis	Diatoma	Rodomonas	Gomphospedia	Heamotococcus
	CAA	A10	154	25	12	0	11	74	0	16	178	29	12	70	22	6	27	7	3	0	9	0	0	31	22	15
		A9	128	40	34	0	83	145	0	14	189	46	75	17	31	0	18	5	0	0	0	0	0	0	16	0
	CMA	A8	55	37	3	69	28	61	35	4	162	92	5	12	24	17	15	24	0	0	0	0	0	23	20	9
		A7	120	25	108	116	158	134	33	31	158	176	46	0	53	24	63	0	0	0	0	0	0	0	0	31
		A6	31	33	28	39	55	34	27	8	115	86	37	0	25	34	0	0	31	5	7	136	7	28	0	0
		A5	124	36	43	22	79	183	30	0	229	241	89	0	44	28	33	6	0	0	0	0	0	0	32	0
		A4	104	17	30	10	16	146	0	8	69	130	10	0	12	6	0	18	0	18	0	8	8	0	0	0
		A3	36	11	0	8	16	23	0	8	49	16	15	6	7	5	6	0	0	0	4	0	0	0	23	0
	CBA	A2	138	145	0	37	51	108	27	0	122	94	0	0	0	65	0	0	0	0	31	0	0	0	0	39
		A1	52	36	17	39	8	88	3	2	50	123	7	13	0	5	18	6	0	12	0	0	0	8	16	11
	CAS	S9	27	0	17	5	0	26	12	0	129	37	6	10	6	14	0	5	0	0	3	0	0	11	16	9
	CMS	S8	51	41	0	4	79	28	0	3	71	18	7	3	10	13	10	5	0	0	0	0	0	0	22	0
		S7	43	15	0	0	13	31	0	0	69	22	10	8	0	12	0	11	0	0	0	0	0	9	7	10
		S6	18	6	0	7	12	23	0	5	38	14	7	0	32	7	3	4	9	0	13	0	0	0	52	0
		S5	26	12	0	5	14	24	0	3	36	0	22	0	14	23	0	8	0	0	0	0	0	0	38	8
		S4	22	14	6	14	6	10	0	0	39	3	30	6	0	7	2	3	6	0	0	7	1	0	0	0
	CBS	S3	23	19	3	8	10	27	0	3	45	14	14	3	7	3	0	0	0	0	19	8		0	18	0
		S2	20	25	18	21	2	6	0	1	5	11	12	0	0	4	4	3	14	0	0	8	6	0	0	0
		S1	18	52	18	26	18	13	83	0	58	60	11	11	5	35	11	5	0	0	0	0	0	26	0	0



Fotografía N° 5: *Melosira*



Fotografía N° 6: *Synedra*



Fotografía N° 7: *Tabellaria*



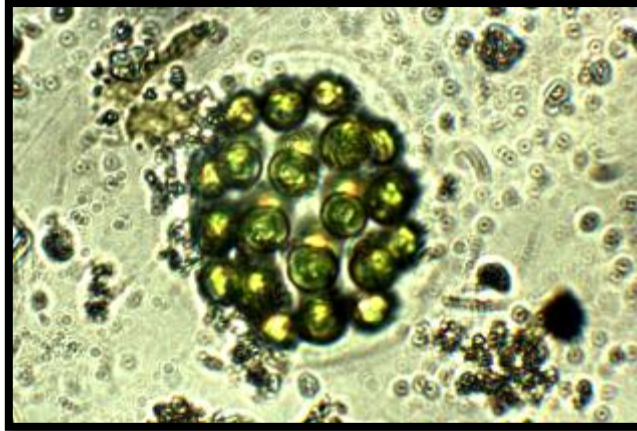
Fotografía N° 8: *Amphipleura*



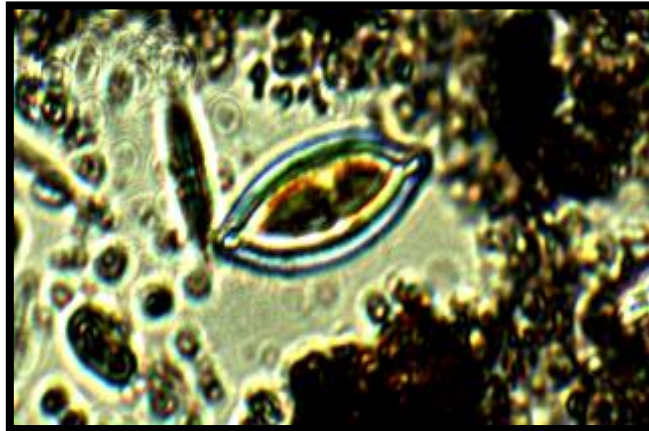
Fotografía N° 9: *Gyrosigma*



Fotografía N° 10: *Euglena*



Fotografía N° 11: *Coelastrum*



Fotografía N° 12: *Navícula*



Fotografía N° 13: *Closterium*



Fotografía N° 14: *Ankistrodesmus*



Fotografía N° 15: *Pinnularia*



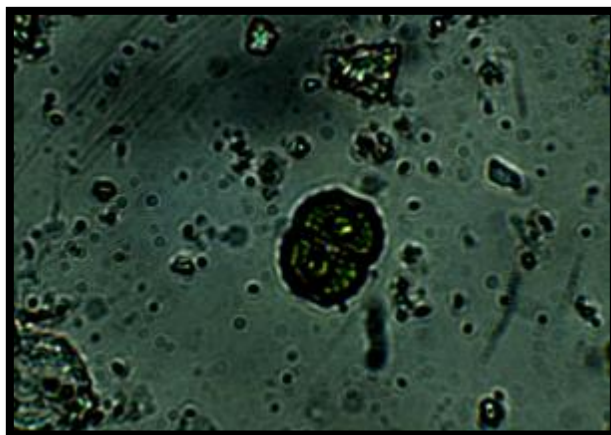
Fotografía N° 16: *Anabaena*



Fotografía N° 17: *Pediatrum*



Fotografía N° 18: *Mougeiotea*



Fotografía N° 19: *Chroococcus*

Tabla 29: ANOVA de un factor pH (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH Julio 2016	Inter-grupos	,629	5	,126	8,490	,001
	Intra-grupos	,193	13	,015		
	Total	,822	18			
pH Septiembre 2016	Inter-grupos	,629	5	,126	8,490	,001
	Intra-grupos	,193	13	,015		
	Total	,822	18			
pH Noviembre 2016	Inter-grupos	,499	5	,100	1,417	,282
	Intra-grupos	,915	13	,070		
	Total	1,414	18			
pH Enero 2017	Inter-grupos	,506	5	,101	8,626	,001
	Intra-grupos	,153	13	,012		
	Total	,659	18			

Tabla 30: ANOVA de un factor de Conductividad (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Conductividad Julio 2016	Inter-grupos	284806,268	5	56961,254	17,521	,000
	Intra-grupos	42263,417	13	3251,032		
	Total	327069,684	18			
Conductividad Septiembre 2016	Inter-grupos	241701,491	5	48340,298	12,672	,000
	Intra-grupos	49591,667	13	3814,744		
	Total	291293,158	18			
Conductividad Noviembre 2016	Inter-grupos	510871,215	5	102174,243	29,615	,000
	Intra-grupos	44851,417	13	3450,109		
	Total	555722,632	18			
Conductividad Enero 2017	Inter-grupos	186814,158	5	37362,832	6,904	,002
	Intra-grupos	70357,000	13	5412,077		
	Total	257171,158	18			

Tabla 31: ANOVA de un factor de Sólidos Totales Disueltos (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Sólidos Totales Disueltos Julio 2016	Inter-grupos	66327,778	5	13265,556	14,979	,000
	Intra-grupos	10627,333	12	885,611		
	Total	76955,111	17			
Sólidos Totales Disueltos Septiembre 2016	Inter-grupos	70652,193	5	14130,439	14,679	,000
	Intra-grupos	12514,333	13	962,641		
	Total	83166,526	18			
Sólidos Totales Disueltos Noviembre 2016	Inter-grupos	148799,404	5	29759,881	29,156	,000
	Intra-grupos	13269,333	13	1020,718		
	Total	162068,737	18			
Sólidos Totales Disueltos Enero 2017	Inter-grupos	48698,333	5	9739,667	5,995	,004
	Intra-grupos	21119,667	13	1624,590		
	Total	69818,000	18			

Tabla 32: ANOVA de un factor de Turbidez (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Turbidez Julio 2016	Inter-grupos	697,632	5	139,526	9,302	,001
	Intra-grupos	195,000	13	15,000		
	Total	892,632	18			
Turbidez Septiembre 2016	Inter-grupos	106,268	5	21,254	1,982	,149
	Intra-grupos	139,417	13	10,724		
	Total	245,684	18			
Turbidez Noviembre 2016	Inter-grupos	214,022	5	42,804	4,278	,016
	Intra-grupos	130,083	13	10,006		
	Total	344,105	18			
Turbidez Enero 2017	Inter-grupos	240,123	5	48,025	3,595	,029
	Intra-grupos	173,667	13	13,359		
	Total	413,789	18			

Tabla 33: ANOVA de un factor de Dureza (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dureza Julio 2016	Inter-grupos	94,261	5	18,852	8,941	,001
	Intra-grupos	27,412	13	2,109		
	Total	121,673	18			
Dureza Septiembre 2016	Inter-grupos	38,625	5	7,725	1,089	,411
	Intra-grupos	92,177	13	7,091		
	Total	130,801	18			
Dureza Noviembre 2016	Inter-grupos	2,562	5	,512	,734	,611
	Intra-grupos	9,077	13	,698		
	Total	11,638	18			
Dureza3 Enero 2017	Inter-grupos	9,288	5	1,858	1,038	,436
	Intra-grupos	23,257	13	1,789		
	Total	32,545	18			

Tabla 34: ANOVA de un factor de Nitrato (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Nitrato Julio 2016	Inter-grupos	,096	5	,019	2,802	,062
	Intra-grupos	,089	13	,007		
	Total	,185	18			
Nitrato Septiembre 2016	Inter-grupos	,057	5	,011	2,413	,093
	Intra-grupos	,062	13	,005		
	Total	,119	18			
Nitrato Noviembre 2016	Inter-grupos	,068	5	,014	1,266	,336
	Intra-grupos	,140	13	,011		
	Total	,209	18			
Nitrato Enero 2017	Inter-grupos	,135	5	,027	5,120	,008
	Intra-grupos	,069	13	,005		
	Total	,204	18			

Tabla 35: ANOVA de un factor de Nitrito (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Nitrito Julio 2016	Inter-grupos	,002	5	,000	,835	,548
	Intra-grupos	,007	13	,001		
	Total	,009	18			
Nitrito Septiembre 2016	Inter-grupos	,000	5	,000	1,166	,376
	Intra-grupos	,000	13	,000		
	Total	,000	18			
Nitrito Noviembre 2016	Inter-grupos	,000	5	,000	2,747	,066
	Intra-grupos	,000	13	,000		
	Total	,000	18			
Nitrito Enero 2017	Inter-grupos	,000	5	,000	3,799	,024
	Intra-grupos	,000	13	,000		
	Total	,000	18			

Tabla 36: ANOVA de un factor de Amonio (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Amonio Julio 2016	Inter-grupos	,005	5	,001	1,372	,297
	Intra-grupos	,009	13	,001		
	Total	,013	18			
Amonio Septiembre 2016	Inter-grupos	,000	5	,000	,655	,664
	Intra-grupos	,001	13	,000		
	Total	,001	18			
Amonio Noviembre 2016	Inter-grupos	,001	5	,000	,348	,874
	Intra-grupos	,006	13	,000		
	Total	,007	18			
Amonio Enero 2017	Inter-grupos	,022	5	,004	,997	,457
	Intra-grupos	,057	13	,004		
	Total	,079	18			

Tabla 37: ANOVA de un factor de Fosfato (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Fosfato Julio 2016	Inter-grupos	2,150	5	,430	11,300	,000
	Intra-grupos	,495	13	,038		
	Total	2,644	18			
Fosfato Septiembre 2016	Inter-grupos	1,699	5	,340	8,446	,001
	Intra-grupos	,523	13	,040		
	Total	2,222	18			
Fosfato Noviembre 2016	Inter-grupos	2,028	5	,406	8,370	,001
	Intra-grupos	,630	13	,048		
	Total	2,658	18			
Fosfato Enero 2017	Inter-grupos	1,713	5	,343	12,567	,000
	Intra-grupos	,354	13	,027		
	Total	2,067	18			

Tabla 38: ANOVA de un factor de Abundancia (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Abundancia Julio 2016	Inter-grupos	8577439,172	5	1715487,834	,833	,549
	Intra-grupos	26779329,986	13	2059948,460		
	Total	35356769,159	18			
Abundancia Septiembre 2016	Inter-grupos	12473824,803	5	2494764,961	1,449	,272
	Intra-grupos	22383453,897	13	1721804,146		
	Total	34857278,700	18			
Abundancia Noviembre 2016	Inter-grupos	6398157,878	5	1279631,576	1,059	,426
	Intra-grupos	15712108,361	13	1208623,720		
	Total	22110266,239	18			
Abundancia Enero2017	Inter-grupos	200371832,597	5	40074366,519	6,940	,002
	Intra-grupos	75065950,531	13	5774303,887		
	Total	275437783,128	18			

Tabla 39: ANOVA de un factor de Diversidad (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Diversidad Julio 2016	Inter-grupos	,179	5	,036	2,281	,107
	Intra-grupos	,204	13	,016		
	Total	,382	18			
Diversidad Septiembre 2016	Inter-grupos	,384	5	,077	1,037	,437
	Intra-grupos	,964	13	,074		
	Total	1,348	18			
Diversidad Noviembre 2016	Inter-grupos	,488	5	,098	4,760	,011
	Intra-grupos	,267	13	,021		
	Total	,755	18			
Diversidad Enero 2017	Inter-grupos	,321	5	,064	1,944	,155
	Intra-grupos	,430	13	,033		
	Total	,751	18			

Tabla 40: ANOVA de un factor de Riqueza (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Riqueza Julio 2016	Inter-grupos	7,601	5	1,520	,821	,556
	Intra-grupos	24,083	13	1,853		
	Total	31,684	18			
Riqueza Septiembre 2016	Inter-grupos	23,018	5	4,604	,802	,568
	Intra-grupos	74,667	13	5,744		
	Total	97,684	18			
Riqueza Noviembre 2016	Inter-grupos	41,320	5	8,264	2,474	,087
	Intra-grupos	43,417	13	3,340		
	Total	84,737	18			
Riqueza Enero 2017	Inter-grupos	31,882	5	6,376	,894	,513
	Intra-grupos	92,750	13	7,135		
	Total	124,632	18			

Tabla 41: ANOVA de un factor de Índice Compuesto (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Índice Compuesto Julio 2016	Inter-grupos	6,421	5	1,284	1,391	,290
	Intra-grupos	12,000	13	,923		
	Total	18,421	18			
Índice Compuesto Septiembre 2016	Inter-grupos	9,456	5	1,891	1,993	,147
	Intra-grupos	12,333	13	,949		
	Total	21,789	18			
Índice Compuesto Noviembre 2016	Inter-grupos	5,088	5	1,018	1,804	,181
	Intra-grupos	7,333	13	,564		
	Total	12,421	18			
Índice Compuesto Enero 2017	Inter-grupos	9,706	5	1,941	2,503	,085
	Intra-grupos	10,083	13	,776		
	Total	19,789	18			

Tabla 42: ANOVA de un factor de Índice de Palmer (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Índice de Palmer Julio 2016	Inter-grupos	19,018	5	3,804	1,107	,403
	Intra-grupos	44,667	13	3,436		
	Total	63,684	18			
Índice de Palmer Septiembre 2016	Inter-grupos	19,123	5	3,825	1,356	,302
	Intra-grupos	36,667	13	2,821		
	Total	55,789	18			
Índice de Palmer Noviembre 2016	Inter-grupos	7,737	5	1,547	1,341	,308
	Intra-grupos	15,000	13	1,154		
	Total	22,737	18			
Índice de Palmer Enero 2017	Inter-grupos	130,281	5	26,056	5,978	,004
	Intra-grupos	56,667	13	4,359		
	Total	186,947	18			

Tabla 43: ANOVA de un factor de Índice Diatómico General (Análisis Estadístico Temporal)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Índice Diatómico General Julio 2016	Inter-grupos	,455	5	,091	5,461	,006
	Intra-grupos	,217	13	,017		
	Total	,672	18			
Índice Diatómico General Septiembre 2016	Inter-grupos	,345	5	,069	2,187	,119
	Intra-grupos	,411	13	,032		
	Total	,756	18			
Índice Diatómico General Noviembre 2016 General	Inter-grupos	,214	5	,043	1,490	,259
	Intra-grupos	,373	13	,029		
	Total	,587	18			
Índice Diatómico Temporal Enero 2017	Inter-grupos	,089	5	,018	,666	,656
	Intra-grupos	,347	13	,027		
	Total	,436	18			

Tabla 44: ANOVA de un factor de los Parámetros Físico-Químicos (Análisis Estadístico Espacial)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Inter-grupos	2,755	23	,120	3,5	,000
	Intra-grupos	1,731	52	,033		
	Total	4,486	75			
Conductividad	Inter-grupos	1493395,132	23	64930,223	16,3	,000
	Intra-grupos	207063,500	52	3981,990		
	Total	1700458,632	75			
Sólidos Totales Disueltos	Inter-grupos	417755,013	23	18163,261	16,1	,000
	Intra-grupos	57530,667	51	1128,052		
	Total	475285,680	74			
Turbidez	Inter-grupos	1347,241	23	58,576	4,7	,000
	Intra-grupos	638,167	52	12,272		
	Total	1985,408	75			
Dureza	Inter-grupos	200,072	23	8,699	2,9	,001
	Intra-grupos	151,922	52	2,922		
	Total	351,995	75			
Nitrato	Inter-grupos	,366	23	,016	2,3	,007
	Intra-grupos	,360	52	,007		
	Total	,726	75			
Nitrito	Inter-grupos	,003	23	,000	,8	,667
	Intra-grupos	,007	52	,000		
	Total	,010	75			
Amonio	Inter-grupos	,037	23	,002	1,1	,345
	Intra-grupos	,074	52	,001		
	Total	,110	75			
Fosfato	Inter-grupos	8,812	23	,383	9,9	,000
	Intra-grupos	2,002	52	,038		
	Total	10,814	75			

Tabla 45: ANOVA de un factor de los Descriptivos Ecológicos (Análisis Estadístico Espacial)

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Abundancia	Inter-grupos	336967951,764	23	14650780,511	5,4	,000
	Intra-grupos	139940842,775	52	2691170,053		
	Total	476908794,539	75			
Diversidad	Inter-grupos	1,632	23	,071	1,9	,021
	Intra-grupos	1,864	52	,036		
	Total	3,496	75			
Riqueza	Inter-grupos	122,491	23	5,326	1,1	,304
	Intra-grupos	234,917	52	4,518		
	Total	357,408	75			
Índice Compuesto	Inter-grupos	41,237	23	1,793	2,2	,008
	Intra-grupos	41,750	52	,803		
	Total	82,987	75			
Índice de Palmer	Inter-grupos	312,737	23	13,597	4,6	,000
	Intra-grupos	153,000	52	2,942		
	Total	465,737	75			
Índice Diatómico General	Inter-grupos	1,831	23	,080	3,0	,000
	Intra-grupos	1,348	52	,026		
	Total	3,179	75			