

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**CONTAMINACIÓN FISICOQUÍMICO DEL AGUA, EN EL LABORATORIO DE
RECRÍA DE ALEVINOS DE TRUCHA DE LA PISCIFACTORÍA RIVER TROUT**

YOLIS S.A.C - DISTRITO CONDURIRI -2021

PRESENTADO POR:

YOLA ALANIA MALLEA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**CONTAMINACIÓN FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA, EN EL LABORATORIO
DE RECRÍA DE ALEVINOS DE TRUCHA DE LA PISCIFACTORÍA RIVER
TROUT YOLIS S.A.C - DISTRITO CONDURIRI -2021**

PRESENTADO POR:

YOLA ALANIA MALLEA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE:



Dr. LUIS ALBERTO SUPO QUISPE

PRIMER MIEMBRO:



M.S.c. YESICA MAGNOLIA MAMANI ARPASI

SEGUNDO MIEMBRO:



M.S.c. JOSÉ ELADIO NUÑEZ QUIROGA

ASESOR DE TESIS:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ciencias Naturales

Disciplina: Ciencias del Medio Ambiente

Especialidad: Gestión y Planes de Manejo Ambiental

Puno 14 de octubre del 2021

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada primero a mi padre Celestial, gracias Dios por todo lo que has hecho en mi vida, por tu inmenso amor, tus cuidados y cada una de tus bendiciones.

A mis padres con mucho amor y afecto, Agapito Alania Pongo, gracias por estar siempre conmigo, por tu ayuda incondicional, con amor y paciencia me cuidas, por apoyarme y valorar mi esfuerzo como hija y profesional; “en el compromiso se expresa en la responsabilidad, la responsabilidad se expresa en la disciplina y la disciplina se expresa la libertad”, gracias por creer en mí, Maria Mallea Pongo, mami allí donde te encuentres junto a papito Dios, me esfuerce en cumplir mis sueños, y creo que debes estar orgullosa, te extraño mami. También se la dedico a mi bendición, Daniel Misael Quenta Alania, por ser el motivo que ha llenado de esfuerzo mi vida.

Me dedico a mi misma, a mi esfuerzo por seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Privada San Carlos y a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por los años de enseñanza y esmero en la formación de profesionales con visión económica, social y ambiental.

A mi asesor, Dr. Esteban Isidro Leon Apaza, por su ayuda como profesional y por guiarme.

ÍNDICE GENERAL

	pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA	
INVESTIGACIÓN	2
1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	2
1.2.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3.- ANTECEDENTES	3
1.3. OBJETIVOS	6
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. MARCO TEÓRICO	8
2.2. MARCO CONCEPTUAL	12
2.3. HIPÓTESIS	14
	iii

CAPÍTULO III	15
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	15
3.1. ZONA DE ESTUDIO	15
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	16
3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS	16
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	18
3.4. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	19
CAPÍTULO IV	20
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	20
CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFÍA.	30
ANEXOS	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Ubicación de los puntos de ingreso y salida del laboratorio en la parcialidad de Chapilaca, distrito de Conduriri, provincia El Collao, región Puno	21
Tabla 02: Parámetros físico químicos del laboratorio de recría e la ta	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización del Distrito de Conduriri - Laboratorio	15
Figura 02: Ubicación de los puntos de ingreso (A) y salida (B) del laboratorio de recría de alevines	22
Figura 03: Entorno natural e infraestructura externa del laboratorio de recría de alevines	22
Figura 04: Equipamiento interno del laboratorio de recría de alevines	23
Figura 05: Esquema de los biofiltros aplicables para la reducción de sales y nitratos	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Datos obtenidos de las muestras enviadas al INIA	37
Anexo 02: Certificado de los laboratorios para los puntos A y B	38
Anexo 03: Panel fotográfico	40
Anexo 04: Categorías 3 y 4 de ECA's	44

--	--

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo determinar el nivel de contaminación físico químico del agua, utilizado en el laboratorio de recría de alevinos de trucha de la Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C - Distrito Conduriri -2021, para lo cual se usó la metodología de muestreo recomendada por la Autoridad Nacional del Agua, tomando muestras en el centro del afluente de ingreso en la planta productora y efluente de salida, se consideró la profundidad, velocidad de la corriente y la distancia entre orillas. Se encontró que: (i) el nivel de contaminación físico químico del agua, muestra niveles bajos de contaminación por exceso de nutrientes en general; (ii) se tienen niveles normales en todos los indicadores a excepción de la cantidad de sales que incrementa considerablemente y al igual que el nivel de nitratos, pero que no representan un agravante de la contaminación de los cuerpos de agua; y (iii) al no contarse con una cantidad considerable de contaminantes orgánicos además de las sales totales y nitratos, solo se requiere la implementación de un par de biofiltros que puedan reducir la cantidad de sales y nitratos: un biofiltro a base de arcilla cocida o ladrillo, carbón activado y arena para el exceso de sales, y otro biofiltro a base de totora que pueda reducir la cantidad de nitratos. En conclusión, se encontró que el agua solo tiene un incremento de sales y nitratos como resultado de la actividad piscícola, y estos pueden ser remediados a través de un biofiltro, que se encargará de absorber los nutrientes excedentes.

Palabras clave:

Análisis físico químico, estándares de calidad de agua, mitigación, biofiltros.

ABSTRACT

The research's objective is to determine the level of physical-chemical contamination of the water, used in the trout fingerling rearing laboratory of the fish farm Yolis SAC - Conduriri District -2021, for which the sampling methodology recommended by the National Water Authority, taking samples in the center of the inflow in the production plant and outflow effluent, the depth, current speed and distance between banks were considered. It was found that: (i) the level of physical-chemical contamination of the water shows low levels of contamination due to excess nutrients in general; (ii) there are normal levels in all the indicators except in the amount of salts that increases considerably and the same as the level of nitrates, but that does not represent an aggravating factor in the contamination of water bodies; and (iii) as there is no considerable amount of organic pollutants in addition to the total salts and nitrates, it is only necessary to implement a couple of biofilters that can reduce the amount of salts and nitrates: a fired clay-based biofilter or brick, activated carbon and sand for excess salts, and another cattail-based biofilter that can reduce the amount of nitrates. In conclusion, it was found that the water only has an increase in salts and nitrates as a result of the fish farming activity, and these can be remedied through a biofilter, which will absorb the excess nutrients.

Key words:

Physical chemical analysis, water quality standards, mitigation, biofilters.

INTRODUCCIÓN

Latinoamérica y en especial el Perú, es considerado como una gran mina de recursos naturales, entre ellos, recursos minerales, recursos acuáticos, recursos biológicos, recursos culturales, entre otros. En la actualidad, el uso de los recursos acuáticos para fines productivos representa un sector muy importante desde el punto de vista productivo, el cual se refleja en el crecimiento económico (SANIPES, 2020).

Dentro de la producción acuícola, en el Perú destaca la producción de langostinos, concha de abanico, tilapia, especies amazónicas, y la que representa a su vez un producto de exportación, como es la trucha arco iris. En la región Puno, este último cultivo, representa más del 90% de la producción acuícola, todo gracias a la cantidad de cuencas y la gran cuenca del Titicaca (SANIPES, 2020).

Sin embargo, toda actividad productiva genera impactos en el medio ambiente. En el lago Titicaca, queda demostrado que esta actividad no es la excepción, tal como lo menciona (Gutiérrez, 2018), que indica un incremento exponencial de esta actividad sin el debido manejo ambiental, lo que genera problemas ambientales, como la eutrofización en zonas cercanas a las riberas por la sobrecarga de contenido orgánico, malos olores; esto afecta al comportamiento normal de los ecosistemas cercanos. En esta investigación se toca solo una parte de la cadena productiva, en específico la producción de alevinos, en el cual se analizaron los parámetros físicos y químicos que se ven alterados por esta actividad.

La presente tesis, consta de 4 capítulos que están distribuidos de la siguiente manera: Capítulo I comprende el planteamiento del problema, antecedentes y objetivos; Capítulo II expone el marco teórico, marco conceptual e Hipótesis; Capítulo III presenta la metodología de investigación; Capítulo IV la exposición y análisis de los resultados; por último, se exponen las conclusiones y recomendación de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A nivel global, la actividad acuícola ha crecido de manera sostenida, según un informe del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES, 2020), para la actualidad, esta actividad representa el 50% de los productos pesqueros mundiales, siendo una fuente de proteína de alta calidad para todo el mundo, sin embargo, esto también presenta problemas y desafíos ambientales.

En Perú, la producción acuícola es muy importante, de los cuales se destaca la producción nacional de langostinos blancos (*Penaeus vannamei*) 20%, concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) 41%, tilapia (*Oreochromis spp*) 1%, otras especies amazónicas 3%, y trucha arco iris 35%, este último presenta desafíos en cuanto a la producción, por ser una especie muy sensible a cambios en la calidad de agua, así mismo su producción implica, la generación de residuos orgánicos que pueden contaminar los afluentes en los cuales se desarrolla dicha actividad, (SANIPES, 2020).

En la región Puno, la actividad acuícola es una de las más importantes, debido al mayor cuerpo de agua dulce dentro la cordillera de los Andes, que brinda las condiciones

necesarias para la producción de trucha arco iris. Representando más del 90% de la producción acuícola en la región según (SANIPES, 2020).

Sin embargo, pese a la importancia de esta actividad productiva, se ha dejado de lado, que toda actividad productiva genera impactos en el medio ambiente. En el lago Titicaca, queda demostrado que esta actividad no es la excepción, tal como lo menciona (Gutiérrez, 2018), que indica que el incremento exponencial de esta actividad sin el debido manejo genera problemas ambientales, como la eutrofización en zonas cercanas a las riberas por la sobrecarga de contenido orgánico, malos olores; esto afecta al comportamiento normal de los ecosistemas cercanos.

Las plantas de producción de alevines del altiplano, generan también una considerable sobrecarga de nutrientes que propiciaron la eutrofización en la cuenca del Titicaca, la cual puede incluso afectar su propia producción, puesto que en esta etapa, esta especie requiere de una elevada calidad de agua para poder incubar y desarrollarse (FAO, 2014). En esta investigación se pretende analizar el nivel de contaminación físico químico del agua, generado por la producción de los alevines en el laboratorio de recría de alevinos de trucha de la empresa Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C. la cual actualmente viene operando de manera discreta, sin las medidas de mitigación ambiental correspondiente para la preservación de la calidad de agua en el río Chapilaca, ubicada en la Parcialidad de Chapilaca del Distrito de Conduriri de la Provincia El Collao, que desemboca en la cuenca del Titicaca.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema general:

¿Cuál es el nivel de contaminación físico químico del agua, utilizado en el laboratorio de recría de alevinos de trucha de la Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C - Distrito Conduriri -2021?

Problemas específicos:

¿Cuáles son las características de los parámetros físico químicos del ingreso y salida de agua del laboratorio de la empresa Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C.?

¿Cuáles serían las medidas de mitigación de impacto ambiental a implementar en el laboratorio de la empresa Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C.?

1.3.- ANTECEDENTES

Rabassó (2005), hace exposición de la visión general sobre la situación de la acuicultura como actividad productiva en España, como genera impactos en el medio ambiente y su relación con otras actividades. Menciona que la práctica del uso de químicos y antibióticos también es un tema de investigación poco desarrollado y que generaría impactos significativos en los cultivos. Concluye que los sistemas de producción deben ser mejorados y modernizados, así como el desarrollo constante de los mismos para la protección del medio ambiente, puesto que los impactos en los ecosistemas pueden ser prolongados como el tiempo que llevan realizando esta actividad.

Varela (2009), a un nivel menor, estudia la implantación de un sistema de gestión ambiental para un zoológico de tipo acuario, basando sus características en el ISO 14001 y en el Animal Emabassy que es un estándar internacional de responsabilidad medioambiental de aplicación exclusiva para parques zoológicos y acuarios. Este estudio lo realizó para el acuario público la Casa de los Peces de A Coruña, basado también en la legislación europea de manejo y auditoría ambiental. Concluye que la implantación del sistema de gestión ambiental en el acuario consta de 24 procedimientos de trabajo, 4 instrucciones técnicas y 53 registros para el funcionamiento del sistema.

Rojas & Salazar (2018), por su parte, ven cómo se relacionan dos actividades como son la agricultura y la acuicultura, cuando la segunda afecta la cantidad de nutrientes que llegan a la cuenca del Río Mayo en México. A través de un método de análisis de cuencas

hidrológicas, resaltan que la actividad económica predomina sobre el impacto al medio ambiente.

Espinosa & Bermúdez (2012), estudian el impacto del cultivo de camarón, sin embargo, este cultivo es atacado por enfermedades que son controladas con fármacos y biocidas para el control de bacterias que van degradando el medio ambiente. Lo primero es la sobrecarga de desechos y alimento no consumido que ingresa a los cuerpos de agua. Indica que la actividad tiene una influencia de diez mil veces superior a su superficie en el medio ambiente, lo que genera costos ambientales, económicos y sociales, lo que pone en duda la sostenibilidad de los cultivos.

Carbajal & Gonzáles (2012), muestran las propiedades y funciones biológicas del agua, donde esta molécula formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, su simple pero altamente funcional enlace químico hacen que este sea un excepcional amortiguador y regulador térmico en los seres vivos. Su capacidad disolvente de sustancias, hace que la gran cantidad de sustancias que recorren el cuerpo se mezclan y separan correctamente dentro de los organismos, por último, el transporte de nutrientes y metabolitos, así como la excreción de sustancias se hacen a través del agua. De allí la importancia de su preservación dentro de los ecosistemas.

Huamaní & Mantilla (2017), con el objetivo de investigar la relación entre la importación de ovas de trucha y la sostenibilidad en un centro piscícola llamado “el Ingenio” como productor local, tomó en cuenta la demanda local y nacional, además de las condiciones comerciales y productivas. Menciona que la capacidad y calidad de la producción en el centro piscícola local carecen de capacidades, puesto que les falta mejorar sus prácticas sanitarias, infraestructura, para poder ser competitiva y desarrolle su actividad en beneficio de la sociedad local dedicada a esta actividad productiva en la etapa de crecimiento y engorde.

Tarapues (2012), elabora una propuesta de plan de manejo ambiental para los cultivos de trucha arco iris en estanques excavados en tierra, puesto que esta práctica como describe,

consiste en el rápido engorde de los peces con alimentos artificiales y con una densidad anormalmente alta de población, lo que aumenta el metabolismo de los peces, como resultado el contenido de residuos orgánicos y componentes tóxicos, dan paso a la proliferación de algas, bacterias y otros organismos que alteran el ecosistema natural. Encuentra que gran parte de las consecuencias ambientales generadas por esta actividad se debe a malas prácticas en la alimentación generado una mayor cantidad de residuos y posterior en el eviscerado donde no se le da al tratamiento a las aguas usadas; donde a largo plazo y con un aumento de esta actividad podría afectar de manera significativa al ecosistema de humedales presente en la localidad.

Ovando (2013), menciona que los sistemas de producción acuícola son una práctica fundamental para la seguridad alimentaria, el desarrollo social y económico de lugares dedicados a esta actividad. Sin embargo, como en muchas otras actividades no se considera el impacto que pueda generar en el medio ambiente, por lo tanto, estos deben ser estudiados para que sean sostenibles en el tiempo de la mano con los productores y que cumplan las normas y leyes que regulan esta actividad en materia ambiental.

Gutiérrez (2014), desde el punto de vista de la producción, hace un estudio de los factores que influyen en la producción de alevinos de trucha en la región Puno en 2013, en laboratorios de Camacani y Pomata. Toma en cuenta los parámetros fisicoquímicos, manejo productivo, infraestructura y equipamiento, para las etapas de incubación. Encuentra que el laboratorio de Camacani es inadecuado en comparación con la de Pomata en cuanto al manejo productivos, puesto que el primero tiene una mortalidad de 2% en el traslado mientras la segunda sólo 0.5%; en cuanto a los parámetros fisicoquímicos del agua, ambos poseen los estándares mínimos para tener una producción estable de alevinos.

Gutiérrez (2018), evalúa el impacto ambiental generado por la producción de trucha en Chucuito, Juli y Pomata, usando la matriz de Leopold, indica que la relación entre la producción y el impacto ambiental en estas zonas es directo y proporcional. Por último,

indica que la evaluación de impacto ambiental revela que esta actividad será sostenible siempre y cuando se apliquen las medidas correctivas y de mitigación para los impactos negativos.

1.3. OBJETIVOS

En la investigación toca un problema creciente en la cuenca del Titicaca, que es la emisión de nutrientes por parte de la industria piscícola, en específico en la etapa de cría de alevinos, contribuyendo al problema de eutrofización. Por lo tanto, se tiene como objetivos lo siguiente:

Objetivo general:

Determinar el nivel de contaminación físico químico del agua, utilizado en el laboratorio de recría de alevinos de trucha de la Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C - Distrito Condiriri -2021

Objetivos específicos:

Caracterizar y comparar los parámetros físicos y químicos del ingreso y salida de agua de la empresa Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C.

Diseñar una planta de tratamiento biológico para la mitigación del impacto ambiental en el laboratorio de la empresa Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

Es una especie oriunda de América del Norte, proveniente de varias especies del Pacífico, desde el sur de Alaska hasta el norte de México. Fue introducida con fines deportivos en todos los continentes a finales del siglo XIX. Tiene escamas pequeñas y de colores tornasolados, donde su coloración varía de acuerdo a su hábitat, alimentación y condición sexual. Se caracteriza por tener una banda irisada rosácea en la línea lateral, puede alcanzar hasta los 80 cm, aunque su tamaño común varía entre los 20 y 40 cm, con un peso que va desde 500 g hasta los 6 kg, según la Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos de España (JACUMAR, 2017).

Producción de Trucha arco iris

Su ambiente es de aguas frías y limpias de ríos y lagos, su conducta es más domesticable que otras especies de salmónidos, haciendo más fácil su cría en criaderos. Puede soportar temperaturas de 0 a 30 °C, y en la etapa de desove y crecimiento ocurre en un rango de

entre 9 y 14 °C. Crece más rápido que la trucha común, alcanzando la madurez sexual a los 2 a 3 años de vida. Las hembras ponen hasta 2000 huevos por kg de peso corporal (JACUMAR, 2017).

Manejo en laboratorio de incubación

Consiste en el inicio de la cadena productiva del cultivo de trucha arcoíris, proceso que muchas veces está condicionado por la calidad de las ovas, en el Perú se mostró un rendimiento superior al 90% de alevinos con ovas importadas mejoradas (FONDEPES, 2014); el procedimiento se detalla a continuación:

1. Transporte de ovas embrionadas: llamadas también “ova con ojos”, estas tienen una capa nueva más resistente que permite su traslado de un continente a otro (FONDEPES, 2014).

2. Manejo de ovas: ya sean importadas o nacionales, se requiere contar con los materiales, tales como, termómetro, jarros de plástico graduados, desinfectante yodado, reloj o cronómetro, hielo con agua de cultivo en bolsas de nylon, tanque de desinfección con flujo cerrado, tanque de aclimatación con flujo abierto, probetas e incubadoras (FONDEPES, 2014).

1ro Desembarque de ovas embrionadas: dentro de la sala de incubación, con baja iluminación y con una temperatura de 08 a 10 °C. se abren las cajas, se mide la temperatura.

2do Hidratación de las ovas embrionadas: se hace para recuperar el balance hídrico perdido en el traslado de las mismas; se realiza añadiendo agua a la misma temperatura de la que se encuentran las ovas, en flujos intermitentes de 15 minutos aproximadamente.

3ro Desinfección de ovas embrionadas: posteriormente a la hidratación, se desinfectan con un compuesto yodado a una concentración de 100mg/l de yodo activo por un tiempo de 10 minutos. Esto debe llevarse a cabo dentro de las incubadoras cerradas.

4to Aclimatación de ovas embrionadas: los embriones, luego de la desinfección, deben ser trasladados al sistema de aclimatación, con agua a la misma temperatura que las ovas. Una vez instaladas las ovas, se abre el flujo del tanque o artesa, con el fin de que la temperatura del agua se incremente en aproximadamente 1 °C/hora. Por ejemplo, si existe una diferencia térmica de 4 °C entre las ovas y el agua de cultivo, se deberá alcanzar la temperatura de la unidad productiva en 4 horas. Mientras se realiza la aclimatación, se realiza el conteo de ovas embrionadas por Von Bayer o cualquier otro método.

5to Incubación de ovas embrionadas: ya atemperadas, estas pueden ser trasladadas al sistema de incubación, luego de 24 horas de la recepción, se extrae y cuenta los embriones muertos y larvas eclosionadas, estos deben ser menores al 2% del total de ovas incubadas.

6to Eclosión de ovas: demora entre 0 a 15 días dependiendo de la temperatura del agua en la sala de incubación, aproximadamente 10 °C. Durante este lapso se extraen los huevos muertos; donde se debe llevar un registro para el control de la incubación.

3. Fase larvaria: Posterior a la eclosión, los alevinos son delicados y requieren reposo. esta fase dura entre 15 a 30 días, dependiendo de la temperatura del agua de cultivo aproximadamente 10 °C. se recomienda iniciar la alimentación cuando la absorción del saco vitelino es al menos 50%, a fin de familiarizar a la larva con el alimento balanceado, y no tenga problemas en la ingesta, se le suministra alimento en polvillo, esparciendo sobre la artesa con una frecuencia de 10 a 12 veces por día (FONDEPES, 2014).

4. Fase de alevinaje inicial: se continúa con el alimento balanceado tipo pre inicio e inicio, con una frecuencia de 8 a 10 veces al día. Donde su desarrollo es en forma desigual, para

su selección por tamaño. Lo recomendable es seleccionar cada 15 a 20 días evitando el estrés de los alevinos (FONDEPES, 2014).

5. Siembra de alevinos: Es la fase comercial de los alevinos, donde se debe tomar en cuenta la temperatura del agua de siembra, ya que si es diferente o igual a 3°C, se debe realizar una aclimatación mezclando lentamente ambas aguas hasta homogeneizar la temperatura. Además, es recomendable no estresar a los alevinos evitando manipulación o conteo hasta después de 48 horas. Posteriormente, en el periodo de pre cría se le asigna un alimento de transición (pellet) antes de la etapa de engorde, se sugiere tallas superiores a los 5 cm para la siembra en los ambientes de cultivo para engorde (FONDEPES, 2014).

Degradación ambiental por prácticas acuícolas

El incremento de la actividad acuícola provoca serias preocupaciones entre los gobiernos, grupos de ecologistas e involucra a toda la sociedad, puesto que al ser una actividad que puede afectar la calidad de agua y afectar negativamente los ecosistemas que dependen de los mismos, puesto que las granjas ocupan espacio además de que las especies introducidas a estos medios son por lo general exóticas, que podrían interrumpir y modificar los balances en los sistemas ecológicos (Ovando, 2013).

Esta actividad también genera problemas de eutrofización cuando el hombre contamina lagos y ríos con exceso de nutrientes, generando la sobrepoblación de algas, muerte de peces, y demás flora y fauna acuática local por un proceso anaerobio. En cuanto a los fertilizantes usados en la agricultura, estos tienen altos contenidos de fosfatos y nitratos, los cuales con los procesos naturales como las lluvias, son arrastrados a ríos y lagunas (Ovando, 2013).

Principales impactos ambientales ocasionados por la acuicultura

Los tipos y grados de impacto ambiental ocasionados por la acuicultura están directamente relacionados al sistema de producción implementado, como son: extensivo, semi intensivo e

intensivo. Conforme aumenta la cantidad que se produce, aumentan la cantidad de insumos usados para la producción, y durante todo el proceso se realizan actividades como: alimentación con alimentos naturales o procesados, recambio de agua constante, desinfección y lavado de estanques de producción, cosecha, abandono y reposición de estanques, almacenamiento de materiales, todas estas tienen un impacto negativo y directo en el agua, suelo y vegetación en el área de cultivo (Espinosa & Bermúdez, 2012).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Gestión ambiental

Es el conjunto de compromisos para la mejora continua, cumplimiento de leyes y normas ambientales, planeación, adopción de estrategias para ahorrar recursos de producción y sean replanteados como políticas ambientales; en este proceso participan entidades públicas y privadas, asociaciones de diversos tipos, universidades, centros de investigación y la población (Ovando, 2013).

Acuicultura sostenible

Es el aseguramiento en el tiempo de los recursos, que se encuentran disponibles para tener asegurada la subsistencia y desarrollo, esto implica el uso de tecnología y una educación que permita asegurar lo antes mencionado. Desde el punto de vista científico, se debe tomar en cuenta los principios de ecología, sociedad, política y economía, mantenidos dentro de límites establecidos que permitan mantener los sistemas naturales preservados; además del cuidado y explotación racional de recursos acuáticos, suelo, atmósfera y organismos vivos (Ovando, 2013).

Parametros físicos y quimicos

- Aceites y grasas: son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como hidrocarburos del petróleo.

Las sustancias grasas se clasifican en grasas y aceites. Teniendo en cuenta su origen, pueden ser animales o vegetales, Red de repositorios de acceso abierto del Ecuador (ESPOL, 2020).

- Conductividad: propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esto depende de la cantidad de iones, concentración, movilidad, valencia y temperatura; esta propiedad también varía en función a la cantidad de materia orgánica y es importante en la detección de fuentes de contaminación (Corporación Autónoma Regional del Tolima, 2007).
- Nitrógeno amoniacal: es elemental para el crecimiento de algas y genera un aumento en la necesidad de oxígeno y reduciendo su cantidad. Su presencia ayuda a determinar la cantidad de residuos orgánicos que pueden nutrir a los organismos dentro del agua (Corporación Autónoma Regional del Tolima, 2007).
- Temperatura: propiedad física que hace referencia al calor generado por un cuerpo (Corporación Autónoma Regional del Tolima, 2007).
- Oxígeno disuelto: Indicador de la calidad del agua, cuyos valores normales se encuentran entre 7 y 8 mg/L. Esto indica la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, esto se realiza en la naturaleza a través de la absorción de aire en ríos y movimiento de agua en lagos y mares, también está determinada por la presión, temperatura, y pureza del agua (Corporación Autónoma Regional del Tolima, 2007).
- Cloruro de Potasio y cloruro de sodio: son o hacen referencia a la presencia de minerales disueltos en agua, naturalmente provenientes del recorrido de los ríos por zonas ricas en estos minerales, y también generados por origen antropogénico en la actividad agrícola (Corporación Autónoma Regional del Tolima, 2007).
- Ph: es definido por el logaritmo del inverso de la concentración de hidrogeniones (H^+) en compuestos o elementos químicos, el medio acuático tiene un rango de 6.5 a 8. si el valor estuviera fuera de este rango, indica la reducción de

biodiversidad por estrés fisiológico (Corporación Autónoma Regional del Tolima, 2007).

- Sólidos disueltos totales: es la concentración de cuerpos sólidos como arena, excretas, entre otras, que pueden generar turbidez en el medio acuático (Corporación Autónoma Regional del Tolima, 2007).

2.3. HIPÓTESIS

Hipótesis general:

Existe contaminación fisicoquímica del agua, utilizado en el laboratorio de recría de alevinos de trucha de la Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C - Distrito Conduriri -2021

Hipótesis específica:

Los parámetros físicos y químicos, del ingreso y salida de agua de la empresa Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C. presenta diferencias y exceso de nutrientes en la salida de agua del laboratorio de recría de alevinos de trucha.

Las medidas de mitigación de impacto ambiental a implementar en el laboratorio de la empresa Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C. permitirá realizar una actividad productiva amigable con el ambiente

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La planta de producción de la empresa Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C. Está ubicada en la Parcialidad de Chapilaca del Distrito de Conduriri de la Provincia El Collao, tiene una población de 2,529 habitantes y una densidad de 2.51 habitantes por kilómetros cuadrados. El Distrito de Conduriri, de la Provincia El Collao, de la Región Puno, se encuentra a 3950 m.s.n.m. las características económicas que presenta, son esencialmente comercio y servicios a menor escala. Lo que la hace una ciudad en crecimiento, con alto consumo de bienes y servicios.



Figura 01: Localización del Distrito de Conduriri - Laboratorio

Fuente: Google maps

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

La investigación es de tipo descriptivo transversal, porque permite describir las características y representar la información a partir de medidas precisas por cada variable de estudio, en un momento en el tiempo. Durante la investigación, en especial durante el procesamiento de la información recabada, se consideró un lugar y tiempo precisos, los cuales no cambiaron, esto acorde a lo recomendado en los protocolos de monitoreo de agua de la (ANA, 2016).

Población:

En este caso la población está dada por el manantial Puso Pusi Pujuni, que desemboca en la cuenca del río que pasa por la Parcialidad del mismo nombre Chapilaca, fuente de agua para la empresa Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C. de la cual se tomará en cuenta muestras de agua, a los cuales se les analizará los parámetros fisicoquímicos básicos de calidad de agua de acuerdo a (Espinosa & Bermúdez, 2012), que brinda los estándares nacionales de calidad ambiental de agua en su categoría 4 conservación del medio ambiente acuático.

Tamaño de muestra

Es la recolección de una porción del cuerpo de agua, representa la calidad de la misma en el momento de la obtención de la misma. Consiste en tomar una muestra simple que se toma una sola vez y en un solo sitio con intervalos de tiempo definidos (ANA, 2016).

En la investigación de (Arias et al., 2001), usa una técnica de muestreo longitudinal, puesto que analiza las variaciones de los parámetros físico químicos de una bahía marina en Iquique, usa este muestreo por los diversos factores que afectan la calidad de agua marina a lo largo del año por causas antropogénicas; a diferencia de ese estudio, el nuestro es transversal. puesto que no hay afectación antropogénica ni otros factores que influyen en la calidad del agua.

Para el caso de la empresa, se tomarán dos puntos de muestra, uno al ingreso de agua de la planta productora (punto A) y otro a la salida de agua de la planta productora (punto B) a los que se les aplicará un muestreo de agua.

En este caso, cada muestra contenía 1 litro de agua, los cuales fueron recolectados en botellas plásticas, puestas en una bolsa oscura para evitar que los compuestos sensibles a la luz se alteren. Posteriormente se introdujeron en un cajón de tecnopor para evitar la variación constante de temperatura, hasta la llegada al laboratorio del INIA.

3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

El análisis fisicoquímico de agua es un método validado por instituciones gubernamentales, universidades, y demás organizaciones ambientales, que buscan evaluar los estados de la composición de este recurso, con el fin de tomar medidas para su preservación, como lo menciona (Samboni et al., 2007).

Los materiales a usar en la investigación durante las salidas de campo con el objetivo de recolectar información durante el muestreo fueron:

- Recipientes de plástico
- Hielera
- Termómetro
- Ph metro
- Tacho de plástico
- Etiquetas para rotulado
- Reloj
- Metro

Mientras que los materiales y herramientas usados en escritorio son los equipos de cómputo necesarios, y los programas estadísticos usados con el fin de presentar los resultados.

Métodos: Toma de muestras

Se toma la muestra en el centro del afluente de ingreso a la planta productora y en el centro del efluente de salida de la misma, se considera la profundidad, velocidad de la corriente y la distancia entre orillas, para analizar los parámetros físicos y químicos (ANA, 2016).

Como indicadores orgánicos:

- · Se buscará la presencia de grasas
- · Nitratos
- · Corriente eléctrica
- · Sales totales
- · Dureza
- · Alcalinidad
- · Relación de absorción de Sodio (RAS)
- · Carbonato Sódico Residual (SCR)
- · Temperatura
- · Oxígeno disuelto
- · Calcio
- · Magnesio
- · Potasio
- · Sodio
- · Cloruros
- · Sulfatos
- · Carbonatos
- · Bicarbonatos
- · Sólidos disueltos totales

Medición del caudal:

Se usará el método volumétrico, el cual resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen (ANA, 2016):

Donde:

- Q caudal m^3/s
- V volumen en m^3
- T tiempo en segundos.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variable dependiente:

Emisión de agua del laboratorio de recría de alevinos de trucha:

Es la generación de aguas que contienen a su vez los desechos generados por la actividad de crianza de alevines.

Variables independientes:

Contaminación físico química del agua

Es la contaminación orgánica generada por el exceso de nutrientes derivados de la descomposición de excretas y restos de alimentos balanceados de los alevines, los cuales están compuestos por proteínas, grasas, ceniza y fibra, con cierto contenido de humedad, (Tapara, 2020).

3.4. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Para la investigación se utilizaron procesos de laboratorio, donde posteriormente a la toma la muestra en el centro del afluente de ingreso a la planta productora y en el centro del efluente de salida de la misma, se considera la profundidad, velocidad de la corriente y la distancia entre orillas, para analizar los parámetros físicos y químicos, recomendado por la

Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2016) y por los protocolos de monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2007).

Procedimiento a seguir

- Primero, para analizar los parámetros físicos y químicos, se tomará en cuenta los estándares de calidad ambiental (ECAs) para agua establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que establece dentro de la categoría 4 Conservación del ambiente acuático(MINAM, 2017).
- Segundo, se tomarán muestras de agua en el ingreso y salida de agua del laboratorio siguiendo el protocolo de muestreo recomendado.
- Tercero, los parámetros más relevantes de calidad de agua, los cuales serán medidos en el laboratorio de aguas del Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Cuarto, se procederá a realizar el análisis de los parámetros en gabinete.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Caracterización y comparación de los parámetros físicos del ingreso y salida de agua de la empresa Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C.

Durante la elaboración de la etapa de recolección de información, se tomaron dos puntos de referencia para el análisis y comparación de los parámetros obtenidos; los cuales se exponen a continuación.

Tabla 01: Ubicación de los puntos de ingreso y salida del laboratorio en la Parcialidad de Chapilaca, Distrito de Conduriri, Provincia El Collao, Región Puno

Puntos	Latitud Sur	Latitud Oeste
A	16°35'31.4870"	69°33'07.8020"
B	16°35'32.1290"	69°33'11.1100"

Fuente: GPS

Se debe aclarar que, la fuente de agua para el laboratorio es de un manantial natural denominado manantial Puso Pusi Pujuni, el cual cuenta con agua todo el año, teniendo un menor caudal en época de sequía y con mayor caudal en época de precipitaciones.



Figura 02: Ubicación de los puntos de ingreso (A) y salida (B) del laboratorio de recría de alevines

Fuente: Propia

En la figura 2, en la imagen de la izquierda, se aprecia el punto A, previo al ingreso de aguas al laboratorio, mientras que en la figura de la derecha se aprecia la salida de agua en el punto B, correspondiente a la salida del laboratorio previo al reingreso de aguas al medio natural.



Figura 03: Entorno natural e infraestructura externa del laboratorio de recría de alevines

Fuente: Propia

En la figura de la izquierda se aprecia el entorno natural que rodea al laboratorio, mientras a la derecha se aprecia la estructura externa de la planta de producción o laboratorio de recría de alevinos, esta se caracteriza por contar con infraestructura de material noble y techo de calamina a dos aguas.



Figura 04: Equipamiento interno del laboratorio de recría de alevines

Fuente: Propia

En la figura superior izquierda se aprecia las bateas de incubación de ovas, en la imagen superior derecha se ven los estanques de crecimiento de larvas, y en la imagen inferior se aprecia un estanque con alevinos con el tamaño comercial, listo para su comercialización.

En general, el laboratorio tiene la capacidad de producir 300 mil alevines al mes, además tiene un caudal de 5 litros por segundo en época seca, lo que garantiza el mantenimiento de agua fresca para lograr tal producción.

Durante todo el proceso productivo dentro del laboratorio, se genera una carga de nutrientes generados por restos de alimentos y excretas de los alevines. Para analizar si efectivamente se cuenta con una sobrecarga de nutrientes, se tomó en cuenta los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, aprobada con Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM en las categorías 3 (riego de vegetales y bebida de animales) y 4 (conservación del ambiente acuático), así como características básicas de mineralización de agua, los que se muestran a continuación.

Tabla 02: Parámetros físico químicos del laboratorio de recría

Parámetros Físicos - químicos	Unidad de medida	Valores aceptables	P A	P B	Var B-A
Aceites y Grasas	mg/l	5	0	0	0
Nitratos	mg/l	13	18.6	24.8	6.2
Sales totales	mg/l	1000	220	3200	2980
Dureza	mg/l	121	117.5	96.3	-21.2
Relación de absorción de sodio (RAS)	mg/l	<12	0.02	0.02	0
Carbonato sódico residual (SCR)	mg/l	<1.5	0.06	1.24	1.18
Temperatura	°C	15	11	11.5	0.5
Oxígeno disuelto	mg/l	>=5	>7	>7	0
Calcio	mg/l	<1000	36.07	36.07	0
Magnesio	mg/l	<250	6.08	18.24	12.16
Potasio	mg/l	<2000	139	151.7	12.7
Sodio	mg/l	<15000	0.69	0.69	0
Cloruros	mg/l	<60	53.19	60.28	7.09
Sulfatos	mg/l	<500	60.3	60.03	-0.27
Carbonatos	mg/l		0	0	0
Bicarbonatos	mg/l	<1000	136.6 6	125.68	-10.98
Conductividad eléctrica	mS/cm	1000	0.33	0.37	0.04
Sólidos disueltos totales	mg/l	<=25	1	1.5	0.5
PH		6.9-9	7.8	7.7	-0.1

Fuente: laboratorio de agua del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Puno

En el primer grupo, tenemos que no se presentan cantidades considerables de grasas en ambos puntos, la temperatura se mantiene en el rango de 11 a 12 °C en el día en ambos puntos, y en cuanto al oxígeno disuelto en ambos puntos se encontraron valores mayores a

7 mg/l de oxígeno, esto gracias a las caídas de agua que brindan la mejor condición para los alevines según JACUMAR (2017), y también lo señala Gutiérrez, (2014), que encontró temperaturas de 10.94 °C en un laboratorio de Camacani y 10.34 °C en un laboratorio de Pomata.

Nitratos: este indicador está por encima del valor máximo de 13 mg/l: en el punto A (18.6 mg/l) debido al contacto del agua con la materia orgánica en descomposición en el entorno al manantial; en el punto B (24.8 mg/l), tiene un incremento de 6.2 mg/l respecto al punto A, esto si es consecuencia a la descomposición de alimentos balanceados y excretas de los alevines, esto indica que esto no es bueno para la preservación de los medios acuáticos, sin embargo está dentro de lo permisible para agua de riego en la categoría 3 de ECA (<100 mg/l). Esto demuestra que si existe afectación al medio ambiente acuático, Gutiérrez (2018), indica que en la bahía del Titicaca donde se produce trucha en jaulas como Chucuito, Juli y Pomata, los nitratos promueven el incremento de fitoplancton en el medio acuático.

Sales totales: se muestra que en el punto A (200 mg/l) se cumple con no exceder el máximo; sin embargo, en el punto B (3200 mg/l) se excede lo recomendable, teniendo un incremento de 2980 mg/l respecto del punto A. Gutiérrez (2018), también muestra resultados similares, indica que en la zona de jaulas, la presencia de sodio es mayor que la zona libre de jaulas, además encuentra una reducción de calcio y magnesio en la zona de calcio.

Dureza: en el punto A (117.5 mg/l) se cumple con no exceder las cantidades de los elementos calcio, magnesio, y otros que causan la dureza en el agua; en el punto B (96.3 mg/l), el cual desciende en 21.2 mg/l respecto al punto A, esto explicado por el incremento de sales, los cuales se neutralizaron mutuamente. Gutiérrez (2014), también menciona que la dureza en los laboratorios de Camacani y Pomata eran mayores a 75 mg/l, esto es común en las cuencas de la región, donde se tiene una dureza considerable. Gutiérrez

(2018), también menciona un fenómeno similar, donde la dureza se reduce a causa del incremento de sales en la zona con jaulas de crianza.

Relación de absorción de sodio: estos niveles se mantuvieron en 0.02 mg/l, los que están por debajo de lo aceptable, este indicador hace referencia a las concentraciones de sodio, calcio y magnesio que pueden compactar o apelmazar el suelo, por lo que niveles elevados en este indicador, significa que el agua no es apta para el riego. Rojas y Salazar (2018), mencionan que este indicador también está ligado a la capacidad de absorción y regeneración de ecosistemas, puesto que existen ecosistemas que son sensibles a cambios en los niveles de sales o dureza; sin embargo, en nuestra región los ecosistemas gozan de cierta capacidad de regeneración ante niveles no dañinos de sales, gracias a la dureza natural de las aguas.

Carbonato sódico residual: este indicador hace referencia al potencial del agua para volver los suelos alcalinos, lo que se traduce en la capacidad de volver los suelos inundables, al impedir que las raíces penetren el suelo, haciéndola solo útil para cultivos de hierbas o pastos menores. Los resultados indican que también está dentro de lo normal en ambos puntos; sin embargo, en el punto B se muestra un incremento considerable de 1.18 mg/l respecto al punto A, esto también se debería al incremento de sales totales.

Los resultados en los elementos como calcio, magnesio, potasio y sodio, se mantienen por debajo de lo permitido en ambos puntos A y B. Lo resaltante es el incremento en 12.16 mg/l de magnesio en el punto B respecto al punto A; y el incremento de 12.7 mg/l de potasio en el punto B respecto al punto A. Estos incrementos también se deben a los alimentos en descomposición y excretas de los alevines.

Cloruros: gracias al incremento de sales, los niveles de cloruros incrementaron en 7.09 mg/l en el punto B respecto al punto A. Esto aún está dentro de lo esperado, sin embargo, un incremento mayor podría generar a largo plazo un empobrecimiento de los suelos y hacer que las plantas no crezcan. Tarapues (2012), obtiene niveles de 8 a 9 mg/l de cloruros

en las aguas residuales de una finca colombiana, menores a los encontrados, esto también es explicado por la presencia de sales generando compuestos como el cloruro de sodio o potasio.

Sulfatos: en ambos puntos los valores están dentro de lo normal, sin embargo, en el punto B se redujo en 0.27 mg/l respecto al punto A. Esto significa que se está desmaterializando el agua en una muy pequeña proporción, lo cual concuerda con el desendurecimiento del agua. Tarapues (2012), en Colombia donde el agua no es tan dura como aquí, se encontraron niveles cercanos a los 200 mg/l, donde el agua tiende a ser ácida.

Bicarbonatos: al igual que los sulfatos, el punto B muestra un descenso de 10.98 mg/l respecto al punto A, esto como resultado de la reducción de la alcalinidad del agua.

La conductividad eléctrica: gracias al incremento de sales, la conductividad o capacidad de conducción de electricidad en el agua aumentó en el punto B en 0.04 mS/cm respecto al punto A.

PH: en base a lo anterior queda justificada la reducción de 0.1 en el pH del punto B respecto del punto A. lo que indica la pérdida de dureza del agua, gracias al incremento de sales y elementos como magnesio y potasio.

Chavez (2020), que hace una investigación de caracterización de cuerpos de agua en una reserva nacional en Loreto, aún se encuentran saludables gracias a la preservación de la reserva y poca actividad antropogénica que pueda alterar los diversos ecosistemas que la componen, en contraste con lo encontrado, la actividad antropogénica estaría alterando en menor cuantía el ecosistema circundante al laboratorio.

Desde el punto de vista externo, estos estudios pueden ser parte de una línea de base que pueda conllevar a estudiar cómo es que esta actividad también impacta en el desarrollo de especies nativas, como lo menciona el (MINAM, 2019).

4.2. Elaborar un plan de adecuación y manejo ambiental para la empresa Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C.

Con el fin de resaltar la importancia de los sistemas de gestión ambiental, manejo ambiental, mitigación ambiental, y todo lo que tenga que ver con la preservación del medio ambiente como lo menciona (Ccoa, 2017), toda propuesta para mejorar la relación entre el hombre y medio ambiente podrá mejorar la calidad de vida en conjunto de estos actores.

En base al apartado anterior, un plan de adecuación y manejo ambiental sería costoso para la solución o mitigación de los problemas presentados en la calidad de agua. Como se vio en el apartado 4.1. Los elementos que exceden los valores aceptables son los nitratos y sales totales.

En tal sentido es más factible la implementación de biofiltros que reduzcan la cantidad de nitratos y sales totales emitidas en el laboratorio de recría de alevines. Este proceso suele constar de tres pasos esenciales: (i) el sedimentador o desarenador, donde se juntan las partículas de tamaño considerable que pueden afectar el funcionamiento de los siguientes filtros; (ii) primer filtro de elementos químicos como las sales y microorganismos a base de arcilla cocida (ladrillo) y carbón activado (carbón vegetal); (iii) y el tercer biofiltro a base de totora que puede reducir la cantidad de nitratos.

En base a los resultados de la investigación, y tomando en cuenta que no se genera un cantidad considerable de sólidos disueltos y de gran tamaño, solo sería necesario los dos biofiltros posteriores; a continuación se muestra un esquema básico del sistema de biofiltros aplicable al laboratorio. de



Figura 05: Esquema de los biofiltros aplicables para la reducción de sales y nitratos

Elaboración propia

La figura A) Muestra el filtro desalinizador a base de ladrillo o arcilla cosida (a), carbón activado (b) y arena fina (c); en la figura B) Está el biofiltro a base de totora para la remoción de nitratos, potasio y magnesio excedentes.

Montera (2020), hace un estudio para la preservación de especies marinas que se ven afectadas por la sobreexplotación y la introducción de jaulas de la industria salmonera que ha generado un desequilibrio en la capacidad de regeneración de los ecosistemas marinos. menciona que la presencia de especies como Juliana y Arauca, que se vieron afectadas, necesitan el diseño de planes de mitigación. En el caso del lago titicaca, Gutiérrez (2018), menciona que, la producción de truchas en las zonas de Chucuito, Juli y Pomata, presentan un incremento considerable de nutrientes, pero que son absorbidos por los organismos de tipo plancton, haciendo que incremente; para mitigar y reducir esta afectación, plantea la mejora de los procesos productivos y periódica evaluación de impacto ambiental.

CONCLUSIONES

PRIMERA: El nivel de contaminación físico químico del agua, utilizado en el laboratorio de recría de alevinos de trucha de la Piscifactoría River Trout Yolis S.A.C - Distrito Conduriri, muestra niveles bajos de contaminación por exceso de nutrientes, resaltan la presencia elevada de nitratos de 11.4 ,mg/l por encima de lo aceptable y sales totales 2200 mg/l por encima de lo aceptable, sin embargo, estos niveles altos, son contrarrestados por la dureza del agua.

SEGUNDA: La capacidad del laboratorio es pequeña, pero puede producir 300 mil alevines al mes, y cuenta con un caudal de 5 l/s en tiempo seco, lo que le permite acceso al agua todo el año. Esto genera que el agua sea afectada por restos de alimentos balanceados y excretas. Los resultados muestran que se tienen niveles normales en todos los indicadores a excepción de la cantidad de sales que incrementa considerablemente y al igual que el nivel de nitratos, pero que no representan un agravante de la contaminación de los cuerpos de agua a los cuales desembocan.

TERCERA: Al no contarse con una cantidad considerable de contaminantes orgánicos además de las sales totales y nitratos, solo se requiere la implementación de un par de biofiltros que puedan reducir la cantidad de sales y nitratos; los cuales serían un biofiltro a base de arcilla cocida o ladrillo, carbón activado y arena para el exceso de sales, y otro biofiltro a base de totora que pueda reducir la cantidad de nitratos.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda a los futuros egresados y bachilleres que deseen ampliar la presente investigación, realizar otro análisis adicional para comprobar si los niveles de los parámetros fisicoquímicos del agua se ven alterados, en caso de que la capacidad productiva del laboratorio se ampliase en un futuro, o se realice la investigación para otras unidades productivas en otras condiciones.

SEGUNDA: Si se ampliase la capacidad productiva, se podría esperar que los niveles de sales y nitratos sean mayores a los actuales, para lo cual sería necesario investigar la manera de mejorar la productividad dentro de la planta para evitar generar residuos de alimentos balanceados y excretas en exceso de estudio dentro del laboratorio.

TERCERA: se recomienda realizar otro para determinar el dimensionamiento de los biofiltros, y la cantidad de elementos en cada uno de ellos. En caso de una ampliación de capacidad productiva, se recomienda prever la ampliación de las dimensiones en los filtros y en la capacidad de cada uno de ellos, o mejorar su eficiencia.

BIBLIOGRAFÍA.

- ANA. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*.
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf
- Arias, T., Herrera, L., & Santander, E. (2001). Caracterización de los parámetros físicos, químicos y biológicos en la bahía de Bajo Molle, Iquique. *Investigaciones marinas*, 29(2). <https://doi.org/10.4067/S0717-71782001000200006>
- Carbajal, Á., & González, M. (Eds.). (2012). *Propiedades y funciones biológicas del agua*. En *Agua para la salud: Pasado, presente y futuro*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Ccoa, F. (2017). *Implementación de un sistema de gestión ambiental para mejorar la calidad de vida en la municipalidad distrital de San Anton Azangaro. Región Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Chavez, C. (2020). *Caracterización hidrobiológica de cuerpos de agua y propuesta de plan de manejo pesquero en la reserva nacional Allpahuayo Mishana, Loreto—Perú* [Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6732/Carlos_Tesis_Doctorado_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Corporación Autónoma Regional del Tolima. (2007). *Calidad de Aguas*. https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/l_211calidad_de_aguas.pdf
- DIGESA. (2007). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales*.
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf)

- Espinosa, A., & Bermúdez, M. (2012). La acuicultura y su impacto al medio ambiente. *Estudios Sociales*, 16.
- ESPOL. (2020). *GRASAS Y ACEITES*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/>
- FAO. (2014). *Manual Práctico para el Cultivo de Trucha Arcoíris*. FAO. <http://www.fao.org/3/bc354s/bc354s.pdf>
- FONDEPES. (2014). *Manual de crianza de trucha en ambientes convencionales*. FONDEPES. https://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/MANUAL_TRUCHA.pdf
- Gutiérrez, S. (2014). *Factores que influyen en la producción y calidad de alevinos de trucha en la región Puno 2013* [Universidad Nacional del Altiplano]. http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2536/GUTIERREZ_CASTILLO_SERGIO_PAUL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutiérrez, S. (2018). *Influencia de la producción de trucha en el impacto ambiental en la región Puno 2017* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8523>
- Huamaní, M., & Mantilla, S. (2017). *Importación de ovas de trucha arco iris y la sostenibilidad del centro piscícola El Ingenio del distrito de Ingenio—Junin* [Universidad San Martín de Porras]. https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/2802/huamani_aml.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- JACUMAR. (2017). *Trucha Arcoiris*. <https://www.mapa.gob.es/app/jacumar/especies/Documentos/Trucha.pdf>
- MINAM. (2017). *Estándares de calidad ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias*. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- MINAM. (2019). *Línea de base de la trucha: Distribución, aspectos socioeconómicos y flujo de genes en seis regiones*. https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/lb_trucha_6regiones

.pdf

- Montera, D. (2020). *Evaluación del impacto de los planes de manejo pesquero sobre los ingresos de los pescadores artesanales de recursos bentónicos en Chile* [Pontificia Universidad Católica de Chile]. <http://www.repositorio.uc.cl/handle/11534/28255>
- Ovando, M. (2013). La acuicultura y sus efectos en el medio ambiente. *Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2(3), 61-80. <https://doi.org/10.31644/IMASD.3.2013.a04>
- Rabassó, M. (2005). Los impactos ambientales de la acuicultura, causas y efectos. *Vector*, 10.
- Rojas, I. S., & Salazar, V. (2018). La acuicultura frente a los impactos de la actividad agrícola en la calidad de los servicios ambientales de la cuenca del río Mayo. Una propuesta para su abordaje desde la economía ecológica. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 28(51). <https://doi.org/10.24836/es.v28i51.507>
- Samboni, N., Carbajal, Y., & Carlos, J. (2007). *Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*. 10.
- SANIPES. (2020). *Informe de la Subdirección de Sanidad Acuícola 2017—2019* (p. 162) [Ministerial]. SANIPES. <https://www.sanipes.gob.pe/difusion-informe-sanidad-acuicola/archivos/INFORME-D-E-SANIDAD-APROBADO-JUNIO-2020.pdf>
- Tapara, G. (2020). *Estudio comparativo de tres alimentos balanceados en el crecimiento y mortalidad de trucha «arco iris» (Oncorhynchus mykiss) de post larva a alevino*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Tarapues, L. (2012). *Plan de manejo ambiental para los cultivos de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en estanques excavados en tierra, vereda el barranco, corregimiento especial, municipio de la Florida* [Universidad de Nariño]. <http://sired.udenar.edu.co/3952/1/86379.pdf>
- Varela, J. (2009). *Implantación de un Sistema de Gestión Ambiental basado en el Reglamento Comunitario EMAS en instalaciones acuariológicas* [Universidad de

Coruña].

https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/7091/VarelaSenra_JoseManuel_TD_2009.pdf?sequence=4&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 01: Datos obtenidos de las muestras enviadas al INIA

Parámetros Físicos - químicos	Unidad de medida	Valores aceptables	P A	P B	Var B-A
Aceites y Grasas	mg/l	5	0	0	0
Nitratos	mg/l	13	18.6	24.8	6.2
Sales totales	mg/l	1000	220	3200	2980
Dureza	mg/l	121	117.5	96.3	-21.2
Relación de absorción de sodio (RAS)	mg/l	<12	0.02	0.02	0
Carbonato sódico residual (SCR)	mg/l	<1.5	0.06	1.24	1.18
Temperatura	°C	15	11	11.5	0.5
Oxígeno disuelto	mg/l	>=5	>7	>7	0
Calcio	mg/l	<1000	36.07	36.07	0
Magnesio	mg/l	<250	6.08	18.24	12.16
Potasio	mg/l	<2000	139	151.7	12.7
Sodio	mg/l	<15000	0.69	0.69	0
Cloruros	mg/l	<60	53.19	60.28	7.09
Sulfatos	mg/l	<500	60.3	60.03	-0.27
Carbonatos	mg/l		0	0	0
Bicarbonatos	mg/l	<1000	136.6 6	125.68	-10.98
Conductividad eléctrica	mS/cm	1000	0.33	0.37	0.04
Sólidos disueltos totales	mg/l	<=25	1	1.5	0.5
PH		6.9-9	7.8	7.7	-0.1

Anexo 02: Certificados de los laboratorios para los puntos A y B



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

Análisis N°: 1316
Fecha de Entrada: 09 de Agosto del 2021
Fecha de Certificación: 13 de Agosto del 2021
Sistema de Riego:

Localización: Distrito de Conduriri Parcialidad Chapilaca entrada sala de incubación ovas avelinas.

Determinaciones		
pH	7.792	
C.E.	0.334	25°C (mS/cm)
Sales Totales	220.00	(mg/l)
Dureza Total	11.75	CaCO ₃ (G.H.F.)
Alcalinidad total	9360.00	CaCO ₃
R.A.S.	0.02	
S.C.R.	0.06	
Temperatura		°C
Oxigeno		(mg/l)
CACIONES	meq/l	mg/l
Calcio	1.80	36.07
Magnesio	0.50	6.08
Potasio	3.58	139.97
Sodio	0.03	0.69
TOTAL	5.91	
ANIONES	meq/l	mg/l
Cloruros	1.50	53.19
Sulfatos	1.25	60.03
Carbonatos	0.00	0.00
Bicarbonatos	2.24	136.66
TOTAL	4.99	

Representación grafica	Muy baja	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
pH					
C.E.					
Sales Totales					
Dureza Total					
R.A.S.	-				
S.C.R.	-				
Índice de Scott					
Boro					
Sodio	-				
Nitratos					
Cloruros					
Bicarbonatos					

Otras Determinaciones	Resultado	
	meq/l	mg/l
Nitratos (N de NO ₃)	0.30	18.60



INIA ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing° JORGE CANIVUA ROJAS
Jefe Laboratorio Análisis
SALCEDO

Clasificación Riverside: C251
R.A.S Aguas de buena calidad aptas
S.C.R: Agua recomendable.
Tipo de Agua: Blanda
Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama): Agua Excelente a buena



BICENTENARIO PERÚ 2021

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n
Puno, Puno, Perú
T: (051) 363-812



PERÚ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

Análisis N°: 1317
Fecha de Entrada: 09 de Agosto del 2021
Fecha de Certificación: 13 de Agosto del 2021
Sistema de Riego:

Localización: Distrito de Conduriri Parcialidad Chapilaca salida de la sala de Incubación.

Determinaciones		
pH	7.735	
C.E.	0.369	25°C (mS/cm)
Sales Totales	3.20	(gr/l)
Dureza Total	9.63	CaCO ₃ (G.H.F.)
Alcalinidad total	2060.00	CaCO ₃
R.A.S.	0.02	
S.C.R.	1.24	
Temperatura		°C
Oxígeno		(mg/l)
CACIONES	meq/l	mg/l
Calcio	1.80	36.07
Magnesio	1.50	18.24
Potasio	3.88	151.70
Sodio	0.03	0.69
TOTAL	7.21	
ANIONES	meq/l	mg/l
Cloruros	1.70	60.28
Sulfatos	1.25	60.03
Carbonatos	0.00	0.00
Bicarbonatos	2.06	125.68
TOTAL	5.01	

Representación grafica	Muy baja	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
pH	_____				
C.E.	_____				
Sales Totales	_____				
Dureza Total	_____				
R.A.S.	_____				
S.C.R.	_____				
Índice de Scott	_____				
Boro	_____				
Sodio	_____				
Nitratos	_____				
Cloruros	_____				
Bicarbonatos	_____				

Otras Determinaciones	Resultado	
	meq/l	mg/l
Nitratos (N de NO ₃)	0.40	24.80

Clasificación Riverside: C2S1
R.A.S Aguas de buena calidad aptas
S.C.R: Agua recomendable.
Tipo de Agua: Blanda
Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama): Agua Excelente a buena



INIA
 ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
 Ing° JORGE CANTHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio
 SALCEDO



Yola Alanis Mallo
41320036

www.inia.gob.pe | Rinconada de Salcedo s/n
Puno, Puno, Perú
T: (051)363-812

Anexo 03: Panel fotográfico**Ubicación del ojo de agua****Ubicación del laboratorio**



Ubicación del laboratorio parcialidad Chapilaca



Pozas de alevinaje



Infraestructura de las pozas de alevinaje-larvas



Infraestructura de las bateas de incubación de ovas



Toma de temperatura en la salida del laboratorio

Anexo 04: Categorías 3 y 4 de ECA's

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoniac Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

Nota:

(*)El estándar de calidad de Amoniac total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoniac-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoniac (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FISICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Niquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
ORGANICO				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35
Organoclorados				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difencil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
Carbamato				
Aldicarb	µg/L	1		11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminfos	Huevo/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 4:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.



Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000087	0,000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

- (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
- (b) Después de la filtración simple.
- (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃).
- Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 5:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.
- (1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.
- (2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH₃).

Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH₃)

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
Salinidad 10 g/kg								
7,0	41,00	29,00	20,00	14,00	9,40	6,60	4,40	3,10
7,2	26,00	18,00	12,00	8,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,80	5,30	3,70	2,60	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,44	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,56	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 20 g/kg								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10
7,2	27,00	19,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,60	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,90	4,70	3,40	2,30	1,60	1,10	0,78	0,53
8,0	4,40	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,80	1,90	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,24
8,4	1,80	1,20	0,84	0,59	0,44	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,78	0,56	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,34	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 30 g/kg								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,20	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	8,70	5,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,60	3,70	3,10	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,81	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,69	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,84	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,78	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,50	0,34	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

Notas:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

NOTA GENERAL:

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.
- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2