



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Máster Titulado:

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÍTICAS)”

Realizado por:

ING. MARÍA CRISTINA ESTRELLA MONTÚFAR

Director del proyecto:

Susana Elizabeth Chamorro Arias, Msc.

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Quito, 29 de marzo de 2021.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, MARÍA CRISTINA ESTRELLA MONTÚFAR, con cédula de identidad # 171883660-2, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a 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.



FIRMA
MARÍA CRISTINA ESTRELLA MONTÚFAR

171883660-2

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)”

Realizado por:

MARÍA CRISTINA ESTRELLA MONTUFAR

Como requisito para la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Ha sido dirigido por la profesora

SUSANA ELIZABETH CHAMORRO ARIAS.

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA
SUSANA ELIZABETH CHAMORRO ARIAS. MSC
DIRECTORA

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

JOSE GABRIEL SALAZAR, MSC

ALBERTO AGUIRRES, MSC

Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador



FIRMA
Msc. JOSÉ SALAZAR.



FIRMA
Msc. ALBERTO AGUIRRE

Quito, 29 de marzo de 2021.

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO
DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS
(DIATOMEAS EPILÉPTICAS)**

DEDICATORIA

A mi Padre Dios.

A quienes evitaron que mi luz se apagara.
En especial a mi tita, que ha sido como
faro en medio de la tormenta.

A mis viejas amigas, que se quedaron
a mí lado cuando todo se me veía abajo.

A mi hijo mi eterna sonrisa.

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO
DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS
(DIATOMEAS EPILÉPTICAS)**

AGRADECIMIENTO

A mi esposo, quien ha sido mi principal
soporte a lo largo de este camino.

A mi amigo incondicional, mi brújula,
mi soporte, mi modelo y mi padre.

A mis compañeros que sin duda son una
de las mejores experiencias de esta maestría

A mis maestros que han dejado
conocimiento y lecciones de vida.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

29/03/2021 12:03:59

Para someter a:

To be submitted:

Determinación de la calidad de agua en la cuenca baja del río de paute contrastando parámetros físico químicos y biológicos (diatomeas epilépticas).

María Cristina Estrella¹, Susana Chamorro¹, José Salazar¹, Alberto Aguirre¹

¹Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador. 29/03/2021 12:03:59

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: MSC. Susana Chamorro, Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales y Naturales, Quito, Ecuador.
Teléfono: +593-; email: susana.chamorro@uisek.edu.ec

Título corto o Running title: Limoncocha, servicios públicos y riesgo ambiental

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Resumen.

El estudio de los cuerpos de agua es de vital interés en los estudios ambientales, la principal forma de estudio ha sido a través de análisis físico-químicos, sin embargo, se ha dejado de lado los componentes biológicos. El uso de especies de diatomeas como indicadores biológicos para establecer la calidad de aguas superficiales ha demostrado ser un método eficiente, rápido, y de bajo costo. El presente estudio aplica variables biológicas para analizar el medio ambiente, a través del uso de bioindicadores cuya presencia, abundancia o comportamiento muestra la salud del mismo (Bonada, Prat, Resh, & Statzner, 2006). Al analizar los resultados se determina que las comunidades de diatomeas halladas en los ríos estudiados son el resultado de la interacción de las variables que caracterizan la presencia de materia orgánica y la presencia o no de nitrógeno de las zonas de estudio, entre ellos la disponibilidad de nutrientes y la intervención antropogénica. En los puntos estudiados, los parámetros físico - químicos no coinciden con los bioindicadores biológicos presentes en la Cuenca del Ríos Paute determinando la calidad de agua. Esto pese a que la calidad de agua resulto ser buena al utilizar ambos métodos. Al realizar el análisis canónico de correspondencias se evidenció que las especies determinadas como bioindicadoras, no se encontraban presentes junto a los vectores que determinaban una alta presencia de especies.

Según lo establecido por el IPS se determina que la calidad biológica de 5 de las 6 áreas estudiadas es buena. Sin embargo, el área A2 reporta un leve declive dentro de los valores presentados por el IPS, lo que podría mostrar la degradación de la zona. Se ha determinado que los ríos estudiados con oligotróficos debido a la baja cantidad de NO₂, NO₃ y NH₃ encontrada por lo que se podría deducir que la baja diversidad de la zona se debe a este factor, por lo que la mayoría de áreas estudiadas son monoespecíficas.

Palabras clave: bioindicadores, diatomeas, IPS, parámetros físico – químicos.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Abstract.

The study of water bodies is of vital interest in environmental studies, the main form of study has been through physical-chemical analysis, however, biological components have been neglected. The use of diatom species as biological indicators to establish the quality of surface waters has proven to be an efficient, fast, and low-cost method. The present study applies biological variables to analyze the environment, through the use of bioindicators whose presence, abundance or behavior shows the health of the environment (Bonada, Prat, Resh, & Stutzner, 2006). When analyzing the results, it was determined that the diatom communities found in the rivers studied are the result of the interaction of the variables that characterize the presence of organic matter and the presence or absence of nitrogen in the study areas, including the availability of nutrients and anthropogenic intervention. At the points studied, the physical-chemical parameters do not coincide with the biological bioindicators present in the Paute River Basin that determine water quality. This is in spite of the fact that the water quality was good when using both methods. The canonical correspondence analysis showed that the species determined as bioindicators were not present together with the vectors that determined a high presence of species.

According to the IPS, the biological quality of 5 of the 6 areas studied was determined to be good. However, area A2 reports a slight decline within the values presented by the IPS, which could show the degradation of the area. It has been determined that the rivers studied with oligotrophic due to the low amount of NO₂, NO₃ and NH₃ found so it could be deduced that the low diversity of the area is due to this factor, so most of the areas studied are monospecific.

Key words: bioindicators, diatoms, IPS, physicochemical parameters.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

1. Introducción

El estudio de los cuerpos de agua es de vital interés en los estudios ambientales, la principal forma de estudio ha sido a través de análisis físico-químicos, sin embargo, se ha dejado de lado una parte vital, pues los componentes biológicos no han sido ampliamente estudiados (Paul et al., 2013). El uso de especies de diatomeas como indicadores biológicos para establecer la calidad de aguas superficiales ha demostrado ser un método eficiente, rápido, y de bajo costo para determinar la calidad de aguas superficiales (Çelekli and Lekesiz, 2020; Liu et al, 2020). Las diatomeas son organismos ideales para este fin debido a su sedentarismo, al crecer en rocas se convierten en indicadores sensibles de los cambios químicos producidos en el agua. Su sensibilidad ante estos cambios provocan que se incrementen o decrezcan las poblaciones de ciertas especies. Esto ocurre de acuerdo a las necesidades y preferencias de cada especie en cuanto a nutrientes u otros elementos existentes en el agua.

La importancia de regular y controlar las masas de agua de superficie ha sido un tema recurrente en los últimos años, esto debido al deterioro de los cuerpos de agua causado por la contaminación y con ello las preocupaciones ambientales (Vasistha & Ganguly, 2020). Las actividades humanas afectan a los ecosistemas de agua dulce, a través del cambio del uso de suelo para uso agrícola y ganadero y el asentamiento humano. Estos factores impactan a la dinámica de los ecosistemas fluviales al cambiar los regímenes hidrológicos y el aumento de las cargas de sedimentos y contaminación (Zhang et al., 2010). Los problemas ambientales derivados de interacción naturaleza-sociedad pueden ser causados por la sobreexplotación de recursos naturales, la falta de conciencia y conocimiento (Cevallos, Estuardo; Gomez, Liliana; Roldán, 2015), el mal manejo de los residuos y la inexistencia de saneamiento adecuado. Las

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

actividades de uso antrópico de suelo en una cuenca hidrográfica afectan la calidad del agua, debido a los contaminantes son transportados por escorrentía y las aguas subterráneas (Ji, 2008; Schöne & Krause, 2016). Las influencias antropogénicas degradan las aguas superficiales y perjudican su uso para el consumo humano, la industria, la agricultura, la recreación y otros fines (Jacobsen, 2008; Kazi et al., 2009).

Si bien es cierto existe variabilidad natural en la calidad de agua de los ríos, sin embargo, puede ser afectada por actividades antrópicas que afectan al pH, conductividad, oxígeno disuelto, concentración de fosfatos, nitritos, nitratos, amonio y metales pesados y a las características hidromorfológicas de los ríos (Prat, Ríos, Acosta, & Rieradevall, 2009).

El análisis de calidad es el estudio de la presencia y comportamiento de materiales disueltos y suspendidos, patógenos y la dinámica del oxígeno disuelto en el agua (Ji, 2008). Se define calidad de agua como la ausencia de sustancias tóxicas, basura, residuos industriales o radiactivos, lodos de depuración u otros contaminantes en cantidades excesivas o que puedan resultar contaminantes en un cuerpo hídrico (At, 2017). Para analizar la calidad del agua se emplean modelos de análisis, es decir herramientas que describen el estado ecológico de los sistemas hídricos y su respuesta a la alteración de las condiciones ambientales (Holguin-gonzalez, Everaert, Boets, Galvis, & Goethals, 2013). Sin embargo, los análisis físico – químicos pueden resultar insuficientes por no considerar su incidencia dentro de los ecosistema, sino que únicamente se centran en la variación de parámetros, por tanto en la vigilancia biológica de las aguas superficiales es una herramienta complementaria para la evaluación de la calidad (USEPA, 2011), especialmente en zonas altoandinas con altas tendencias a la variaciones espaciales y condiciones naturales (Macedo et al., 2016; Villamarin, Prat, & Rieradevall, 2014).

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

La zona andina tiene una alta importancia, debido a que de ella se desprenden grandes cuerpos de agua, que en la mayoría de casos son quienes abastecen de agua a grandes poblaciones. Por lo anteriormente mencionado el estudio de la calidad de agua de los mismos son de vital importancia. Sin embargo, los estudios realizados sobre las características ambientales de los ríos altoandinos son limitadas (Jacobsen, 2008), por lo que es difícil comparar datos entre ríos de diferentes países y latitudes.

El presente estudio aplica variables biológicas para analizar el medio ambiente, a través del uso de bioindicadores cuya presencia, abundancia o comportamiento muestra la salud del mismo (Bonada, Prat, Resh, & Statzner, 2006). El biomonitoreo de cuerpos de agua dulce tiene significancia en el campo ecológico, pues ha brindado comprensión de cómo las perturbaciones antrópicas pueden dar forma a las comunidades biológicas (Keck, Vasselon, Tapolczai, Rimet, & Bouchez, 2017). Es un proceso complejo que analiza e interpreta medidas físicas, químicas y biológicas simultáneamente en un periodo de tiempo en un lugar determinado (Kohlmann, Arroyo, Macchi, & Palma, 2018) con la finalidad de captar las interacciones entre estos parámetros e identificar las variaciones físico-químicas, a través del análisis de las variaciones ocurridas en las comunidades.

Hasta el momento éste es el primer estudio de análisis de comunidades de diatomeas en esta zona del río Paute. En este sentido, este estudio aportó para la identificación de nuevos registros de diatomeas en ríos andinos del Ecuador, ya que previamente no se habían identificado en el estudio llevado a cabo por (Benito et al., 2018). Como modelo de estudio se analizaron las comunidades de diatomeas encontradas en 3 ríos de la Cuenca Baja del río Paute en Ecuador

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

con la finalidad de contrastar su presencia o ausencia como bioindicadoras contrastándolas con la calidad del agua de estos cuerpos de agua al analizar sus parámetros físico-químicos.

2. Hipótesis

En los puntos estudiados, los parámetros físico - químicos coinciden con la calidad biológica de las diatomeas utilizadas como bioindicadores presentes en la Cuenca del Ríos Paute determinando la calidad de agua.

3. Objetivos

Objetivo general

Determinar la Calidad de Agua en tres ríos de la Cuenca baja del Río Paute, contrastando parámetros físico-químicos medidos y los biológicos (Diatomeas Epilépticas) a través de la aplicación del Índice de Polusensibilidad (IPS)

Objetivos específicos

- Determinar de las características-físico químicas de las zonas muestreadas y compararlas con el AM 097, tabla correspondiente a *criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.*
- Establecer la composición diatomológica del área de estudio en los diferentes puntos muestreados.
- Obtener nuevos registros de diatomeas existentes en los ríos estudiados pertenecientes a la cuenca del Río Paute.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

4. Materiales and Métodos

4.1 Área de estudio

La Cuenca del Río Paute se ubica en el Sur del Ecuador y cubre una superficie aproximada de 6.439 km² definida hasta su confluencia con el Río Upano, representando el 2.5% con relación al territorio Nacional, comprendida entre los rangos de altura de 500msnm en la confluencia de los Ríos Paute y Negro hasta los 4600 msnm., en los páramos del Cajas. El área de la cuenca del Río Paute es compartida por los territorios de tres provincias: Azuay (57%), Cañar (24%) y Morona Santiago (19%) (Cordero, 2013).

Ubicación Geográfica de Río Paute

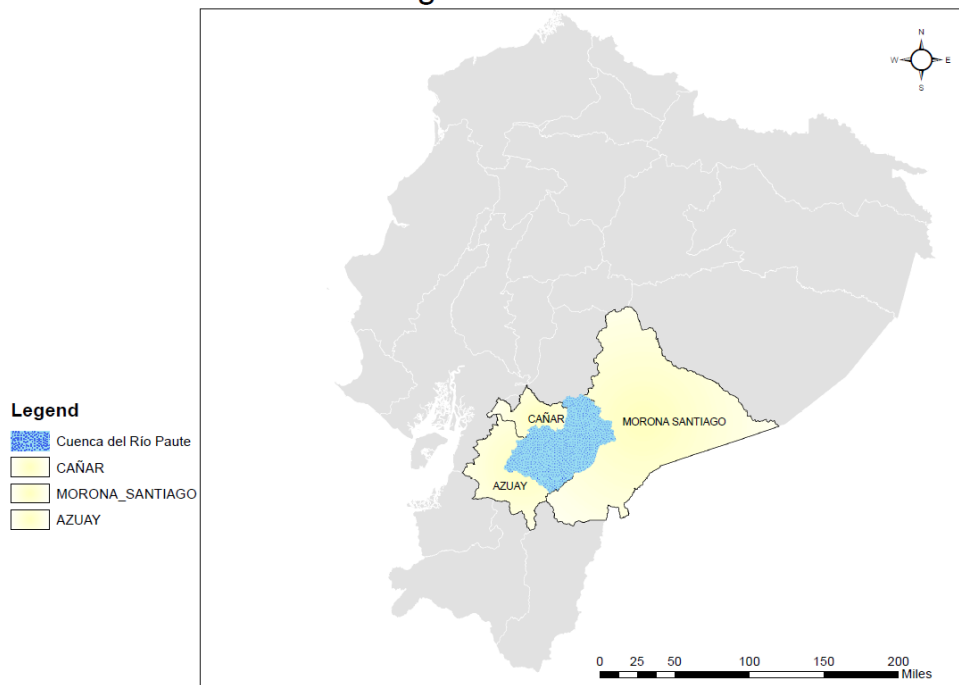


Figura 1. Ubicación geográfica de la Cuenca del Río Paute en base a su localización en las provincias de Cañar, Azuay y Morona Santiago

Está formada a partir de 3 macrocuencas cuyo caudal se une dado paso a la formación de la cuenca del Río paute y alimentando a sus subcuencas (SENAGUA).

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Sistema de Cuencas del Río Paute

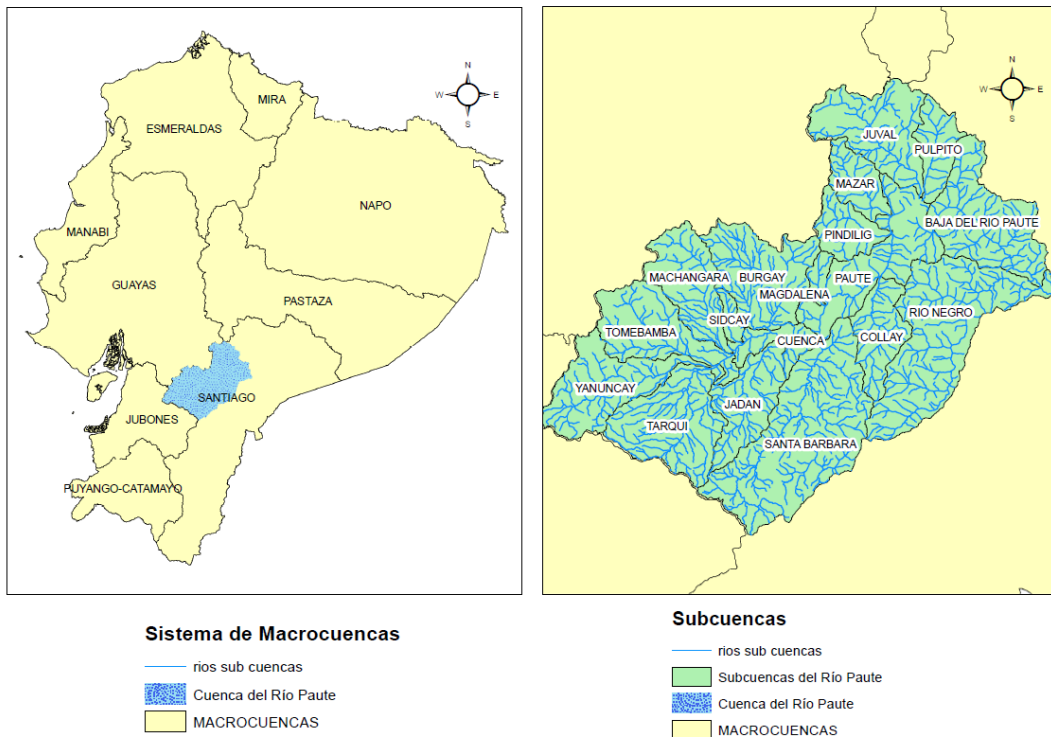


Figura 2. Sistema de Macrocuencas y Subcuencas del Río Paute

Los ríos muestreados corresponden a la zona de patrullaje en la subcuenca de los ríos Paute realizado por Cutín una Microempresa de promotores ambientales o guardianes del bosque y páramo como parte de la Gestión de la Cuenca del Río Paute realizado por Fonapa encargados de la Gestión de la Cuenca Media del Río paute (FONAPA, 2019).

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

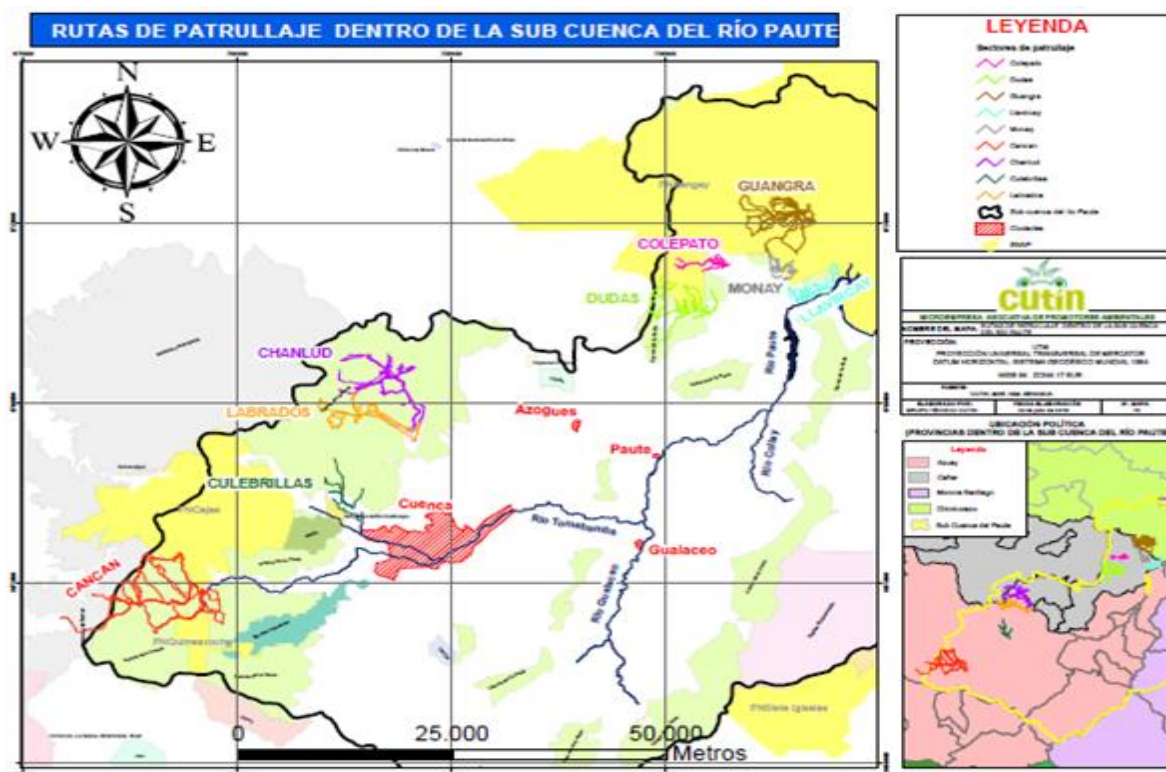


Figura 3. Localización de la Cuenca Baja del río del Paute y sitios específicos de muestreo.

Mapa realizado por Cutín Promotores

Tabla 1. Información de los sitios de muestreo en la Cuenca Baja del Río Paute.

Comunidad	Sitio de Estudio	Estación de muestreo	Altura (msnm)	Coordenadas UTM (este;norte)
Colepato	Manzanahuayco	Área Control	2832	(755604; 9721598)
Llavircay	Ingaripo	Área Control	2605	(768652; 9680429)
Monay	Agua Negra	Área Control	2894	(763990; 9719201)
Colepato	Mazar	Área Afectada	2590	(758205; 9719799)
Llavircay	Ingaripo	Área Afectada	2201	(769160; 9716181)
Monay	Agua Negra	Área Afectada	2664	(763314; 9718438)

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

4.2 Fase de Campo

4.2.1 Muestreo de variables ambientales

Con la ayuda de un multiparámetro HACH, se tomaron 10 variables ambientales *in-situ* en cada río, estas variables son: Temperatura del agua (T°), Potencial hidrógeno (pH), Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Oxígeno disuelto (mg/L.), Turbidez (NTU), Fósforo total (mg/L), Nitrógeno amoniacal (mg/L), Sólidos Disueltos (TDS mg/L.), Demanda bioquímica de oxígeno (DBO mg/L), Dureza total (mg/L.)

4.2.2 Muestreo de variables biológicas

En junio del 2019, se colectaron muestras de diatomeas en áreas control y afectadas de los ríos: Manzanahuayco, Ingaripo, Agua Negra y Mazar, siguiendo la metodología de Battarbee 1986; Battarbee et al. 2001; ECS 2003; Blanco, Álvarez & Cejudo 2008 que consiste en obtener las diatomeas de muestras compuestas de la comunidad muestreada, a través del raspado de rocas presentes en los ríos estudiados.

4.3 Fase de laboratorio

Tratamiento de muestra, montaje de láminas permanentes recuento taxonómico de Diatomeas en microscopía óptica

El tratamiento de muestras consistió en eliminar la materia orgánica basándose, principalmente en el protocolo “European Committee for Standardization (ECS, 2003). El proceso consistió en añadir peróxido de hidrógeno (H_2O_2 a 30%) en muestras sin tratar en un baño maría a 90°C y ácido clorhídrico (HCl) a 37%.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

La preparación de láminas permanentes se realizó basándose en los protocolos de (Battarbee 1986; Battarbee et al. 2001; ECS 2003; Blanco, Álvarez & Cejudo 2008) el cual consiste utilizar como medio de inclusión Naphrax® (I.R.=1,73).

Para obtener la abundancia de especies, nos basamos en el protocolo de Blanco, 2010 que consiste en generar números aleatorios para recuentos en microscopía óptica de la lámina preparada bajo el aumento de 100x, registrando cada individuo encontrado hasta obtener 400 valvas.

El análisis taxonómico de las diatomeas se realizó basándose en la clasificación de Round *et. al* (1990), siempre que fuera posible, en el análisis de poblaciones. La diversidad de diatomeas se analizó al microscopio óptico binocular EUROMEX equipado con contraste de fase, luz polarizada circular de contraste (DIC) y sistema de captura de imagen con cámara, modelo CMEX-PRO 18. Las identificaciones se realizaron en el laboratorio de Limnología en la Universidad Internacional SEK y corroborado por el Laboratorio Diatomológico de la Universidad de León.

4.4 Análisis de Datos

4.4.1 Calculo del IPS

Se calculó el IPS, de los 3 ríos pertenecientes a la cuenca baja del río Paute; mismos en los cuales se analizaron 2 áreas, una determinada como el área control y otra como el área afectada. Para el cálculo se tomaron los valores de amplitud ecológica (V) y Sensibilidad (S) obtenidos a través del programa OMNIDIA, que luego se aplicaron a la fórmula del IPS

$$IPS = 4.75 \times \frac{\sum A_j \times S_j \times V_j}{\sum A_j \times V_j} - 3.75$$

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

El valor obtenido se ubica dentro de la tabla de las categorías para la clasificación de indicadores biológicos definidos por el Real Decreto RD 817/2015 por el cual el Gobierno Español establece los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. Para esto se toma en cuenta el tipo de río de alta montaña codificado como R-T27, mismo que se ajusta a las características de nuestro estudio y por el cual se establecen la siguiente tabla para determinar la calidad de las áreas y ríos muestreados en el presente estudio.

Este proceso se llevó a cabo con ambas áreas de cada río, con la finalidad de contrastar los IPS de cada una y así analizar las variaciones de la calidad biológica entre las misma tomando en cuenta los criterios de amplitud ecológica, es decir la capacidad de una especie de establecerse y desarrollarse en distintos hábitats, con respecto a su capacidad de adaptación y tolerancia a la contaminación y de la modificación de sus respuestas morfológicas, fisiológicas y fenológicas a las restricciones ambientales (Fernández et al., 2016). Por otra parte la sensibilidad es un indicativo de la tolerancia de la comunidad completa (Ramos-Jiliberto et al., 2013).

Tomando en cuenta los siguientes valores:

Tabla 2. Valores de la amplitud ecológica

Amplitud Ecológica (V)	Baja	Media	Alta
	3	2	1

Tabla 3. Valores de Sensibilidad

Sensibilidad (S)	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
	1	2	3	5	5

Por lo que se consideró indicadoras a las especies cuyos valores fueran de V=3 y S=5.

4.5 Análisis Estadístico

Para determinar la influencia de los parámetros fisicoquímicos en la comunidad de diatomeas, se realizó el análisis de correspondencia canónico (ACC) y para determinar la diversidad se usó

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

el Índice de Shannon Wiener (H), en ambos casos se los realizó a través del empleo del programa PAST.

5. Resultados

5.1 Descripción de las diatomeas encontradas

Se registraron un total de 47 especies en los ríos Ingaripo, Agua Negra y Manzanahuayco de la Cuenca Baja del Río Paute, siendo *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki con 1201 individuos, es decir el 0.504 de los individuos obtenidos es la especie más abundante en la comunidad. Seguida por la *Sellaphora cosmopolitana* (Lange-Bertalot) que representa el 0.1208 de los individuos. Por otra parte, *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Fragilaria vaucheriae* (Kützing) Petersen, *Gomphonema bourbonense* E. Reichardt et Lange-Bertalot, *Sellaphora cosmopolitana* (Lange-Bertalot) C.E. Wetzel et Ector son las especies de mayor ocurrencia en los 3 ríos estudiados.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Tabla 4. Especies registradas en los Ríos y áreas estudiadas en la Cuenca baja del Río Paute, el número 1 indica la presencia de la especie, el color verde muestra la especie más abundante mientras que el color naranja muestra las especies de mayor ocurrencia.

Especies Indicadoras de la cuenca baja del Río Paute		Manzanahuayco		Ingaripo		Agua Negra	
Especies	Códigos	Área Control	Área Afectada	Área Control	Área Afectada	Área Control	Área Afectada
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	ADMI	1	1	1	1	1	1
<i>Achnanthydium</i> sp1	ACHD			1		1	1
<i>Encyonema minutum</i>	ENMI	1	1				1
<i>Encyonema silesiacum</i>	ESLE	1					1
<i>Encyonema silesiacum</i> var. <i>altensis</i>	ESAL	1					
<i>Encyonema silesiacum</i> var. <i>excisa</i>	ESEX		1			1	
<i>Cymbopleura amphicephala</i>	CBAM			1			
<i>Eunotia</i> sp3	EUNO	1					
<i>Fragilaria gracilis</i>	FGRA	1	1	1	1	1	1
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	FVAU	1	1	1	1	1	1
<i>Frustulia</i> sp1	FRUS			1			
<i>Gomphonema bourbonense</i>	GBOB	1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema utae</i>	GUTA			1			
<i>Gomphonema exilissimum</i>	GEXL		1	1	1		1
<i>Gomphonema lagenula</i>	GLGN						1
<i>Gomphonema occultum</i>	GOCU	1		1			
<i>Gomphonema parvulum</i>	GPAR		1	1	1	1	1
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	GPRI	1			1		
<i>Gomphonema saprophilum</i>	GSPP	1	1				
<i>Gomphonema clavatum</i>	GCLA				1		
<i>Gomphonema</i> sp1	GOMP		1	1			
<i>Gomphonema</i> sp2	GOMP						
<i>Hannaea arcus</i>	HARC		1		1	1	1
<i>Luticola</i> sp2	LUTI					1	
<i>Mayamaea lacunolaciniata</i>	MLLC						1
<i>Navicula cryptocephala</i>	NCRY					1	
<i>Navicula cryptotenella</i>	NCTE						1
<i>Navicula gregaria</i>	NGRE					1	
<i>Navicula tripunctata</i>	NTPT	1					
<i>Navicula</i> sp1	NAVI					1	
<i>Sellaphora cosmopolitana</i>	SCPO	1	1	1	1	1	1
<i>Nitzschia dissipata</i>	NDIS	1					
<i>Nitzschia gracilis</i>	NIGR						1
<i>Nitzschia palea</i>	NPAL					1	1
<i>Nitzschia capitellata</i> var. <i>tenuirostris</i>	NCTN						1
<i>Nitzschia paleaeformis</i>	NIPF					1	1
<i>Nitzschia soratensis</i>	NSTS	1					
<i>Nupela chilensis</i>	NUCH			1			
<i>Diatoma mesodon</i>	DMES	1	1	1	1	1	
<i>Planothidium lanceolatum</i>	PTLA		1	1	1	1	1
<i>Planothidium minutissimum</i>	PMNT					1	1
<i>Planothidium rostratum</i>	PRST		1				1
<i>Reimeria sinuata</i>	RSIN	1	1		1	1	1
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	RABB	1	1		1		1
<i>Rosithidium petersenii</i>	RPET	1	1			1	
<i>Sellaphora saugerresii</i>	SSGE		1			1	1
<i>Tabellaria flocculosa</i>	TFLO						1

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

5.2 Nuevos Registros para la provincia de Cañar

Según Steinitz-Kannan, 1979 y Benito *et al* 2018, 243 especies de diatomeas se han registrado en los Andes Sur del Ecuador, mismas que se encuentran detalladas en el Anexo 2. Seis de estas especies se encuentran específicamente en la provincia del Cañar. Este estudio identificó 24 especies, que no se habían encontrado por lo cual representan nuevos registros para la provincia de Cañar.

Tabla 5. Nuevos registros de Diatomeas en la Cuenca Baja del Río Paute, provincia de Cañar, Andes Sur del Ecuador.

Especie	Código
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ADMI
<i>Cymbopleura amphicephala</i> Krammer	CBAM
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	DMES
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann var. <i>altensis</i> Krammer	ESAL
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) DG. Mann var. <i>excisa</i> Krammer	ESEX
<i>Gomphonema bourbonense</i> E. Reichardt et Lange-Bertalot	GBOB
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt	GEXL
<i>Gomphonema occultum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GOCU
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GPRI
<i>Gomphonema saprophyllum</i> (Lange-Bertalot & Reichardt) Abarca Jahn Zimmermann & Enke	GSPP
<i>Gomphonema utae</i> Lange-Bertalot & Reichardt	GUTA
<i>Mayamaea lacunolaciniata</i> (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	MLLC
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	NGRE
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	NTPT
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt var. <i>tenuirostris</i> (Grunow in Van Heurck) Bukhtiyarova	NCTN
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow ssp. <i>dissipata</i>	NDIS
<i>Nitzschia paleaeformis</i> Hustedt	NIPF
<i>Nitzschia soratensis</i> Morales & Vis	NSTS
<i>Nupela chilensis</i> (Krasske) Lange-Bertalot	NUCH
<i>Planothidium minutissimum</i> (Krasske) Morales	PMNT
<i>Planothidium rostratum</i> (Østrup) Lange-Bertalot	PRST
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	RSIN
<i>Sellaphora cosmopolitana</i> (Lange-Bertalot) C.E. Wetzel et Ector	SCPO
<i>Sellaphora saugerresii</i> (Desm.) C.E. Wetzel & D.G. Mann in Wetzel et al.	SSGE

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

5.3 Resultados del Cálculo del IPS

Se ha calculado el IPS, de los 3 ríos pertenecientes a la cuenca baja del río Paute, en los cuales se analizaron 2 áreas, una determinada como el área control y otra como el área afectada.

Tabla 6. Clasificación de indicadores biológicos definidos por el Real Decreto (RD) 17/2015

Tipología de Ríos	IPS				
	MB	B	MOD	DEF	MA
R-T27	> 17,8	> 13,4	> 8,9	> 4,5	< 4,5

Al realizar el cálculo del IPS para cada río se obtiene lo siguiente:

Tabla 7. Comparación del IPS del área control vs. el área afectada de los ríos estudiados en la cuenca baja del río Paute.

IPS CALCULADO	Área Control	Área Afectada
Manzanahuayco	15.4	14.7
Ingaripo	16.14	16.75
Agua Negra	13.5	13.1

Según lo expuesto en la tabla 6, podemos ver a través de la tabla 7 que la calidad en las áreas con es buena, de la misma manera que en las áreas afectadas a excepción de la zona afectada del Río Agua Negra.

5.4 Comparación con la norma

Para la comparación de los valores presentados a continuación se compararon los parámetros obtenidos en campo versus a aquellos existentes en la tabla 2 de la norma. Por lo cual algunos de los parámetros medidos no se contemplaron debido a que en la normativa estudiada estos parámetros no son tomados en cuenta.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Tabla 8. Comparación de los valores de las variables ambientales obtenidas con la norma ambiental vigente, el color verde representa los valores que cumple con la misma, los valores de color naranja representan los valores de referencia y los de color rojo representan aquellos que no cumplen con los criterios de la normativa

Parámetros		pH	Oxígeno Disuelto	Nitrito (NO ₂)	Nitrato (NO ₃)	Nitrógeno Amoniacal	DBO ₅
Unidades		-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Río Manzanahuayco	Área control	7.9	8.6	0	0	0	0.75
	Área afectada	7.7	8.5	0	0	0	0.4
Río Ingaripo	Área control	7.4	6.9	0	0	0	0.35
	Área afectada	7.8	6.8	0	0	0	0.2
Río Agua Negra	Área control	8	8.1	0	0	0.29	0.2
	Área afectada	7.8	6.8	0	0	0	0.2
Valores de la Tabla 2 del AM 097		6.5 – 9	> 6	0.2	13	1.04	20

Según los resultados expuestos en la tabla 14 se puede determinar que ninguno de los parámetros de los parámetros excede la norma ambiental vigente ecuatoriana, misma que consta en el Acuerdo Ministerial 097, Anexo A, correspondiente al capítulo de Agua. Se ha tomado la Tabla 2 del mencionado documento correspondiente a *CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS*. Por lo que se puede determinar que al ser estos criterios los más sensibles considerados en la norma, la calidad general de estos ríos es buena. Si bien es cierto las áreas afectadas presenta una variación en cuanto a las áreas control debido a la intervención antrópica sus niveles siguen siendo aceptables. No se analiza ninguna otra de las tablas presentadas en la norma, ya que la misma clasifica los parámetros permisibles

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

de acuerdo a su uso, en este caso para la realización del presente estudio nos es relevante únicamente la tabla 2, ya que estas zonas están consideradas como poco pobladas.

5.5 Diatomeas bioindicadoras

A partir de los valores de amplitud ecológica (V) y Sensibilidad (S), obtenidos mediante el programa OMNIDIA, se han determinado como diatomeas bioindicadoras contenidas en la tabla 15.

Tabla 9. Diatomeas seleccionadas como bioindicadoras con sus respectivos valores amplitud ecológica (v) y sensibilidad (s)

Especies Indicadoras de la cuenca baja del Río Paute				Manzanahuayco		Ingaripo		Agua Negra	
Especies	Códigos	(V)	(S)	Área Control	Área Afectada	Área Control	Área Afectada	Área Control	Área Afectada
Encyonema minutum	ENMI	4	2	1	1				1
Encyonema silesiacum	ESLE	5	2						1
Encyonema silesiacum var. altensis	ESAL	4,9	2,4	1					
Encyonema silesiacum var. excisa	ESEX	4,9	2,4					1	
Gomphonema bourbonense	GBOB	3,8	2	1	1	1	1	1	1
Gomphonema utae	GUTA	4,5	2			1			
Hannaea arcus	HARC	5	2		1		1	1	1
Nitzschia dissipata	NDIS	4	3	1					
Diatoma mesodon	DMES	5	3	1	1	1	1	1	

La tabla 15 indica las especies indicadoras para ambas zonas, control y afectada, de los tres ríos estudiados en la cuenca baja del Río Paute. Estas especies han sido seleccionadas debidos a sus valores de V y S, mismos que indican la adaptabilidad de las especies a los cambios en su medio. Se puede observar que ciertas especies que se encuentran en las áreas control de los ríos estudiados se replican en las zonas afectadas, estos casos han sido marcados con color azul. Mientras que existen otras especies, consideradas como indicadoras, que únicamente se encuentran en las áreas estudiadas.

5.6 Análisis Canónico de Correspondencias

Este tipo de análisis compara las variables ambientales y variables biológicas de una matriz de datos, es decir que se puede correlacionar variables ambientales, con especies y muestras. Se

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

determinó las abundancias totales y relativas de todas las especies encontradas en cada una de las áreas de estudio. Posteriormente para este análisis se descartaron aquellas especies cuyas abundancias relativas fueran menores al 5% mismos que fueron eliminados ya que se considera que el efecto producido por más de dos individuos de un taxón asociado es más peligroso que si considerásemos que fuese en realidad una contaminación de la muestra (Blanco et al., 2014).

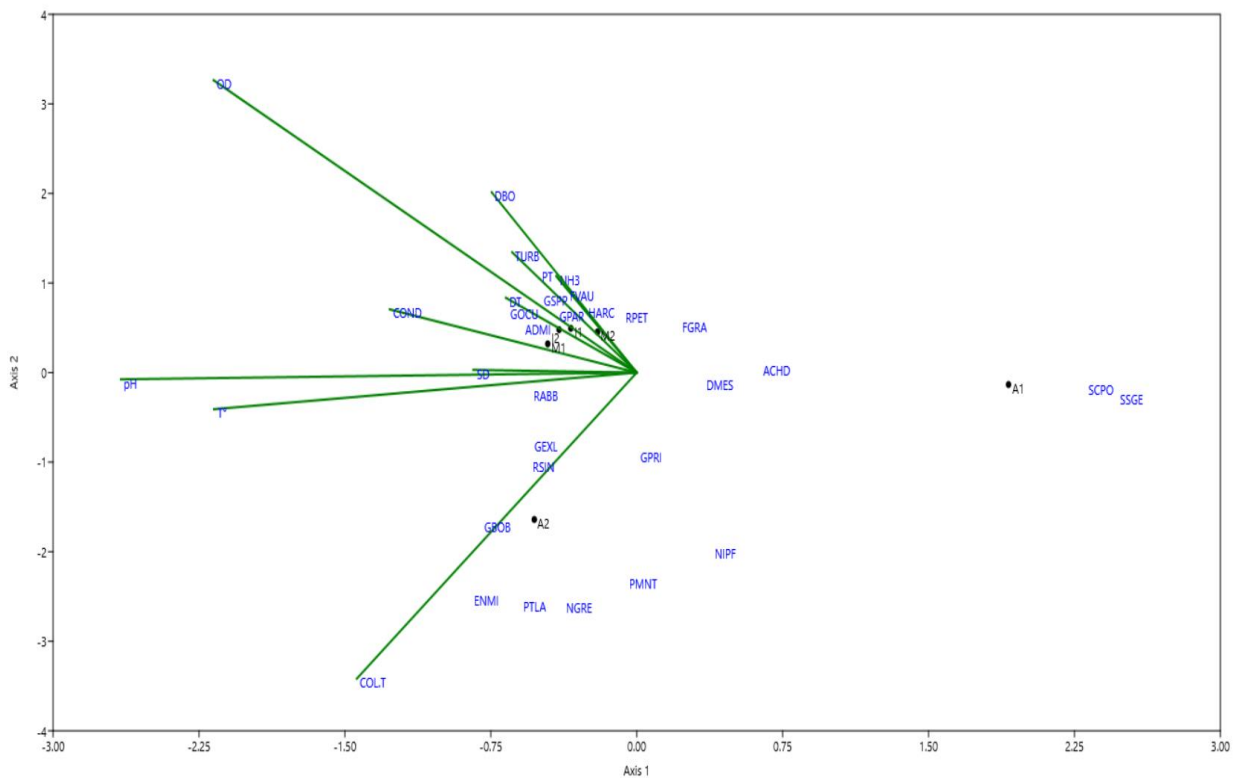


Figura 4. Análisis Canónico de Correspondencia Variables ambientales – variables biológicas. El análisis muestra que el DBO, el Oxígeno Disuelto, la Conductividad, el Fósforo total y la Turbidez se relacionan directamente con la presencia de varias especies, sobre todo en aquellas presentes en las muestras M1, M2, I1 e I2, mismas que corresponden tanto al área control como al afectada de los Ríos Ingaripo y Manzanahuayco. Por otra parte, las muestras pertenecientes al Río Agua Negra, se encuentran dispersas y separadas una de la otra lo que indica que su relación con los parámetros previamente mencionados es baja. El fósforo total medido presenta

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

una alta correlación con el NH₃, en la misma área se puede ver como cerca a ambos vectores encontramos una alta presencia de especies, entre las cuales destacan *Hannaea Arcuus*. Esta especie se calificó previamente como bioindicadora, sin embargo, no es la única que ha sido calificada de esta manera que se encuentra presente, también destacan las especies como la *Gomphonema Bourbonense*, que además demostró tener una alta ocurrencia al estar presente en todas las muestras, esta especie está altamente correlacionada a la presencia de Coliformes totales. En el caso de la *Encyonema minutum*, se encuentra cerca a este vector, pero no muestra una clara preferencia. *Achnantheidium minutissimum*, especie que ha sido catalogada como la más abundante, se relaciona fuertemente con la dureza total y oxígeno disuelto. Valores como los nitritos y nitratos no han sido tomados en cuenta ya que los valores tomados en campo indican un valor de 0.0, lo que indica oligotrofia.

5.7 Índices de biodiversidad

Se analizaron un total de 47 especies registradas en los ríos de la Cuenca Baja del Río Paute en el programa PAST, para cada una de las áreas de estudio. Se determinó la riqueza (S), el índice de diversidad de Shannon (H), y la equidad de Pielou (J), obteniendo los siguientes resultados:

	Manzanahuayco		Ingaripe		Agua Negra	
	Área Control (M1)	Área Afectada (M2)	Área Control (I1)	Área Afectada (I2)	Área Control (A1)	Área Afectada (A2)
Riqueza (S)	17	18	16	13	21	27
Dominancia (D)	0.6972	0.2505	0.7408	0.5174	0.4621	0.1683
Shannon (H)	0.8135	1.816	0.7322	1.165	1.306	2.129
Equidad (J)	0.2871	0.6283	0.2641	0.4544	0.4291	0.646

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

La tabla 10 indica que el área de mayor riqueza y diversidad es el A2, es decir el área afectada del río Agua Negra, en ella se encuentran 27 especies. En lo que respecta al índice de Shannon, podemos determinar que las áreas M1, M2, I1, I2 Y A1 poseen diversidades monoespecíficas, es decir que una de las especies registradas predomina sobre las demás lo que concuerda con los números de individuos registrados anteriormente. Por otra parte, el área A2 es normalmente diversa.

En lo que respecta al índice de equidad que representa el grado de distribución refiriéndose a la abundancia de especies de diatomeas encontradas en las áreas de estudio difieren significativamente a diferencia de las áreas de control.

6. Discusión

Al analizar ambos resultados se determina que las comunidades de diatomeas halladas en los ríos estudiados son el resultado de la interacción de las variables que caracterizan la presencia de materia orgánica y la presencia o no de nitrógeno de las zonas de estudio, entre ellos la disponibilidad de nutrientes y la intervención antropogénica, de la misma manera que se ha relacionado estos parámetros en los estudios realizados por (Salomoni, Rocha, Callegaro, & Lobo, 2006; Schuch, Oliveira, & Lobo, 2015).

De acuerdo a los resultados obtenidos de ambos análisis aceptar la hipótesis nula. Es decir que, en los puntos estudiados, los parámetros físico - químicos no coinciden con los bioindicadores biológicos presentes en la Cuenca del Ríos Paute determinando la calidad de agua. Esto pese a que la calidad de agua resulto ser buena al utilizar ambos métodos. Al realizar el análisis canónico de correspondencias se evidencio que las especies determinadas como bioindicadoras, utilizando los valores de sensibilidad y amplitud ecológica, no se encontraban presentes junto

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

a los vectores que determinaban una alta presencia de especies. Al contrario, la presencia de alguna era pobre o casi nula ya que su abundancia relativa era menor al 5%, es decir 2 individuos de 400 y en algunos casos incluso 1 solo individuo.

Analizando en forma individual cada uno de los parámetros fisicoquímicos y comparándolos con lo establecido por la normativa de la tabla 2 del AM 097 se observa que todos los parámetros cumplen, es decir que la calidad general de los ríos estudiados es buena, esto tomando en cuenta que la tabla 2 es una de las que contiene los parámetros de calidad más estrictos, solamente superada por el agua de consumo humano.

Al estudiar los valores obtenidos tenemos indicadores de oligotrofia, ya que estos valores detectados son de 0.0 para Nitritos (mg/L) y de 0.0 – 0.01 para Nitratos (mg/L). Estas bajas concentraciones de nitritos encontradas en las áreas de estudio pueden estar relacionadas con la utilización directa de los organismos y de la vegetación acuática para sintetizar proteínas (Sze, 1993; Roldán & Ramírez, 2008).

En lo que respecta al cálculo del IPS presentado anteriormente y según lo mencionado por (Çelekli & Lekecis, 2020), los óptimos ambientales y los rangos de tolerancia de los ensamblajes de diatomeas afectan a las puntuaciones de los índices de diatomeas. Esto se debe a que tales ensamblajes en los ríos son sensibles y tolerantes a los gradientes de nutrientes y están regulados por la variabilidad regional de los factores ambientales (Çelekli & Lekecis, 2020; Schuch et al., 2015). Esto proporciona la información de cada especie para determinar la calidad biológica la cual se determinó que actualmente es buena en 5 de las 6 áreas. El área afectada del río Agua Negra mostro un ligero deterioro en contraste, lo que podría ser un indicador de degradación de la zona.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

En lo que respecta a la diversidad, estudios como el de (Benito et al., 2018) muestra que la riqueza de especies y los patrones de diversidad son relativamente altas en todas las regiones tropicales y altoandinas de Latinoamérica, entre ellas los Andes y Amazonia de Ecuador, mismas que contienen las más ricas floras de diatomeas. Sin embargo, en el presente estudio no se ha podido apreciar una alta diversidad, sino que al contrario se ha determinado que la mayoría de áreas estudiadas son monoespecíficas. A partir del estudio del Estado Trófico, es decir la relación entre el estado de nutrientes en un cuerpo de agua y el aumento de la materia orgánica en el mismo. (Roldan, 2008), se determina cual es el nutriente o nutrientes que representa una limitación (Lobo et al., 2015). Al contrastar esto con la oligotrofia de la zona, se podría deducir que la baja diversidad de la zona se debe a este factor. Esto se evidencia al contrastar los niveles de nitritos y nitratos reportados durante la realización de este estudio junto con la especie más abundante, *Achnantheidium minutissimum*. Esta especie ha sido reconocida como una especie oligotrófica, que se desarrolla en ecosistemas con baja presencia de nitrógeno, de la misma manera que se evidencia en el estudio realizado por (Abuhatab & Donato, 2012), donde esta especie demostró el mismo comportamiento en concentraciones bajas de amonio y nitrógeno.

De las especies bioindicadoras encontradas, destacan *Diatoma mesodon*, *Hannaea arcus* y *Gomphonema bourbonense* como indicadoras de aguas de calidad muy buena y buena (Ector, 1992; Prygiel & Coste, 2000). En cuanto a las demás especies encontradas en la cuenca del Río Paute, se ha determinado que *Gomphonema pumilum* var. *rigidum* Reichardt & Lange-Bertalot, *Navicula gregaria* Donkin, *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory, *Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek & Stoermer, han sido registradas también por otros investigadores en ríos andinos del Ecuador como es el caso de (Castillejo et al., 2018) en el río Pita y (Carrera &

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Gunke, 2003) en el Río Itambí. Además en el estudio realizado por (Benito et al., 2018) también se encontraron ampliamente especies de *Nitzschia* como parte de la composición florística de diatomeas usualmente encontradas en varias regiones de aguas dulces tropicales de América del Sur. Cabe mencionar que estos estudios han identificado a las especies mencionadas sin embargo no las han aplicado como bioindicadores.

Estudios como este, donde se utiliza a las diatomeas como bioindicadores de calidad del agua, son pioneros debido a que no han sido ampliamente aplicados o estudiados. Si bien es cierto se han realizado diversos estudios como el llevado a cabo en el parque Nacional El Cajas por (Van Colen et al., 2017), en ellos principalmente se han identificado y las especies de diatomeas, no se han tomado en cuenta su relación con la calidad del agua, pese a que se ha analizado la cantidad y disponibilidad de nutrientes, no se ha analizan factores como la influencia de la contaminación antrópica del área o la presencia de otros contaminantes. En estudios como el desarrollado por (Molinero, Barrado, Guijarro, Ortiz, & Carnicer, 2019), donde se evidencia el uso de varios indicadores como uso de la tierra en las cuencas hidrográficas, geomorfológicos, calidad de la química del agua y biológicos a través del uso de diatomeas bentónicas y macroinvertebrados en el río Teaone en la provincia de Esmeraldas. Donde las comunidades de diatomeas y el macroinvertebrados respondieron a los cambios ambientales a lo largo del río. Ambas comunidades muestran una fuerte relación con el uso de la tierra de la cuenca incluso mayor a la demostrada con la química del agua y el hábitat, lo que demuestra que las diatomeas responden a cambios probados por la disponibilidad de nutrientes y la contaminación circundante, lo que demuestra que son excelentes bioindicadoras. Respecto a otros estudios ambientales las diatomeas se han usado en investigaciones paleolimnológicas como la realizada por (Michelutti, Lemmen, Cooke, Environment, & Hobbs, 2015) de lagos de montaña con el

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

fin de proporcionar datos de cambio ambiental, especialmente cuando no hay registros de vigilancia, los cambios de ensamblaje registrados reflejan las condiciones climáticas cambiantes.

7. Conclusiones

- Los parámetros físico - químicos no coinciden con los bioindicadores biológicos presentes en la Cuenca del Ríos Paute, pese a que la calidad de agua resulto ser buena al utilizar ambos métodos. Al realizar el análisis canónico de correspondencias se evidencio que las especies determinadas como bioindicadoras, no se encontraban presentes junto a los vectores que determinaban una alta presencia de especies.
- Al analizar parámetros fisicoquímicos y comparándolos con lo establecido por la normativa de la tabla 2 del AM 097 se observa que todos los parámetros cumplen, es decir que la calidad general de los ríos estudiados es buena.
- Según lo establecido por el IPS se determina que la calidad biológica de 5 de las 6 áreas estudiadas es buena. Sin embargo, el área A2 reporta un leve declive dentro de los valores presentados por el IPS, lo que podría mostrar la degradación de la zona.
- Se ha determinado que los ríos estudiados son oligotróficos debido a la baja cantidad de NO₂, NO₃ y NH₃ encontrada por lo que se podría deducir que la baja diversidad de la zona se debe a este factor, por lo que la mayoría de áreas estudiadas son monoespecíficas.

8. Recomendaciones

- Utilizar otros métodos de muestreo para determinar los parámetros físico-químicos, que puedan ayudar a una mayor detección de los mismos.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

- Implementar índices paralelos que determinen la calidad del agua a través de parámetros físico químicos, con la finalidad de contrastar ambos índices.
- Aumentar el número puntos de muestreo en campo a fin de incrementar el número de muestras tomadas en cada área para de esa manera contrastarlas entre sí, tanto los parámetros físico químicos como biológicos

BIBLIOGRAFÍA

- Abuhatab, Y., & Donato, J. (2012). *Cocconeis placentula* and *Achnanthydium minutissimum*, indicator species of oligotrophic Andean streams. *Caldasia*, 34(1), 205–212.
- At, A. (2017). Efficiency of invertebrate animals for risk assessment and biomonitoring of hazardous contaminants in aquatic ecosystem , a review and status report . *Environ Risk Assess Remediat*, 1(1), 22–24.
- Benito, X., Fritz, S. C., Steinitz-Kannan, M., Tapia, P. M., Kelly, M. A., & Lowell, T. V. (2018). Geo-climatic factors drive diatom community distribution in tropical South American freshwaters. *Journal of Ecology*, 106(4), 1660–1672.
<https://doi.org/10.1111/1365-2745.12934>
- Blanco, S., Cejudo-Figueiras, C., Álvarez-Blanco, I., van Donk, E., Gross, E. M., Hansson, L. A., ... Bécares, E. (2014). Epiphytic diatoms along environmental gradients in Western European shallow lakes. *Clean - Soil, Air, Water*, 42(3), 229–235.
<https://doi.org/10.1002/clen.201200630>
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., & Stanzner, B. (2006). DEVELOPMENTS IN AQUATIC INSECT BIOMONITORING: A Comparative Analysis of Recent Approaches. *Annual Review of Entomology*, 51(1), 495–523.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124>
- Carrera, P., & Gunke, G. (2003). Ecology of a high Andean stream, Rio Itambi, Otavalo,

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Ecuador. *Limnologic*, 33, 29–43.

Castillejo, P., Chamorro, S., Paz, L., Heinrich, C., Carrillo, I., Salazar, J. G., ... Lobo, E. A.

(2018). Comptes Rendus Biologies Response of epilithic diatom communities to environmental gradients along an Ecuadorian Andean River. *Comptes Rendus - Biologies*. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2018.03.008>

Çelekli, A., & Lekecis, O. (2020). Eco-assessment of West Mediterranean basin ' s rivers (Turkey) using diatom metrics and multivariate approaches. *Springer Nature 2020*, (Directive 2000).

Cevallos, Estuardo; Gomez, Liliana; Roldán, A. (2015). ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES EN EL CANTÓN LA CONCORDIA, PROVINCIA SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS, ECUADOR. *Revista Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes*, 4(October 2016), 1–16.

Fernández, R., Moreno-Chacón, M., Canessa, R., Mardones, D., Viveros, N., & Saldaña, A.

(2016). Relación entre la amplitud ecológica de epífi tas vasculares y sus respuestas ecofi siológicas a la disponibilidad de luz y humedad en el bosque esclerófi lo mediterráneo costero de Chile. *Gayana - Botanica*, 73(1), 68–76. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432016000100009>

Holguin-gonzalez, J. E., Everaert, G., Boets, P., Galvis, A., & Goethals, P. L. M. (2013).

Environmental Modelling & Software Development and application of an integrated ecological modelling framework to analyze the impact of wastewater discharges on the ecological water quality of rivers. *Environmental Modelling and Software*, 48, 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.06.004>

Jacobsen, D. (2008). Tropical High-Altitude Streams. In *Tropical Stream Ecology*. (p. 219).

<https://doi.org/10.1016/B978-012088449-0.50010-8>

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Ji, Z.-G. (2008). *HYDRODYNAMICS AND WATER QUALITY MODELING RIVERS, LAKES, AND ESTUARIES*.

Kazi, T. G. Ā., Arain, M. B., Jamali, M. K., Jalbani, N., Afridi, H. I., Sarfraz, R. A., ... Shah, A. Q. (2009). *Ecotoxicology and Environmental Safety Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques : A case study*. 72, 301–309.

<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2008.02.024>

Keck, F., Vasselon, V., Tapolczai, K., Rimet, F., & Bouchez, A. (2017). Freshwater biomonitoring in the Information Age. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(5), 266–274. <https://doi.org/10.1002/fee.1490>

Kohlmann, B., Arroyo, A., Macchi, P. A., & Palma, R. (2018). Biodiversity and Biomonitoring Indexes. In *Integrated Analytical Approaches for Pesticide Management* (pp. 83–106). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816155-5.00006-3>

Macedo, D. R., Hughes, R. M., Ferreira, W. R., Firmiano, K. R., Silva, D. R. O., Ligeiro, R., ... Callisto, M. (2016). Development of a benthic macroinvertebrate multimetric index (MMI) for Neotropical Savanna headwater streams. *Ecological Indicators*, 64, 132–141. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.12.019>

Michelutti, N., Lemmen, J., Cooke, C. A., Environment, A., & Hobbs, W. O. (2015). *Assessing the effects of climate and volcanism on diatom and chironomid assemblages in an Andean lake near Quito, Ecuador*. (December).

<https://doi.org/10.4081/jlimnol.2015.1323>

Molinero, J., Barrado, M., Guijarro, M., Ortiz, M., & Carnicer, O. (2019). *The Teaone River : a snapshot of a tropical river from the coastal region of Ecuador*. 38(2), 587–605.

<https://doi.org/10.23818/limn.38.34>

Paul, M. J., Barbour, M. T., Villamarín, C., Rieradevall, M., Paul, M. J., Barbour, M. T., &

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

- Prat, N. (2013). A tool to assess the ecological condition of tropical high Andean streams in Ecuador and Peru : The IMEERA index A tool to assess the ecological condition of tropical high Andean streams in Ecuador and Peru : The IMEERA index. *Ecological Indicators*, 29(June), 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.006>
- PRAT, N., RÍOS, B., ACOSTA, A., & RIERADEVALL, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. In *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos* (p. 631).
- Ramos-Jiliberto, R., Urbani, P., Garay-Narváez, L., Razeto-Barry, P., Encina-Montoya, F., & Medina, M. H. (2013). Identificación de especies ecológicamente relevantes para la Evaluación de Riesgo Ecológico: Una propuesta desde la ecología teórica. *Revista Chilena de Historia Natural*, 86(1), 21–31. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2013000100003>
- Salomoni, S. E., Rocha, O., Callegaro, V. L., & Lobo, E. A. (2006). *Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil*. 233–246. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-9012-3>
- Schöne, B. R., & Krause, R. A. (2016). Retrospective environmental biomonitoring – Mussel Watch expanded. *Global and Planetary Change*, 144, 228–251. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.08.002>
- Schuch, M., Oliveira, M. A., & Lobo, E. A. (2015). Spatial Response of Epilithic Diatom Communities to Downstream Nutrient Increases. *Water Environment Research*, 87(June), 547–558. <https://doi.org/10.2175/106143014X14062131178196>
- USEPA. (2011). *A Primer on Using Biological Assessments to Support Water Quality Management*. Retrieved from <https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-10/documents/primer-using-biological-assessments.pdf>

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Van Colen, W. R., Mosquera, P., Vanderstukken, M., Goiris, K., Carrasco, M. C.,

Decaestecker, E., ... Muylaert, K. (2017). Limnology and trophic status of glacial lakes in the tropical Andes (Cajas National Park, Ecuador). *Freshwater Biology*, 62(3), 458–473. <https://doi.org/10.1111/fwb.12878>

Vasistha, P., & Ganguly, R. (2020). Materials Today : Proceedings Water quality assessment of natural lakes and its importance : An overview. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.092>

Villamarin, C., Prat, N., & Rieradevall, M. (2014). Physical, chemical and hydromorphological characterization of Ecuador and Perú tropical highland Andean rivers. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(5), 1072–1086. <https://doi.org/10.3856/vol42-issue5-fulltext-12>

Zhang, Y., Dudgeon, D., Cheng, D., Thoe, W., Fok, L., Wang, Z., & Lee, J. H. W. (2010). Impacts of land use and water quality on macroinvertebrate communities in the Pearl River drainage basin, China. *Hydrobiologia*, 652(1), 71–88. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0320-x>

Battarbee, R.W. (1986). Diatoms analysis. In: Berglund, B.E. (ed.) Handbook of Holocene Palaeohydrology (pp. 527-570). New York: John Wiley & Sons.

Battarbee, R.W.; Jones, V.; Flower, R.J.; Cameron, N.; Bennion, H.; Carvalho, L. & Juggins, S. (2001). Diatoms. In: Smol, J.P; Birks, H.J.B.; Last, W.M. (ed.). Tracking Environmental Change Using Lake Sediments (pp. 155-203). London: Kluwer Academic Publishers.

Blanco S 2010. Generador de números aleatorios para recuentos en microscopía óptica. *Algas* 43: 30-31.

Blanco, S., Álvarez, I. & Cejudo, C. A test on different aspects of diatom processing

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

techniques. *J Appl Phycol* 20, 445–450 (2008). <https://doi.org/10.1007/s10811-007-9292-2>

Cordero, I. (2013). Evaluación de la Gestión Territorial de la Cuenca Hidrográfica del Río Paute, estrategias y líneas de acción para superarlas. Tesis Post Grado. Universidad de Cuenca. Ecuador. 27 - 35. 151p

ECS-European Committee for Standardization (2003). ECS. Water quality Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. Recuperado de http://www.safrass.com/partners_area/BSI%20Benthic%20diatoms.pdf

Fondo de Agua para la Conservación de la cuenca del río Paute. Cuenca, Ecuador. FONAPA <https://www.fonapa.org.ec/>

Liu, B. et al., 2020. Changes in the ratio of benthic to planktonic diatoms to eutrophication status of Muskegon Lake through time: Implications for a valuable indicator on water quality. *Ecological Indicators*, 114, p.106284. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106284>.

Round, F.E.; Crawford, R.M.; Mann, D.G. (1990). *The Diatoms: biology and morphology of the genera*. University Press, Cambridge.

Secretaría Nacional del Agua. SENAGUA: <http://www.agua.gob.ec>.

Steinitz-Kannan M (1979) Comparative limnology of Ecuadorian Lakes: a study of species number and composition of plankton communities of the Galapagos Islands and Equatorial Andes. Ph. D. Dissertation, The Ohio State University, Ohio

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Índice

Resumen.....	2
Abstract.....	3
1. Introducción.....	4
2. Hipótesis.....	7
3. Objetivos.....	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
4. Materiales and Métodos.....	8
4.1 Área de estudio.....	8
4.2 Fase de Campo	11
4.3 Fase de laboratorio.....	11
4.4 Análisis de Datos.....	12
4.5 Análisis Estadístico	13
5. Resultados.....	14
5.1 Descripción de las diatomeas encontradas.....	14
5.2 Nuevos Registros para la provincia de Cañar	16
5.3 Resultados del Cálculo del IPS	17
5.4 Comparación con la norma	17
5.5 Diatomeas bioindicadoras	19
5.6 Análisis Canónico de Correspondencias.....	19
5.7 Índices de biodiversidad	21
6. Discusión	22
7. Conclusiones	26
8. Recomendaciones.....	26
BIBLIOGRAFÍA.....	27
Índice	33
Anexos	35

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Índice de tablas

Tabla 1. Información de los sitios de muestreo en la Cuenca Baja del Río Paute.	10
Tabla 2. Valores de la amplitud ecológica	13
Tabla 3. Valores de Sensibilidad.....	13
Tabla 4. Especies registradas en los Ríos y áreas estudiadas en la Cuenca baja del Río Paute, el número 1 indica la presencia de la especie, el color verde muestra la especie más abundante mientras que el color naranja muestra las especies de mayor ocurrencia	15
Tabla 5. Nuevos registros de Diatomeas en la Cuenca Baja del Río Paute, provincia de Cañar, Andes Sur del Ecuador.....	16
Tabla 6. Clasificación de indicadores biológicos definidos por el Real Dacreto (RD) 17/2015	17
Tabla 7. Comparación del IPS del área control vs. el área afectada de los ríos estudiados en la cuenca baja del río Paute.....	17
Tabla 8. Comparación de los valores de las variables ambientales obtenidas con la norma ambiental vigente, el color verde representa los valores que cumple con la misma, los valores de color naranja representan los valores de referencia y los de color rojo representan aquellos que no cumplen con los criterios de la normativa.....	18
Tabla 9. Diatomeas seleccionadas como bioindicadoras con sus respectivos valores amplitud ecológica (v) y sensibilidad (s).....	19

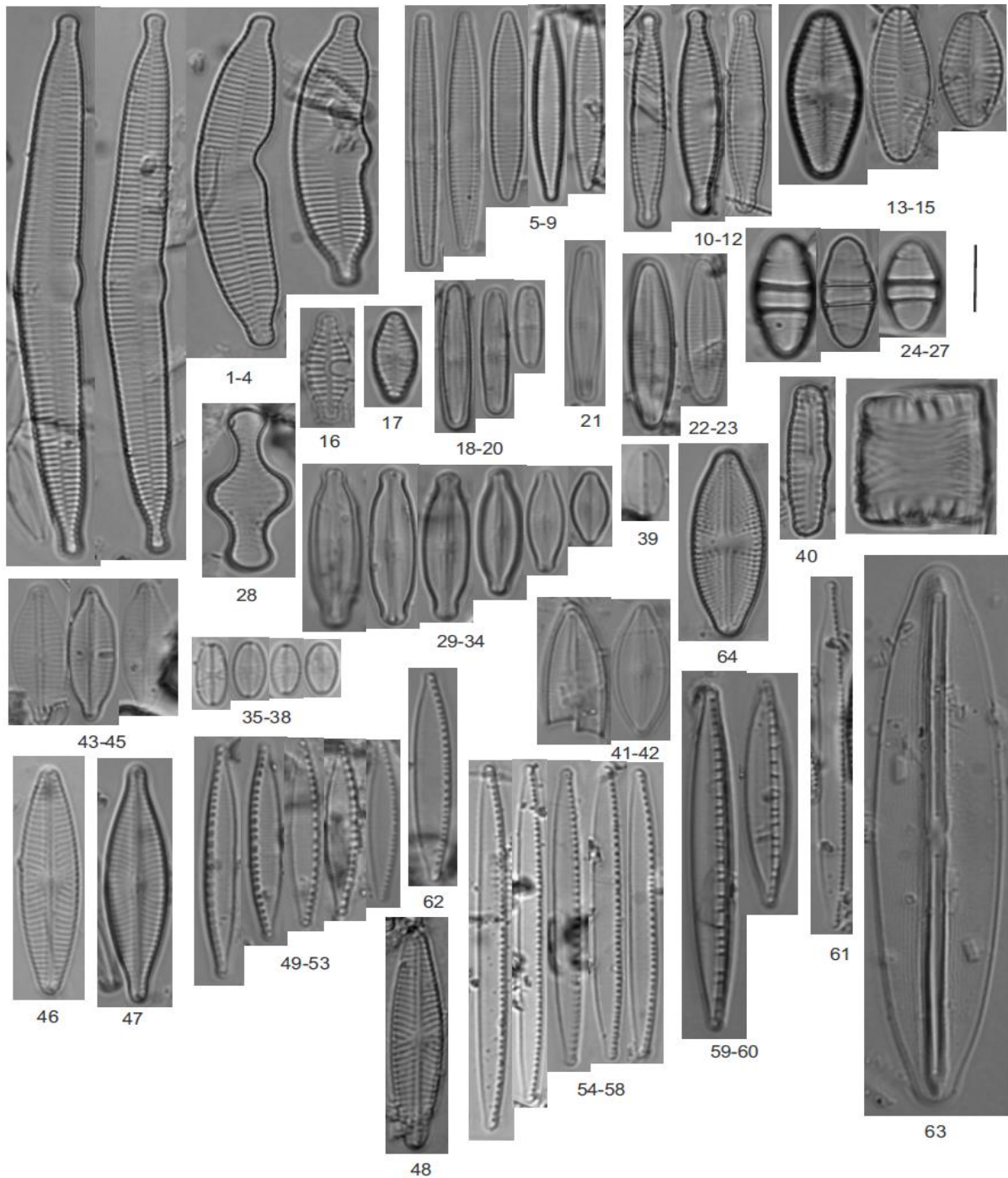
Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la Cuenca del Río Paute en base a su localización en las provincias de Cañar, Azuay y Morona Santiago.....	8
Figura 2. Sistema de Macrocuencas y Subcuencas del Río Paute	9
Figura 3. Localización de la Cuenca Baja del río del Paute y sitios específicos de muestreo. Mapa realizado por Cutín Promotores	10
Figura 13. Análisis Canónico de Correspondencia Variables ambientales – variables biológicas.	20

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

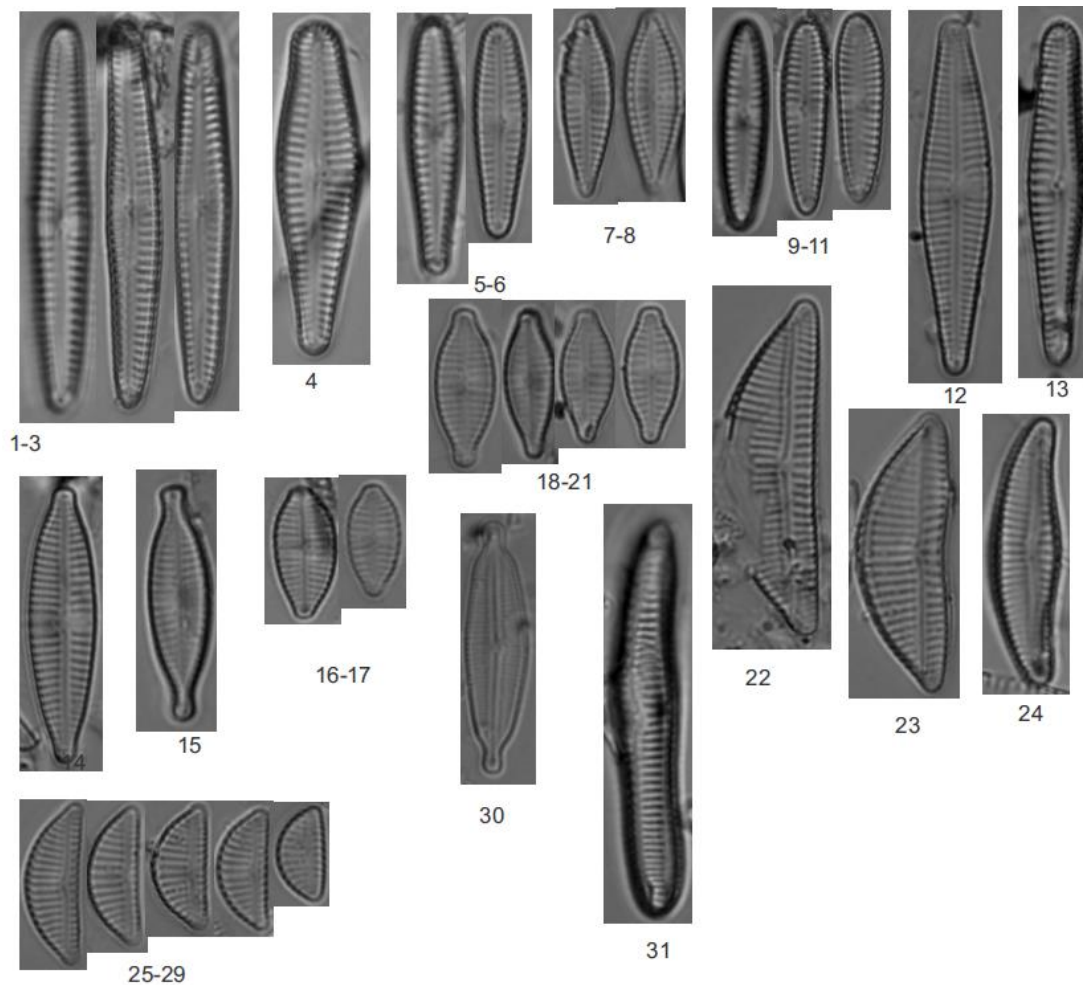
Anexos

Anexo A. Fotografías de los nuevos registros de diatomeas encontrados en la cuenca baja del Río Paute



1-4 *Hannaea arcus*; 5-9 *Fragilaria gracilis*; 10-12 *F. vaucheriae*; 13-15 *Planothidium lanceolatum*; 16 *P. rostratum*; 17 *P. minutissimum*; 18-20 *Achnanthisidium* sp1; 21 *A. minutissimum*; 22-23 *Rossethidium petersenii*; 24-27 *Odontidium mesodon*; 28 *Tabellaria flocculosa*; 29-34 *Sellaphora cosmopolitana*; 35-38 *S. saugeresii*; 39 *Mayamaea lacunolaciniata*; 40 *Reimeria sinuata*; 41-42 *Nupela chilensis*; 43-45 *Navicula gregaria*; 46 *Navicula* sp1; 47 *N. cryptocephala*; 48 *N. cryptotenella*; 49-53 *Nitzschia capitellata* var. *tenuirostris*; 54-58 *N. paleaeformis*; 59-60 *N. dissipata*; 61 *N. gracilis*; 62 *N. palea*; 63 *Frustulia* sp1; 64 *Luticola* sp1.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)



1-3 *Gomphonema pumilum* var. *rigidum*; 4 *G. clavatum*; 5-6 *G. occultum*; 7-8 *G. utae*; 9-11 *G. bourbonense*; 12 *G. sp1*; 13 *G. sp2*; 14 *G. exillissimum*; 15 *G. lagenula*; 16-17 *G. saprophilum*; 18-21 *G. parvulum*; 22 *Encyonema silesiacum*; 23 *E. silesiacum* var. *excisa*; 24 *E. silesiacum* var. *altensis*; 25-29 *E. minutum*; 30 *Cymbopleura amphicephala*; 31 *Eunotia sp1*.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Anexo B. Registro de especies de diatomeas encontrados en el río Paute

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	ABRE	X	
<i>Achnantheidium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	ADCT	X	
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ADMI		X
<i>Achnantheidium neomicrocephalum</i> Lange-Bertalot & F. Staab	ADNM	X	
<i>Achnantheidium subatomoides</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot et Ector	ADSO	X	
<i>Adlafia bryophila</i> (Petersen) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	ABRY	X	
<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot	ADMS	X	
<i>Amphora libyca</i> Ehr.	ALIB	X	
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	AOVA	X	
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	APED	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Astartiella wellisiae</i> (Reimer) Witkowski & Lange-Bertalot in Moser & al.	ASWE	X	
<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grunow) Krammer	AUAL	X	
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	AAMB	X	
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Simonsen	AUDI	X	
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	AUGR	X	
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen var. <i>angustissima</i> O.Müller) Simonsen	AUGA	X	
<i>Aulacoseira humilis</i> (Cleve-Euler) Genkal et Trifonova	AUHU	X	
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehr.) Simonsen	AUIT	X	
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehr.) Simonsen var. <i>tenuissima</i> (Grun.) Simonsen	AITE	X	
<i>Bacillaria socialis</i> (Gregory) Ralfs in Pritchard	BSOC	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Brachysira arctoborealis</i> Wolfe & H.J. Kling	BATB	X	
<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) Compère	BMIC	X	
<i>Brachysira neoacuta</i> Lange-Bertalot	BNCT	X	
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot	BNEO	X	
<i>Cavinula cocconeiformis</i> f. <i>elliptica</i> (Hust.) Lange-Bertalot	CCEL	X	
<i>Cavinula pseudoscutiformis</i> (Hustedt) Mann & Stickle	CPSE	X	
<i>Cavinula scutiformis</i> (Grunow ex A. Schmidt) Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	CVSC	X	
<i>Chamaepinnularia soehrensii</i> (Krasske) Lange-Bertalot & Krammer in Lange-Bertalot & Metzeltin	CHSO	X	
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg	CEUG	X	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>placentula</i>	CPLA	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.) Van Heurck	CPLI	X	
<i>Cocconeis soukupi</i> Frenguelli	CSOU	X	
<i>Craticula cuspidata</i> var. <i>major</i> (Meister) Czarnecki	CCUM	X	
<i>Crenotia gibberula</i> (Grunow) Wojtal	CGBR	X	
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kütz.) Williams et Round	CTPU	X	
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round	CDUB	X	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CMEN	X	
<i>Cymbella affinis</i> Kützing var. <i>angusta</i> (Krammer) W. Silva	CAFG	X	
<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Peragallo	CASP	X	
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	CCIS	X	
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	CCYM	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Cymbella laevis</i> Naegeli ex Kützing	CLAE	X	
<i>Cymbella mexicana</i> (Ehr.) Cleve	CMEX	X	
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	CNCI	X	
<i>Cymbella neolanceolata</i> W. Silva	CNLC	X	
<i>Cymbella parva</i> (W.Sm.) Kirchner in Cohn	CPAR	X	
<i>Cybellonitzschia diluviana</i> Hustedt	CNID	X	
<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	EELG	X	
<i>Encyonema latens</i> (Kraske) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	ENLA	X	
<i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agardh) W.Silva, R.Jahn, T.A.V.Ludwig & M.Menezes in Silva et al.	ELEI	X	
<i>Encyonema minutiforme</i> Krammer	ENMF	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
* <i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	ENMI	X	
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	ENMS	X	
<i>Encyonema neogracile</i> Krammer var. Neogracile	ENNG	X	
<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	EELG	X	
<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	EELG	X	
<i>Encyonema latens</i> (Krasske) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	ENLA	X	
<i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agardh) W.Silva, R.Jahn, T.A.V.Ludwig & M.Menezes in Silva et al.	ELEI	X	
<i>Encyonema minutiforme</i> Krammer	ENMF	X	
* <i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	ENMI	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	ENMS	X	
<i>Encyonema neogracile</i> Krammer var. Neogracile	ENNG	X	
<i>Encyonema neogracile</i> Krammer var. Neogracile	ENNG	X	
<i>Encyonema neomesianum</i> Krammer	ENMS	X	
<i>Encyonema norvegicum</i> (Grunow) Mills	ENNO	X	
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	ESLE	X	
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann var. <i>altensis</i> Krammer	ESAL		X
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) DG. Mann var. <i>excisa</i> Krammer	ESEX		X
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	ECES	X	
<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & Reichardt	ENCM	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & Reichardt	ESUM	X	
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	EADN	X	
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson var. <i>minor</i> (Peragallo & Heribaud) Patrick in Patrick & Reimer	EAMI	X	
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson var. <i>porcellus</i> (Kützing) Ross	EAPO	X	
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing	EARG	X	
* <i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing var. <i>alpestris</i> (W.M.Smith) Grunow	EAAL	X	
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing var. <i>longicornis</i> (Ehr.) Grunow	EALO	X	
<i>Epithemia argus</i> var. <i>protracta</i> Mayer	EAGP	X	
* <i>Epithemia gibba</i> (Ehrenberg) Kützing	EGBA	X	
<i>Epithemia granulata</i> (Ehrenberg) Kützing	EGRN	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Epithemia parallela</i> (Grunow) Ruck & Nakov	EPHP	X	
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	ESOR	X	
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	ETUR	X	
<i>Eucoconeis flexella</i> (Kützing) Meister	EUFL	X	
<i>Eucoconeis laevis</i> (Østrup) Lange-Bertalot	EULA	X	
<i>Eunotia fallax</i> A. Cleve	EFAL	X	
<i>Eunotia incisa</i> Gregory	EINC	X	
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow in Van Heurck	EMIN	X	
<i>Eunotia tenella</i> (Grunow in Van Heurck) Hustedt in Schmidt & al	ETEN	X	
<i>Fallacia frustulum</i> (Hustedt) D.G. Mann	FFTU	X	
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres	FCAP	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	FCRO	X	
<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup	FGRA	X	
<i>Fragilaria toxoneides</i> (Castracane) Lange-Bertalot	FTOX	X	
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	FVAU	X	
<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M. Williams et Round	FFVI	X	
<i>Fragilariforma virescens</i> var. <i>oblongella</i> (Grun. in V.Heurck) Bukhtiyarova	FFVO	X	
<i>Frustulia crassinervia</i> (Breb.) Lange-Bertalot et Krammer	FCRS	X	
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	FRHO	X	
<i>Frustulia saxonica</i> Rabenhorst	FSAX	X	
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	FVUL	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Gomphonema acuminatum Ehrenberg</i>	GACU	X	
<i>Gomphonema angustatum (Kützing) Rabenhorst</i>	GANG	X	
<i>Gomphonema angustatum (Kützing) Rabenhorst var.citera (Hohn & Hell.)Patrick</i>	GACI	X	
<i>Gomphonema auritum A.Braun ex Kützing</i>	GAUR	X	
<i>Gomphonema bourbonense E. Reichardt et Lange-Bertalot</i>	GBOB		X
<i>Gomphonema clavatum Ehr.</i>	GCLA	X	
<i>Gomphonema consector Hohn et Hellerman</i>	GCST	X	
<i>Gomphonema dichotomum Kützing</i>	GDIC	X	
<i>Gomphonema exilissimum (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt</i>	GEXL		X
<i>Gomphonema gracile Ehrenberg</i>	GGRA	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing	GLGN	X	
<i>Gomphonema occultum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GOCU		X
* <i>Gomphonema pala</i> Reichardt	GOPA	X	
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GPAR	X	
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GPRI		X
<i>Gomphonema saprophilum</i> (Lange-Bertalot & Reichardt) Abarca Jahn Zimmermann & Enke	GSPP		X
<i>Gomphonema subclavatum</i> Grunow var. <i>mexicanum</i> (Grunow) Patrick in Hohn	GSCM	X	
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	GTRU	X	
<i>Gomphonema utae</i> Lange-Bertalot & Reichardt	GUTA		X
<i>Gomphonema vibrioides</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GVBR	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Gomphosphenia oahuensis (Hustedt) Lange-Bertalot</i>	GOAH	X	
<i>Halamphora coffeaeformis (Agardh) Levkov</i>	HACO	X	
<i>Halamphora veneta (Kützing) Levkov</i>	HVEN	X	
<i>Hannaea arcus (Ehr.) R.M. Patrick in Patrick et Reimer</i>	HARC	X	
<i>Humidophila gallica (W. Sm.) Lowe, Kociolek, You, Wang & Stepanek comb. nov.</i>	HGAL	X	
<i>Iconella guatimalensis (Ehrenberg) Ruck & Nakov</i>	IGUA	X	
<i>Iconella linearis (W.Smith) Ruck & Nakov</i>	ILIN	X	
<i>Kobayasiella subtilissima (Cleve) Lange-Bertalot</i>	KOSU	X	
<i>Lindavia glomerata (H. Bachmann) Adesalu & Julius</i>	LGLO	X	
<i>Luticola cohnii (Hilse) D.G. Mann in Round Crawford & Mann</i>	LCOH	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	LMUT	X	
<i>Mayamaea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	MAAT	X	
<i>Mayamaea lacunolaciniata</i> (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	MLLC		X
<i>Melosira varians</i> Agardh	MVAR	X	
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A. Agardh	MCIR	X	
<i>Navicula angusta</i> Grunow	NAAN	X	
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	NCAR	X	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	NCRY	X	
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	NCTE	X	
* <i>Navicula gondwana</i> Lange-Bertalot	NGON	X	
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	NGRE		X

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Navicula neoschizonemoides</i> Van de Vijver & A.Mertens in Beauger & al.	NNSH	X	
<i>Navicula notha</i> Wallace	NNOT	X	
<i>Navicula odiosa</i> Wallace	NODI	X	
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	NRAD	X	
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	NRHY	X	
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	NTPT		X
<i>Navicula veneta</i> Kützing	NVEN	X	
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.)Ehr. f. <i>linearis</i> (Hustedt) Kobayasi	NVVL	X	
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	NVIR	X	
<i>Navicula viridulacalcis</i> Lange-Bertalot	NVCC	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Navicula vulpina</i> Kützing	NVUL	X	
<i>Navigeia decussis</i> (Østrup) Bukhtiyarova	NGDU	X	
<i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer in Krammer & Lange-Bertalot	NEAM	X	
<i>Neidium bisulcatum</i> (Lagerstedt) Cleve	NBIS	X	
<i>Neidium floridanum</i> Reimer	NEFL	X	
<i>Neidium iridis</i> (Ehrenberg) Cleve	NIRI	X	
<i>Nitzschia acicularis</i> Kützing) W.M.Smith	NACI	X	
<i>Nitzschia alpina</i> Hustedt	NZAL	X	
<i>Nitzschia alpinobacillum</i> Lange-Bertalot	NAPB	X	
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	NAMP	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Nitzschia angustatula</i> Lange-Bertalot	NZAG	X	
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt var. <i>tenuirostris</i> (Grunow in Van Heurck) <i>Bukhtiyarova</i>	NCTN		X
<i>Nitzschia commutata</i> Grunow in Cleve et Grunow	NICO	X	
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow ssp. <i>dissipata</i>	NDIS		X
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve et Möller	NFON	X	
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	NIFR	X	
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	NIGR	X	
<i>Nitzschia hamburgiensis</i> Lange-Bertalot	NHOM	X	
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	NINC	X	
<i>Nitzschia lacunarum</i> Hustedt in A.Schmidt Atlas	NLCR	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Nitzschia lacuum Lange-Bertalot</i>	NILA	X	
<i>Nitzschia lanceolata W.M.Smith</i>	NZLA	X	
<i>Nitzschia linearis (Agardh) W.M.Smith</i>	NLIN	X	
<i>Nitzschia microcephala Grunow in Cleve & Moller</i>	NMIC	X	
<i>Nitzschia oberheimiana Rumrich & Lange-Bertalot</i>	NOHM	X	
<i>Nitzschia palea (Kützing) W.Smith</i>	NPAL	X	
<i>Nitzschia paleacea (Grunow) Grunow in Van Heurck</i>	NPAE	X	
<i>Nitzschia paleaeformis Hustedt</i>	NIPF		X
<i>Nitzschia perminuta (Grunow) M.Peragallo</i>	NIPM	X	
<i>Nitzschia soratensis Morales & Vis</i>	NSTS		X
<i>Nitzschia sublinearis Hustedt</i>	NSBL	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Nupela chilensis (Krasske) Lange-Bertalot</i>	NUCH		X
<i>Orthoseira roeseana (Rabenhorst) O'Meara</i>	OROE	X	
<i>Pinnularia alpina W.Smith</i>	PALP	X	
<i>Pinnularia borealis Ehrenberg</i>	PBOR	X	
<i>Pinnularia brauniana (Grunow) Mills</i>	PBRN	X	
<i>Pinnularia brevicostata Cleve</i>	PVBC	X	
<i>Pinnularia gibba Ehrenberg</i>	PGIB	X	
<i>Pinnularia latevittata Cleve</i>	PLTV	X	
<i>Pinnularia martinii Krasske</i>	PMAR	X	
<i>Pinnularia subgibba Krammer</i>	PSGI	X	
<i>Pinnularia substreptoraphe Krammer</i>	PSBS	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Pinnularia sudetica</i> (Hilse) Hilse in Rabenhorst	PSUD	X	
<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	PTDU	X	
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	PTLA	X	
<i>Planothidium minutissimum</i> (Krasske) Morales	PMNT		X
<i>Planothidium rostratum</i> (Østrup) Lange-Bertalot	PRST		X
<i>Pleurosigma elongatum</i> W.Smith	PELO	X	
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun.in Van Heurck) Williams & Round	PSBR	X	
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> Grun.var. <i>inflata</i> (Pant.) Edlund	PBIF	X	
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> var. <i>capitata</i> (Hérib.)Andresen Stoermer & Kreis	PBCA	X	
<i>Pseudostaurosira subsalina</i> (Hustedt) Morales	PSSB	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Punctastriata lancettula</i> (Schumann) Hamilton & Siver	PULA	X	
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	RSIN		X
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	RABB	X	
<i>Rossithidium petersenii</i> (Hustedt) Round & Bukhtiyarova	RPET	X	
<i>Rossithidium pusillum</i> (Grunow) F.E.Round & Bukhtiyarova	RPUS	X	
<i>Sellaphora cosmopolitana</i> (Lange-Bertalot) C.E. Wetzel et Ector	SCPO		X
<i>Sellaphora disjuncta</i> (Hustedt) D.G. Mann	SDIS	X	
<i>Sellaphora laevissima</i> (Kützing) D.G. Mann	SELA	X	
<i>Sellaphora mutata</i> (Krasske) Lange-Bertalot	SEMU	X	
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky	SPUP	X	
<i>Sellaphora rectangularis</i> (Greg.) Lange-Bertalot & Metzeltin	SREC	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Sellaphora saugerresii</i> (Desm.) C.E. Wetzel & D.G. Mann in Wetzel et al.	SSGE		X
<i>Sellaphora verecundiae</i> Lange-Bertalot	SVER	X	
<i>Stauroneis fluminea</i> Patrick & Freese	SFLM	X	
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch.) Ehrenberg	SPHO	X	
<i>Stausosira construens</i> Ehr. var. <i>pumila</i> (Grunow in Van Heurck) Kingston	SCPM	X	
<i>Stausosira construens</i> Ehrenberg	SCON	X	
<i>Stausosira dubia</i> Grunow in Cleve & Moeller	SRDU	X	
<i>Stausosira leptostauron</i> (Ehrenberg) Kulikovskiy & Genkal	SSLE	X	
<i>Stausosira pseudoconstruens</i> (Marciniak) Lange-Bertalot	SPCO	X	
<i>Stausosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & Moeller	SCVE	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Staurosirella mutabilis</i> (W. Smith) E. Morales & Van de Vijver	SLMU	X	
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kützing) Round	STMI	X	
<i>Surirella grunowii</i> Kulikovskiy, Lange-Bertalot & Witkowski	SGRU	X	
<i>Surirella librile</i> (Ehrenberg)	SULI	X	
<i>Surirella terricola</i> Lange-Bertalot & Alles in Lange-Bertalot & al.	STER	X	
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	TFEN	X	
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	TFLO	X	
<i>Tabellaria ventricosa</i> Kützing	TVEN	X	
<i>Tryblionella acuta</i> (Cleve) D.G. Mann in Round et al.	TACU	X	
<i>Tryblionella Skvortzow</i>	TTRY	X	
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	UACU	X	

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO DE PAUTE CONTRASTANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (DIATOMEAS EPILÉPTICAS)

Especie	Código	Steinitz Kannan (1979), Benito et al. (2018)	Cuenca baja del Río Paute
<i>Ulnaria biceps (Kützing) Compère</i>	UBIC	X	
<i>Ulnaria danica (Kützing) Compère et Bukhtiyarova</i>	UDAN	X	
* <i>Ulnaria delicatissima (W.Smith) Aboal & Silva</i>	UDEL	X	
<i>Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère</i>	UULN	X	
<i>Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère var.subaequalis (Grunow) Aboal</i>	UUSU	X	