



# Uso de diatomeas como bioindicadoras de calidad de agua en dos ecosistemas lóticos con distinto grado de eutrofización en la provincia del Azuay

## **Autores**

- Paula Milena Cordero Cueva
- Susana Elizabeth Chamorro Arias
- Carlos Marcelo Matovelle Bustos
- José Rubén Ramírez Iglesias

**Cuenca, 04 de octubre de 2019**

<b>N° Proyecto</b>	
--------------------	--

# 1 TABLA DE CONTENIDOS

---

<b>1</b>	<b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INSTITUCIONES INVOLUCRADAS Y PARTICIPANTES Y BENEFICIARIOS .....</b>	<b>4</b>
	INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN EL PROYECTO .....	4
	INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN EL PROYECTO .....	5
	ESTUDIANTES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO .....	13
	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	14
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>14</b>
	RESUMEN DEL PROYECTO .....	14
	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
	MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE .....	15
	PALABRAS CLAVE .....	17
	HIPÓTESIS O PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	17
	DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA .....	17
	OBJETIVOS .....	18
	<i>GENERAL</i> .....	18
	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
	RESULTADOS ESPERADOS.....	19
	ASPECTOS BIOÉTICOS Y SOCIALES.....	19
	LABORATORIO AL CUAL SE SUSCRIBE LA PROPUESTA.....	20
<b>5</b>	<b>IMPACTO DEL PROYECTO .....</b>	<b>20</b>
	IMPACTO LEGAL, SOCIAL, TÉCNICO Y/O ECONÓMICO.....	20
	IMPACTO AMBIENTAL .....	21
	RIESGOS DEL PROYECTO .....	21
	PLAN DE SOSTENIBILIDAD.....	21
	IMPACTO LEGAL, SOCIAL, AMBIENTAL, TÉCNICO Y/O ECONÓMICO .....	21
<b>6</b>	<b>DIFUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
	EFFECTOS MULTIPLICADORES .....	21
	TRANSFERENCIA DE RESULTADOS .....	22
<b>7</b>	<b>PLANIFICACIÓN Y FINANCIAMIENTO .....</b>	<b>22</b>
	FACILIDADES DE TRABAJO .....	22
	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	22
	PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN FINANCIERA.....	23
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS CIENTÍFICAS CITADAS .....</b>	<b>23</b>

## 2 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

<b>TÍTULO</b>							
Uso de diatomeas como bioindicadoras de calidad de agua en dos ecosistemas lóticos con distinto grado de eutrofización en la provincia del Azuay							
<b>TIPO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>							
Investigación Básica <input type="checkbox"/>		Investigación (I+D+I) <input type="checkbox"/>		Investigación (I+V) <input checked="" type="checkbox"/>			
<b>DIRECTOR DEL PROYECTO</b>							
<i>Paula Milena Cordero Cueva</i>							
<b>GRUPO DE INVESTIGACIÓN</b>							
<i>Grupo de investigación en Contaminación ambiental y aguas residuales</i>							
<b>LÍNEA Y ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL</b>							
<i>Ciencias exactas, naturales y tecnológicas</i>							
<i>Prevención, control y remediación de contaminantes en suelo, aire y agua</i>							
<b>TIPO DEL PROYECTO</b>							
Senior	<input type="checkbox"/>	Junior	<input checked="" type="checkbox"/>	Interinstitucional	<input type="checkbox"/>	Parte un programa	<input type="checkbox"/>
En caso de ser parte de un programa, escriba el nombre del mismo							
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO</b>							
12 meses							
<b>FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO</b>							
Monto financiamiento UCACUE				6600			
Monto otras fuentes de financiamiento				7200			
Monto total del financiamiento proyecto				<i>Ingrese el monto total que se requiere para ejecutar el PROYECTO en Dólares de los Estados Unidos de Norteamérica (USD)</i>			

### 3 INSTITUCIONES INVOLUCRADAS Y PARTICIPANTES Y BENEFICIARIOS

---

#### *INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN EL PROYECTO*

<b>Institución Ejecutora Principal:</b>		Universidad Católica de Cuenca		
<b>Dirección:</b>	<b>Ciudad:</b>	<b>Correo electrónico:</b>	<b>Dirección Web:</b>	<b>Teléfonos / Fax:</b>
Av. de las Américas y Humbolt	Cuenca	<a href="mailto:info@ucacue.edu.ec">info@ucacue.edu.ec</a>	<a href="https://www.ucacue.edu.ec/">https://www.ucacue.edu.ec/</a>	593 (07) 2-830-751 / 2-830-877 / 2-824-365

<b>Institución Co Ejecutora 1:</b>		Universidad SEK		
<b>Dirección:</b>	<b>Ciudad:</b>	<b>Correo electrónico:</b>	<b>Dirección Web:</b>	<b>Teléfonos / Fax:</b>
Albert Einstein, 170310	Quito	<a href="mailto:admisiones@uisek.edu.ec">admisiones@uisek.edu.ec</a>	<a href="https://www.uisek.edu.ec/es/uisek">https://www.uisek.edu.ec/es/uisek</a>	593 (02) 3974800

**INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN EL PROYECTO**

<b>PERSONAL DEL PROYECTO</b>			
Función en el proyecto	<b>Director del Proyecto</b>		
Nombres y apellidos:	<b>Paula Milena Cordero Cueva</b>		
Cédula de Identidad o Pasaporte:	<b>0101970945</b>	Para investigador de Ecuador: Categoría en el Registro Nacional de Investigadores de la SENESCYT	
Institución a la que pertenece:	<b>Universidad Católica de Cuenca</b>		
Unidad Académica / Facultad	<b>Ingenierías, industria y Construcción</b>	Carrera:	<b>Ingeniería Ambiental</b>
Grado académico más alto y/o especialización	Maestría	Cargo actual:	Docente
Teléfonos:	<b>0998495230</b>	Correo Electrónico:	<b>pcorderoc@ucacue.edu.ec</b>
<b>Proyectos de Investigación desarrollados en los últimos cinco años (máximo tres) o experiencia en gestión con talento humano y recursos materiales y financieros.</b>			
<b>Nombre proyecto1:</b>	Evaluación de los efectos de las actividades socioeconómicas en el cambio del uso del suelo y del cambio climático en las amenazas a inundaciones y sequías en la cuenca del río Tomebamba		
Institución:	Monto financiado	Fecha inicio:	Fecha finalización:
Proyecto CEPRA CEDIA Universidad Católica de Cuenca- Universidad de Cuenca- Universidad del Azuay	50.000	1 de octubre de 2018	30 de noviembre de 2019
<b>Nombre proyecto2:</b>	Investigación ambiental en el cantón Cuenca: Determinación de la concentración de plomo presente en la miel de abeja y polen como bio-indicador de contaminación atmosférica en el cantón Cuenca y; Plan de restauración paisajística en la mina Chocarsí, basado en la experimentación con especies vegetales del ecosistema de referencia- Ecuador		

Institución:	Monto financiado	Fecha inicio:	Fecha finalización:
Universidad Católica de Cuenca-CGA	10.000	15 de junio de 2018	15 de diciembre de 2018
<b>Nombre proyecto 3:</b>	Modelos de Densificación Territorial para las zonas consolidadas de la ciudad de Cuenca		
Institución:	Monto financiado	Fecha inicio:	Fecha finalización:
Universidad de Cuenca	20.000	Enero de 2014	Enero de 2015
Experiencia en gestión:			
Institución	Cargo	Fecha Inicio	Fecha fin
ETAPA	Coordinadora de Áreas protegidas	2000	2002
<b>3 artículos de revista con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:</b>			
<b>Artículo 1:</b>	El microrefugio de Uchucay: un relicto de bosque interandino con una importante riqueza arbórea en el sur del Ecuador.		
Revista:	Vol, Nro, fecha pub.	DOI:	Índice y Cuartil:
Pirineos	174.2.28 de septiembre de 2018	<a href="https://doi.org/10.3989/pirineos.2019.174007">https://doi.org/10.3989/pirineos.2019.174007</a>	0,75. Q3
<b>Artículo 2:</b>	Consecuencias económicas en el Producto Interno Bruto del decrecimiento poblacional en los países que atraviesan la fase final de su transición demográfica. Ecuador		
Revista:	Vol, Nro, fecha	DOI:	Índice y Cuartil:
Maskana	8.2. 17 de noviembre de 2017	<a href="https://doi.org/10.18537/mskn.08.01.06 71">https://doi.org/10.18537/mskn.08.01.06 71</a>	
<b>Artículo 3:</b>	La biodiversidad urbana como síntoma de una ciudad sostenible. Estudio de la zona del Yanuncay en Cuenca- Ecuador”, Ecuador, Revista Maskana		
Revista:	Vol, Nro, fecha	DOI:	Índice y Cuartil:

Maskana	6.1. 15 de febrero de 2015	https://doi.org/10.18537/mskn.08.01.06 71	
<b>Libros o capítulos de libro en los últimos 5 años. 3 de más alto impacto y relevancia:</b>			
<b>Título 1:</b>			
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares (si/no):
<b>Título 2:</b>			
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares: (si/no):
<b>Título 3:</b>			
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares: (si/no):

Función en el proyecto	<b>Co-director</b>		
Nombres y apellidos:	<b>Susana Elizabeth Chamorro Arias</b>		
Cédula de Identidad o Pasaporte:	<b>0103737433</b>	Para investigador de Ecuador: Categoría en el Registro Nacional de Investigadores de la SENESCYT <i>(opcional)</i>	
Institución a la que pertenece:	<b>Universidad Internacional SEK</b>		
Unidad Académica / Facultad	<b>Ciencias Naturales y Ambientales</b>	Carrera:	<b>Ingeniería Ambiental, Ingeniería en Biotecnología</b>
Grado académico más alto y/o especialización	Doctoranda de la Universidad de León España	Cargo actual:	Coordinadora General de la Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales
Teléfonos:	(593 2) 3974800 Ext.162	Correo Electrónico:	<b>Susana.chamorro@uisek.edu.ec</b>
<b>Proyectos de Investigación desarrollados en los últimos cinco años (máximo dos) :</b>			

<b>Nombre proyecto1:</b>	Índice Biológico de Calidad de Agua para el Ecuador		
Institución:	Monto financiado	Fecha inicio:	Fecha finalización:
UISEK	13.000	Septiembre 2019	Agosto 2020
<b>Nombre proyecto2:</b>	Potencial de la Diversidad Funcional de Microalgas de la Sierra y Oriente de Ecuador		
Institución:	Monto financiado	Fecha inicio:	Fecha finalización:
Uisek	18.000	Septiembre 2018	Agosto 2019
<b>3 artículos con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:</b>			
<b>Artículo 1:</b>	Response of epilithic diatom communities to environmental gradients along an Ecuadorian Andean River		
Revista:	Vol, Nro, fecha pub.	DOI:	Cuartil:
Comptes Rendus Biologies	C. R. Biologies 341 (2018) 256–263  Received 16 January 2018 Accepted after revision 14 March 2018 Available online 11 April 2018	<a href="https://doi.org/10.1016/j.crv.2018.03.008">https://doi.org/10.1016/j.crv.2018.03.008</a>	Q1
<b>Artículo 2:</b>	Space, Time and Aliens: charting the dynamic structure of Galápagos pollination networks		
Revista:	Vol, Nro, fecha	DOI:	Cuartil:
AoB PLANTS	plv068;  Received: 8 April 2015; Accepted: 13 June 2015; Published: 23 June 2015	doi:10.1093/aobpla/plv068	Q1
<b>Artículo 3:</b>	Invaders of pollination networks in the Galápagos Islands? Emergence of novel communities		
Revista:	Vol, Nro, fecha	DOI:	Cuartil:



Proceedings: Biological Sciences	Vol. 280, No. 1758 (7 May 2013), pp. 1-9	DOI: 10.1098/rspb.2012.3040	Q1
<b>Libros o capítulos de libro en los últimos 5 años. 3 de más alto impacto y relevancia:</b>			
<b>Título 1:</b>			
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares:
<b>Título 2:</b>			
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares:
<b>Título 3:</b>			
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares:

Función en el proyecto	<b>Colaborador 1</b>		
Nombres y apellidos:	<b>Carlos Marcelo Matovelle Bustos</b>		
Cédula de Identidad o Pasaporte:	<b>0302013578</b>	Para investigador de Ecuador: Categoría en el Registro Nacional de Investigadores de la SENESCYT <i>(opcional)</i>	
Institución a la que pertenece:	<b>Universidad Católica de Cuenca</b>		
Unidad Académica / Facultad	<b>Ingenierías, industria y Construcción</b>	Carrera:	<b>Ingeniería Civil y Ambiental</b>
Grado académico más alto y/o especialización	Máster en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente.  Doctorando – Investigador en Recursos Hídricos. Centro de Hidrogeología de la Universidad de Málaga	Cargo actual:	Docente investigador
Teléfonos:	<b>0984530295</b>	Correo Electrónico:	cmmatovelleb@ucacue.edu.ec

<b>Proyectos de Investigación desarrollados en los últimos cinco años (máximo dos) :</b>			
<b>Nombre proyecto1:</b>	Caracterización hidroquímica de las quebradas del río Tabacay		
Institución:	Monto financiado	Fecha inicio:	Fecha finalización:
UCACUE-EMAPAL	45.000	Marzo 2018	Septiembre 2019
<b>Nombre proyecto2:</b>	Estudio morfométrico de las cuencas que forman parte de la vertiente del Pacífico		
Institución:	Monto financiado	Fecha inicio:	Fecha finalización:
UCACUE	45.000	Marzo 2018	Septiembre 2019
<b>Nombre proyecto3:</b>	Evaluación de los efectos de las actividades socioeconómicas en el cambio del uso del suelo y del cambio climático en las amenazas a inundaciones y sequías en la cuenca del río Tomebamba		
Institución:			
Proyecto CEPRA CEDIA Universidad Católica de Cuenca- Universidad de Cuenca-Universidad del Azuay	50.000	1 de octubre de 2018	30 de noviembre de 2019
<b>3 artículos de revista con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:</b>			
<b>Artículo 1</b>	DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR WATER RESOURCE MANAGEMENT APPLIED TO ANDEAN SUPPLY MICRO-BASINS		
Revista:	Vol, Nro, fecha pub.	DOI:	Cuartil:
WIT Transactions on Ecology and the Environment	Vol 238. Octubre 2019		SJR 0.13
<b>Artículo 2:</b>	Genetic chatacterization of anaerobic microorganisms applied in wastewater treatment— an alternative in areas of height.		
Revista:	Vol, Nro, fecha	DOI:	Cuartil:
WIT Transactions on Ecology and the Environment	Vol 239. Octubre 2019		SJR 0.13
<b>Artículo 3:</b>	Tratamientos biológicos anaerobios de residuos orgánicos como alternativa para la sostenibilidad energética en zonas Andinas - Ecuador		

Revista:	Vol, Nro, fecha	DOI:	Cuartil:
Killkana	Vol 2, N3, 2018	<a href="https://doi.org/10.26871/killkana_social.v2i3.328">https://doi.org/10.26871/killkana_social.v2i3.328</a>	Killkana
<b>Libros o capítulos de libro en los últimos 5 años. 3 de más alto impacto y relevancia:</b>			
<b>Título 1:</b>	Modelación hidrológica para determinar la vulnerabilidad de sequías con escenarios de cambio de uso de suelo en una cuenca hidrográfica andina		
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares:
CUJAE	978-959-261-585-4	Noviembre 2018	SI
<b>Título 2:</b>	Generación eléctrica mediante un proceso de digestión anaerobia controlada de residuos sólidos orgánicos como una alternativa para la sostenibilidad energética de granjas en zonas andinas		
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares:
CUJAE	978-959-261-585-4	Noviembre 2018	SI
<b>Título 3:</b>	Modelos Matemáticos como herramienta para la gestión de sistemas fluviales		
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares:
REIHMA	978-9942-14-459-1	Julio 2016	SI

Función en el proyecto	<b>Colaborador 2</b>		
Nombres y apellidos:	<b>José Rubén Ramírez Iglesias</b>		
Cédula de Identidad o Pasaporte:	<b>3050666993</b>	Para investigador de Ecuador: Categoría en el Registro Nacional de Investigadores de la SENESCYT <b>(opcional)</b>	

Institución a la que pertenece:	<b>Universidad SEK</b>		
Unidad Académica / Facultad	<b>Ciencias Naturales y ambientales</b>	Carrera:	<b>Ingeniería Ambiental e Ingeniería en Biotecnología</b>
Grado académico más alto y/o especialización	<b>Doctor en ciencias mención bioquímica</b>	Cargo actual:	Docente a tiempo completo. Director de investigación de Ciencias Naturales y ambientales
Teléfonos:	<b>09986391273</b>	Correo Electrónico:	<b>jose.ramirez@uisek.edu.ec</b>
<b>Proyectos de Investigación desarrollados en los últimos cinco años (máximo dos):</b>			
<b>Nombre proyecto1:</b>	Prevalencia de tripanosomiasis de interés pecuario en la región costa y oriente		
Institución:	Monto financiado	Fecha inicio:	Fecha finalización:
UISEK	5000	Septiembre 2019	Agosto 2020
<b>Nombre proyecto2:</b>	Potencial de la diversidad funcional de microalgas de la sierra y oriente de Ecuador		
Institución:	Monto financiado	Fecha inicio:	Fecha finalización:
UISEK	18000	Septiembre 2018	Agosto 2019
<b>3 artículos con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:</b>			
<b>Artículo 1:</b>	Evidence of the presence of a calmodulin-sensitive plasma membrane Ca <sup>2+</sup> -ATPase in <i>Trypanosoma equiperdum</i>		
Revista:	Vol, Nro, fecha pub.	DOI:	Cuartil:
Molecular and Biochemical Parasitology	213, Abril 2017	<a href="https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2017.02.001">https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2017.02.001</a>	Q2
<b>Artículo 2:</b>	Identification and characterization of a calmodulin binding domain in the plasma membrane Ca <sup>2+</sup> -ATPase from <i>Trypanosoma equiperdum</i>		
Revista:	Vol, Nro, fecha	DOI:	Cuartil:
Molecular and Biochemical Parasitology	222. Junio 2018	<a href="https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2018.04.005">https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2018.04.005</a>	Q2

<b>Artículo 3:</b>	Molecular diagnosis of cattle trypanosomes in Venezuela: evidences of <i>Trypanosoma evansi</i> and <i>Trypanosoma vivax</i> infections-		
Revista:	Vol, Nro, fecha	DOI:	Cuartil:
Journal of Parasitic Diseases	Vol. 41 Junio 2017	DOI 10.1007/s12639-016-0826-x	Q3
<b>Libros o capítulos de libro en los últimos 5 años. 3 de más alto impacto y relevancia:</b>			
<b>Título 1:</b>			
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares:
<b>Título 2:</b>			
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares:
<b>Título 3:</b>			
Editorial:	ISBN:	Fecha publicación:	Revisión de pares:

**ESTUDIANTES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO**

Nombres completos	Cédula de Identidad	Correo Electrónico	Función	Unidad Académica / Carrera
Kevin Fernando Morales Castro	0704699024	kfmoralesc24@est.ucacue.edu.ec	Tesista de pregrado	Ingeniería, Industria y Construcción. Ingeniería Ambiental
Dayana Estefanía	105715668	Stefania.0108@hotmail.com	Tesista de pregrado	Ingeniería, Industria y Construcción.

<b>Ayala Matute</b>				<b>Ingeniería Ambiental</b>
<b>Raúl Andrés Solórzano Delgado</b>	<b>0104621057</b>	<b>rasolorzanod57@est.ucacue.edu.ec</b>	<b>Ayudante (prácticas preprofesionales)</b>	<b>Ingeniería, Industria y Construcción. Ingeniería Ambiental</b>
<b>Cuero Duchimaza Christian Bladimir</b>	<b>0105793434</b>	<b>cbcuerod34@est.ucacue.edu.ec</b>	<b>Ayudante (prácticas preprofesionales)</b>	<b>Ingeniería, Industria y Construcción. Ingeniería Ambiental</b>
Total : 4				

#### **BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Descripción Beneficiarios Directos	Cantidad Estimada
Las Universidades participantes (UCACUE y SEK), los investigadores en recursos hídricos a nivel nacional	200
Descripción Beneficiarios Indirectos	Cantidad Estimada
Todos los que desarrollen nuevas investigaciones en el grupo diatomeas	50

## **4 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA**

### **RESUMEN DEL PROYECTO**

*El proyecto pretende caracterizar diatomeas epilíticas de dos sistemas lóticos de la provincia del Azuay con diferente grado de eutrofización, se conoce que las diatomeas son un grupo de microorganismos que se están utilizando como bioindicadores de contaminación de los recursos hídricos en todo el mundo, además de que, su composición de silicio tiene potencial en biotecnología.*

*En nuestro país existen pocos estudios de este microorganismo y por tanto es de interés del Instituto de Biodiversidad (INBIO) describir nuevas especies de este grupo, por tanto este proyecto tiene como objetivo general establecer la calidad del agua de dos ríos con distinto grado de contaminación y correlacionar los parámetros físico químicos con los taxa encontrados.*

*La metodología de trabajo considera levantar información ecológica de los ríos tanto de calidad de ribera como del hábitat fluvial, toma de muestras de agua para su análisis físico-químico en laboratorio, levantamiento de parámetros in situ y además colecta de diatomeas epilíticas para su posterior clasificación tanto morfológica como genómica.*

Además con esto se espera contribuir al establecimiento de un índice de calidad del agua en el Ecuador con diatomeas que constituye una línea de investigación de varias instituciones en curso (SEK, UDLA, FONAG, FONAPA, Universidad de León entre otras).

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los ecosistemas acuáticos constan entre los más amenazados del planeta y la biodiversidad que albergan es todavía desconocida. A pesar de esta evidencia los estudios de la diversidad de las comunidades de microorganismos en los ecosistemas dulceacuícolas de Ecuador son escasos y se han centrado principalmente en estudios florísticos y no tanto en la variación de la composición de especies en función de las presiones ambientales a las que se ven sometidos los ecosistemas.

Para el estudio de la biodiversidad es necesaria la identificación de especies tradicionalmente basada en la identificación morfológica lo cual requiere el empleo de técnicas de microscopía en el caso concreto de microalgas y cianobacterias (De Melo et. al 2016). Sin embargo, se está imponiendo el uso de secuencias génicas como código de barras en el análisis de la diversidad de comunidades y poblaciones ambientales con potencial para reducir la complejidad del proceso. En la identificación y monitoreo ambiental de ciertos grupos de microalgas como las diatomeas epilíticas (Salmoni et al.2011) que son usadas como bioindicadores de calidad de agua.

### **DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Es preocupante la contaminación que se presenta en todos los ecosistemas interandinos a causa de la actividad ganadera. Un manejo adecuado del recurso hídrico aseguraría tanto el bienestar de la población como la sustentabilidad del ecosistema. En la actualidad se pretende determinar mediante índices biológicos de fácil obtención y manejo, el diagnóstico de la contaminación de los cuerpos de agua y uno de ellos es el uso de composición florística de diatomeas epilíticas, para de esta manera incidir sobre las políticas provinciales del manejo del recurso.

## **MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE**

### **MARCO TEÓRICO**

La contaminación de los sistemas fluviales representa un gran problema a nivel mundial, ya que altera negativamente las condiciones del agua de los mares, ríos, lagunas, generando un impacto negativo en la salud humana y en el ambiente (Rosa et al. 2000).

Comúnmente para evaluar la calidad del agua se utilizan algunos parámetros para determinar las características físicas, químicas y biológicas y correlacionarlas entre sí para a su vez establecer un estado trófico del cuerpo de agua (Coral, 2013).

#### **Sistema lóxico**

Son movimientos del agua que predominan en una dirección, siguiendo el curso que tenga el cuerpo, afectado por factores físicos como: pendiente, caudal, profundidad, sinuosidad, entre otros. (Toro, 2009)

#### **Subcuenca**

Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca denominada subcuenca. (Avendaño, 2016)

#### **Microcuencas**

La cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor, a su vez, puede desembocar en un río principal. Además son ríos secundarios, entendiéndose por cañón, quebradas, riachuelos que desembocan y alimentan a los ríos secundarios. (Minambiente, 2018)

#### **Contaminación de agua**

El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración y su aparente abundancia hace que sea el vertedero habitual de residuos: pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, etc. La degradación de las aguas existe desde

hace mucho tiempo, pero, ha sido en este siglo cuando se ha extendido este problema a ríos y mares de todo el mundo (Soto, 2012).

### Contaminación ganadera

Un análisis preliminar revela que en las regiones con escasez de recursos hídricos, la cantidad de agua utilizada para la producción ganadera puede superar la destinada a satisfacer las necesidades alimentarias humanas. En esas regiones, el deterioro directo e indirecto del agua disponible para otros usos puede ser también un problema importante: el ganado contamina el agua con patógenos que constituyen un riesgo para la salud humana; la modificación del uso de la tierra y el deterioro de la estructura del suelo. (FAO, 2016)

### Calidad del agua

Es un factor que incide directamente en la salud de los ecosistemas y el bienestar humano: de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades económicas, etc. Por tanto, la calidad del agua es también un factor influyente en la determinación de la pobreza o riqueza de un país.

Los parámetros de calidad más frecuentemente utilizados y al mismo tiempo más relevantes son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), oxígeno disuelto, Carbono Orgánico Disuelto (COD), medición de compuestos del nitrógeno, fósforo, azufre, cloro, medición de pH y coliformes totales (UFC, col/ml) (MOPT, 1992).

### Bioindicadores de calidad del agua

Aunque la medición de variables fisicoquímicas es una buena herramienta de evaluación de la calidad del agua, analiza básicamente los efectos de la contaminación a corto plazo. Por esta razón los métodos biológicos se han venido desarrollando desde la década de los cincuenta con herramientas que evalúan las respuestas que ofrecen plantas y animales a la contaminación. Se ha encontrado que estos organismos indicadores determinan los efectos de los impactos en el ecosistema acuático a través de un tiempo más prolongado (Castro, 2014).

### Índice mediante bioindicadores

#### Índice Saprobico

Saprobiedad se refiere a la calidad del agua con respecto al contenido de materia orgánica en descomposición y se estima mediante el cálculo de la demanda biológica de oxígeno o DBO. El índice Saprobico se basa en que cada organismo de una comunidad es un indicador y si se conocen sus requerimientos ambientales, éste servirá para evaluar la condición de un cuerpo de agua según su presencia o ausencia. Su objetivo es determinar el grado de trofia de un cuerpo de agua con base en la información de las especies del sitio a evaluar y ubicarlo en una escala de categorías que clasifica a los cuerpos de agua en diferentes estados, desde oligosaprobiedad (reducida o nula presencia de materia orgánica), hasta un nivel máximo de trofia según el caso (polisaprobiedad), lo que permite que cualquier tipo de agua pueda ser clasificada de acuerdo a esta escala (Roa, 2009).

Tabla 1. Indicador del índice Saprobico

NIVEL	S	DESCRIPCION
Catarobica	-1	Aguas puras de rios de montaña, agua potable
Xenosaprobica	0	Aguas no contaminadas
Oligosaprobica	1	Aguas poco contaminadas
β-mesosaprobica	2	Aguas medianamente contaminadas
α-mesosaprobica	3	Aguas muy contaminadas
Polisaprobica	4	Aguas fuertemente contaminadas
Isosaprobica	5	Aguas de alcantarilla, dominio de cilios
Metasaprobica	6	Pozos sépticos, zona de H <sub>2</sub> S, dominio de flagelados
Hipersaprobica	7	Aguas industriales, descomposición fuerte, bacterias
Ultrasaprobica	8	Aguas abióticas no toxicas

Fuente: (Roa, 2009)



## **Diatomeas**

Las diatomeas son un grupo de algas unicelulares que constituye uno de los tipos más comunes de fitoplancton. Actualmente se consideran dentro de este grupo unas 20.000 especies vivas que son importantes productores dentro de la cadena alimenticia. Muchas diatomeas son unicelulares, aunque alguna de ellas coexiste en forma de filamento o cadenas celulares (González, 2011). También forman parte del bentos o del perifiton.

### **Diatomeas como indicadores ecológicos**

Hasta hace poco, la química del agua era considerada como un elemento único en la definición de la calidad de los cuerpos de agua dulce. Las diatomeas son un grupo de algas pertenecientes a la clase Bacillariophyceae que según evidencia fósil se registran desde el periodo jurásico temprano y que se cree se tuvieron origen mediante endosimbiosis secundaria, es decir un eucariota no fotosintético adquirió un cloroplasto al fagocitar y mantener como endosimbionte un eucariota fotosintético, probablemente un alga roja.

La principal característica distintiva de las diatomeas es su cubierta silíceo denominada frústulo, el cual posee una gran variedad de formas cuyas variaciones han sido usadas por los expertos como características diagnósticas para clasificación y determinación taxonómica (Roa, 2009).

### **Gestión integrada de los recursos hídricos**

La Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recurso hídrico, a través de una combinación de desarrollo económico, social y la protección de los ecosistemas. La GIRH se define como “un proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento coordinado de los recursos hídricos, la tierra y los recursos naturales relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. El grupo de trabajo ha trazado como objetivo general la incorporación del concepto de GIRH en la gestión ambiental del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente, 2018).

En cuanto al estado del arte como investigaciones previas existen estudios en nuestro país que datan de hace bastante tiempo, la doctora Miriam Steinitz ha trabajado en este grupo taxonómico desde la década del 70 (Steinitz-Kannan, 1979). Censos de fitoplancton para un modelo de calibración en el cual se consideraron algunos lagos en el Ecuador (Rott, 1981). Algunos aspectos limnológicos de un lago altoandino: el lago San Pablo, Ecuador. Casallas y Gungel 2001, Ecology of a high Andean stream, Rio Itambi, Otavalo, Ecuador Carrera y Gunkel 2003, Diversidad de microalgas y cianobacterias en muestras provenientes de diferentes provincias del Ecuador, destinadas a una colección de cultivos (Morales et al. 2013) Lagos de montaña ecuatoriales muestran estratificación con el cambio climático Michellutti et al. 2016. (Castillejo et al, 2018) publican: “Respuesta de la comunidad de diatomeas epilíticas a diferentes gradientes ambientales de un río altoandino”.

### **PALABRAS CLAVE**

Diatomeas epilíticas, Calidad del agua, Azuay, índices bióticos, cuerpos lóticos

### **HIPÓTESIS O PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿Qué grupos taxonómicos de diatomeas son propias de la provincia del Azuay?

¿Existen diatomeas distintas según el grado de contaminación de un río?

### **DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA**

Se escogerán dos sistemas lóticos de la provincia del Azuay que difieran en su estado trófico, uno contaminado por ganadería (posiblemente el río Tarquí en la zona ganadera) y un río oligotrófico posiblemente el río Yanuncay en el sector de soldados.

• **Definición de puntos de muestreo:** Se escogerán 5 puntos de muestreo por cada sistema lótico (más contaminado y menos contaminado), en los cuales se colectarán 4 muestras diferenciadas de diatomeas epilíticas y se tomarán muestras de agua para establecer sus parámetros físico-químicos, además se utilizará un multiparámetro portátil (Lobo et al., 2015).

• **Determinación del estado ecológico del río:** Se escogerán 5 puntos de muestreo por cada sistema lótico (más contaminado y menos contaminado), y allí se realizará un levantamiento de parámetros para determinar el estado de ribera (QBR) y el estado del Hábitat Fluvial (IHF) El protocolo de calidad del hábitat tiene por objetivo evaluar las características abióticas y bióticas más importantes presentes en el cauce del río que pueden estar influenciado en la presencia de las diatomeas epilíticas. por el tipo de sustrato mineral del cauce de manera natural de acuerdo a los parámetros establecidos por Pardo et al., 2002 para la península ibérica y del protocolo CERA para ríos altoandinos (Acosta et al., 2009) y protocolo de evaluación de la integridad ecológica de los ríos de la región austral del Ecuador (Acosta et al. 2014).

• **Tratamiento de las muestras de diatomeas:** las muestras son limpiadas y montadas permanentemente en portaobjetos siguiendo el "Protocolo oficial del procedimiento para el tratamiento de las diatomeas epilíticas de muestras", adaptado de Kelly et al. (Kelly, 2001; Lobo et al., 2015)

• **Análisis de parámetros físicoquímicos (FQ) y microbiológicos de las aguas:** en el laboratorio se determinaron los análisis necesarios para asociar a los FQ con el grado de abundancia de las especies diatomea y, además obtener el Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF) de las muestras de agua colectadas (añadiendo temperatura, pH, conductividad, y oxígeno disuelto que fueron recolectados in situ). Parámetros: 1. Turbidez, 2. Demanda Biológica de Oxígeno, 3. Nitratos y Fosfatos 4. Coliformes. fecales (cálculo NPM), y 5. Sólidos Disueltos Totales, que se realizarán en el laboratorio de aguas del CITT.

• **Microscopía óptica (MO) para la identificación de diatomeas:** para examinar las placas permanentes se utilizará el microscopio binocular equipado con una cámara digital, que existe en el laboratorio de aguas del CITT.

• **Identificación de muestras:** Se usarán como referencias taxonómicas: Lobo et al. (Gell, Sonneman, Reidi, Illman, & Sincock, 1999; E. Lobo et al., 2014; Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007; Spaulding, Lubinski, and Potapova, 2010).

• **Determinación del ICA-UNISC:** recolectadas y procesadas las muestras de agua se usará el programa IQADData2015 (Posselt, E.; Costa, A.Lobo, 2015).

• **Multivariables:** recolectadas y procesadas las muestras bióticas y abióticas se usará el programa PAST (Hammer O., Haper, D.A.T., 2001) y r estudio (Buuren, 2018).

. **Extracción de ADN y preparación con PCR** Se seguirán las instrucciones del protocolo de extracción de ADN genómico para plantas del kit AxyPrep Multisource Genomic DNA Miniprep Kit (Axygen, USA). El ADN obtenido se eluirá con 100 µL del buffer de elución del el kit de extracción utilizado y se deberá conservar ó a -20 °C hasta el análisis de qPCR. Todas las muestras deberán ser extraídas con un control negativo (agua de grado molecular) para controlar la posible contaminación cruzada (Mora & Ascón, 2015).

## OBJETIVOS

### GENERAL

Reconocer los grupos diatomeas propios de dos ecosistemas con diferente grado de eutrofización en la provincia del Azuay para correlacionarlos con la calidad del agua

## **ESPECÍFICOS**

*-Establecer el estado ecológico de dos ríos con diferente grado de eutrofización mediante el índice de calidad de ribera (QBR) y del hábitat fluvial (IHF)*

*-Evaluar la calidad físico-química del agua de los ríos estudiados*

*- Realizar una caracterización taxonómica de diatomeas en los dos ecosistemas lóticos con diferente grado de eutrofización*

## **JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

*El presente proyecto de investigación contribuye a determinar la calidad de los recursos hídricos del Ecuador basado en el análisis y la identificación de poblaciones de diatomeas epilíticas considerados como excelentes bioindicadores de la calidad de los ecosistemas acuáticos dentro de un programa mayor para determinar el índice de calidad de agua con diatomeas para el Ecuador que se encuentra en construcción (Lobo et al 2014).*

*La calidad del agua se puede establecer con la utilización de organismos acuáticos indicadores como microalgas, invertebrados, peces, etc. Estos índices biológicos son muy utilizados en la mayoría de países en desarrollo debido a que los seres vivos poseen mayor sensibilidad y rapidez ante distintos contaminantes en comparación con los métodos tradicionales (Matcalfe, 1989).*

*Las diatomeas son algas unicelulares muy abundantes en todos los ecosistemas acuáticos lóticos y lénticos, y ampliamente utilizados como bioindicadores de las condiciones ambientales, particularmente en los ríos debido a su grado de tolerancia a la contaminación, debido a que estos organismos son muy perceptivos a las condiciones ambientales además de que crecen en cortos períodos de tiempo, respondiendo así rápidamente a los cambios químicos, físicos o factores biológicos. Por lo tanto, el análisis de la composición de sus comunidades proporciona un método sencillo para detectar cambios en el entorno debido a causas naturales o antropogénicas (Urrea et al 2009, Wetzel, 2006).*

*El problema de encontrar índices bióticos válidos para diferentes ecosistemas es una prioridad, además de que el Ecuador es un país biodiverso en que estos grupos han sido poco estudiados.*

*Las diatomeas epilíticas se encuentran adheridas a sustratos fijos y por tanto se las puede monitorear en cualquier época del año, para posteriormente clasificarlas taxonómicamente y correlacionarlas con el grado de contaminación de un cuerpo de agua. Los resultados de este estudio contribuirán a la creación del Índice Biológico de Calidad de Agua para el Ecuador.*

## **RESULTADOS ESPERADOS**

*-Estado ecológico de los ríos con diferente grado de eutrofización mediante el índice de calidad de ribera (QBR)*

*-Calidad físico-química del agua de los ríos estudiados*

*- Caracterización de diatomeas bioindicatoras en los diferentes ecosistemas lóticos.*

*Estos resultados serán parte de la bioprospección posible de nuevas especies en el país.*

## **ASPECTOS BIOÉTICOS Y SOCIALES**

*Se trabajará con seres vivos, por tanto se deberá pedir los respectivos permisos al Ministerio del Ambiente del Ecuador MAE, el proyecto considera que Ecuador es un país megadiverso tanto a nivel macroscópico como microscópico. Es por ello que el estudio de las especies debe considerarse una prioridad por responsabilidad social y porque en ellos se encierran las instrucciones para resolver problemas de nuestra civilización en cuanto a industria, salud y ambiente.*

## LABORATORIO AL CUAL SE SUSCRIBE LA PROPUESTA

Laboratorio	Centro	
Biotecnología	CIITT	x
Principios Activos y Soberanía Alimentaria	CIITT	
Contaminación Ambiental y Aguas Residuales	CIITT	x
Psicometría y Neurociencias Cognitivas	CIITT	
Simulación en tiempo real	CIITT	
Luminotecnia	CIITT	
Biología Molecular y Genética	CIITT	
Analítica Computacional de Datos	CIITT	
Internet de las Cosas	CIITT	
Realidad Virtual	CIITT	
Observatorio de Fenómenos Sociales	CIITT	
Biología Molecular y Genética	Cuenca o Azogues	
Saberes Ancestrales	MACAS	

## 5 IMPACTO DEL PROYECTO

### IMPACTO LEGAL, SOCIAL, TÉCNICO Y/O ECONÓMICO

*En cuanto al impacto legal del proyecto, este podría ampliarse a una normativa para calidad ecosistémica del agua, en la cual no solamente se consideren parámetros relacionados con la utilización de seres humanos para distintos fines, sino también se considere a microorganismos como bioindicadores de calidad ecosistémica.*

*Socialmente es muy importante por un lado contar con indicadores de calidad de agua y su grado de eutrofización en sistemas lóticos y, por otra parte contemplar nuevos microorganismos como las diatomeas epiliticas como posibles para bioprospección y posible cura de enfermedades o utilización en la industria.*

*En cuanto al impacto técnico es muy importante señalar que: todas las secuencias de las bases de ADN serán subidas a la base de datos de biodiversidad del Ecuador BioWeb y al Boldsystemla perteneciente al "Barr Codeo f Life".*

## **IMPACTO AMBIENTAL**

*El impacto ambiental para el proyecto es positivo porque su objetivo es contribuir con un índice para el diagnóstico de la calidad del agua, si bien es cierto que se colectan seres vivos, se tendrá que contar con el respectivo permiso del MAE.*

## **RIESGOS DEL PROYECTO**

*-Riesgos sociales, se podrían dar si no existe una adecuada difusión del proyecto y la gente incide en la toma de muestras.*

*-Riesgos institucionales, debido a los engorrosos procesos internos de cada universidad.*

## **PLAN DE SOSTENIBILIDAD**

*El proyecto contempla las 3 metas planteadas en la Agenda Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad presentada por el INABIO. Dentro de la Meta 1 (Gestión de la información e investigación básica sobre la diversidad biológica en el Ecuador) se espera generar y promover la investigación básica que permita inventariar, describir, documentar y catalogar la diversidad biológica y el fortalecimiento de las colecciones de microorganismos. Otro objetivo contemplado en esta meta es estudiar la ecología de especies, poblaciones y comunidades de relevancia por su estatus de conservación, interés científico, potencialidad de aprovechamiento e interés biotecnológico.*

*La Meta 2 se enfoca en el estudio de la diversidad funcional y respuesta de la biodiversidad frente a impulsores de cambio, a través del análisis de la capacidad de adaptación y resiliencia de la biodiversidad en respuesta al cambio climático y el estudio del efecto de la contaminación sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos.*

*La Meta 3 se centra en la Bioprospección con fines de conservación e impulso de la bioindustria en el Ecuador que podría ser una de las líneas de investigación a futuro con el laboratorio de biotecnología del CITT. Por otro lado, la investigación podría ser de interés de la Universidad de León que es una institución con la cual actualmente la UCACUE tiene un convenio internacional, lo cual nos podría brindar la alianza con un socio europeo que nos abre las puertas a presentar propuestas a convocatorias de Cooperación al Desarrollo de Europa en las que Ecuador aparece como país beneficiario.*

*Además, la UISEK, tiene muy desarrollada la línea de prospección de la biodiversidad constituyéndose en un socio estratégico a mucho más largo plazo, se encuentran ejecutando proyectos con financiamiento propio que se enmarcan dentro de la propuesta Este hecho pone de manifiesto el interés de ambas instituciones en apoyar la continuidad de la propuesta.*

**Nota Importante:** *De ser aprobado el Proyecto; al Cierre del mismo es obligación para los responsables, presentar el informe del IMPACTO LEGAL, SOCIAL, AMBIENTAL, TÉCNICO Y/O ECONÓMICO*

## **6 DIFUSIÓN DE RESULTADOS**

---

### **EFFECTOS MULTIPLICADORES**

*El proyecto pretende contribuir al índice de calidad del agua establecido con diatomeas en el Ecuador que es un proyecto que se viene desarrollando entre varios socios estratégicos: Universidad de las Américas, Universidad de León, Universidad Internacional SEK, Fideicomiso FONAPA Cuenca, Cutin promotores ambientales, el Fideicomiso FONAG Quito.*

*El estudio de bioindicadores de eutrofización de aguas en el Ecuador es un tema con amplio potencial de desarrollo.*

*Se prevé la formación de recursos humanos a nivel de pre grado dentro de la Universidad Católica de Cuenca con el desarrollo de una tesis como mínimo y quizá dos, además de prácticas pre-profesionales dentro del proyecto.*

Máximo media (1/2) página.

### **TRANSFERENCIA DE RESULTADOS**

Además parte de los resultados obtenidos formarán parte de la base de datos del Instituto de biodiversidad del Ecuador

Publicaciones con ISSN planificadas en la propuesta							
Cantidad	Nombre de la revista	Base de datos	País	Cuartil			
				Q1	Q2	Q3	Q4
1	Limnética o similar	Scopus				x	
		Instituto de Biodiversidad	Ecuador				

Publicaciones Libro o Capítulo de Libro planificadas		
Cantidad	Libro / capítulo de libro	Editorial

## **7 PLANIFICACIÓN Y FINANCIAMIENTO**

### **FACILIDADES DE TRABAJO**

La investigación se desarrollará bajo la coordinación del Grupo de Investigación en Contaminación Ambiental y Aguas Residuales y se utilizará la infraestructura del Laboratorio del mismo nombre y además del de biotecnología dentro del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología de la Universidad Católica de Cuenca.

Los participantes del proyecto de investigación se encargarán del manejo y procesamiento de información, así como el análisis de resultados obtenidos.

La Universidad SEK facilitará sus laboratorios y las bases genéticas para la identificación de las diatomeas y colaborará con la capacitación para los investigadores de este proyecto, en cuanto a toma de muestras, manejo y almacenamiento de especímenes, así como protocolos para extracción de material genético entre otros.

Los presupuestos de las dos instituciones involucradas se encuentran previamente identificados y se espera celeridad en el gasto y en los trámites administrativo-financieros para lograrlo.

### **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Anexo I: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y RESPONSABILIDADES.

## **PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN FINANCIERA**

Anexo II 1: DETALLE DE PRESUPUESTO.

Anexo II 2: PRESUPUESTO CONDENSADO.

Anexo II 3: PRESUPUESTO POR FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

## **8 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS CIENTÍFICAS CITADAS**

---

De Melo, N. Delevati, J Putzke y Lobo, E. (2016). *Phytosociological Survey in Water Preservation Areas, Southern, Brazil*. *Bot. Rev.* (2016) 82:359–370

Salomoni, SE.I.; Rocha, O.II; Hermany, G.III; Lobo, EA. (2011) *Application of water quality biological indices using diatoms as bioindicators in the Gravataí river, RS, Brazil*. *Braz. J. Biol.* vol.71

Roa, D. C. (2009). *Desarrollo de un Índice de Diatomeas Perifíticas para Evaluar el Estado de los Humedales de Bogotá*. Bogotá.

Coral, P (2013). *Evaluación y Control de la contaminación de aguas residuales* (Universidad Internacional Sek, Vol. Tomo 5). Quito-Ecuador

Toro, M. (2009). *Aguas Continentales Corrientes. Ecosistemas Lóticos*. Murcia.

Avendaño, R. (2016). *Subcuencas y Microcuencas Hidrográficas*. Córdoba.

Minambiente. (2018). *Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Bogotá.

FAO. (2016). *Ganadería Amenaza al Medio Ambiente*.

MOPT. (1992). *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental*. CENTRO DE PUBLICACIONES. Recuperado a partir de Atlas Nacional de España

Soto, A. M. (2012). *Contaminación de Aguas y Posibles Tratamientos*. Perú.

Castro, M. (2014). *Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global*. Bogotá.

Gonzalez, S. E. (2011). *Diatomeas como Indicadores de Calidad de Agua*. Nicaragua.

González, S. E. (2011). *DIATOMEAS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL LAGO COCIBOLCA*. Nicaragua.

Barzallo, B. C. (2018). *La Diversidad de Algas Diatomeas como Herramientas de monitoreo para la Gestión de Calidad de Recursos Hídricos, en los Paramos del Macizo del cajas*. Cuenca.

Ingeniería para el Desarrollo Humano. (2011). *Guía Básica del Control de Calidad de Agua*.

Pardo, I., Álvarez, M., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jaimez-Cuellar, P., Moya, G., Prat, N., Robles, N., Toro, M. y Vidal-Abarca, M R. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21(3-4): 115-134.

Acosta, R., Ríos-Touma, B., Rieradevall, M., y Prat, N. (2009). *Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos Andinos (C.E.R.A) y su aplicación en dos cuencas en Ecuador y Perú*. *Limnetica*, 28(1): 35-64

Acosta R., Hampel H., González H., Mosquera P., Sotomayor G., y Galarza X. (2014). *Protocolo de evaluación de la calidad biológica de los ríos de la región austral del Ecuador*. ETAPA EP, SENAGUA - DHS. Universidad de Cuenca. Programa PROMETEO de la SENESCYT

Kelly m. (2003) *Short term dynamics of diatoms in an upland stream and implications for monitoring eutrophication*. *Environ Pollut.* ;125(2):117-122

Torres, P. (2009). *ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA EN FUENTES SUPERFICIALES UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO*. Medellín.

Uniciencia. (2017). *Evaluación breve de la presencia de diatomeas y su relación con algunos parámetros físico-químicos en el río Pirro, Heredia, Costa Rica*. Costa Rica.

Universidad de Barcelona. (2005). *Metodología para el Establecimiento del Estado Ecológico* .  
Cataluña.

Universidad Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2011). *Manual de Ganadería* . Quito.

Urrea, G., Sabater, S. (2009). *Epilithic diatoms assemblages and their relationship to environmental characteristics in an agricultural watershed*. Brasil: Guadiana River.

Wetzel R. *Limnology. Lake and river ecosystems.*;(2001). 3 ed. San Diego: Academic Press

*alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la UCACUE de cualquier acción legal que se derive por este causal.*

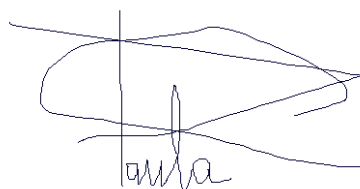
*- Que el presente proyecto no causa perjuicio alguno al ambiente y no transgrede norma ética alguna, y que en el caso de que la investigación requiera de permisos previo a su ejecución, el Director del Proyecto remitirá una copia certificada de los mismos a las autoridades competentes en la UCACUE.*

*- Que este proyecto no se ha presentado en ninguna otra institución pública o privada, para el financiamiento del presupuesto solicitado a la UCACUE. El incumplimiento de este acuerdo será causal para que el proyecto no sea financiado o para la terminación anticipada unilateral del convenio a firmar con la UCACUE.*

*- De otorgarse financiamiento por la UCACUE para la ejecución del proyecto, aceptamos que los bienes adquiridos con estos fondos permanecerán bajo la responsabilidad de la entidad postulante durante la ejecución del proyecto, pero la UCACUE se reserva el derecho de determinar el destino final de los mismos, una vez finalizado el proyecto.*

*- Aceptamos que, si el proyecto se accede a financiamiento de la UCACUE y como parte de los resultados del mismo se genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, éstos serán de la UCACUE o compartidos con la entidad postulante, la(s) instituciones que compartieron la investigación y el equipo de investigadores, según los términos definidos en el respectivo convenio específico.*

**Fecha:** Cuenca, 14 de octubre de 2019



Paula Milena Cordero Cueva

CI: **0101970945**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**



Susana Elizabeth Chamorro Arias

CI: **0103737433**

**CO-DIRECTOR DEL PROYECTO**



Carlos Matovelle Bustos

CI: **0302013578**



José Rubén Ramírez Iglesias

CI: **3050666993**



# ANEXOS

**ANEXO I: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y RESPONSABILIDADES**

---

**ANEXO II-1: DETALLE DEL PRESUPUESTO**

---

**ANEXO II-2: PRESUPUESTO CONDENSADO**

---

**ANEXO II-3: PRESUPUESTO POR FUENTE DE FINANCIAMIENTO**

---



ANEXO I		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y RESPONSABILIDADES															
No.	ACTIVIDADES	MESES												INVESTIGADOR / EQUIPO DE INVESTIGACIÓN	DESCRIPCIÓN PRECISA DEL APORTE		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
	Objetivo Específico 1. Establecer el estado ecológico de dos ríos con diferente grado de eutrofización mediante el índice de calidad de ribera (QBR) y del Hábitat fluvial IHF													Paula Cordero Cueva/Grupo Contaminación Ambiental y Aguas residuales	Capacitación y asesoramiento teórico y de campo		
1	Actividad 1.1 Elección de las estaciones de muestreo	x															
2	Actividad 1.2 Levantamiento del estado de ribera		x	x													
3	Actividad 1.3 Levantamiento del hábitat fluvial		x	x													
	Objetivo Específico 2. Evaluar la calidad físico-química del agua de los ríos estudiados													Carlos Matovelle Bustos/Grupo Contaminación Ambiental y aguas residuales	Capacitación y asesoramiento teórico y de campo		
5	Actividad 2.1 Toma de parámetros insitu		x		x		x										
6	Actividad 2.2 Toma de muestras para análisis de laboratorio		x		x		x										
	Objetivo Específico 3. Realizar una caracterización taxonómica de diatomeas en los dos ecosistemas lóticos con diferente grado de eutrofización													Susana Chamorro Arias/Universidad SEK	Capacitación y asesoramiento campo, laboratorio y análisis de datos		
9	Actividad 3.1 Recolección de diatomeas en los dos ríos escogidos		x		x		x										
10	Actividad 3.2 Identificación microscópica de las diatomeas colectadas			x		x		x	x	x							
11	Actividad 3.3 Identificación molecular de diatomeas epilíticas				x		x		x	x	x	x					



**ANEXO II 1. DETALLE DE PRESUPUESTO**

**1. TALENTO HUMANO**

*Gastos en personal Técnico a contratar, los cuales prestarán sus servicios profesionales para el cumplimiento de actividades específicas en el Proyecto (No incluir al Director, colaboradores ni estudiantes participantes indicados en la propuesta de investigación). Añadir las filas que sean necesarias.*

No.	NOMBRE	FUNCIÓN	HORAS / SEMANA	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
1	Nombre: Susana Elizabeth Chamorro Arias Grado Académico: maestría Especialización técnica: Ciencias biológicas	Co-directora. Identificación taxonómica de diatomeas	2	\$ 200,00	\$ 2.400,00
2	Nombre: José Rubén Ramírez Iglesias Grado Académico: doctorado Especialización técnica: Doctor en ciencias mención bioquímica	Colaborador 4. Identificación genómica de diatomeas	2	\$ 200,00	\$ 2.400,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>4</b>	<b>\$ 400,00</b>	<b>\$ 4.800,00</b>

**2. VIAJES**

*Gastos para cubrir la movilización y traslado (Viáticos, Subsistencias, pasajes al interior del País) del personal técnico asignado y determinado para el proyecto, de conformidad con las disposiciones legales vigentes.*

No.	ACTIVIDAD	NOMBRE DE LAS PERSONAS	DURACIÓN(DÍAS)	LUGAR	COSTO (USD)
1	Salidas a terreno	Paula Cordero , Kevin Morales, Calos Matovelle, Raül Solórzano, Cristian Cuero	15	Tarqui, Soldados	\$ 1.500,00
2	Viajes a Quito	Paula Cordero , Kevin Morales	20	Universidad Sek	\$ 1.000,00
1	Congreso de Ibérico de Limnología	Paula Cordero	5	Murcia, España	\$ 1.000,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 3.500,00</b>

**3. CAPACITACIONES**

*Gastos necesarios para la capacitación en el campo de la investigación vinculada al proyecto. En esta parte debe indicarse la clase de capacitación como los cursos, seminarios, talleres, pasantías que son parte del proyecto. Añadir las filas que sean necesarias.*

No.	CAPACITACIÓN	NOMBRES DE LOS ASISTENTES	DURACIÓN	LUGAR	COSTO (USD)
1	Identificación taxonómica de diatomeas y extracción de material genético	Paula Cordero , Kevin Morales	20 días	Quito/Universidad SEK	\$ 400,00
1	Nombre: The XX Congress of the Iberian Association of Limnology (AIL-2020) and the III Iberoamerican Congress of Limnology (CIL-2020) Tipo: Congreso	Paula Cordero	5 días	Murcia/España	\$ 500,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 900,00</b>

**6. MATERIALES Y SUMINISTROS**

*Gastos necesarios en la adquisición de Bienes de Uso y Consumo (Materiales de vidrio para laboratorio, Reactivos Químicos e insumos, Suministros para actividades acordes al objeto del proyecto) considerados como indispensables para el desarrollo y consecución de los objetivos del proyecto. Añadir las filas que sean necesarias.*

No.	MATERIAL / SUMINISTRO	CANTIDAD	PRECIO (USD)
1	Reactivos químicos (ácido clorhídrico, peróxido de hidrógeno, dicromato de potasio, naprax, medio de cultivo UTEX, biotina, viales, portaobjetos, cubreobjetos, buffer, microtubos, puntas y tubos de pcr, cebadores, kit de clonaje,etc). Para biotecnología en el CITT.	Se especificará en ese momento	\$ 2.000,00
3	Reactivos para los análisis físico químico de las muestras de agua	Se especificará en ese momento	\$ 500,00
4	Reactivos químicos para para la extracción de ADN y aislamiento molecular		\$ 2.000,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$ 4.500,00</b>

**7. TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS**

*Gastos necesarios para la adquisición de Bienes de Uso y Servicios (difusión de resultados por medio de publicaciones de alto impacto de los resultados alcanzados en el proyecto). Añadir las filas que sean necesarias.*

No.	NOMBRE DE LA REVISTA	BASE DE DATOS	CUARTIL	PRECIO (USD)
1	Limnelética		Q3	\$ 300,00
2		Instituto de biodiversidad		
<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 300,00</b>

**8. SUBCONTRATOS Y SERVICIOS**

Gastos necesarios para cubrir servicios de Investigación y Exámenes Profesionales (Análisis clínicos, químicos, físicos, biológicos), Pruebas Especializadas, Asesoría Especializada (Consultorías), estudio y diseño especializado, Servicios especializados para la capacitación y adiestramiento al personal participante en el proyecto, servicios de Apoyo no especializado Temporal (Jornaleros), considerados como indispensables y esencial para el desarrollo y consecución de los objetivos del proyecto. Añadir las filas que sean necesarias.

No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIPO	PRECIO (USD)
1	Laboratorio internacional de reconocimiento genómico	Existen laboratorios internacionales que trabajan en la identificación de organismos vivos	Internacional	\$ 1.200,00
2				
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1200</b>

**9. OTRO TIPO DE GASTOS**

Añadir las filas que sean necesarias.

No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO (USD)
1			
2			
<b>SUBTOTAL</b>			\$



ANEXO II		2. PRESUPUESTO CONDENSADO														
No	ACTIVIDADES	PROGRAMACION DE INVERSIÓN PRESUPUESTARIA												TOTAL CALCULADO	TOTAL DETALLE	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Remuneración talento humano	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00
2	Viajes Técnicos		\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 1.100,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 1.000,00				\$ 3.500,00	\$ 3.500,00
3	Capacitaciones				\$ 200,00		\$ 500,00				\$ 200,00				\$ 900,00	\$ 900,00
4	Equipos y Software														\$ -	\$ -
5	Recursos Bibliográficos														\$ -	\$ -
6	Materiales y Suministros	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 400,00	\$ 100,00						\$ 4.500,00	\$ 4.500,00
7	Transferencia de resultados													\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00
8	Subcontratos y servicios										\$ 1.200,00				\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
9	Otro tipo de gastos														\$ -	\$ -
<b>TOTALES</b>		<b>\$ 1.400,00</b>	<b>\$ 1.600,00</b>	<b>\$ 1.100,00</b>	<b>\$ 1.300,00</b>	<b>\$ 1.100,00</b>	<b>\$ 2.500,00</b>	<b>\$ 1.000,00</b>	<b>\$ 700,00</b>	<b>\$ 600,00</b>	<b>\$ 2.800,00</b>	<b>\$ 400,00</b>	<b>\$ 700,00</b>	<b>\$ 15.200,00</b>	<b>\$ 15.200,00</b>	



ANEXO II		3. PRESUPUESTO POR FUENTE DE FINANCIAMIENTO		
No.	RUBROS	APORTE UCACUE	APORTE EXTERNO	TOTAL PRESUPUESTO
		PRESUPUESTO ( \$ )	PRESUPUESTO ( \$ )	
1	Remuneración talento humano		\$ 4.800,00	\$ 4.800,00
2	Viajes Técnicos	\$ 3.500,00	\$ 400,00	\$ 3.900,00
3	Capacitaciones	\$ 500,00		\$ 500,00
4	Equipos y Software			\$ -
5	Recursos Bibliográficos			\$ -
6	Materiales y Suministros	\$ 2.500,00	\$ 2.000,00	\$ 4.500,00
7	Transferencia de resultados	\$ 300,00		\$ 300,00
8	Subcontratos y servicios	\$ 1.200,00		\$ 1.200,00
9	<del>Otro tipo de gastos</del>			
<b>Total</b>		\$ 8.000,00	\$ 7.200,00	\$ 15.200,00
<b>Porcentajes</b>				

Av. Américas y Humboldt, Cuenca - Ecuador. Tel.: (593) 7 2830 751