



Facultad de Ciencias del Medio Ambiente

**Carrera de Ingeniería en Biodiversidad y Recursos
Genéticos**

TÍTULO:

**“Análisis de metales pesados en trucha arcoíris para
determinar la seguridad de su consumo”**

RESPONSABLE ACADÉMICO:

Zayda Lozano Haro

QUITO – ECUADOR

2021

Coordinación de Investigación UTI

Ambato: Bolívar 20-35 y Guayaquil, 4to. Piso, Telf.: (03) 2421452 - Ext. 162

Quito: Machala y Sabanilla, Telf.: (02) 3998209- Ext. 326, investigacion@uti.edu.ec

A. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

A.1. Título del Proyecto:

“Análisis de metales pesados en trucha arcoíris para determinar la seguridad de su consumo”

Facultad: Ciencias del Medio Ambiente

Carrera: Ingeniería en Biodiversidad y Recursos Genéticos

Director del proyecto: Zayda Lozano Haro M.Sc.

Grupo de Investigación: N/A

Duración del proyecto: 1 año

Presupuesto total del proyecto: 7856

Presupuesto financiado por UTI: 5000 USD

Presupuesto financiado con fondos externos: N/A

A.2. RESUMEN

Los metales pesados constituyen uno de los contaminantes químicos de mayor importancia en la actualidad, tanto por su ubicuidad como por su toxicidad, si bien algunos de estos elementos son micronutrientes esenciales para los organismos, otros elementos son tóxicos en muy bajas concentraciones y su presencia en el ambiente puede constituir un problema de salud pública. Los peces son un grupo que frecuentemente se ve afectado por la presencia de metales pesados, llegando a bioacumularlos en sus tejidos, por lo que se los suele utilizar como bioindicadores de calidad del ambiente, dentro de este grupo los peces destinados al consumo humano, como es el caso de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), pueden ser una fuente exposición a metales pesados, por lo que es necesario determinar la seguridad de su consumo. Durante el presente estudio se pretende determinar las concentraciones de tres metales y un metaloide altamente tóxicos: cadmio, mercurio, plomo y arsénico, en el tejido muscular de truchas arcoíris de piscinas de pesca deportiva. Además, se estudiará la presencia de estos elementos tanto en agua como en sedimentos, para determinar si estos peces están expuestos a un medio contaminado. El resultado de esta investigación permitirá determinar si estos peces son seguros para el consumo humano.

Palabras claves: metales pesados, peces, seguridad, bioacumulación

A.3. ANTECEDENTES E IMPORTANCIA DEL PROYECTO:

- **Problemática:**

Entre todos los contaminantes inorgánicos, los metales pesados en la actualidad constituyen el grupo de mayor importancia, tanto por su ubicuidad como por su toxicidad. En general, el exceso de estos elementos

puede tener efectos nocivos sobre diferentes formas de vida y, por lo tanto, requieren un seguimiento constante de su presencia en los ecosistemas (Martínez, Juárez y Sánchez, 2009).

Además de su toxicidad, los metales pesados se caracterizan por ser altamente persistentes en el ambiente acuático y tienen la capacidad de acumularse en los diferentes tejidos de los organismos vivos sin poder ser degradados, desdoblados o transformados por acción bacteriana, persistiendo en el medio ambiente a grandes escalas temporales, ya que no se disipan (Marques et al., 2011).

Los efectos tóxicos de los metales son diversos, ya que pueden: a) afectar la estructura y función de las células; b) generar alteraciones fisiopatológicas graves, como la teratogénesis, la mutagénesis y la carcinogénesis; y, c) conducir a la muerte celular (Martínez et al., 2009). Debido a la toxicidad, su larga persistencia, bioacumulación y biomagnificación en la cadena alimenticia, los metales pesados son amenazas serias que pueden provocar severos envenenamientos en los ecosistemas acuáticos y producir cambios en la diversidad de especies silvestres (Dobaradan et al., 2010).

La exposición a elementos metálicos para las personas puede ocurrir como consecuencia de la actividad laboral, como ha sucedido a lo largo de la historia, pero además el incremento de la actividad industrial hace que la población general esté más expuesta a través del agua y de los alimentos (Ferrer, 2003). En consideración a esto es necesario realizar un análisis de la concentración de metales pesados en aquellos alimentos de consumo regular para asegurar su inocuidad.

A.4. Tipo de Investigación:

Básica ☐ Aplicada ☒ Experimental ☐

- **Investigación Básica:** Consiste en trabajos teóricos o empíricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos, sin pensar obligadamente en darles ninguna aplicación o utilización determinada.
- **Investigación Aplicada:** Consiste en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos. Está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico.
- **Investigación Experimental:** Consiste en trabajos en los cuales se ponen a prueba una o varias hipótesis acerca de un fenómeno determinado, a través de la manipulación de la variable o variables que presumiblemente son la causa del fenómeno en estudio. En general, los experimentos también controlan los efectos de variables que no son de interés del estudio, pero que pueden influenciar en los datos.

A.5. Áreas del conocimiento:

UNESCO

Área del conocimiento en la que se enmarca el proyecto, según la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) de la UNESCO

Educación	☐
Humanidades y artes	☐
Ciencias sociales, educación comercial y derecho	☐
Ciencias	☐
Ingeniería, industria y construcción	☐
Agricultura	☐
Salud y servicios sociales	☒
Servicios	☐
Sectores desconocidos no especificados	☐

A.6. Equipo de trabajo:

Enumerar e identificar a los diferentes colaboradores institucionales del equipo de investigación: coordinador de proyecto (tiempo completo), investigadores asociados, asistentes técnicos, analistas, personal de apoyo, becarios, estudiantes, consultores externos y otros.

Nº	Participantes	Categoría	Rol a desempeñar en el proyecto	Afiliación Institucional
1	Zayda Jacqueline Lozano Haro	Investigador principal	Coordinador del proyecto	Facultad de Ciencias del Medio Ambiente
2	Ibon Tobes Sesma	Investigador asociado	Investigador asociado	Facultad de Ciencias del Medio Ambiente / BioCamb

A.7. Líneas de investigación

Indicar la línea de investigación a la que aplica el proyecto, teniendo en cuenta las líneas de investigación vigentes por cada uno de los centros que conforman el Centro de Investigación de la UTI:

Centro Empresa, Sociedad y Tecnología ESTec

Desarrollo económico e innovación de las MIPYMES .	☐
--	--------------------------

Estudio de los mercados y del consumo	
Economía experimental y sus aplicaciones a la teoría económica.	

Centro de Investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos MIST

Análisis, diseño y desarrollo de sistemas inteligentes aplicables a la industria.	
Estudio de la relación entre el ser humano y la tecnología de su entorno	
Diseño y desarrollo de prototipos de sistemas electromecánicos, electrónicos, mecánicos, y de distribución energética, basados en arquitecturas nóveles y/o sistemas embebidos	

Centro de Biodiversidad y Cambio Climático BIOCAMB

Biodiversidad y Biogeografía	
Ecología y Medio Ambiente	X
Cambio Climático	

Centro de Investigación para el Territorio y el Hábitat Sostenible – CITEHS

Geo-informática/Geo-estadística	
Dinámicas del territorio	
Geografía de la Recursos Naturales y Gestión Ambiental	

Centro de Investigación de las Ciencias Humanas y de la Salud – CICHE

Calidad de la Educación, innovación y tecnología educativa	
Evaluación, formación y desarrollo profesional de estudiantes y docentes	
Gestión tecnológica de los procesos universitarios	
Políticas educativas y desarrollo tecnológico.	
Desarrollo y aplicación de instrumentos de evaluación e intervención en salud, educación, trabajo y bienestar humano.	
Aplicaciones en Neuropsicología	

Unidad Operativas de Investigación (Facultad o Carrera)

Facultad de Ciencias del Medio Ambiente
Carrera de Ingeniería en Biodiversidad y Recursos Genéticos

Grupos de Investigación

N/A

B. PROPUESTA DEL PROYECTO

B.1. Introducción

Los metales pesados son elementos estables y persistentes del ambiente acuático que se acumulan en los organismos vivos, sin poder ser degradados, desdoblados o transformados por acción bacteriana, y persistiendo en el medio ambiente a grandes escalas temporales, ya que no se disipan (Marques et al., 2011; Teles & Sato, 2011).

La presencia de metales pesados en los recursos hídricos ha sido responsable de innumerables situaciones de impacto sobre el ecosistema acuático y la salud pública en general (Thomann, 1982 en Mancera-Rodríguez et al., 2006). Se han presentado casos críticos en Japón, como la contaminación por cadmio en el río Jintsu (Friberg et al., 1971 en Mancera-Rodríguez et al., 2006) y por metilmercurio en la bahía de Minamata (Berglund, 1971 Mancera-Rodríguez et al., 2006). En los dos casos muestran daños a la salud de las poblaciones afectadas y registraron estos ejemplos cómo la presencia de sustancias tóxicas en el medio ambiente acuático puede afectar la salud pública. Metales como cadmio, plomo y zinc, junto al mercurio, están considerados dentro de los mayores agentes tóxicos asociados a contaminación ambiental e industrial.

Uno de los grupos biológicos que contribuye significativamente en la detección de metales pesados son los peces. Por lo tanto, en este grupo, un metal será bioacumulado si los mayores niveles son encontrados en los individuos más longevos, y, por ende, de mayor talla (Maceda-Veiga et al., 2012). De la misma manera, se ha determinado que peces predadores contienen mayor cantidad de contaminantes que peces herbívoros (Matasin et al., 2011; Qadir & Malik, 2011).

Debido a la toxicidad, su larga persistencia, bioacumulación y biomagnificación en la cadena alimenticia, los metales pesados son amenazas serias que pueden provocar severos envenenamientos en los ecosistemas acuáticos y producir cambios en la diversidad de especies (Dobaradan et al., 2010).

A continuación, se describen las principales fuentes de contaminación de cuatro elementos tóxicos con presencia frecuente en peces.

Arsénico

Se trata de un metaloide que se encuentra en minerales acompañado de otros elementos, como cobre níquel, hierro y azufre; está presente en altas

concentraciones, en forma inorgánica, en aguas subterráneas. Los compuestos con arsénico se usan frecuentemente como plaguicidas y herbicidas, en la agricultura; conservantes para madera; en la industria de cerámica se usan en aleaciones con cobre y plomo; e incluso, se utilizan como componente en algunos medicamentos antiparasitarios. Otra fuente importante de arsénico es la combustión de carbón (Martínez et al., 2009). El arsénico en su forma inorgánica es altamente tóxico, y su ingesta, a largo plazo, provoca problemas relacionados con el desarrollo, neurotoxicidad, diabetes, enfermedades pulmonares y enfermedades cardiovasculares. Además, la exposición a arsénico ha sido relacionada con algunos tipos de cáncer, como cáncer a la piel, a la vejiga y a los pulmones (Quansah et al., 2015).

Cadmio

El cadmio es un metal azulado, poco dúctil, que no se encuentra en la naturaleza en estado puro sino en combinación con otros metales, como el zinc y el plomo. Tiene una amplia variedad de usos en diversas industrias, como pigmento para cerámica, estabilizante de plásticos, producción de baterías, lámparas incandescentes, producción de municiones e incluso en reactores nucleares. También se desprende del tabaco por lo que su presencia es frecuente en diversidad de ambientes. (Martínez et al., 2009). El cadmio ingresa fácilmente al organismo por vía oral y tiene efectos tóxicos en los riñones y en los sistemas óseo y respiratorio; además, está clasificado como carcinógeno para los seres humanos (OMS, 2019).

Mercurio

Es el único elemento metálico que es líquido y volátil a temperatura ambiente. Su forma más común en la naturaleza es como cinabrio o sulfuro de hidrógeno (HgS). Las principales fuentes de contaminación mercuriales son: la actividad minera (cuando se realiza en pequeñas minas auríferas artesanales), la fabricación de vinilo, las pinturas antifúngicas, la pirotecnia, las baterías y los laboratorios dentales, donde aún se suele recurrir al mercurio para la fabricación de amalgamas (Martínez et al., 2009).

El mercurio elemental y el metilmercurio son tóxicos para el sistema nervioso central y el periférico. La inhalación de vapor de mercurio puede ser perjudicial para los sistemas nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, los pulmones y riñones, con consecuencias a veces fatales. Las sales de mercurio inorgánicas son corrosivas para la piel, los ojos y el tracto intestinal y, al ser ingeridas, pueden resultar tóxicas para los riñones (OMS, 2017).

Plomo

El plomo es un metal pesado, gris y blando, ampliamente distribuido en la corteza terrestre. Su forma más abundante es como sulfuro (PbS) que forma las menas de galena, aunque con frecuencia se encuentra asociado a otros metales, como plata, cobre, zinc y hierro. Cerca del 50 % de metal es destinado a la producción de óxido de plomo, lo restante se utiliza para la elaboración de baterías automotrices, pigmentos, cables, municiones, entre otras. Por lo tanto, la exposición al plomo es principalmente ocupacional, aunque también puede ocurrir en otros ambientes, incluido dentro del hogar.

Por el grave riesgo toxicológico que presenta, el uso en muchos materiales, especialmente para niños, se ha restringido en las últimas décadas (Martínez et al., 2009).

Si bien los metales pesados pueden ingresar al organismo por vía dérmica o respiratoria, una de las principales vías de contaminación suele ser la ingesta de agua o alimentos contaminados con estos elementos. Dentro de los alimentos que podrían ser una fuente de exposición a metales pesados un grupo de especial atención son los peces. A pesar de que su consumo está recomendado para reducir los índices de malnutrición por su contenido de aminoácidos esenciales, proteína de alta calidad, lípidos con ácidos grasos esenciales (EPA y DHA), vitaminas y minerales (Kris et al., 2002; FAO, 2016), el desarrollo de los peces en cuerpos de agua contaminados con elementos pesados puede provocar que estos acumulen dichos elementos en sus tejidos y que su presencia se biomagnifique a través de la cadena trófica alcanzando concentraciones miles de veces mayores a las encontradas en el agua o en los sedimentos (Vargas, 2018).

Selección de la especie para el estudio

El organismo analizado será la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), el cual es un pez perteneciente a la familia de los salmónidos y es originario de la de la parte occidental de Norteamérica (Rojas 2005 en Batallas 2018). Esta especie fue introducida al Ecuador en la década de los años veinte para el consumo humano, adaptándose exitosamente a muchos cuerpos de agua, naturalizándose en los ecosistemas, y convirtiéndose así en un alimento popular en la sierra. Se cultiva en la región interandina del Ecuador siendo las provincias de Pichincha y Azuay las principales productoras de esta especie (Instituto Nacional de Pesca, 2018).

La cría de trucha arcoíris se ha convertido en una importante actividad económica puesto que se trata de una especie de fácil adaptación, rápido crecimiento, resistente a enfermedades y que no requiere una elevada inversión (Molina, 2004). Adicionalmente, el alto valor nutricional de esta especie, que incluye un aporte importante de vitaminas A, B1, B2 y B3, ha impulsado su consumo a nivel doméstico (Instituto Nacional de Pesca, 2018) y a nivel internacional su demanda es cada vez mayor, se calcula que en la Unión Europea existe una demanda insatisfecha de 230 000 toneladas, lo que perfila la producción de trucha arcoíris como una actividad en plena expansión (Molina, 2004).

A pesar de la importancia económica de la crianza de trucha arcoíris es importante señalar que al tratarse de una especie introducida los efectos ecológicos de su presencia no son menores, algunos de los efectos documentados de la introducción de *Oncorhynchus mykiss* incluyen: la disminución de las poblaciones de especies nativas (peces e invertebrados) por la depredación y/o competencia, y cambios en el comportamiento de macroinvertebrados acuáticos, incluyendo alteraciones en los patrones de deriva, una maduración temprana y disminución de la actividad reproductiva, entre otros (Allan, 1982; Dahl, 1998; Douglas et al., 1994; Flecker, 1992 en Vimos 2010).

Otro aspecto importante para destacar en la trucha arcoíris tiene que ver con sus preferencias alimentarias, pues se trata de peces cuya dieta está tanto por elementos de origen vegetal como animal, el componente animal lo conforman principalmente Insectos, Cladóceros y Anfípodos, mientras que, el componente vegetal está conformado por algas de los géneros *Chroococcus* sp. y *Gomphosphaeria* sp. (Terneus y Falconí, 2017).

Adicionalmente es importante señalar que la acumulación de metales no es uniforme en todos los tejidos, por el contrario, los diferentes metales tienen tejidos diana diferentes, como se explica a continuación:

- Arsénico: se acumula principalmente en hígado y en riñones (Oyarzum e Higuera, 1991; Bijesh, 2015, en Barraza, 2018)
- Cadmio: elige como órgano de mayor concentración el riñón, pero también en menor cantidad en el hígado, las branquias y el músculo (Oyarzum e Higuera, 1991; Czédli, 2014 en Barraza, 2018).
- Metilmercurio se encuentra en altas concentraciones en el tejido adiposo que recubre las vísceras y en las intercapas lipídicas del tejido muscular (Krishnamurti y Naidu, 2000 en Barraza, 2018).
- Plomo: se acumula más en hígado, branquias, riñón, músculo y huesos en (Barraza, 2018).

Por lo anteriormente señalado la trucha arcoíris es un organismo de gran interés como indicador ambiental, por lo cual se propone el presente estudio con los objetivos que se señalan a continuación:

Objetivo General: Analizar las concentraciones de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) para determinar la seguridad de su consumo.

Objetivos Específicos:

- Realizar una caracterización física y un análisis de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en el agua de las piscinas de pesca recreativa de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)
- Determinar la concentración de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en los sedimentos de las piscinas de pesca recreativa de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)
- Evaluar la seguridad del consumo humano de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) proveniente de piscinas de pesca recreativa.

B.2. Metodología

Fase de Campo

Para el estudio se seleccionarán cinco centros de pesca deportiva recreativa de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), en cada centro se realizarán análisis de

agua, de sedimentos y se realizará la colecta de ejemplares adultos para su análisis de metales pesados en laboratorio.

Los lugares seleccionados corresponderán a cinco zonas diferentes:

- Papallacta (zona de cordillera alta);
- Cosanga (zona de cordillera amazónica baja);
- Cayambe (Zona interandina);
- Nanegalito (Cordillera occidental-baja);
- Ilinizas (Zona centro- occidental alta).

Medición de parámetros físicos del agua

Se analizarán los siguientes parámetros físicos del agua de cada una de las piscinas seleccionadas: saturación de oxígeno, pH, sólidos totales, temperatura y conductividad eléctrica.

Se tomarán las muestras de agua según las indicaciones del laboratorio para la determinación de los siguientes elementos: arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y Plomo (Pb).

Muestreo de sedimentos

En cada una de los lugares seleccionados se tomarán muestras de sedimentos, las cuales serán enviadas al laboratorio para la determinación de los siguientes elementos: arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y Plomo (Pb).

Captura de especímenes

Al tratarse de ejemplares de piscinas deportivas su captura se realizará a través de anzuelos. Se procurará utilizar individuos adultos con la finalidad de tener abundante tejido muscular para el análisis de laboratorio, adicionalmente, en los individuos adultos es donde se puede determinar con mayor certeza la presencia de metales pesados, puesto que han estado en contacto con los factores externos para poder acumular contaminantes en su organismo.

Cada individuo colectado será pesado y medido y estos datos serán registrados para análisis posteriores.

Los peces capturados serán preservados en fundas plásticas estériles a bajas temperaturas (entre 4 y 10 °C para conservar la cadena de frío de las muestras para su posterior análisis en laboratorio).

Análisis de laboratorio

Los análisis de metales pesados en agua, sedimentos y tejidos de pescado deberán realizarse en un laboratorio acreditado para estos ensayos por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), que es la institución competente que garantiza la competencia técnica de los laboratorios en el país.

El análisis de metales pesados en peces se realizará en dos tipos de tejidos: tejido muscular (por su importancia en el consumo humano) y las vísceras de los peces por la distribución preferencial de algunos elementos tóxicos en órganos como el hígado, los riñones y las branquias.

El laboratorio deberá realizar sus análisis mediante espectrometría de masas, siguiendo la metodología determinada por el EPA para estos casos, la cual corresponde el método: Método EPA 6020B.

El laboratorio será responsable de realizar los análisis correspondientes y emitir un informe con las respectivas firmas de responsabilidad.

Análisis de resultados

Interpretación de los resultados de agua, sedimentos y peces

Para la interpretación de los resultados de calidad de agua, sedimentos y peces se utilizarán las normativas nacionales y en el caso de ausencia de las mismas se tomarán como referencias normativas internacionales vigentes.

Agua

- **ECUADOR:** Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI. Anexo1. Tabla 3. Criterios de Calidad Admisible para la preservación de flora y fauna en aguas dulces, frías, o cálidas y en aguas marinas y de estuarios.

Sedimentos

- **ESPAÑA:** Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino «BOE» núm. 19, de 22 de enero de 2011 Referencia: BOE-A-2011-1139

Peces

- **UNION EUROPEA:** Reglamento (CE) No 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006, de la Unión Europea
- **NNUU:** Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed (Codex Stan 193- 1995), CODEX ALIMENTARIUS asumido por la República del Ecuador

Análisis de bioacumulación de metales pesados

Se calculará el factor de bioacumulación (BCF) mediante la fórmula propuesta por Mountouris et al., (2002), teniendo en cuenta que la toxicidad de estos metales para los organismos acuáticos depende de la disponibilidad de ellos en el medio y de la capacidad de los organismos para asimilar metales directamente de la ingesta de partículas en el agua (Amiard et al., 2007):

$$BFC = C_{biota}/C_{sedimento}$$

La concentración (C) en la biota corresponde al promedio de cada metal en todos los organismos analizados en cada sector del estudio.

Para el análisis estadístico se aplicarán criterios como las pruebas de medias normales (ANOVA de un factor) con varianza y medias desconocidas, coeficiente de correlación lineal, y análisis de correlación entre concentración de metales.

B.3. Resultados esperados e indicadores

Resultados directos:

Objetivos específicos	Resultados	Indicadores
Realizar una caracterización física y un análisis de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en el agua de las piscinas de pesca recreativa de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Conocer las características físicas y la concentración de metales pesados en el agua de las piscinas de pesca recreativa de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Parámetros físicos: Oxígeno disuelto, sólidos totales, sólidos en suspensión, pH, conductividad eléctrica Parámetros toxicológicos: As, Cd, Hg y Pb
Determinar la concentración de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en los sedimentos de las piscinas de pesca recreativa de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Conocer las características físicas y la concentración de metales pesados en sedimentos de las piscinas de pesca recreativa de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Parámetros físicos: Oxígeno disuelto, sólidos totales, sólidos en suspensión, pH, conductividad eléctrica Parámetros toxicológicos: As, Cd, Hg y Pb
Evaluar la seguridad del consumo humano de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) proveniente de piscinas de pesca recreativa.	Determinar la seguridad toxicológica del consumo peces provenientes de las piscinas de pesca recreativas de de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Concentración de: As, Cd, Hg y Pb en tejido muscular de peces

B.4. Alcance o Cobertura de Ejecución del Proyecto (Seleccione únicamente un tipo de cobertura)

Coloque una "X" en el cuadro de la derecha según corresponda.

☐	Internacional	☐
--------------------------	---------------	--------------------------

	Nacional	x
	Provincial	
	Local	

B.5. Vinculación con la Comunidad.

Las piscinas de pesca deportiva de trucha constituyen una alternativa económica para muchas comunidades de la región sierra y sus ingresos dependen en gran medida de esta actividad, que ha sido impulsada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería a través de la entrega de alevines y la capacitación a los piscicultores. Sin embargo, no existe un seguimiento técnico de la calidad de peces que se obtienen de estas piscinas, esto incluye la posible contaminación con metales pesados, provenientes de otras actividades cercanas.

Los resultados de esta investigación permitirán determinar si los peces provenientes de estas piscinas son seguros para el consumo humano y por lo tanto pueden ser mejor valorados en el mercado. En el caso de encontrarse contaminación con metales pesados se pueden plantear estrategias para disminuir la presencia de estos elementos y mejorar la productividad de estas piscinas.

Además de los productores y consumidores inmediatos de estos peces, la información que se genere en este proyecto es de gran valor, pues los estudios de contaminación por metales pesados en alimentos en el país son todavía muy escasos y este trabajo puede aportar información relevante respecto a la seguridad toxicológica de los alimentos e impulsar una legislación al respecto.

B.6. Plan de publicaciones:

Nombre tentativo de la publicación	Nombre tentativo del a revista	Nombre de la base de indexación	SJR / Impact Factor y Cuartil de la Revista	Mes de envío
<i>Análisis de metales pesados en trucha arcoíris para determinar la seguridad</i>	CienciAmérica	Latindex		Septiembre/Octubre
	La Granja	Scopus		
	Qualitas	Latindex		
	Bionatura	Scopus		

de su consumo				
------------------	--	--	--	--

B.7. Cronograma

Actividades	MESES 2021											
	En e	Fe b	Ma r	Ab r	Ma y	Ju n	Ju l	A g	Se p	Oc t	No v	Di c
Determinación de las unidades de muestreo (piscinas recreativas) para el estudio	x	x										
Muestreo de agua, sedimentos y peces			X	X								
Análisis de laboratorio					x	x						
Análisis de resultados							x	x	x			
Elaboración de artículo científico y envío para publicación									x	x	x	x
Difusión de resultados entre las comunidades beneficiarias											x	x

B.8. Literatura citada

- Barraza, M., Recavarren, M., Sanzano, P. (2018). *Análisis Cuantitativo de Metales Pesados en Pescados para Exportación a la Unión Europea*. Facultad de Ciencias Veterinarias – UNCPBA.
- Dobaradan, S., Naddafi, K., Nazmara, S. y Ghaedi, H. (2010). *Heavy metals (Cd, Cu, Ni and Pb) content in two fish species of Persian Gulf in Bushehr Port, Iran*. African Journal of Biotechnology, 9: 6191-6193.
- FAO y OMS. (1995). *Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos: Codex Alimentarius*. Codex Stan 193:1995.
- Instituto Nacional de Pesca. (2018). *El consumo de trucha de gran beneficio para el organismo*. [Comunicado de prensa]. <http://www.institutopesca.gob.ec/trucha-beneficio-para-organismo/>
- Maceda-Veiga, A., Monroy, M., de Sostoa, A. (2012). *Metal bioaccumulation in the Mediterranean barbel (Barbus meridionalis) in a mediterranean river receiving effluents from urban and industrial wastewater treatment plants*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 76: 93-101.
- Marqués, J.S.J., Rangel, T.P., Brito, F.P., Almeida, M.G., Salomão, M.S.M.B., Gobo, A.A.R., Souza-Santos, L.P., Araújo-Castro, C.M.V., Costa, M.F., Rezende, C.E. (2011). *Geoquímica de metais em sedimentos da zona estuarine do Complexo Industrial Porto de Suape, PE-Brasil*. Revista da Gestão Costeira Integrada, 11(4): 379-387.
- Mancera-Rodríguez, Néstor Javier, & Álvarez-León, Ricardo (2006). *Estado Del Conocimiento De Las Concentraciones De Mercurio Y Otros Metales Pesados En Peces Dulceacuícolas De Colombia*. Acta Biológica Colombiana, 11(1), 3-23. [fecha de Consulta 10 de Agosto de 2021]. ISSN: 0120-548X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319028578001>
- Martínez, R. R. Jaramillo Juárez, F. (Coord.) y Rincón Sánchez, A. R. (Coord.). (2009). *Toxicología ambiental*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. <https://elibro.net/es/lc/utiec/titulos/40705>
- Matasin, Z., Ivanusic, M., Orescanin, V., Nejedli, S., Tlak Gajger, I. (2011). *Heavy metal concentrations in predator fish*. Journal of Animal and Veterinary Advances, 10(9): 1214-1218.
- Molina, C. (2004). *Producción y comercialización de trucha arcoíris (Onchorhynchus mykiss) para exportación*. [Tesis de Ingeniería, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio Institucional – Universidad San Francisco de Quito.
- Mountouris, A.; Voutsas, E.; Tassios, D. (2002). *Bioconcentration of heavy metals in aquatic environments: the importance of bioavailability*. Marine Pollution Bulletin, v. 44, p. 1136-1141.
- Navarro, A. (2011). *Ecomorfología del Aparato Mandibular de peces Batoideos*. Tesis: Maestría de Ciencias en Manejo de Recursos Marinos, Centro

Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz-Baja California Sur, México, 149p.

- OMS. (2019, 23 de agosto). *Intoxicación por plomo y salud*. [Comunicado de prensa]. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- OMS. (2018, 15 de febrero). *Arsénico*. [Comunicado de prensa]. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>
- OMS. (2017, 31 de marzo). *El mercurio y la salud*. [Comunicado de prensa]. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
- Qadir, A., Malik, R.N. (2011). *Heavy metals in eight edible fish species from two polluted tributaries (Aik and Palkhu) of the River Chenab, Pakistan*. Biological Trace Element Research, 143(3): 1524-1540.
- Quansah R, Armah FA, Essumang DK, Luginaah I, Clarke E, Marfoh K, Cobbina SJ, Nketiah-Amponsah E, Namujju PB, Obiri S, Dzodzomenyo M. (2015). *Association of arsenic with adverse pregnancy outcomes/infant mortality: a systematic review and meta-analysis*. Environ Health Perspect 123:412–421; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307894>
- Terneus, E., Falconí, A. 2021. *La trucha arco iris y el estado de salud ecológica de los embalses altoandinos*, pp. 146 - 159. En Jiménez-Prado, P y J. ValdiviezoRivera (ed.). 2021. Biodiversidad de peces en el Ecuador. Serie Especial de Ictiología Ecuatoriana I. Red Ecuatoriana de ictiología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Universidad Tecnológica Indoamérica, Instituto Nacional de Biodiversidad. 166 pp.
- Vargas, S., Marrugo, J. (2018). *Mercurio, Metilmercurio y Otros Metales Pesados en Peces de Colombia: Riesgo por Ingesta*. Acta biol. Colomb. 2019;24(2):232-242. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v24n2.74128>
- Vimos, D. (2010). *Efectos de las truchas exóticas en los productores primarios y secundarios de los ríos alto-andinos*. [Tesis de Maestría, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio Institucional – Universidad San Francisco de Quito.

C. PRESUPUESTO

- **Monto total:** USD 7856
- **Monto solicitado:** USD 5000

El monto total del proyecto está constituido por dos tipos de rubros: los rubros valorados y los rubros solicitados. Los rubros valorados consisten de aquellos montos para los cuales la Universidad NO realiza desembolsos en efectivo, cheque o transferencia bancaria, pero que son contabilizados como parte de los costos del proyecto. Están constituidos principalmente por los valores correspondientes al salario de los docentes-investigadores de la UTI (a tiempo completo y tiempo parcial, con relación de dependencia) que participan en el proyecto, por sus horas de trabajo invertidas en la investigación. Por otro lado, los rubros solicitados consisten en aquellos montos para los cuales la Universidad SI realiza desembolsos en efectivo, cheque o transferencia bancaria (por ejemplo, compra de materiales, pagos a asistentes de investigación, costos logísticos del trabajo de campo, etc.)

C.1. Presupuesto valorado

RUBROS VALORADOS		
Ítem	Valor Unitario	Valor Total
Investigador principal / Docente Titular Auxiliar Nivel 1	7,75/hora	7,75* 20 horas mensuales * 12 meses = 1860
Investigador asociado / Docente Titular Principal	20,75/hora	20,75* 4 horas mensuales * 12 meses = 996
Total, USD \$		2856

C.2. Presupuesto solicitado

En virtud de la naturaleza del proyecto se requiere invertir un alto porcentaje del presupuesto para análisis de laboratorio, estos análisis se deben realizar en un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) con la finalidad de obtener resultados confiables y poder llegar a conclusiones robustas. El presupuesto detallado se encuentra en la siguiente tabla.

Rubro	Descripción	Valor	Porcentaje
Análisis de laboratorio	Concentración de metales en tejido de peces	2200	44
	Concentración de metales en agua	500	10
	Concentración de metales en sedimentos	500	10

Honorarios profesionales	Asistente de campo	300	6
Transporte y movilización	Alquiler de camioneta, gasolina y peajes	250	5
Gastos viaje	Alimentación	250	5
Publicaciones	Rubros de publicación	500	10
Insumos y materiales	Cooler, bolsas ziploc, hielo, alquiler GPS, implementos para movilización de muestras	250	5
Otros gastos	Mantenimiento de medidor multiparamétrico de aguas e imprevistos	250	5
TOTAL		5000	100 %

Detallar los rubros solicitado y el mes de requerimiento presupuestario

Ítem o actividad	Desembolsos mensuales 2021												Valor total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
<i>Insumos y materiales</i>		X											250
<i>Transporte y movilización</i>			X										250
<i>Honorarios profesionales</i>			X										300
<i>Gastos de viaje</i>			X										250
<i>Análisis de laboratorio</i>				X									3200
<i>Otros gastos</i>						X							250
<i>Publicaciones</i>										X			500
												Total, USD \$	5000

(C.1) Total Monto Valorado, USD \$	2856
(C.2) Total Monto Solicitado, USD \$	5000
(C.1+C.2) Monto Total del proyecto, USD \$	7856

D. FIRMAS Y SELLOS DE RESPONSABILIDAD Y AVAL



Quito, 10 de agosto de 2021

Ing. Zayda Lozano Haro M.Sc.
COORDINADORA DEL PROYECTO



Quito, 10 de agosto de 2021

Dr. David Salazar
DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE

