

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES

Trabajo de fin de Carrera Titulado:

**DIVERSIDAD Y RIQUEZA DE ESPECIES DE DIATOMEAS EPILÍTICAS
DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIBUNGA, CHIMBORAZO.**

Realizado por:

SERRANO AVALOS PAOLA CRISTINA

Director del proyecto:

MSC. Pablo Castillejo, Ph.D.

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Quito, 7 de marzo de 2018

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, PAOLA SERRANO AVALOS, con cédula de identidad #060388320-8, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Paola Cristina Serrano Avalos

C.I.: 060388320-8

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**DIVERSIDAD Y RIQUEZA DE ESPECIES DE DIATOMEAS EPILÍTICAS
DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIBUNGA, CHIMBORAZO.**

Realizado por:

PAOLA CRISTINA SERRANO AVALOS

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

PABLO CASTILLEJO

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



.....
Pablo Castillejo Pons
DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

SUSANA CHAMORRO

JUAN CARLOS NAVARRO

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador.



Susana Chamorro



Juan Carlos Navarro

Quito, 7 de marzo de 2018

Para ser sometido a: *Revista Mexicana de Biodiversidad*

Diversidad y Riqueza de especies de Diatomeas epilíticas de la microcuenca del río Chibunga, Chimborazo

Diversity and Wealth of Epilithic Diatomaceous species from the Chibunga River micro-watershed, Chimborazo

Paola Serrano & Pablo Castillejo*

Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador. Email: pao_serrano15@hotmail.com/pablo.castillejo@uisek.edu.ec

- Autor de correspondencia: MSC. Pablo Castillejo, Ph.D,
pablo.castillejo@uisek.edu.ec

Titulo corto: Diversidad y Riqueza de diatomeas epilíticas.

Resumen.

El cantón Riobamba tiene un mercado referencial en cuanto a actividades productivas agrícolas y ganaderas. En este contexto, la presente investigación pretende evaluar la biodiversidad y riqueza de diatomeas epilíticas como bioindicadoras para estimar niveles de contaminación de la microcuenca del río Chibunga, afluente del río Chambo que cruza de norte a sur el cantón Riobamba. Para ello se utilizaron parámetros físicoquímicos y microbiológicos que fueron monitoreados en los meses de junio, julio y agosto de 2017 en dos tramos del río.

Los valores tróficos asignados a especies de diatomeas epilíticas permitieron estimar el ITCA, con una calificación en el punto P1: β -mesotrófico y en el punto P2: α -mesotrófico.

Se efectuaron análisis de conglomerados y análisis de correspondencia canónica (CCA) para identificar poblaciones de diatomeas epilíticas sensibles al grado de eutrofización en el río Chibunga.

Se identificaron un total de 62 especies entre el punto 1 y 2, con 5 especies abundantes específicas en el punto P1: *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia inconspicua*, *Staurosira brevistriata*, *Brachysira neglectissima*, *Pinnularia borealis* var. *Scalaris* y 5 especies abundantes específicas en el punto P2: *Nitzschia heufleriana*, *Navicula riediana*, *Mayamaea permitis*, *Cocconeis placentula* y *Eolimna subminuscula*. Estas diatomeas son susceptibles de ser consideradas como bioindicadoras para el establecimiento de un índice trófico de calidad de aguas basado en diatomeas epilíticas específico para el Ecuador.

Además, se estimó la diversidad y riqueza de diatomeas epilíticas en la microcuenca del río Chibunga. Los resultados obtenidos en cuanto a la riqueza en el punto 1 es de 37 especies y para la diversidad según el Índice de Shannon Wiener: 2,317, Índice de Simpson: 0,829 y Equidad de Hill: 0,57, en el punto 2 para la riqueza es de 38 especies y para la diversidad según el Índice de Shannon Wiener: 2,465, Índice de Simpson: 0,858 y Equidad de Hill: 0,598.

Palabras Clave: Ecuador, calidad de agua, eutrofización, taxonomía, monitoreo ambiental, diversidad.

Abstract.

The Riobamba city has a referential market in terms of productive agricultural and livestock activities. In this context, the present research aims to evaluate the biodiversity and richness of epilithic diatoms as bio indicators to estimate pollution levels of the Chibunga River micro-basin, affluent of the Chambo River that crosses the Riobamba town from north to south. For it physicochemical and microbiological parameters were used that were monitored in the months of June, July and August of 2017 in two sections of the river.

The trophic values assigned to epithelial diatom species allowed estimating the ITCA, with a score at the point P1: β -mesotrophic and in the point P2: α -mesotrophic.

Conglomerate analysis and canonical correspondence analysis (CCA) were carried out to identify populations of epilithic diatoms sensitive to the degree of eutrophication in the Chibunga River.

A total of 62 species were identified between point 1 and 2, with 5 specific abundant species at point P1: *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia inconspicua*, *Staurosira brevistriata*, *Brachysira neglectissima*, *Pinnularia borealis* var. *Scalaris* and 5 specific abundant species at point P2: *Nitzschia heufleriana*, *Navicula riediana*, *Mayamaea permitis*, *Cocconeis placentula* and *Eolima subminuscula*.

These diatoms are susceptible to being considered as bio indicators for the establishment of a water quality index based on specific epithelial diatoms for Ecuador.

In addition, was estimated the diversity and richness of epilithic diatoms in the micro basin of the Chibunga river. The results obtained in terms of wealth in point 1 are 37 species and for diversity according to the Shannon Wiener index: 2,317, Simpson index: 0,829 and Hill equity: 0,576, in point 2 for wealth are 38 species and for diversity according to the Shannon Wiener index: 2,465, Simpson index: 0,858 and Hill equity: 0,598.

Key words: Ecuador, water quality, eutrophication, taxonomy, environmental monitoring, diversity.

1. Introducción

El calentamiento global representa un conjunto de problemas que afectan el planeta Tierra. El Grupo Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) (2007) argumenta que este calentamiento es irreversible. (Andrade, 2004) Estos problemas corresponden a ciertos factores como son el crecimiento poblacional, la desigualdad de distribución geográfica y decisiones inadecuadas en cuanto a la administración de recursos. (Peña, 2007)

El crecimiento poblacional ha incrementado la generación de vertidos de origen doméstico e industrial que son arrojados a cuerpos de agua aumentando niveles de contaminación. Este detrimento se ve plasmado en el aumento de la eutrofización de las aguas continentales. (Arcos, 2005)

El enriquecimiento de nutrientes vegetales tales como fosfatos y nitratos provenientes de aguas residuales urbanas y agrícolas, llamado eutrofización, provoca el crecimiento excesivo de algas en los cuerpos de agua. (Romero, 2010) Aquí el ecosistema acuático se encuentra en un estado alterado e imposibilita la ejecución de la fotosíntesis debido a la disminución de radiación solar dando paso a un ambiente anaerobio. (RAP-AL, 2010)

La Empresa Pública - Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Riobamba (EP EMAPAR) establece el Reglamento de protección ambiental para el control de la contaminación por las descargas de aguas residuales en el cantón, el cual se acoge a las Normas Ambientales vigentes en Ecuador por medio del Anexo I, Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. (EP-EMAPAR, s. f.)

La mayoría de países han iniciado programas de control y cuidado en la calidad del agua, desarrollando numerosos métodos o índices que permiten interpretar la situación real y el grado de transformación de los ecosistemas acuáticos. (Alba, J. Sánchez, 1988) (Iberoamericana, 2010) Para conocer la calidad de éste recurso y poder evaluar el estado de los cuerpos de agua se puede realizar a través de un índice de calidad de agua (ICA), el cual toma en cuenta parámetros abióticos y bióticos. (Jiménez & Velez, 2006)

En los ecosistemas se pueden encontrar factores abióticos, son aquellos que surgen de parámetros físicos y químicos como el agua, aire y el suelo. (Pérez, 2017) En el presente proyecto se utilizaron parámetros fisicoquímicos como: Temperatura, pH, OD, conductividad, DBO, fósforo total, nitratos, sólidos totales disueltos y turbiedad. El monitoreo de estos parámetros suministran respuestas inmediatas de la calidad del agua. (Salusso & Moraña, 2002)

Además en los ecosistemas se pueden encontrar factores bióticos, son aquellos que constituyen la biota como la flora y fauna. (Pérez, 2017) En el presente proyecto se utilizaron las especies de diatomeas epilíticas, debido a que son herramientas fundamentales para evaluar el grado de deterioro de los cuerpos de agua. (Lobo et al. 1996) (Salusso & Moraña, 2002)

Las microalgas representan ser buenos indicadores de estado trófico de ecosistemas, debido a que responden a cambios ocurridos en su ambiente y permiten la modificación de su estructura o hasta el incremento o disminución de su abundancia. (Arcos, 2005) (Peña, E. Palacios, M. Ospina, 2005).

Las diatomeas son algas unicelulares, eucariotas, abundantes en todos los ecosistemas del planeta, pertenecientes a la División Bacillariophyta del reino Chromista y son utilizadas como bioindicadores de las condiciones ambientales, principalmente de ríos y arroyos debido a que el grado de tolerancia a la contaminación de las diatomeas permite determinar los niveles de polución orgánica del agua. (Wetzel, 2006) (Cejudo, 2011). El uso de diatomeas como bioindicadoras frente a alteraciones de parámetros físico-químicos del agua, está cada vez más generalizado por su precisión, fácil manejo y bajo coste. (Vásquez, Castro, Gonzáles, Pérez, & Castro, 2006) (Hernández, 2012)

El procesamiento de muestras de diatomeas epilíticas y su respectiva identificación se realizó de acuerdo a (Mayama, 2010) (Lobo, 2016) Se cuantificaron 600 valvas en cada muestreo, es decir en cada punto muestreado se obtuvieron 1800 valvas, las cuales se dividieron para el número de especies encontradas. Los resultados obtenidos para especies de diatomeas abundantes fueron aquellas que tuvieron valores mayores a la media.

Por medio de las especies abundantes se pudo establecer el Índice Trófico de la Calidad de Agua (ITCA) que asigna valores de 1-4 o valores indicativos que representan un valor de 1 a sistemas oligotróficos y un valor 4 a sistemas eutróficos que se encuentran correlacionados a la tolerancia de eutrofización de especies abundantes de diatomeas epilíticas. Este Índice se realizó de acuerdo a la fórmula modificada de Pantle e Buck (1955) (Lobo, et al., 2016) (Salomoni, Rocha, Hermany, & Lobo, 2011)

Además en la presente investigación se relacionaron 62 variables bióticas con los 9 parámetros abióticos por medio de técnicas como el análisis de conglomerados o análisis cluster y el análisis de correspondencia canónica que son representaciones gráficas que permiten una rápida interpretación y comprensión de datos. (Greenacre. M, 2008)

Por lo citado anteriormente en la literatura y por medio de los análisis ejecutados se estableció que el río Chibunga tiene un gradiente de eutrofización desde la cabecera del río hasta su desembocadura en el río Chambo, que influye en la composición, riqueza y diversidad de poblaciones epilíticas, por esta razón en este trabajo se pretendió encontrar en los 3 meses de muestreo (junio, julio y agosto) y por similitudes climatológicas en el tramo superior diatomeas marcadoras de un sistema de agua diferentes de las especies de diatomeas marcadoras del tramo inferior.

Dentro de los conceptos que se relacionan con los sistemas ecológicos se encuentran varios Índices que permiten interpretar la situación real o el grado de modificación del recurso hídrico, entre estos se encuentran índices de riqueza, índices de heterogeneidad e índices de equitatividad. (Alcolado, 1998) (Alba, J. Sánchez, 1988) En el presente estudio se van a aplicar el Índice de Shannon Wiener, Simpson, Serie de números de Hill y Equidad de Hill, generalmente estos índices se encuentran formados por dos componentes: el número de especies o riqueza de especie y la abundancia o equilibrio de especie. (Bouza, C; Covarrubias, 2005)

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de estudio

La microcuenca del río Chibunga se encuentra formando parte de la subcuenca del río Chambo, que cubre una distancia de 0.84 km. El río Chibunga cuenta con una distancia de 5.28 km, ubicado en el cantón Riobamba. (GADM Riobamba, 2015)

El río Chibunga nace de vertientes ubicadas en las faldas del Chimborazo y desciende por los páramos de El Arenal hasta llegar a zonas agrícolas de la parroquia San Juan, el cual representa uno de los recursos hídricos con gran incidencia en el desarrollo de Riobamba. (eltelégrafo, 2013)

Las muestras recolectadas en el punto P1 se tomaron en la parroquia San Juan, ubicada al este del cantón Riobamba, a una altitud de 3160 msnm - 6210 msnm y cuenta con una temperatura de 12 - 16 °C. (Fernández, 2015) (Figura 1)

Las muestras recolectadas en el punto P2 se tomaron en la parroquia San Luis, ubicada al Oeste del cantón Riobamba, tiene una altitud de 2662 msnm y cuenta con temperaturas de 12-14 °C. (Rodríguez, 2014) (Figura 1)

2.2.Colección de datos

Se realizaron 3 visitas mensuales en junio, julio y agosto de 2017, en 2 estaciones de muestreo a lo largo de la microcuenca del río Chibunga, el primer punto se encuentra en el tramo superior y el segundo punto en el tramo inferior con las coordenadas descritas en la (Tabla 1).

Para el procesamiento e identificación de diatomeas epilíticas se siguieron los métodos descritos por (Mayama, 2010) (Lobo, 2016), y se utilizó el agitador VORTEX MIXER para homogenizar las muestras, sugerido por (Uvillus & Chamorro, 2017). La identificación de diatomeas se realizó por medio de un microscopio óptico, Leica DM750, con las siguientes referencias taxonómicas (Metzelin y Lange-Bertalot, 1998, Metzelin y Lange-Bertalot, 2000) (Rodríguez, 2007) (Castro, 2009) (Lobo. et al., 2015)

Para el análisis de variables físicoquímicas y microbiológicas se realizaron análisis *in situ* con el equipo medidor multiparametros de Temperatura, pH (4500-B), OD y conductividad (2510-B) y en el laboratorio se realizaron análisis de Coliformes fecales (INEN1529-8), DBO (5210-B), fósforo total (Method 8114), nitratos (Method 8192), sólidos totales disueltos y turbiedad (2130-B).

Además se determinó el Índice de Calidad de Agua (ICA) por medio del software IQA-DATA con el uso de los datos provenientes de los resultados de los 9 parámetros abióticos. (Lobo, 2002).

Las especies abundantes se determinaron dividiendo el número de diatomeas totales para el número de especies de cada punto. Las especies que se consideraron abundantes son aquellas que se encontraron por encima de la media. (Lobo, 2016). Para el cálculo del Índice trófico de calidad de agua (ITCA) se asignaron valores tróficos 1-4 a las especies de diatomeas abundantes relacionados con niveles de contaminación de la microcuenca del río Chibunga. (Lobo. et al., 2015)

Conjuntamente se realizaron análisis cluster y análisis de correspondencia canónica en el software Past para interpretar la relación entre las variables abióticas y bióticas.

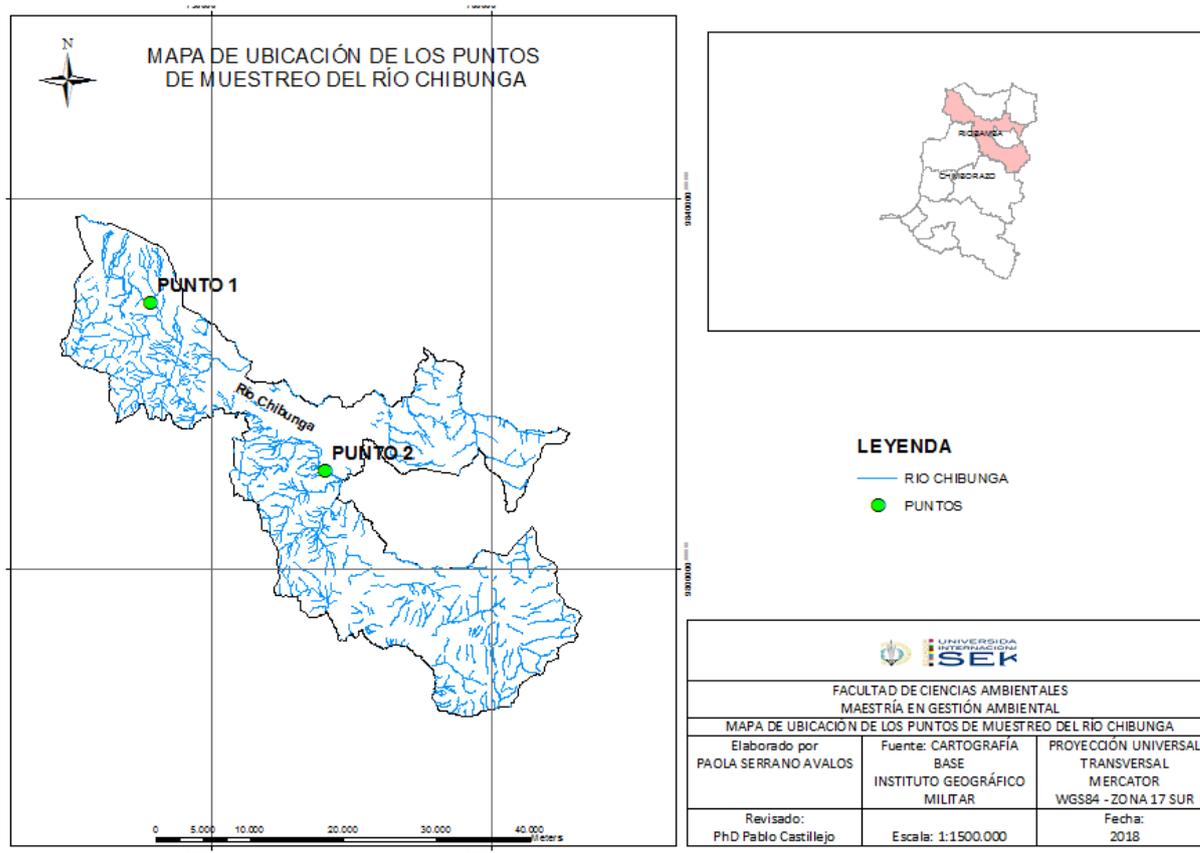


Figura 1. Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo de la microcuenca del río Chibunga, con los códigos P1 (tramo superior), P2 (tramo inferior).

Tabla 1.

Tabla 1. Ubicación de las estaciones de muestreo de la microcuenca del río Chibunga

CÓDIGO	RÍO	PUNTOS	COORDENADAS	ALTURA
P1	Chibunga	Tramo superior	X: 743483 Y: 9828719	3559
P2	Chibunga	Tramo inferior	X:762244 Y:9810538	2641

La biodiversidad y riqueza de diatomeas epilíticas se evaluaron por medio de los Índices: Shannon Wiener, Simpson, Número de Diversidad de Hill y Equidad de Hill. (Schuch, Júnior, & Alcajaga, 2012).

Índice de Shannon Wiener.- Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de un determinado hábitat. (Mostacedo & Fredericksen, 2000) (C. E. Moreno, Barragán, Pineda, & Pavón, 2011)

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener

P_i = Abundancia relativa

\ln = Logaritmo natural

Índice de Simpson.- Se utiliza para determinar la diversidad de una comunidad. (Mostacedo & Fredericksen, 2000) Se encuentra influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Lande, 1996).

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

Donde:

λ = Índice de Simpson

p_i = Abundancia proporcional de la especie i , o el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. (Moreno, 2000)

Números de diversidad de Hill.- Permite calcular el número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa (Hill, 1973; Magurran, 1988).

De toda la serie, los más importantes son:

N_0 = número total de especies (S)

N_1 = número de especies abundantes = $e^{H'}$

N_2 = número de especies muy abundantes = $1/\lambda$

El valor de N_1 y N_2 puede ser difícil de interpretar, mientras aumenta el número de especies se da menos peso a las especies raras y se obtienen valores más bajos para N_1 y N_2 (Hill, 1973). (C. Moreno, 2000) (Segnini, s. f.)

Índice de Equidad de Hill

Este índice toma valores altos cuando la equidad es alta o cuando una especie incipientemente domina a la comunidad. (Moreno, 2000)

$$E' = \frac{N2}{N1}$$

Donde:

N1 y N2: Números de la serie de Hill.

3. Resultados

3.1. Indicadores Abióticos

3.1.1. Análisis In-situ

- **Temperatura**

La temperatura tiene un valor máximo en el punto P2 en el mes de julio de 19,9 °C y un valor mínimo para el punto P1 en el mes de agosto de 12 °C. (Figura 2)

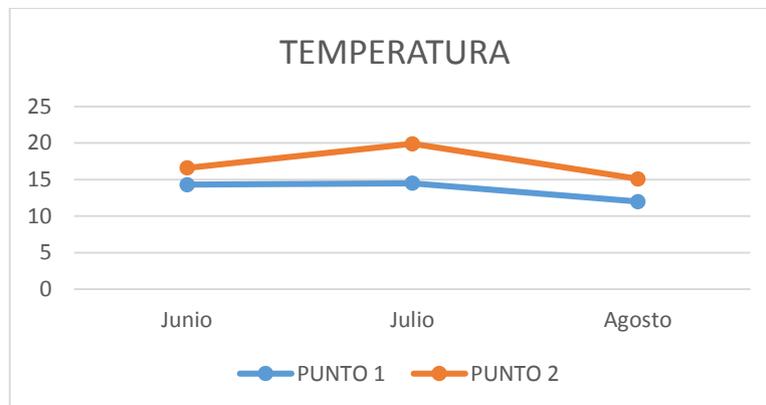


Figura 2. Temperatura obtenida de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga.

- **pH**

El pH del agua tiene un valor máximo en el punto P2 en el mes de julio de 8,41 y un valor mínimo en el punto P1 en el mes de agosto de 7,93. (Figura 3)

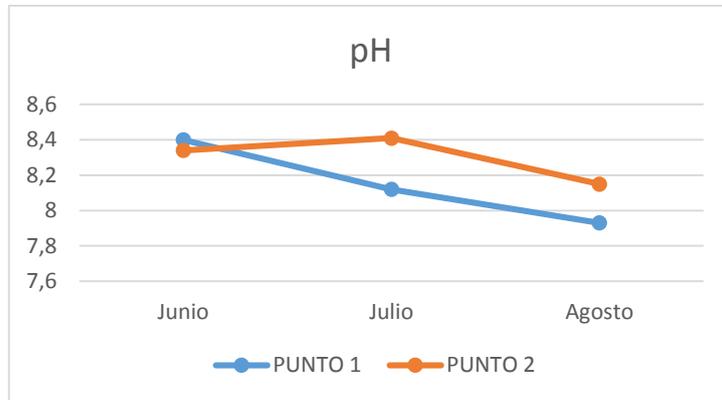


Figura 3. pH obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga

- **Oxígeno Disuelto**

El oxígeno disuelto tiene un valor máximo en el punto P1 en el mes de agosto de 6,62 mg/L y un valor mínimo en el punto P2 en el mes de julio de 4,56 mg/L. (Figura 4)

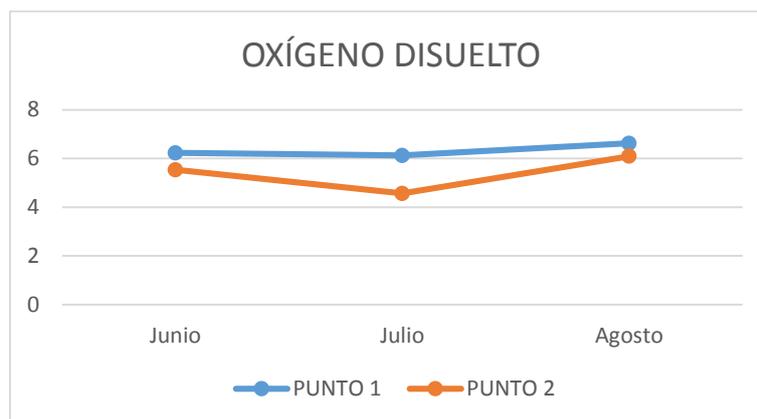


Figura 4. Oxígeno disuelto obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga

3.1.2. Análisis en Laboratorio

- **Turbiedad**

La turbiedad máxima tiene el punto P2 en el mes de julio de 20,8 UNT y tiene un valor mínimo en el punto P1 en el mes de julio de 2,02 UNT. (Figura 5)

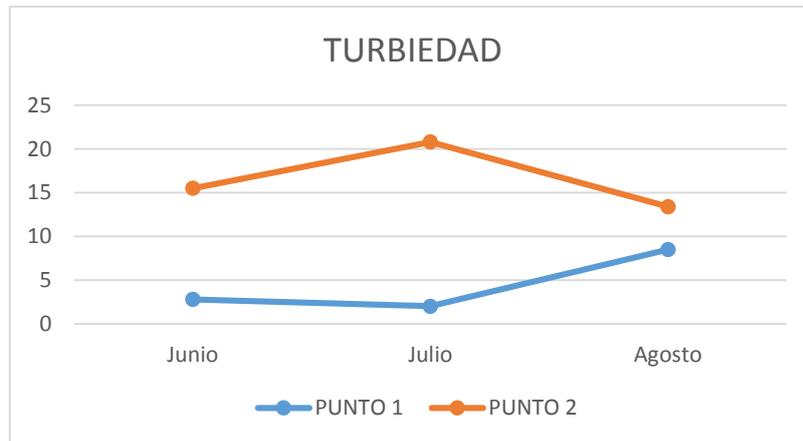


Figura 5. Turbiedad obtenida de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga

- **Coliformes Fecales**

El valor máximo de coliformes fecales tiene el punto P2 en el mes de agosto de 23700 UFC/mL y un valor mínimo en el punto P1 en el mes de agosto de 3260 UFC/mL. (Figura 6)

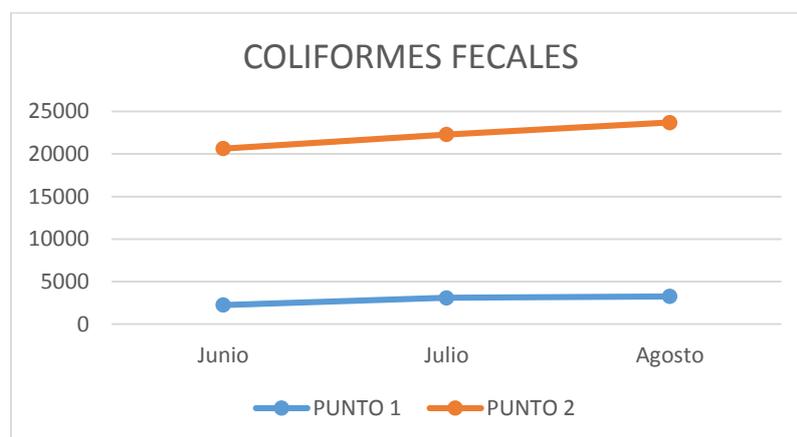


Figura 6. Coliformes fecales obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga

- **DBO**

La DBO tiene un valor máximo en el punto P2 en el mes de agosto de 64 mg/L y un valor mínimo en el punto P1 en el mes de julio de 12 mg/L. (Figura 7)

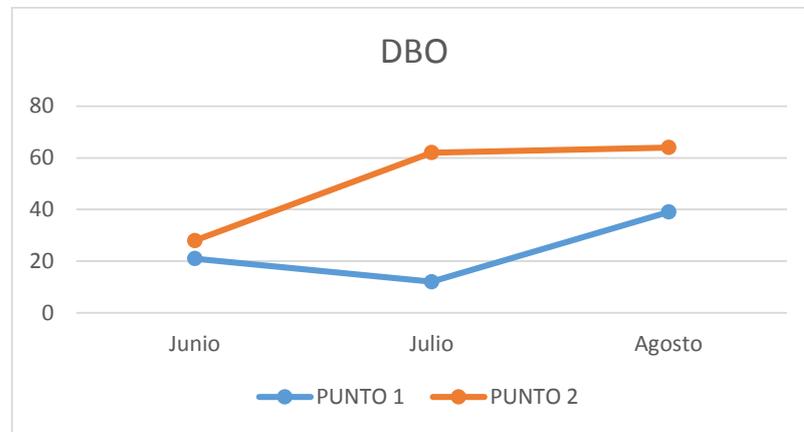


Figura 7. DBO obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga

- **Fósforo Total**

El fósforo total tiene un valor máximo en el punto P2 en el mes de julio de 3,8 mg/L y un valor mínimo en el punto P1 en el mes de julio de 0,26 mg/L. (Figura 8)

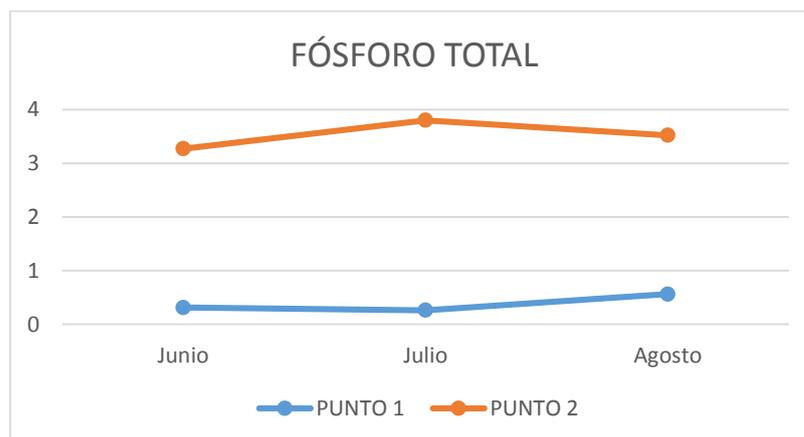


Figura 8. Fósforo total obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga

- **Nitratos**

El valor máximo para nitratos se encuentra en el punto P2 en el mes de junio de 7,8 mg/L y un valor mínimo en el punto P1 en el mes de agosto de 5 mg/L. (Figura 9)

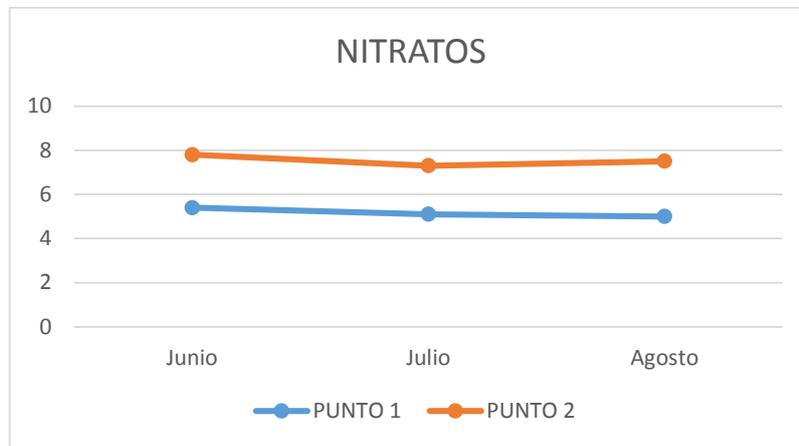


Figura 9. Nitratos obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga

- **Sólidos Totales Disueltos**

Los valores máximos para sólidos totales se encuentra en el punto P2 en el mes de agosto de 517 ml/L y un valor mínimo en el punto P1 en el mes de julio de 172 ml/L. (Figura 10)

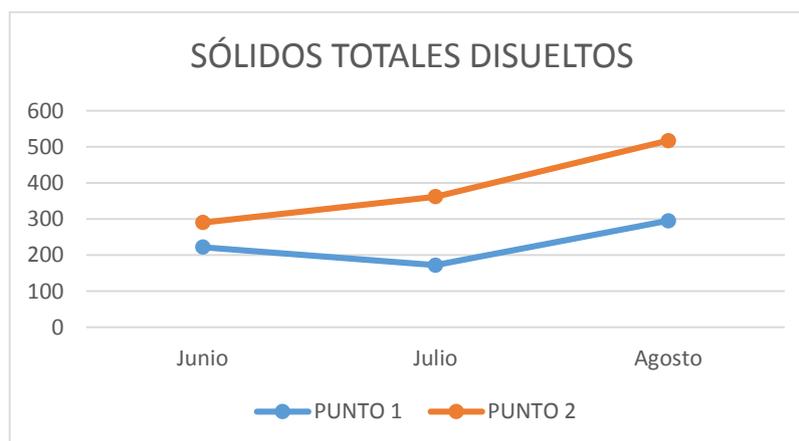


Figura 10. Sólidos totales disueltos obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga

3.2. Índice de Calidad de Agua

Los parámetros físicoquímicos y microbiológicos utilizados en el software IQAData sirvieron para determinar el índice de calidad de agua de la microcuenca del río Chibunga. (Tabla 2)

Según el IQA-DATA se establece la siguiente clasificación: para el punto 1 en el mes de junio tiene calidad mala, en julio tiene calidad media y en agosto tiene calidad mala, para el punto 2 en junio tiene calidad mala, en julio tiene calidad muy mala y en agosto tiene calidad muy mala. (Tabla 3) Estos datos se hicieron referencia con la clasificación de calidad del agua en función del ICA (Tabla 4)

Tabla 2. Datos obtenidos de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos de los muestreos de junio, julio y agosto para determinar el IQA de la microcuenca del río Chibunga

	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
PARÁMETROS	P1	P1	P1	P2	P2	P2
Temperatura °C	14,3	14,5	12	16,6	19,9	15,1
Oxígeno disuelto mg/L	6,23	6,12	6,62	5,53	4,56	6,09
Coliformes fecales UFC/100ml	2250	3100	3260	20640	22300	23700
DBO mg/L	21	12	39	28	62	64
Fósforo total mg/L	0,31	0,26	0,56	3,27	3,8	3,52
Nitratos mg/L	5,4	5,1	5	7,8	7,3	7,5
pH Unid.	8,4	8,12	7,93	8,34	8,41	8,15
Solidos totales disueltos ml/l	222	172	295	290	362	517
Turbiedad UNT	2,8	2,02	8,5	15,5	20,8	13,4

Tabla 3. Resultados obtenidos según el IQA-DATA en los muestreos junio, julio y agosto del río Chibunga

PUNTOS	ICA	CALIFICACIÓN
PUNTO 1 - JUNIO	45,79	CALIDAD MALA
PUNTO 1 - JULIO	51,98	CALIDAD MEDIA
PUNTO 1 - AGOSTO	36,24	CALIDAD MALA
PUNTO 2 - JUNIO	25,11	CALIDAD MALA
PUNTO 2 - JULIO	21,2	CALIDAD MUY MALA
PUNTO 2 - AGOSTO	21,01	CALIDAD MUY MALA

Tabla 4. Clasificación de calidad del agua en función del ICA

VALOR DEL ÍNDICE	CLASIFICACIÓN
0-25	Calidad muy mala
26-50	Calidad mala
51-70	Calidad media
71-90	Calidad buena
91-100	Calidad excelente

Fuente: (Jiménez & Velez, 2006)

3.2.1. Variables con mayor impacto para determinar el índice de calidad del agua "IQA"

Punto 1

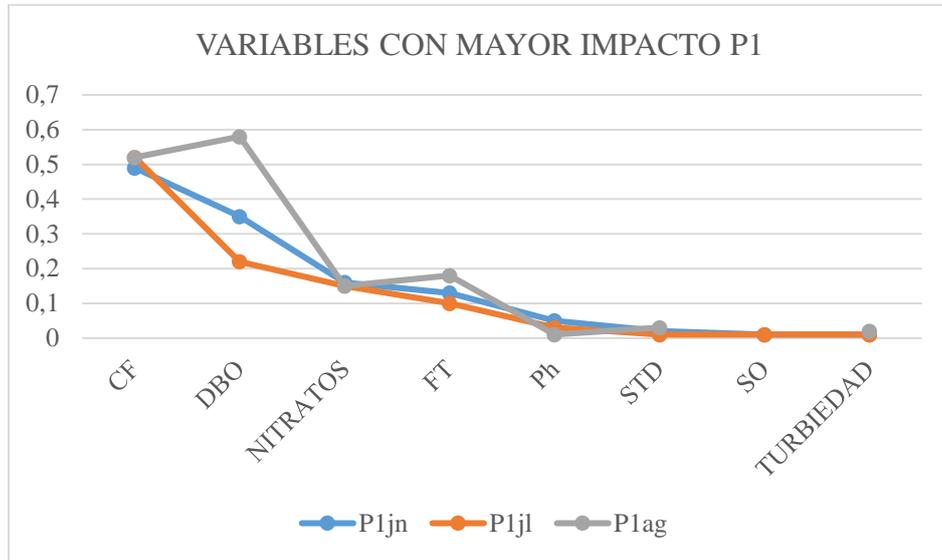


Figura 11. Variables con mayor impacto del punto 1 obtenidas en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 del río Chibunga

En el mes de junio, las coliformes fecales tiene un valor de 0,49 UFC/ml que representa el 40,16%, y 0,35 mg/L de DBO que representa el 28,68 % para la determinación del ICA.

En el mes de julio, las coliformes fecales tiene un valor de 0,52 UFC/ml que representa el 49,52% y 0,22 mg/L de DBO que representa el 20,95% para la determinación del ICA.

En el mes de agosto, las coliformes fecales tiene un valor de 0,52 UFC/ml que representa el 34,89% y 0,58 mg/L de DBO que representa el 38,92% para la determinación del ICA. (Figura 11)

Punto 2

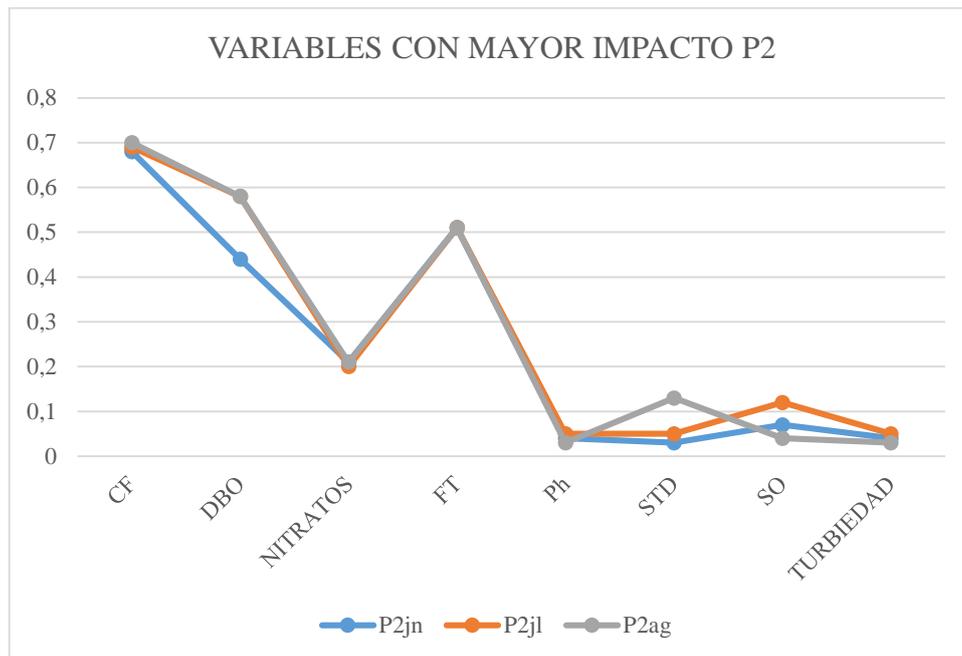


Figura 12. Variables con mayor impacto del punto 2, obtenidas en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 del río Chibunga.

En el mes de junio, las coliformes fecales tienen un valor de 0,68 UFC/ml que representa el 33,66% y 0,51 mg/L de fósforo total que representa el 25,24% para la determinación del ICA.

En el mes de julio, las coliformes fecales tienen un valor de 0,69 UFC/ml que representa el 30,66% y 0,58 de DBO mg/L que representa el 25,77% para la determinación del ICA,

En el mes de agosto, las coliformes fecales tienen un valor de 0,7 UFC/ml que representa el 31,39% y 0,58 de DBO mg/L que representa el 26% para la determinación del ICA. (Figura 12)

3.3. Identificación de especies de diatomeas epilíticas como posibles bioindicadoras

Se identificaron un total de 62 especies de diatomeas epilíticas (Tabla 5 y 6).

En el tramo superior P1 se encontraron 7 especies abundantes: *Navicula lanceolata*. (**Agardh**) **Kützing**, *Navicula cryptotenella*. **Lange-Bertalot**, *Nitzschia inconspicua*. **Grunow**, *Nitzschia palea*. (**Kützing**) **Smith**, *Staurosira brevistriata*. **Grunow**, *Brachysira neglectissima*. **Lange-Bertalot**, *Pinnularia borealis* var. *Scalaris*. (**Ehrenberg**) **Rabenhorst**. (Tabla 7)

En el tramo inferior P2 se encontraron 7 especies abundantes: *Navicula lanceolata*. (**Agardh**) **Kützing**, *Nitzschia heufleriana*. **Grunow**, *Nitzschia palea*. (**Kützing**) **Smith**, *Navicula riediana*. **Lange – Bertalot**, *Mayamaea permitis*. *Cocconeis placentula*. **Ehrenberg**, *Eolimna subminuscula*. (Tabla 8)

Las especies abundantes que se encontraron en los dos puntos son: *Navicula lanceolata* y *Nitzschia palea*. (Tabla 7 y 8)

Durante los meses de junio, julio y agosto se recolectaron muestras de diatomeas epilíticas.

Tabla 5. Especies de Diatomeas Epilíticas del Punto 1 de la microcuenca del río Chibunga

N°	Especie	Junio	Julio	Agosto	Individuos
1	<i>Navicula lanceolata.</i>	206	211	201	618
2	<i>Navicula cryptotenella.</i>	110	107	86	303
3	<i>Gomphonema cf. parvulum.</i>	6	13	10	29
4	<i>Planothidium cf. frequentissimun.</i>	4	2	13	19
5	<i>Reimeria sinuata var. sinuata.</i>	1	0	0	1
6	<i>Nitzschia inconspicua.</i>	29	26	21	76
7	<i>Nitzschia linearis.</i>	2	1	0	3
8	<i>Nitzschia palea.</i>	58	64	67	189
9	<i>Staurosira brevistriata.</i>	22	20	51	93
10	<i>Nitzschia vermicularoides nov. spec.</i>	1	2	0	3
11	<i>Pinnularia subbrevistriata.</i>	7	3	0	10
12	<i>Brachysira neglectissima.</i>	38	41	28	107
13	<i>Meridion circulare.</i>	2	3	3	8
14	<i>Luticola goeppertiana.</i>	1	1	0	2
15	<i>Gomphoneis eriensis var. variabilis.</i>	4	3	3	10
16	<i>Rhoicosphenia abbreviata.</i>	7	5	6	18
17	<i>Nitzschia soratensis.</i>	10	13	19	42
18	<i>Pinnularia borealis var. scalaris.</i>	37	32	48	117
19	<i>Fragilaria nevadensis.</i>	1	1	3	5
20	<i>Achnanthes spp. cf. minutissima.</i>	11	8	9	28
21	<i>Nitzschia brevissima.</i>	0	2	0	2
22	<i>Fragilaria siolii.</i>	3	1	3	7
23	<i>Eunotia spec. cf. praerupta.</i>	1	1	3	5
24	<i>Gomphonema pseudoaugur.</i>	1	1	2	4
25	<i>Gomphonema variostigmatum.</i>	2	2	1	5
26	<i>Navicula tripunctata.</i>	4	0	1	5
27	<i>Nitzschia ovalis.</i>	2	1	2	5
28	<i>Geissleria decussis.</i>	1	2	1	4
29	<i>Gomphonema? Geisslerae.</i>	1	1	1	3
30	<i>Gomphonema angustivalva.</i>	5	5	2	12
31	<i>Eolimna sp.</i>	8	9	4	21
32	<i>Ulnaria ulna.</i>	12	16	5	33
33	<i>Fragilaria vaucheriae.</i>	0	1	1	2
34	<i>Nitzschia dissipata.</i>	0	1	2	3
35	<i>Caloneis? undulatifformis.</i>	2	1	1	4
36	<i>Navicula cf. cascadenis.</i>	0	0	1	1
37	<i>Achnantheidium delmontii.</i>	1	0	2	3
	TOTAL	600	600	600	1800

Tabla 6. Especies de Diatomeas Epilíticas del Punto 2 de la microcuenca del río Chibunga

Nº	NOMBRE	Junio	Julio	Agosto	Individuos
1	<i>Navicula lanceolata.</i>	98	28	57	183
2	<i>Brachysira neglectissima.</i>	36	5	6	47
3	<i>Nitzschia amphibia.</i>	2	0	1	3
4	<i>Nitzschia dissipata.</i>	1	0	1	2
5	<i>Nitzschia inconspicua.</i>	9	8	5	22
6	<i>Eolimna</i> sp.	4	0	3	7
7	<i>Staurosira brevistriata.</i>	11	14	15	40
8	<i>Pinnularia microstauron.</i>	1	0	0	1
9	<i>Nitzschia soratensis.</i>	17	9	14	40
10	<i>Pseudostaurosira robusta.</i>	2	2	0	4
11	<i>Gyrosigma obtusatum.</i>	5	0	3	8
12	<i>Nitzschia bergii.</i>	1	0	0	1
13	<i>Pinnularia doehringii.</i>	1	0	0	1
14	<i>Gomphonema</i> cf. <i>parvulum.</i>	10	0	4	14
15	<i>Nitzschia denticula.</i>	1	0	0	1
16	<i>Nitzschia umbonata</i> .	1	4	0	5
17	<i>Nitzschia angustatula.</i>	1	1	5	7
18	<i>Nitzschia heufleriana.</i>	21	58	35	114
19	<i>Geissleria decussis.</i>	1	0	0	1
20	<i>Rhopalodia</i> cf. <i>operculata.</i>	2	3	0	5
21	<i>Tabellaria flocculosa.</i>	2	0	0	2
22	<i>Nitzschia palea.</i>	205	198	146	549
23	<i>Navicula riediana</i> .	144	30	45	219
24	<i>Nitzschia ovalis.</i>	5	6	4	15
25	<i>Gomphosphenia tackei.</i>	3	2	0	5
26	<i>Diademsis pantropica</i> nov. spec.	1	2	0	3
27	<i>Eolimna minima.</i>	2	20	16	38
28	<i>Nupela</i> spec. cf. <i>Praecipua.</i>	3	29	0	32
29	<i>Planothidium</i> cf. <i>frequentissimun.</i>	0	1	0	1
30	<i>Mayamaea permitis.</i>	4	34	29	67
31	<i>Cocconeis placentula.</i>	1	77	120	198
32	<i>Gomphonema bourbonense.</i>	1	3	16	20
33	<i>Nitzschia vermicularoides</i> nov. spec.	1	6	4	11
34	<i>Eolimna subminuscula.</i>	0	47	58	105
35	<i>Diademsis confervacea.</i>	1	3	2	6
36	<i>Nitzschia adamata.</i>		5	3	8
37	<i>Navicula</i> cf. <i>gregaria.</i>	0	2	1	3
38	<i>Nitzschia costei.</i>	2	3	7	12
	TOTAL	600	600	600	1800

Las diatomeas abundantes para el punto 1 se consideraron a las especies con valores superiores a 48 y para el punto 2 valores superiores a 47. (Tabla 7 y 8)

Tabla 7. Especies de Diatomeas Epilíticas abundantes del Punto 1 de la microcuenca del río Chibunga

Nº	Especies abundantes	Individuos
1	<i>Navicula lanceolata.</i>	618
2	<i>Navicula cryptotenella.</i>	303
3	<i>Nitzschia inconspicua.</i>	76
4	<i>Nitzschia palea.</i>	189
5	<i>Staurosira brevistriata.</i>	93
6	<i>Brachysira neglectissima.</i>	107
7	<i>Pinnularia borealis var. scalaris.</i>	117

Tabla 8. Especies de Diatomeas Epilíticas abundantes del Punto 2 de la microcuenca del río Chibunga

Nº	Especies abundantes	Individuos
1	<i>Navicula lanceolata</i>	183
2	<i>Nitzschia heufleriana</i>	114
3	<i>Nitzschia palea</i>	549
4	<i>Navicula riediana</i>	219
5	<i>Mayamaea permitis</i>	67
6	<i>Cocconeis placentula</i>	198
7	<i>Eolimna subminuscula</i>	105

3.4. Valores tróficos asignados a diatomeas epilíticas

Para la determinación del Índice trófico de calidad del agua “ITCA” se asignaron valores tróficos a las especies de diatomeas abundantes de cada punto. (Lobo. et al., 2015) (Lobo. E et al., 2004) (Castro, 2009) (Tabla 9 y 10)

Tabla 9. Valores tróficos de las especies de diatomeas abundantes del punto P1 de los meses junio, julio y agosto de 2017

ESPECIES ABUNDANTES	INDIVIDUOS	Vt	h
<i>Navicula lanceolata.</i>	618	3	34,33
<i>Navicula cryptotenella.</i>	303	2,5	16,83
<i>Nitzschia inconspicua.</i>	76	1	4,22
<i>Nitzschia palea.</i>	189	4	10,5
<i>Staurosira brevistriata.</i>	93	1	5,16
<i>Brachysira neglectissima.</i>	107	1	5,9
<i>Pinnularia borealis var. scalaris.</i>	117	1	6,5
	IBCA P1	1,92	83,44

Tabla 10. Valores tróficos de las especies de diatomeas abundantes del punto P2 de los meses junio, julio y agosto de 2017

ESPECIES ABUNDANTES	INDIVIDUOS	Vt	h
<i>Navicula lanceolata</i>	183	3	10,16
<i>Nitzschia heufleriana</i>	114	1	6,33
<i>Nitzschia palea</i>	549	4	30,5
<i>Navicula riediana</i>	219	1	12,16
<i>Mayamaea permitis</i>	67	4	3,72
<i>Cocconeis placentula</i>	198	2,5	11
<i>Eolimna subminuscula</i>	105	4	5,83
	IBCA P2	2,78	79,7

Tabla 11. Índice trófico de calidad del agua del río Chibunga

PUNTOS	ITQA	ÍNDICE TRÓFICO
<i>P1</i>	1,92	β -mesotrófico
<i>P2</i>	2,78	α -mesotrófico

El valor trófico asignado en el punto P1: 1,92 y en el punto P2: 2,78. (Tabla 11)

Para la asignación de valores tróficos se tomaron las referencias de (Lobo. et al., 2015) (Lobo. E et al., 2004) (Castro, 2009) (Tabla 12)

Tabla 12. Relación entre el Índice Trófico de Calidad de Agua y la Calidad de Agua

ITQA	Nivel de contaminación
1,0-1,5	Oligotrófico (contaminación despreciable)
1,5-2,5	β -mesotrófico (contaminación moderada)
2,5-3,5	∞ -mesotrófico (contaminación fuerte)
3,5-4,0	Eutrófico (contaminación excesiva)

Fuente: (Lobo, et al., 2016)

3.5. Análisis multivariado

3.5.1. Análisis de conglomerados o análisis cluster

Se obtuvieron 2 cluster, el primer cluster de color rojo contiene los puntos P1 de los meses de junio, julio y agosto de 2017 y el segundo cluster de color verde contiene los puntos P2 de los meses de junio, julio y agosto de 2017. (Figura 13)

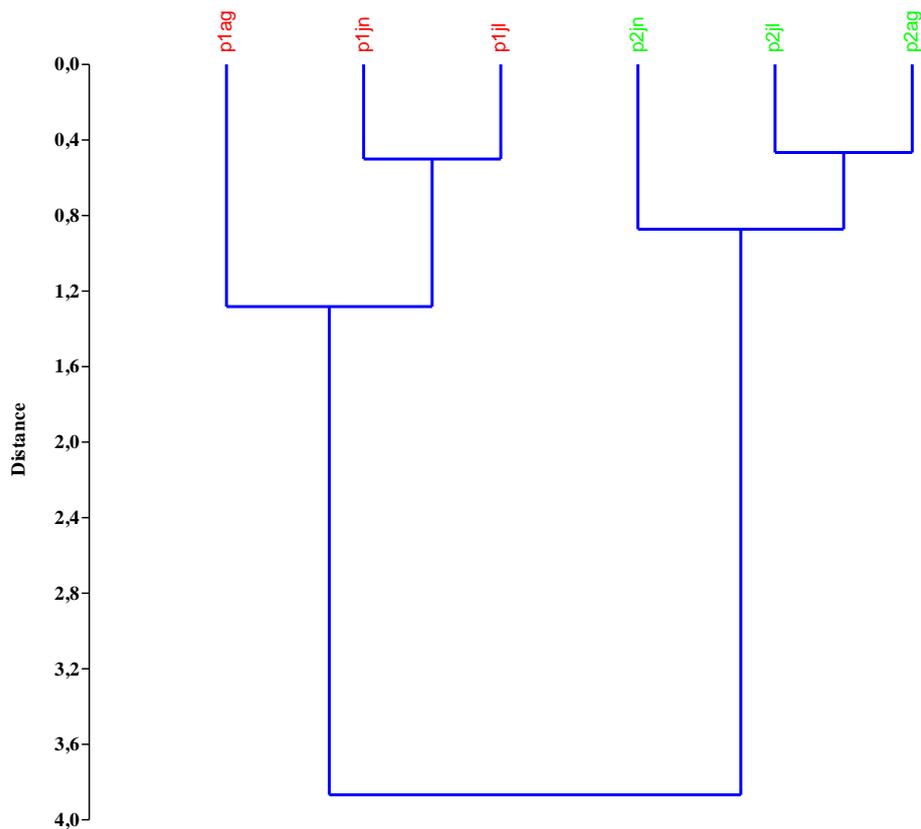


Figura 13. Dendrograma de los puntos P1 y P2 de las especies de diatomeas epilíticas de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga.

3.5.2. Análisis de correspondencia canónica

Por medio del análisis multivariado se determinaron las relaciones que existen entre las 62 especies de diatomeas epilíticas de junio, julio y agosto y los 9 parámetros abióticos. Los datos que se revelaron fueron del 81,9 % de variabilidad total de los datos entre los dos primeros ejes. (Figura 14)

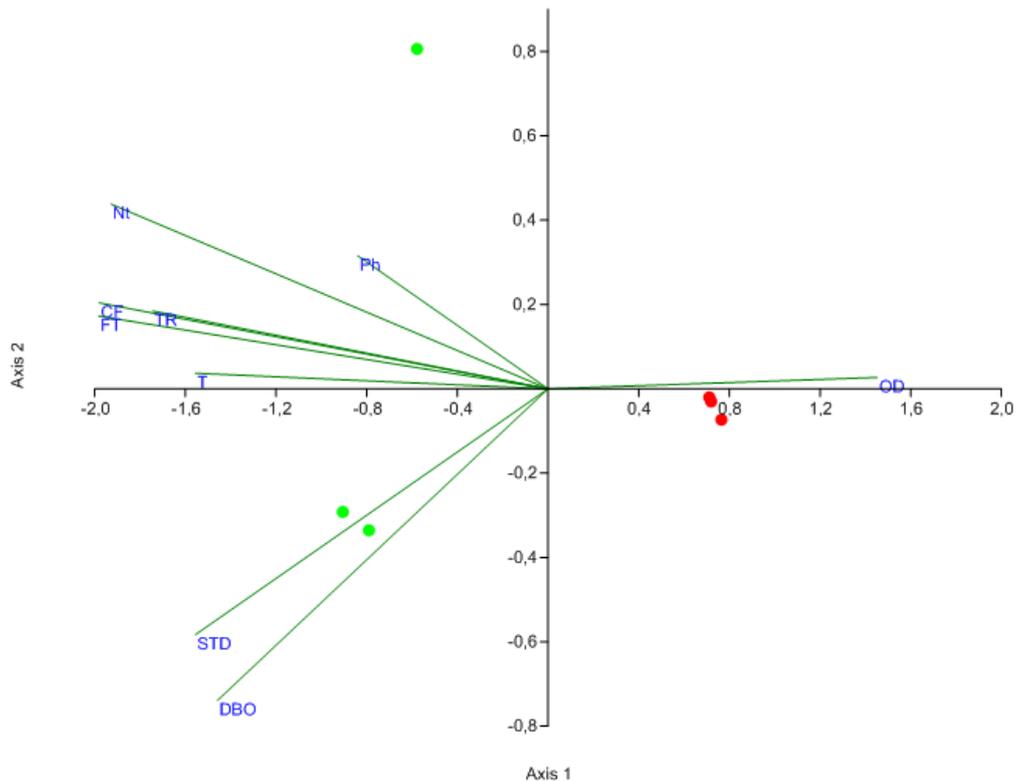


Figura 14. Diagrama de dispersión basado en la CCA de especies de diatomeas epilíticas de junio, julio y agosto de 2017 correlacionadas con las variables ambientales con relación a los ejes 1 y 2

El color rojo muestra los puntos P1 y el verde muestra los puntos P2.

El análisis de correspondencia canónico refleja un 66,12% de la variación total en el eje 1 y 15,78 % en el eje 2. (Tabla 13)

En cuanto a los coeficientes canónicos demuestran que el oxígeno disuelto tiene un valor de ($r=0,726$) y se encuentra ligado con las especies de color rojo de los puntos P1 en el eje 1 (Figura 14).

En el eje 1 las variables con relevancia que representan a los puntos de color verde de los puntos P2 de los meses de junio, julio y agosto, son: temperatura (-0,78), coliformes fecales (-0,99),

DBO (-0,73), fósforo total (-0,99), nitratos (-0,96), pH (-0,42), sólidos totales disueltos (-0,78) y la turbiedad (-0,87). (Tabla 14)

Tabla 13. Resumen de resultados de CCA de los muestreos de diatomeas epilíticas relacionada con las variables ambientales

AXIS	EIGENVALUE	%
1	0,5673	66,12
2	0,13537	15,78
3	0,0709	8,263
4	0,05057	5,894
5	0,03388	3,949

Tabla 14. Coeficientes canónicos de los parámetros fisicoquímicos con los ejes 1 y 2, relacionadas con 62 variables bióticas

PARÁMETROS	AXIS 1	AXIS 2
T	-0,78	0,01849
OD	0,726	0,0135
CF	-0,99	0,10205
DBO	-0,73	-0,3695
FT	-0,99	0,08636
Nt	-0,96	0,21904
Ph	-0,42	0,15776
STD	-0,78	-0,2914
TR	-0,87	0,09237

3.6. Riqueza y diversidad de especies

Punto 1

La riqueza específica del punto P1 tiene un valor de 37 especies de diatomeas epilíticas. (Tabla15)

Tabla 15. Riqueza específica de especies de diatomeas epilíticas del punto P1 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga

RIQUEZA ESPECÍFICA	
S=	37

En el punto P1, el Índice de Shannon Wiener tiene un valor de 2,317 y 0,829 en el Índice de Simpson. (Tabla 16).

En la Serie de números de Hill tiene valores: $N_0=37$, $N_1=10,15$, $N_2=5,84$ y en la Equidad de Hill tiene un valor de 0,57. (Ver Tabla 17).

Tabla 16. Diversidad de especies de diatomeas epilíticas del punto P1 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga

ÍNDICE DE SHANNON WIENER	
H=	2,317642594
ÍNDICE DE SIMPSON	
1-λ	0,829

Tabla 17. Diversidad de especies de diatomeas epilíticas del punto P1 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga

SERIE DE NÚMEROS DE HILL	
$N_0=S$	37
$N_1=e^{H'}$	10,15171436
$N_2=1/\lambda$	5,847953216
EQUIDAD DE HILL	
$E_{hi}=N_2/N_1$	0,576055729

Punto 2

La riqueza específica del punto P2 tiene un valor de 38 especies de diatomeas epilíticas. (Tabla18)

Tabla 18. Riqueza específica de especies de diatomeas epilíticas del punto P2 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga

RIQUEZA ESPECÍFICA	
S=	38

En el punto P2, el Índice de Shannon Wiener tiene un valor de 2,465 y 0,858 en el Índice de Simpson. (Tabla 19).

En la Serie de números de Hill tiene valores: $N_0=38$, $N_1=11,766$, $N_2=7,042$ y en la Equidad de Hill tiene un valor de 0,598. (Ver Tabla 20).

Tabla 19. Diversidad de especies de diatomeas epilíticas del punto P2 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga

ÍNDICE DE SHANNON WIENER	
H=	2,465228808
ÍNDICE DE SIMPSON	
1-λ	0,858

Tabla 20. Diversidad de especies de diatomeas epilíticas del punto P2 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga

SERIE DE NÚMEROS DE HILL	
$N_0=S$	38
$N_1=e^{H'}$	11,76617404
$N_2=1/\lambda$	7,042253521
EQUIDAD DE HILL	
$E_{hi}=N_2/N_1$	0,598516859

4. Discusión

En este estudio hemos corroborado la hipótesis de que existe una variación en la composición poblacional de diatomeas en los puntos P1 y P2. Como demuestra el análisis de conglomerados o análisis cluster. Esta variación puede ser debida a factores ambientales propios de la localización de estos puntos en el cauce del río Chibunga. No obstante, no descartamos la posibilidad que este cambio poblacional sea consecuencia del gradiente de eutrofización existente entre estos dos puntos.

Según el (GADPChimborazo, 2015) en el cantón Riobamba se realiza principalmente actividades agrícolas y ganaderas, las cuales pueden ser la causa de la presencia de materia orgánica en los análisis realizados de los dos puntos. El análisis de correspondencia canónica (CCA) nos agrupa las poblaciones de diatomeas en función de los parámetros que determinan el grado de eutrofización en los puntos P1 y P2.

Existen 13 especies que se encuentran en los dos puntos, su presencia se puede deber al arrastre a lo largo del río de un punto a otro. La diversidad se determinó por medio de la aplicación de índices que permitieron conocer las características de una manera cuantitativa de cada punto. (Moreno, 2000)

Las especies *Navicula lanceolata* y *Nitzschia palea* se presentan como especies abundantes en los puntos P1 y P2. Las cuales se diferencian por la riqueza de cada punto. En el punto P1 *Navicula lanceolata* con 618 individuos, *Nitzschia palea* con 189 individuos. En el punto P2 *Navicula lanceolata* con 183 individuos, *Nitzschia palea* con 549 individuos. Estas diatomeas son especies que se han encontrado principalmente en aguas contaminadas con materia orgánica y con metales. (Atici, Ahiska, Altindag, & Aydin, 2002) (Gómez, 1998)

Aunque existe una composición variante de especies de diatomeas en los dos puntos. En la determinación de riqueza y de índices de diversidad se obtuvieron valores similares debido al número de especies de diatomeas epilíticas de cada punto. (Schuch et al., 2012) Estos valores permitieron corroborar discrepancias y malos entendidos en cuanto al manejo de diversidad. (Alcolado, 1998)

5. Conclusiones

- El punto P1 de la microcuenca del río Chibunga se encuentra en un estado β -mesotrófico y el punto P2 se encuentra en un estado α -mesotrófico.
- Las poblaciones de especies de diatomeas epilíticas cambian su composición en el punto P1 y P2.
- Una de las variables con mayor impacto en los dos puntos son las coliformes fecales, lo cual permitió corroborar con los datos de la literatura debido que el cantón Riobamba es considerado un exportador potencial de actividades agrícolas y ganaderas.
- Las especies *Reimeria sinuata* var. *Sinuata*, *Navicula* cf. *cascadensis*, *Gomphonema?* *Geisslerae*, *Pinnularia microstauron*, *Nitzschia bergii*, *Pinularia doehringii*, *Nitzschia denticula*, *Nitzschia angustatula*, *Geissleria decussis*, *Tabellaria flocculosa*, *Planothidium* cf. *frequentissimum* son especies poco tolerantes a niveles de eutrofización.

- Las especies que representan mayor riqueza en el punto P1 son *Navicula lanceolata* y *Navicula cryptotenella*, mientras que en el punto P2 son *Nitzschia palea* y *Navicula riediana*.
- De acuerdo al Índice de Shannon Wiener en los dos puntos P1 y P2 existe una diversidad moderada y se encuentran en un sistema moderadamente contaminado.

6. Recomendaciones

- En el momento de muestrear se debe tener los equipos de protección personal (EPP) adecuados al lugar donde se van a tomar las muestras, como: guantes, botas y mascarilla, además se debe tener los equipos necesarios para los análisis in-situ. Estos materiales deben ser revisados y calibrados con anterioridad.
- Realizar primero análisis físicoquímicos para establecer tramos definidos como oligotrófico, mesotrófico y eutrófico y luego poder procesar las muestras de diatomeas.
- Para estudios posteriores se recomienda realizar muestreos en las faldas del nevado Chimborazo, debido que este río es afluente del río Chibunga y así poder determinar la calidad de agua y tener información de posibles diatomeas epilíticas de estados oligotróficos.
- Las muestras recolectadas se deben llevar lo más pronto posible al laboratorio, se puede tener máximo 24 horas previo a la refrigeración y ser procesadas rápidamente para que no exista disturbios en sus resultados.
- Se recomienda en el momento de la colocación de reactivos que éste sea en la cámara de extracción de olores debido a que son tóxicos.
- Tomar en consideración en el procesamiento de diatomeas epilíticas la homogenización con el VORTEX MIXER, debido que se obtuvo mejores resultados en la obtención de las especies.
- Se recomienda realizar paso a paso los métodos planteados que se encuentran plasmados en la investigación para una correcta ejecución y obtención de resultados.

7. Agradecimientos

- A la Universidad Internacional SEK, por brindarme el conocimiento académico necesario para culminar satisfactoriamente esta meta planteada.
- A mis padres y mi hermana que son mi ejemplo de lucha y perseverancia.
- A mi Tutor PhD. Pablo Castillejo por todo su conocimiento, tiempo, y comprensión en cada momento requerido para la realización de esta investigación.
- A la Msc. Susana Chamorro por la revisión de este documento y sugerencias presentadas para la elaboración de esta investigación.
- Al PhD. Juan Carlos Navarro por su tiempo, conocimiento y la revisión de este documento.

8. Bibliografía

- Alba, J. Sánchez, A. (1988). UN MÉTODO RÁPIDO Y SIMPLE PARA EVALUAR LA CALIDAD BIOLÓGICA DE LAS AGUAS CORRIENTES BASADO EN EL DE HELLAWELL (1978). Recuperado a partir de <http://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-4-1-p-51.pdf>
- Alcolado, P. (1998). CONCEPTOS E ÍNDICES RELACIONADOS CON LA DIVERSIDAD, (18406), 7-21.
- Andrade, A. (2004). LINEAMIENTOS PARA LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO A LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO, 11. Recuperado a partir de <http://www.pnuma.org/educamb/documentos/Lineamientos.pdf>
- Arcos, M. et al. (2005). INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA. *Nova*, 3(4), 69. <https://doi.org/10.22490/24629448.338>
- Atici, T., Ahiska, S., Altindag, A., & Aydin, D. (2002). ECOLOGICAL EFFECTS OF SOME HEAVY METALS (CD, PB, HG, CR) POLLUTION OF PHYTOPLANKTONIC ALGAE AND ZOOPLANKTONIC ORGANISMS IN SARÝYAR DAM RESERVOIR IN TURKEY. *African Journal of Biotechnology* (Vol. 7). Academic Journals. Recuperado a partir de <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/58868>
- Bouza, C; Covarrubias, D. (2005). ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON EN M SITIOS DE MUESTREOS, 26. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Bouza/publication/236611307_ESTIMACION_DE_L_INDICE_DE_DIVERSIDAD_DE_SIMPSON_EN_m_SITIOS_DE_MUESTREO/links/546e981b0cf2b5fc17607a33/ESTIMACION-DEL-INDICE-DE-DIVERSIDAD-DE-SIMPSON-EN-m-SITIOS-DE-MUESTREO.pdf
- Castro, D. (2009). DESARROLLO DE UN ÍNDICE DE DIATOMEAS PERIFÉRICAS PARA EVALUAR EL ESTADO DE LOS HUMEDALES DE BOGOTÁ. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2656/1/190240.2009.pdf>
- Cejudo, C. (2011). MONITORIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS MEDIANTE MÉTRICAS BASADAS EN DIATOMEAS, 107. Recuperado a partir de <http://buleria.unileon.es/xmlui/bitstream/handle/10612/1000/2010ON-CEJUDO FIGUEIRAS%2C CRISTINA.pdf?sequence=1>
- eltelegrafo. (2013). EL CHIBUNGA, UNO DE LOS RÍOS MÁS CONTAMINADOS DEL PAÍS. Recuperado 8 de enero de 2018, a partir de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-centro/1/el-chibunga-uno-de-los-rios-mas-contaminados-del-pais>
- EP-EMAPAR. (s. f.). REGLAMENTO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN EL CANTÓN RIOBAMBA. Recuperado 18 de enero de 2018, a partir de <http://www.epemapar.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/REGLAMENTO-DE-PROTECCION-AMBIENTAL-DESCARGAS-2-2-1.pdf>
- Fernández, D. (2015). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SAN JUAN. Recuperado a partir de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/066082350001_ACTUALIZACION_PDYOT_SAN_JUAN_2015-2019_30-10-2015_22-28-53.pdf
- GADMriobamba. (2015). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2015-2019. Recuperado 8 de enero de 2018, a partir de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660000360001_Plan de Desarrollo Cantonal 2014-2019_15-03-2015_12-35-54.pdf

- GADPChimborazo. (2015). PLAN TERRITORIAL DE CHIMBORAZO, 41-52. Recuperado a partir de <http://www.chimborazo.gob.ec/chimborazo/wp-content/uploads/PD-y-OT.pdf>
- Gómez, N. (1998). USE OF EPIPELIC DIATOMS FOR EVALUATION OF WATER QUALITY IN THE MATANZA-RIACHUELO (ARGENTINA), A PAMPEAN PLAIN RIVER. *Water Research*, 32(7), 2029-2034. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(97\)00448-X](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(97)00448-X)
- Greenacre. M. (2008). LA PRÁCTICA DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS. Fundación BBVA. Recuperado a partir de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Zn8smJf99dkC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Análisis+de+correspondencia+canónica&ots=UtK12uzfq-&sig=fh-TsiiXAO_1_wXVzjivYGFQkqw#v=onepage&q=Análisis de correspondencia canónica&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Zn8smJf99dkC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Análisis+de+correspondencia+canónica&ots=UtK12uzfq-&sig=fh-TsiiXAO_1_wXVzjivYGFQkqw#v=onepage&q=Análisis+de+correspondencia+canónica&f=false)
- Hernández, S. (2012). INDICADORES BIOLÓGICOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO VIEJO, UTILIZANDO FITOBENTOS (DIATOMEAS). *Revista Universidad y Ciencia*, 6(9), 20-23.
- Iberoamericana, S. G. (2010). PROGRAMA DE FORMACIÓN IBEROAMERICANO EN MATERIA DE AGUAS. Recuperado a partir de http://codia.info/images/documentos/XI-CODIA/DOC_1_PROG_FORMACION.pdf
- Jiménez, M., & Velez, M. (2006). AVANCES EN RECURSOS HIDRÁULICOS. *Análisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial*, 14, 18.
- Lobo. (2002). ÍNDICES DE LA CALIDAD DEL AGUA, 101-102. Recuperado a partir de http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/39Proteccion_calidad_agua_subterranea.pdf
- Lobo, E., Callegaro, V., Hermany, G., Bes, D., Wetzel, C., & Oliveira, M. A. (2004). USE OF EPIPELIC DIATOMS AS BIOINDICATORS FROM LOTIC SYSTEMS IN SOUTHERN BRAZIL, WITH SPECIAL EMPHASIS ON EUTROPHICATION. *Limnology*, 16(1), 25-40.
- Lobo., Schuch, M., Heinrich, C. G., da Costa, A. Ben, Dupont, A., Wetzel, C. E., & Ector, L. (2015). DEVELOPMENT OF THE TROPHIC WATER QUALITY INDEX (TWQI) FOR SUBTROPICAL TEMPERATE BRAZILIAN LOTIC SYSTEMS. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(6). <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4586-3>
- Lobo, E. A. et al 2016. (2016). ÍNDICE TRÓFICO DE CALIDAD DE AGUA. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mayama, S. (2010). PROYECTO DE DIATOMEAS. Recuperado 9 de noviembre de 2017, a partir de <http://www.u-gakugei.ac.jp/~diatom/spanish/video/index.html>
- Moreno, C. (2000). MÉTODOS PARA MEDIR LA BIODIVERSIDAD, 43. Recuperado a partir de <http://www.florgarcia.com/wp-content/uploads/2013/09/métodos-de-evaluación-de-biodiversidad.pdf>
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (2011). REVISTA MEXICANA DE BIODIVERSIDAD. *Revista mexicana de biodiversidad* (Vol. 82). Instituto de Biología, UNAM. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400019
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). MANUAL DE MÉTODOS BÁSICOS DE MUESTREO Y ANÁLISIS EN ECOLOGÍA VEGETAL. *Proyecto Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)*, 1-92. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Peña, E. Palacios, M. Ospina, N. (2005). ALGAS COMO INDICADORAS DE CONTAMINACIÓN. Programa Editorial Universidad del Valle. Recuperado a partir de https://books.google.com.ec/books?id=I4QBTq77BsIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

- Peña, A. (2007). UNA PERSPECTIVA SOCIAL DE LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA. *Investigaciones geográficas*, (62), 125-137. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112007000100008&script=sci_arttext
- Pérez, J. (2017). FACTORES ABIÓTICOS. Recuperado 1 de febrero de 2018, a partir de <https://definicion.de/factores-abioticos/>
- RAP-AL. (2010). CONTAMINACIÓN Y EUTROFIZACIÓN DEL AGUA, 16. Recuperado a partir de <http://ww.rapaluruaguay.org/agrotoxicos/Uruguay/Eutrofizacion.pdf>
- Rodrigues, C. (2007). ESTUDO DA COMUNIDADE DE DIATOMÁCEAS E UTILIZAÇÃO DE ÍNDICES PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ALGUMAS RIBEIRAS DA ILHA DA MADEIRA.
- Rodríguez, M. (2014). ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2015. Recuperado a partir de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660819820001_DIAGNOSTICO_PDYOT_2015_SAN_LUIS_30-10-2015_13-28-45.pdf
- Romero, M. (2010). PROCESO DE EUTROFIZACIÓN DE AFLUENTES Y SU PREVENCIÓN POR MEDIO DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES, 64-74. Recuperado a partir de http://www.fsalazar.bizland.com/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin17/URL_17_AMB02_TRATAMIENTO.pdf
- Salomoni, S., Rocha, O., Hermany, G., & Lobo, E. (2011). APPLICATION OF WATER QUALITY BIOLOGICAL INDICES USING DIATOMS AS BIOINDICATORS IN THE GRAVATAÍ RIVER, RS, BRAZIL. *Brazilian Journal of Biology*, 71(4), 949-959. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000500015>
- Salusso, M. M., & Moraña, L. B. (2002). COMPARACIÓN DE ÍNDICES BIÓTICOS UTILIZADOS EN EL MONITOREO DE DOS SISTEMAS LÓTICOS DEL NOROESTE ARGENTINO. *Rev. Biol. Trop*, 50(1), 327-336. Recuperado a partir de www.ucr.ac.cr
- Schuch, M., Júnior, E. F. de A., & Alcayaga, E. L. (2012). WATER QUALITY OF URBAN STREAMS, SANTA CRUZ DO SUL, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL, BASED ON PHYSICAL, CHEMICAL AND BIOLOGICAL ANALYSES. *Bioikos*, 26(1), 3-12. Recuperado a partir de <http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/bioikos/article/view/760>
- Segnini, S. (s. f.). MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD EN UNA COMUNIDAD DE INSECTOS. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/profile/Samuel_Segnini/publication/262840001_MEDICION_DE_LA_DIVERSIDAD_EN_UNA_COMUNIDAD_DE_INSECTOS/links/0deec538fd28e78e8400000.pdf
- Uvillus, S., & Chamorro, S. (2017). CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS AL GRADO DE EUTROFIZACIÓN EN EL RIO «LA COMPAÑÍA», CANTÓN MEJÍA. Recuperado a partir de <http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2637/1/TESIS.pdf>
- Vásquez, G., Castro, G., Gonzáles, I., Pérez, R., & Castro, T. (2006). BIOINDICADORES COMO HERRAMIENTAS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA. *ContactoS*, 60, 41-48. Recuperado a partir de <http://www.izt.uam.mx/contactos/n60ne/Bio-agua.pdf>

9. Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo de la microcuenca del río Chibunga, con los códigos P1 (tramo superior), P2 (tramo inferior).	13
Figura 2. Temperatura obtenida de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga.....	15
Figura 3. pH obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga	16
Figura 4. Oxígeno disuelto obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga.....	16
Figura 5. Turbiedad obtenida de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga	17
Figura 6. Coliformes fecales obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga.....	17
Figura 7. DBO obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga.....	18
Figura 8. Fósforo total obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga.....	18
Figura 9. Nitratos obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga	19
Figura 10. Sólidos totales disueltos obtenido de los puntos 1 y 2 durante los muestreos de junio, julio y agosto del río Chibunga	19
Figura 11. Variables con mayor impacto del punto 1 obtenidas en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 del río Chibunga.....	22
Figura 12. Variables con mayor impacto del punto 2, obtenidas en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 del río Chibunga.....	23
Figura 13. Dendograma de los puntos P1 y P2 de las especies de diatomeas epilíticas de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga.	29
Figura 14. Diagrama de dispersión basado en la CCA de especies de diatomeas epilíticas de junio, julio y agosto de 2017 correlacionadas con las variables ambientales con relación a los ejes 1 y 2.....	30

10. Índice de Tablas

Tabla 1. Ubicación de las estaciones de muestreo de la microcuenca del río Chibunga	13
Tabla 2. Datos obtenidos de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos de los muestreos de junio, julio y agosto para determinar el IQA de la microcuenca del río Chibunga.....	20
Tabla 3. Resultados obtenidos según el IQA-DATA en los muestreos junio, julio y agosto del río Chibunga.....	21
Tabla 4. Clasificación de calidad del agua en función del ICA	21
Tabla 5. Especies de Diatomeas Epilíticas del Punto 1 de la microcuenca del río Chibunga..	25
Tabla 6. Especies de Diatomeas Epilíticas del Punto 2 de la microcuenca del río Chibunga..	26
Tabla 7. Especies de Diatomeas Epilíticas abundantes del Punto 1 de la microcuenca del río Chibunga	27
Tabla 8. Especies de Diatomeas Epilíticas abundantes del Punto 2 de la microcuenca del río Chibunga	27
Tabla 9. Valores tróficos de las especies de diatomeas abundantes del punto P1 de los meses junio, julio y agosto de 2017	28
Tabla 10. Valores tróficos de las especies de diatomeas abundantes del punto P2 de los meses junio, julio y agosto de 2017	28
Tabla 11. Índice trófico de calidad del agua del río Chibunga	28
Tabla 12. Relación entre el Índice Trófico de Calidad de Agua y la Calidad de Agua	29
Tabla 13. Resumen de resultados de CCA de los muestreos de diatomeas epilíticas relacionada con las variables ambientales	31
Tabla 14. Coeficientes canónicos de los parámetros físicoquímicos con los ejes 1 y 2, relacionadas con 62 variables bióticas	31
Tabla 15. Riqueza específica de especies de diatomeas epilíticas del punto P1 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga	31
Tabla 16. Diversidad de especies de diatomeas epilíticas del punto P1 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga	32
Tabla 17. Diversidad de especies de diatomeas epilíticas del punto P1 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga	32
Tabla 18. Riqueza específica de especies de diatomeas epilíticas del punto P2 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga	32
Tabla 19. Diversidad de especies de diatomeas epilíticas del punto P2 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga	33

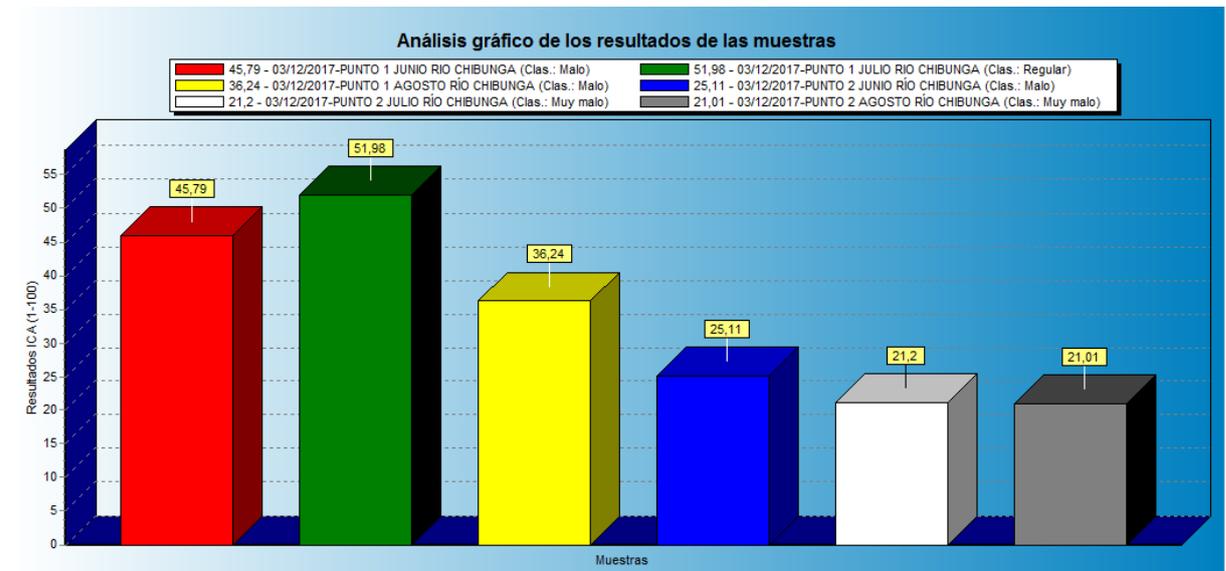
Tabla 20. Diversidad de especies de diatomeas epilíticas del punto P2 de los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga	33
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Resultados del Índice de Calidad del Agua según el IQA-DATA, durante los meses de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga	43
ANEXO B. Diatomeas Epilíticas del Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto	44
ANEXO C. Diatomeas Epilíticas del Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto	45
ANEXO D. Diatomeas Epilíticas de los Puntos 1 y 2 en los muestreos de junio, julio y agosto	46
ANEXO E. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga.....	47
ANEXO F. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.	48
ANEXO G. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.	49
ANEXO H. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.	50
ANEXO I. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.	51
ANEXO J. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.	52
ANEXO K. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga.....	53
ANEXO L. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación	54
ANEXO M. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.	55
ANEXO N. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.	56
ANEXO O. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.	57
ANEXO P. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.	58

11. Anexos

ANEXO A. Resultados del Índice de Calidad del Agua según el IQA-DATA, durante los meses de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga



ANEXO B. Diatomeas Epilíticas del Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto

DIATOMEAS P1
<i>Navicula cryptotenella.</i>
<i>Reimeria sinuata.</i>
<i>Nitzschia linearis.</i>
<i>Pinnularia subbrevistriata.</i>
<i>Meridion circulare.</i>
<i>Luticola goeppertiana.</i>
<i>Gomphoneis eriensis</i> var. <i>variabilis.</i>
<i>Rhoicosphenia abbreviata.</i>
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>scalaris.</i>
<i>Fragilaria nevadensis.</i>
<i>Achnanthes</i> spp. cf. <i>minutissima.</i>
<i>Nitzschia brevíssima.</i>
<i>Fragilaria siolii.</i>
<i>Eunotia</i> spec. cf. <i>praerupta.</i>
<i>Gomphonema pseudoaugur.</i>
<i>Gomphonema</i> <i>variostigmatum.</i>
<i>Navicula tripunctata.</i>
<i>Gomphonema? Geisslerae.</i>
<i>Gomphonema angustivalva.</i>
<i>Ulnaria ulna.</i>
<i>Fragilaria vaucheriae.</i>
<i>Caloneis? Undulatiformis.</i>
<i>Navicula</i> cf. <i>cascadensis.</i>
<i>Achnanthidium delmontii.</i>

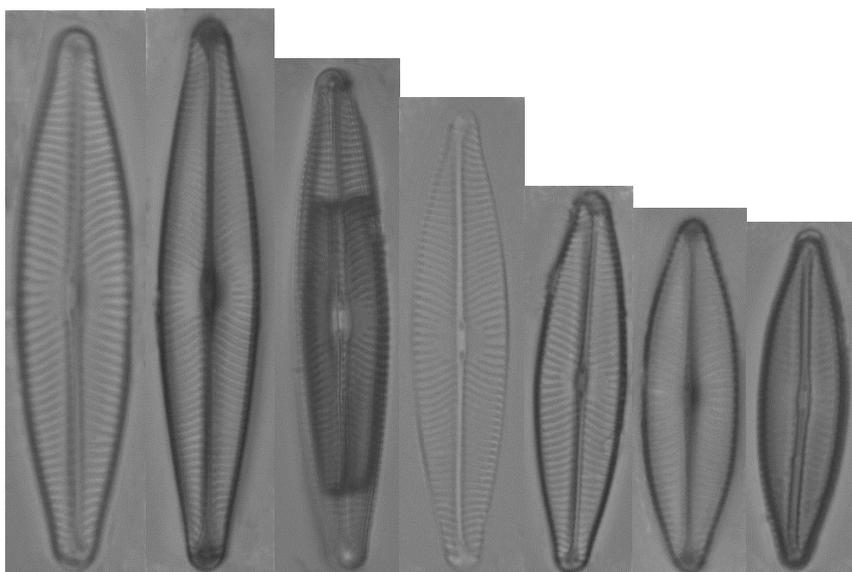
ANEXO C. Diatomeas Epilíticas del Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto

DIATOMEAS P2
<i>Nitzschia amphibia.</i>
<i>Pinnularia microstauron.</i>
<i>Pseudostaurosira robusta.</i>
<i>Gyrosigma obtusatum.</i>
<i>Nitzschia bergii.</i>
<i>Pinnularia doehringii.</i>
<i>Nitzschia denticula.</i>
<i>Nitzschia umbonata .</i>
<i>Nitzschia angustatula.</i>
<i>Nitzschia heufleriana.</i>
<i>Rhopalodia cf. Operculata.</i>
<i>Tabellaria flocculosa.</i>
<i>Navicula riediana .</i>
<i>Gomphosphenia tackei.</i>
<i>Diadesmis pantropica nov.</i> spec.
<i>Eolimna minima.</i>
<i>Nupela spec. cf. Praecipua.</i>
<i>Mayamaea permitis.</i>
<i>Cocconeis placentula.</i>
<i>Gomphonema bourbonense.</i>
<i>Eolimna subminuscula.</i>
<i>Diadesmis confervacea.</i>
<i>Nitzschia adamata.</i>
<i>Navicula cf. Gregaria.</i>
<i>Nitzschia costei.</i>

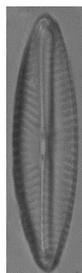
ANEXO D. Diatomeas Epilíticas de los Puntos 1 y 2 en los muestreos de junio, julio y agosto

DIATOMEAS P1 y P2
<i>Navicula lanceolata.</i>
<i>Gomphonema cf. parvulum.</i>
<i>Planothidium cf. frequentissimum.</i>
<i>Nitzschia inconspicua.</i>
<i>Nitzschia palea.</i>
<i>Staurosira brevistriata.</i>
<i>Nitzschia vermicularoides nov. spec.</i>
<i>Brachysira neglectissima.</i>
<i>Nitzschia soratensis.</i>
<i>Nitzschia ovalis.</i>
<i>Eolimna sp.</i>
<i>Nitzschia dissipata.</i>
<i>Geissleria decussis.</i>

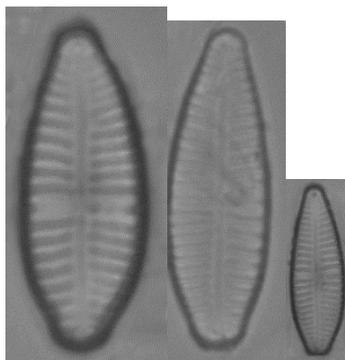
ANEXO E. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga.



ESP.1 *Navicula lanceolata*
(Agardh) **Kützing**

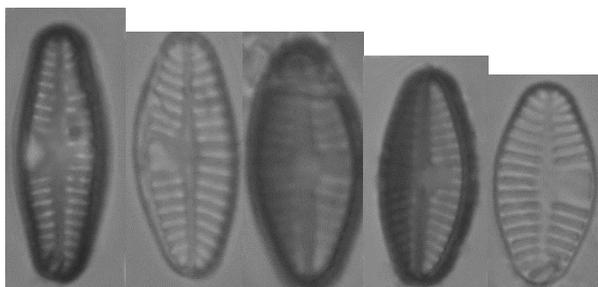


ESP.2 *Navicula cryptotenella*
Lange-Bertalot



ESP.3 *Gomphonema cf. parvulum.*
Kützing

10 μ m

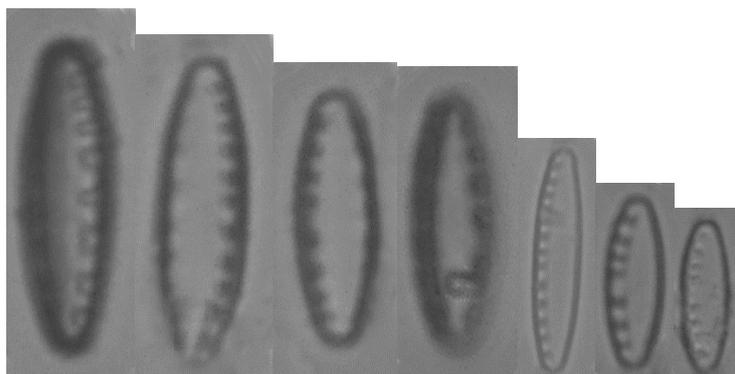


ESP. 4 *Planothidium cf. frequentissimum.* **Lange-Bertalot**



ESP. 5 *Reimeria sinuata*
var. *sinuata* (**Gregory**)
Kociolek & Stoermer

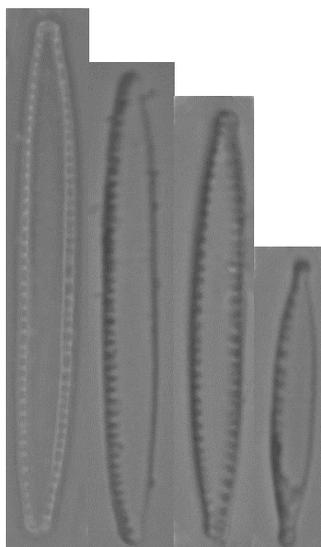
ANEXO F. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.



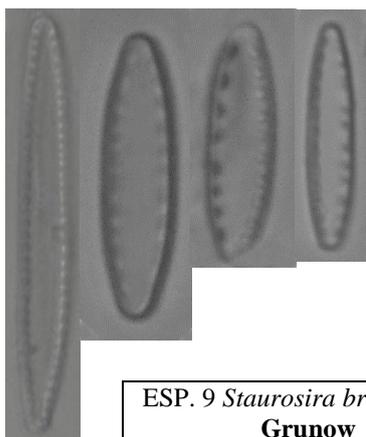
ESP. 6 *Nitzschia inconspicua*.
Grunow



ESP. 7 *Nitzschia linearis*.
(Agardh) W. Smith



ESP. 8 *Nitzschia palea*.
(Kützing) Smith



ESP. 9 *Staurosira brevistriata*.
Grunow



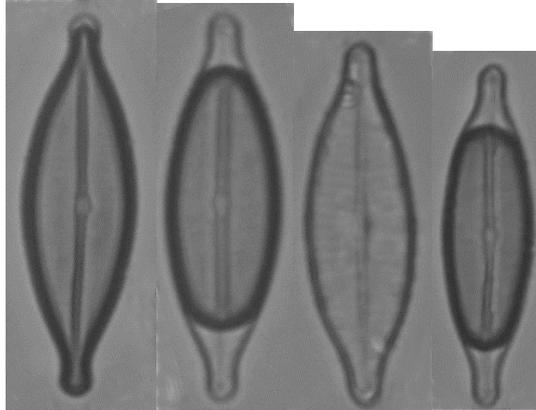
ESP. 10 *Nitzschia vermicularoides* nov. spec.

10 um

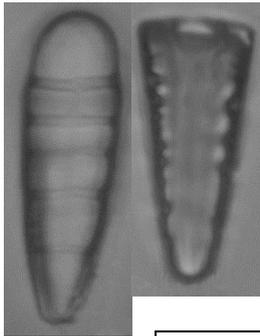
ANEXO G. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.



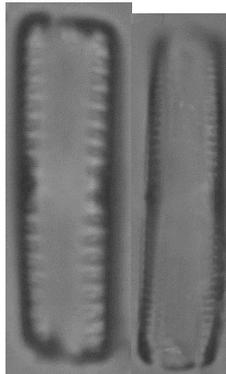
ESP. 11 *Pinnularia subbrevistriata* **Krammer**



ESP. 12 *Brachysira neglectissima* **Lange-Bertalot**

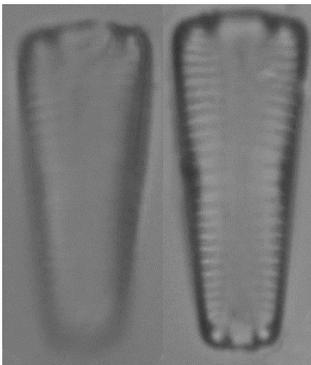


ESP. 13 *Meridion circulare* (Greville) **C. Agardh**

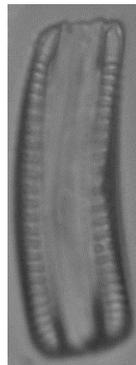


ESP. 14 *Luticola goeppertiana* (Bleisch) **D.G. Mann in Round, Crawford, Mann**

10 μ m

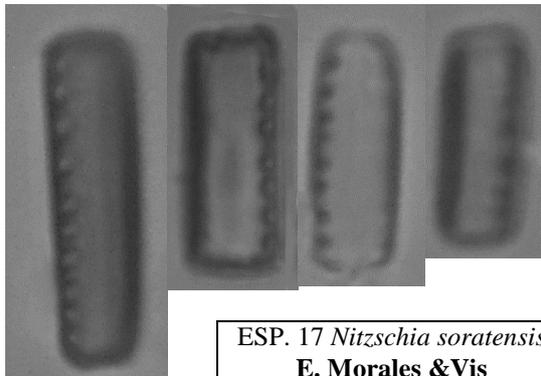


ESP. 15 *Gomphoneis eriensis* var. *variabilis* **Kociolek & Stoermer**



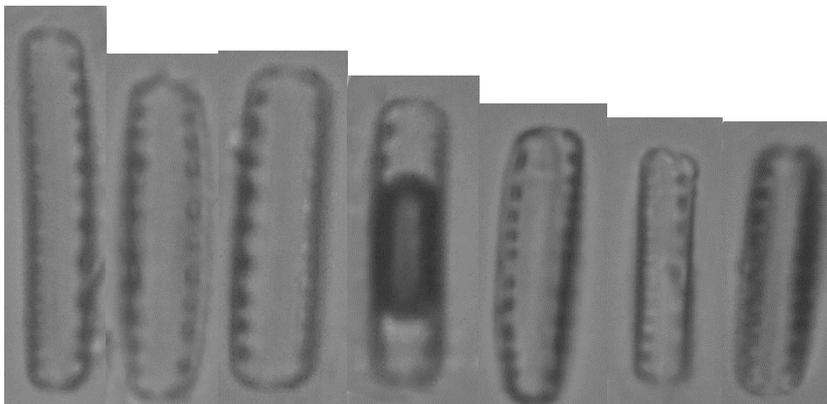
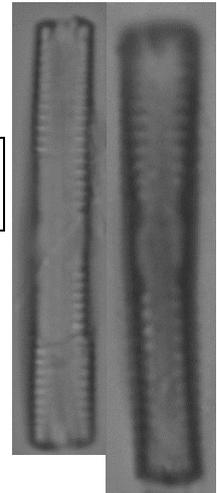
ESP. 16 *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) **Lange-Bertalot**

ANEXO H. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.

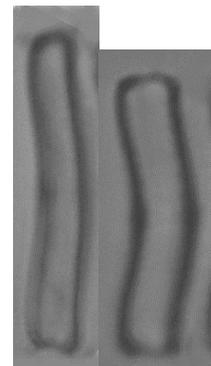


ESP. 17 *Nitzschia soratensis*
E. Morales & Vis

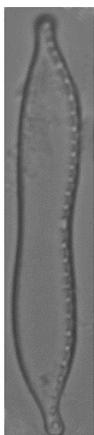
ESP. 19 *Fragilaria nevadensis* Linares-Cuesta,
Sánchez-Castillo



ESP. 18 *Pinnularia borealis* var. *scalaris*
(Ehrenberg) Rabenhorst



ESP. 20 *Achnanthes* spp. cf. *minutissima* Kützing sensu lato



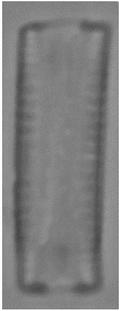
ESP. 21 *Nitzschia brevissima*
Grunow in Van Heurck



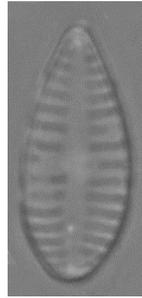
ESP. 22 *Fragilaria siolii*.
Hustedt

10 um

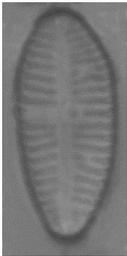
ANEXO I. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.



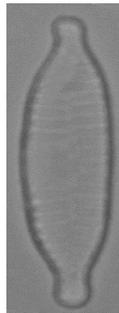
ESP. 23 *Eunotia* spec. cf. *praerupta*
Ehrenberg Lange-Bertalot



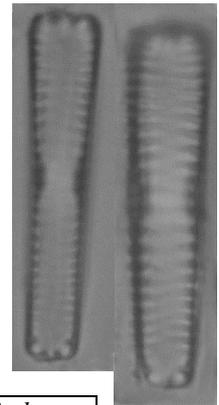
ESP. 24 *Gomphonema pseudoaugur*
Lange-Bertalot



ESP. 25 *Gomphonema variostigmatum* **E. Reichardt**



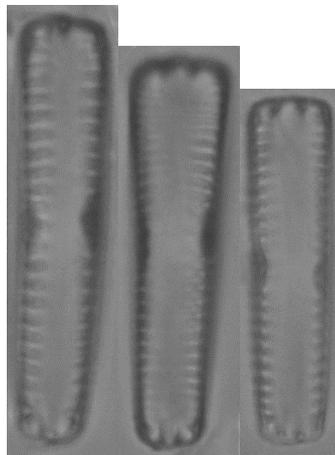
ESP. 28 *Geissleria decussis*
Lange-Bertalot and Metzeltin



ESP. 29 *Gomphonema? Geisslerae*
Reichardt. Lange-Bertalot



ESP. 26 *Navicula tripunctata*
(O.F. Müller) Bory



ESP. 30 *Gomphonema angustivalva*
E. Reichardt

10 um



ESP. 27 *Nitzschia ovalis.*
Arnott

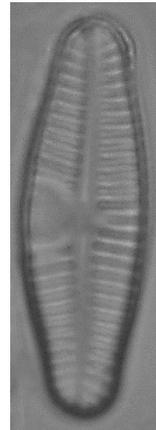


ESP. 31 *Eolimna* sp. **Lange-Bertalot and Schiller**

ANEXO J. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 1 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.



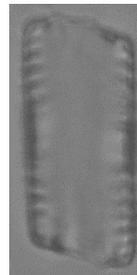
ESP. 32 *Ulnaria ulna*
(Nitzsch) Compère



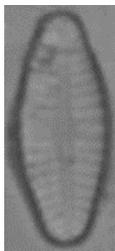
ESP. 33 *Fragilaria vaucheriae.*
(Kützing) Petersen



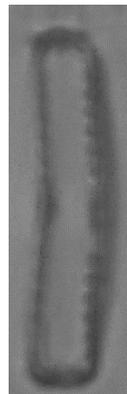
ESP. 34 *Nitzschia dissipata*
(Kützing) Rabenhorst



ESP. 35 *Caloneis? undulatiformis*
Lange-Bertalot. Reichardt



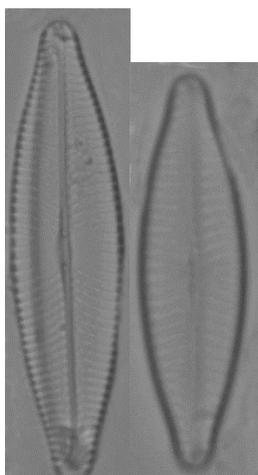
ESP. 36 *Navicula cf. cascadenis.*
Sovereign



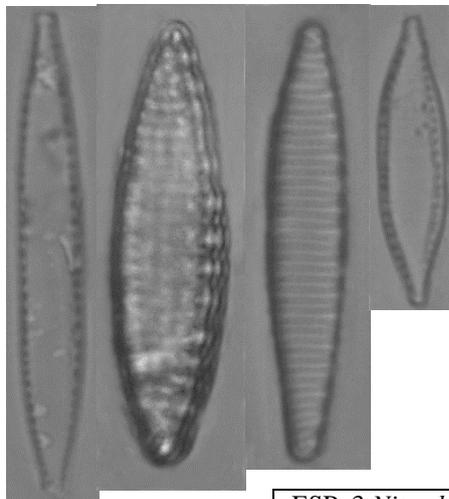
ESP. 37 *Achnantheidium delmontii*
**Pèrés Le Cohu Barthès in Pèrés et al.
2012**

10 um

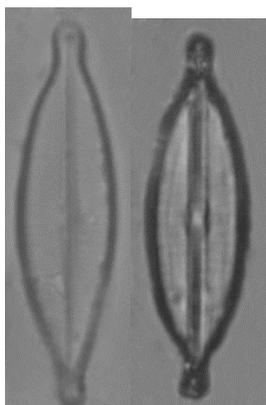
ANEXO K. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga.



ESP. 1 *Navicula lanceolata*
(C. Agardh) Ehrenberg



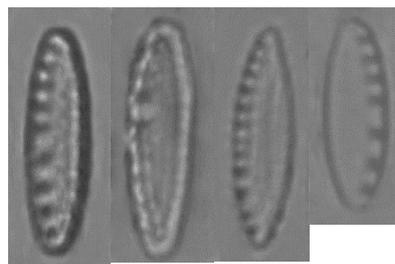
ESP. 3 *Nitzschia amphibia*.
Grunow



ESP. 2 *Brachysira neglectissima*
Lange-Bertalot



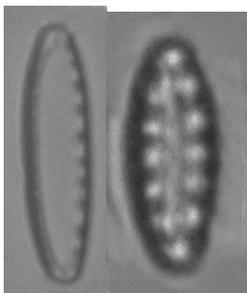
ESP. 4 *Nitzschia dissipata*
(Kützing) Rabenhorst



ESP. 5 *Nitzschia inconspicua*.
Grunow



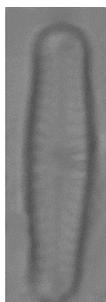
ESP. 6 *Eolimna* sp.
Lange-Bertalot and
Schiller



ESP. 7 *Staurosira brevistriata*.
Grunow

10 um

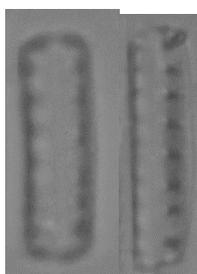
ANEXO L. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación



ESP. 8 *Pinnularia microstauroon*.
(Ehrenberg) Cleve



ESP. 11 *Gyrosigma obtusatum*
(Sullivant, Wormley) C.S. Boyer

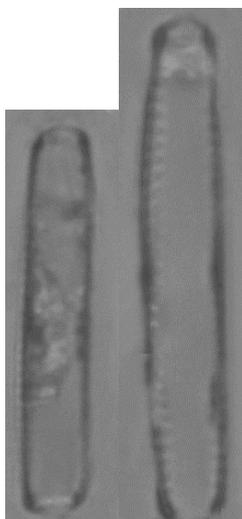


ESP. 9 *Nitzschia soratensis*
E. Morales & Vis



ESP. 12 *Nitzschia bergii*
Cleve-Euler

10 um

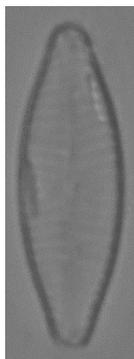


ESP. 10 *Pseudostaurosira robusta*
(Fusey) D.M. Williams, Round

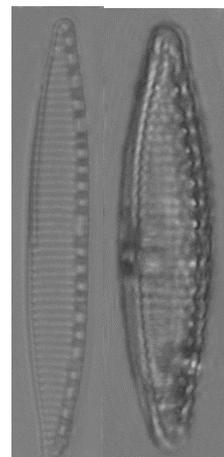
ESP. 13 *Pinnularia doehringii*
Frenguelli



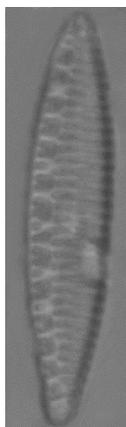
ANEXO M. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.



ESP. 14 *Gomphonema cf. parvulum*.
Kützing



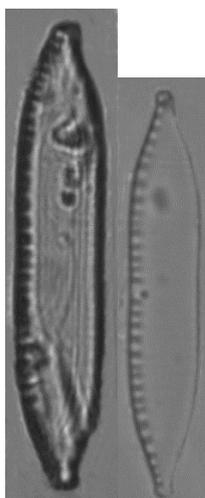
ESP. 17 *Nitzschia angustatula*
Lange-Bertalot in Lange-Bertalot et Krammer



ESP. 15 *Nitzschia denticula*
Grunow (Morphotype)

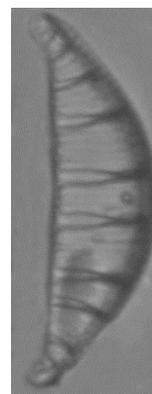
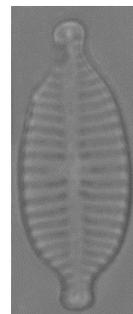


ESP. 18 *Nitzschia heufleriana*
Grunow



ESP. 16 *Nitzschia cf. umbonata*.
(Ehrenberg) Lange-Bertalot

ESP. 19 *Geissleria decussis* **Lange-Bertalot and Metzeltin**

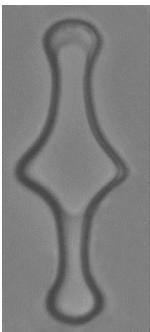
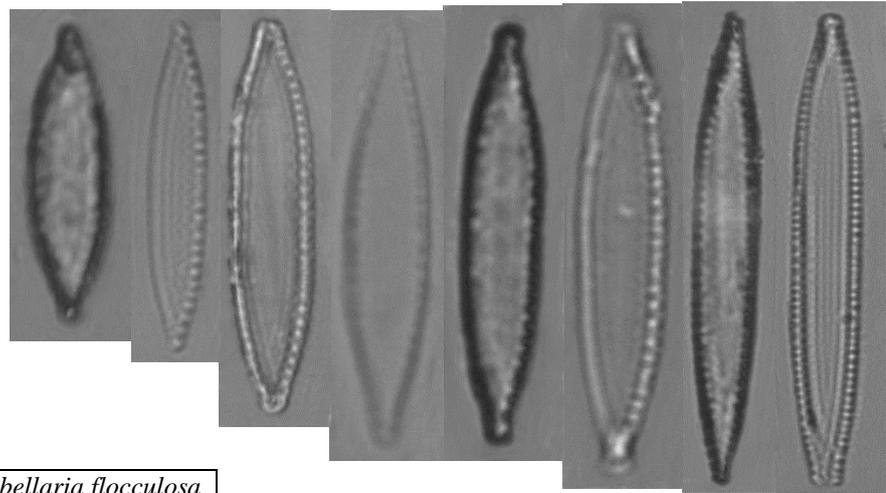


ESP. 20 *Rhopalodia cf. operculata*
(Agardh) Hakansson

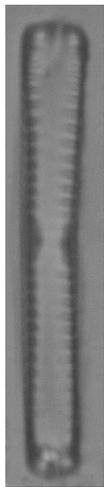
10 um

ANEXO N. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.

ESP. 22 *Nitzschia palea*.
(Kützing) Smith



ESP. 21 *Tabellaria flocculosa*
(Roth) Kützing

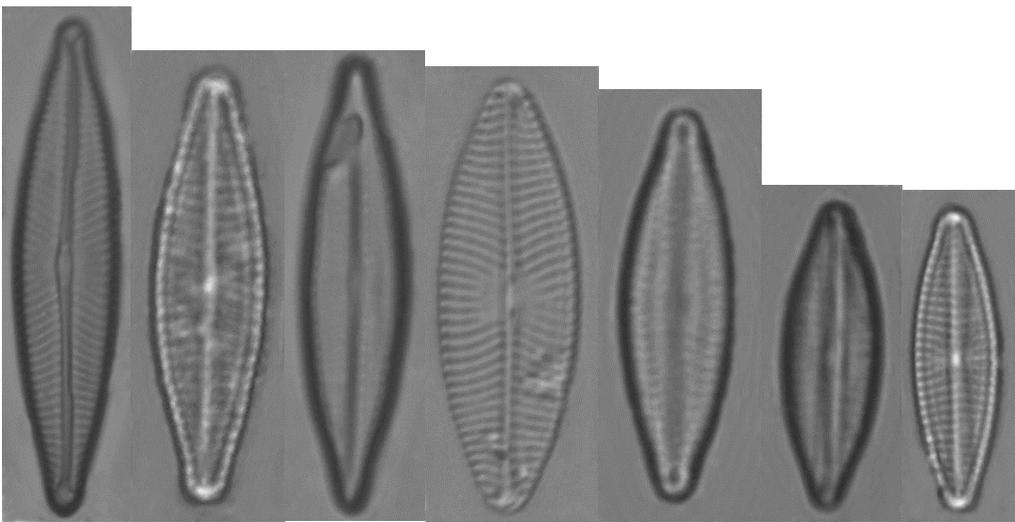


ESP. 25 *Gomphosphenia tackei*
(Hustedt) Lange-Bertalot

ESP. 24 *Nitzschia ovalis*.
Arnott



10 μ m



ESP. 23 *Navicula riediana*.
Lange – Bertalot

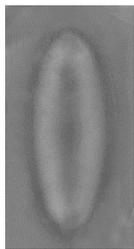
ANEXO O. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.



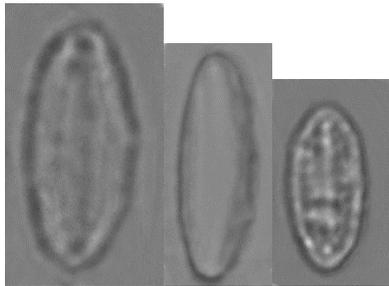
ESP. 26 *Diadesmis pantropica*
nov. spec.



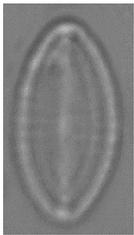
ESP. 29 *Planothidium* cf. *frequentissimum*.
Lange-Bertalot



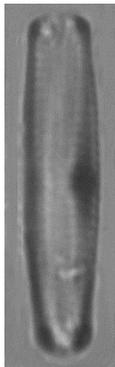
ESP. 30 *Mayamaea permitis*



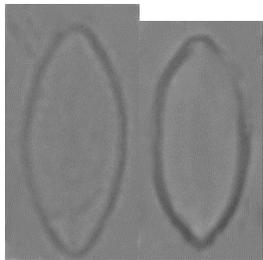
ESP. 27 *Eolimna minima*.
(Grunow) Lange-Bertalot



ESP. 31 *Cocconeis placentula*
Ehrenberg var. *Placentula*

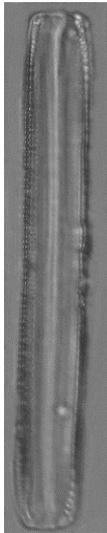


ESP. 32 *Gomphonema*
bourbonense



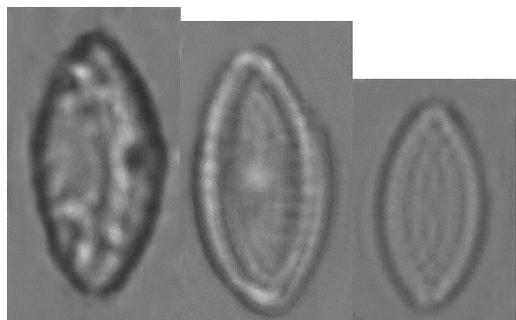
ESP. 28 *Nupela* spec. cf. *Praecipua*
(Reichardt) Lange-Bertalot

ESP. 33 *Nitzschia*
vermicularoides
nov. spec.

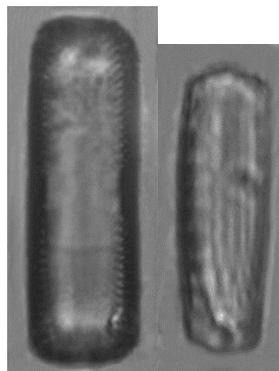


10 μ m

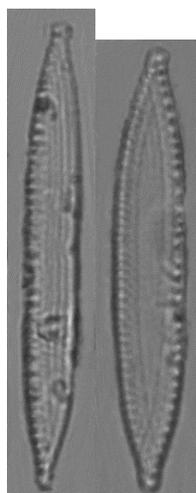
ANEXO P. Diatomeas Epilíticas encontradas en el Punto 2 en los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 de la microcuenca del río Chibunga. Continuación.



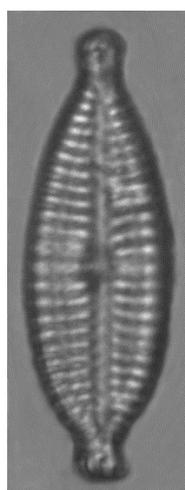
ESP. 34 *Eolimna subminuscula*



ESP. 35 *Diadesmis confervacea*
Kützing



ESP. 36 *Nitzschia adamata*
Hustedt



ESP. 37 *Navicula cf. gregaria*.
Donkin



ESP. 38 *Nitzschia costei*
Tudesque, Rimet & Ector

10 um