

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN AMBIENTAL EN UNA ZONA DE CRIANZA DE TRUCHA EN
JAULAS FLOTANTES, DISTRITO DE POMATA CENTRO POBLADO DE
HUACANI, 2021**

PRESENTADO POR:

GLADYS YESICA CHOQUE VARGAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2022



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](#).

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

TESIS

**EVALUACIÓN AMBIENTAL EN UNA ZONA DE CRIANZA DE TRUCHA EN
JAULAS FLOTANTES, DISTRITO DE POMATA CENTRO POBLADO DE
HUACANI, 2021**

PRESENTADO POR:

GLADYS YESICA CHOQUE VARGAS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE



MSc. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO



Dr. JORGE ABAD CALISAYA CHUQUIMIA

SEGUNDO MIEMBRO



M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ciencias naturales

Disciplina: Oceanografía, Hidrología y Recursos del Agua

Especialidad: Contaminación y Mitigación de Aguas Superficiales: Mares, limos (Lagos, Lagunas) y Cursos de Agua (Ríos, Riachuelos)

Puno, 09 de mayo de 2022

DEDICATORIA

Mi primera dedicatoria de este trabajo es para nuestro Padre Celestial, cuyo infinito amor ha permitido el don de la vida en esta tierra.

Dedico esta tesis a mis padres Rene Choque Pari y Maria Vargas Choque quienes me apoyaron incondicionalmente durante el transcurso de mi carrera profesional.

A mi hermano Yoel Yojan Choque Vargas.

Gladys Yesica Choque.

AGRADECIMIENTOS

- A mis padres por obsequiarme la vida, por el apoyo incondicional, los valores que me han inculcado en mi vida, como también por el sacrificio que ellos realizaron para que yo pueda culminar mi carrera profesional de Ingeniería Ambiental.
- Quiero agradecer a la Universidad Privada San Carlos de Puno, quien es y será mi alma mater.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por todas sus enseñanzas y dedicación a lo largo de mis estudios profesionales.
- A los miembros del jurado de esta tesis, por sus valiosas sugerencias a lo largo de su desarrollo, que permitieron mejorar su contenido.
- A mi asesor de tesis Dr. Esteban Isidro Leon Apaza, por todo su apoyo desde el inicio al final de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ANEXOS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10

CAPÍTULO I

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA
INVESTIGACIÓN**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. ANTECEDENTES	14
1.3. OBJETIVOS	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.1.1. Evaluación de impacto ambiental.	20
2.1.2. Matriz de Leopold.	21
2.1.3. Crianza de truchas en jaulas en el lago Titicaca	21
2.1.4. Parámetros físicos y químicos del agua	22
2.1.5. Límites máximos permisibles de aguas continentales	24
2.1.6. Factores biológicos y culturales	24

2.2.	MARCO CONCEPTUAL	25
2.3.	HIPÓTESIS	26
CAPÍTULO III		
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		
3.1.	ZONA DE ESTUDIO	27
3.2.	TAMAÑO DE MUESTRA	28
3.3.	MÉTODO Y MATERIALES	29
3.4.	METODOLOGÍA	29
3.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	34
CAPÍTULO IV		
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		
4.1.	EFFECTO EN EL AGUA, EVALUADO EN PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS, POR LA CRIANZA DE TRUCHA EN JAULAS FLOTANTES EN EL DISTRITO DE POMATA CENTRO POBLADO DE HUACANI, 2021.	35
4.2.	EFFECTO EN EL COMPONENTE BIOLÓGICO POR LA CRIANZA DE TRUCHA EN JAULAS FLOTANTES EN EL DISTRITO DE POMATA CENTRO POBLADO DE HUACANI, 2021.	43
4.3.	EFFECTO EN EL COMPONENTE CULTURAL POR LA CRIANZA DE TRUCHA EN JAULAS FLOTANTES EN EL DISTRITO DE POMATA CENTRO POBLADO DE HUACANI EN EL 2021.	46
4.4.	PRUEBAS DE HIPÓTESIS	47
	CONCLUSIONES	50
	RECOMENDACIONES	51
	BIBLIOGRAFÍA	52
	ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de calidad física y química de agua en lagos y lagunas	24
Tabla 2. Diseño de la toma de muestras	30
Tabla 3. Evaluación del pH en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.	35
Tabla 4. Evaluación de la conductividad eléctrica (us/cm) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.	37
Tabla 5. Evaluación de la dureza total (mg/CacO ₃) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.	38
Tabla 6. Evaluación del oxígeno disuelto (mg/L) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.	39
Tabla 7. Evaluación de cloruros (mg/L) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.	40
Tabla 8. Evaluación de sulfatos (mg/L) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.	41
Tabla 9. Evaluación de nitratos (mg/L) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de y Control, Pomata 2021.	42
Tabla 10. Evaluación de algas (Kg/m ²) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.	43
Tabla 11. Evaluación de macroinvertebrados (Ind/m ²) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.	44
Tabla 12. Índice de diversidad índice de Shannon-Wiener (H) para macroinvertebrados (Ind/m ²) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.	45
Tabla 13. Efecto en el componente cultural en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Ubicación geográfica de la zona de estudio	28
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de laboratorio	55
Anexo 2. Matriz de consistencia	63
Anexo 3. Evidencias Fotográficas	64

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto en el ambiente producido por la crianza de trucha en jaulas flotantes en el distrito de Pomata, C.P. Huacani en el 2021. La metodología consistió en un estudio descriptivo considerando cuatro estaciones de muestreo en una zona de crianza de trucha en jaulas y otras cuatro estaciones en una zona de control, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos del agua, la flora y fauna de ambas zonas, además de evaluar el componente cultural. Los resultados indican que el parámetro fisicoquímico que se encuentra afectado por la crianza de truchas en jaulas flotantes en el distrito de Pomata C.P. Huacani, es la concentración de nitratos que fue de 49.29 mg/L en la zona de crianza y de 15.19 mg/L en la zona Control. Se determinó que existe efecto en el componente biológico (flora) por la crianza de trucha en jaulas flotantes, con un mayor desarrollo del alga Potamogeton en la zona de crianza y con menor riqueza de especies (4) comparado con el control (5 especies), la fauna de macroinvertebrados muestra la dominancia de Helobdella en la zona de crianza, que es propia de sistemas contaminados por exceso de nutrientes (eutrofización). Se concluye que el componente cultural fue afectado por la crianza de trucha en jaulas flotantes, expresado en la tecnología tradicional, que fue reemplazada por una especie introducida para su crianza (trucha), además del uso de insumos externos al sistema natural, no se observó restos arqueológicos en la zona de evaluación.

Palabras clave: contaminación, evaluación, parámetros fisicoquímicos, flora, fauna.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect on the environment produced by raising trout in floating cages in the district of Pomata C. P. Huacani in 2021. The methodology consisted of a descriptive study considering four sampling stations in a cage and floating trout farming area and another four stations in a control area, the physicochemical parameters of the water, flora and fauna were evaluated. of both areas, in addition to evaluating the cultural component. The results indicate that the physicochemical parameter that is affected by the rearing of trout in floating cages in the district of Pomata C. P. Huacani, is the nitrate concentration that was 49.29 mg / L in the breeding area and 15.19 mg / L in the Control area. It was determined that there is an effect on the biological component (flora) due to the rearing of trout in floating cages, with a greater development of the Potamogeton alga in the rearing area and with lower species richness (4) compared to the control (5 species) , the macroinvertebrate fauna shows the dominance of Helobdella in the breeding area, which is typical of systems contaminated by excess nutrients (eutrophication). The cultural component was affected by the rearing of trout in floating cages, expressed in traditional technology, which was replaced by a species introduced for breeding (trout), in addition to the use of inputs external to the natural system, no remains were observed archaeological sites in the evaluation area.

Keywords: contamination, evaluation, physicochemical parameters, flora, fauna.

INTRODUCCIÓN

El conocer cuál es el impacto ambiental que produce una actividad económica de tanta importancia y magnitud en el lago Titicaca, como es la crianza de trucha en jaulas flotantes, se justifica para prevenir futuros problemas ambientales de gran magnitud, considerando el acelerado crecimiento de esta actividad que se realiza en casi la totalidad de zonas circunlacustres de este cuerpo de agua (Chura & Mollocondo, 2009).

Se debe entender que, si no se conoce la magnitud de un impacto en el ambiente, no será posible proponer las acciones de mitigación correspondientes, por lo que se requiere una evaluación de impacto ambiental bajo criterios científicos. En nuestro caso de estudio se parte de la suposición de un impacto ambiental evidente, puesto que toda actividad antrópica que incluye ingreso de diferentes insumos debe producir por lo general efectos negativos en el ambiente (Gomez, 2017), bajo esta suposición es necesario una evaluación objetiva de la situación de los componentes bióticos y abióticos del ambiente en el cual se desarrolla esta actividad.

Es así que los resultados de esta evaluación servirán de base para la toma de decisiones sobre los aspectos normativos que deben regir este tipo de actividad productiva, como por ejemplo la rotación de jaulas y el uso de mangas de retención de residuos en el fondo de las estructuras, acciones que permitirían una reducción importante del impacto sobre el ambiente acuático, por otro lado la investigación servirá como un antecedente teórico para la formulación de otros estudios relacionados a este tema de tanta influencia.

El informe presenta una estructura donde el primer capítulo trata del planteamiento del problema, en donde se desarrolla los antecedentes y objetivos, mientras en el segundo capítulo se presenta el marco teórico, conceptual, así como las hipótesis de la investigación, a partir de ellos se sustenta de manera teórica y conceptual el tema de investigación. En el capítulo tres se presenta el desarrollo metodológico de la

investigación donde se detalla la zona de estudio, el tamaño de muestra, los métodos y técnicas, las variables de estudio y el análisis estadístico utilizado. En el capítulo cuarto se presenta la exposición de los resultados, donde se presentan y analizan las tablas y figuras necesarias por cada objetivo, adicionalmente contiene las discusiones de los mismos con la teoría y antecedentes, finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones, además de la bibliografía utilizada en el desarrollo de este informe, además de los anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de peces se ha constituido en una actividad de suma importancia como alternativa a la pesca tradicional, volviéndose en una fuente importante de alimento proteico para la población humana (FAO, 2014), sin embargo, como cualquier otra actividad productiva y económica requiere de insumos y materiales para su implementación y funcionamiento, es por ello que la crianza de cualquier especie íctica produce un efecto negativo sobre el ambiente en el cual se desarrolla (Flores, 2017).

En la región Puno, por contar con un recurso hídrico de gran importancia como es el lago Titicaca, se ha desarrollado de manera significativa la actividad de crianza de truchas en jaulas flotantes, de manera que a todo lo largo de sus riberas se observa instalaciones para tal fin con 46 mil toneladas al año (Montesinos, 2018), sin embargo el determinar si los efectos de esta actividad son perjudiciales para el ambiente, aún no han sido del todo esclarecidas hasta el momento, puesto que existe una capacidad de autodepuración importante de tan considerable cuerpo de agua.

Entre las potenciales sustancias perjudiciales que se produce como efecto de la truchicultura en jaulas flotantes en el lago Titicaca, se tiene al alimento no consumido y las heces producidas por los peces como efecto fisiológico de su crecimiento y desarrollo, así también en ciertos casos los residuos del faenamiento que se realizan en cercanías de los criaderos, que producen desechos como sangre, vísceras y otros restos que en muchos casos llegan a ser dispuestos en las aguas o cercanías, estas sustancias pueden producir incrementos importantes de algunos nutrientes como el nitrógeno, fósforo y otros, los cuales estarían alterando de manera significativa la calidad del agua, sobre todo en zonas donde la crianza es intensiva y se viene realizando por muchos años de forma continua (Buschmann, 2001).

Es así que el Centro Poblado de Huacani ubicado en la bahía de Pomata en la zona sur de la región Puno, se viene realizando por muchos años una fuerte y sostenida actividad de crianza de truchas, si bien se observan algunos efectos directos como la disminución de transparencia del agua y disminución de algunos componentes de la flora y fauna en esta zona, se requiere de un estudio a nivel científico y técnico que determine si existe algún grado de afectación del ambiente como efecto de la crianza de truchas en jaulas flotantes.

Al evidenciarse esta situación de la alteración del ambiente como efecto de la crianza de truchas, se propone la realización de un estudio sobre la evaluación de impacto ambiental de esta actividad, valorando tanto los componentes bióticos y abióticos que componen el medio ambiente, poniendo énfasis en la posible afectación al medio acuático en sus componentes físicos, químicos y microbiológicos.

Por lo cual formulamos los siguientes problemas:

Problema general

- ¿Cuál será el efecto en el ambiente producido por la crianza de trucha en jaulas flotantes en el distrito de Pomata, Centro Poblado Huacani en el 2021?

Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto en los parámetros físicos y químicos del agua, por la crianza de trucha en jaulas flotantes, en el distrito de Pomata Centro Poblado Huacani en el 2021?
- ¿Cuál será el efecto en los componentes biológicos por la crianza de trucha en jaulas flotantes, en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani en el 2021?
- ¿Cuál será el efecto componente cultural por la crianza de trucha en jaulas flotantes en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani en el 2021?

1.2. ANTECEDENTES

A nivel internacional

Buschmann (2001), manifiesta que el cultivo de los peces, como cualquier proceso productivo, tiene repercusiones en el ambiente acuático y del entorno en el cual se realiza, puesto que básicamente se distinguen tres componentes principales como son el ingreso al sistema de insumos, la transformación y la producción de un producto final, uno de los principales insumos que ingresan son el alimento, el cual no es consumido en su totalidad por los peces, por lo que una fracción de los mismos se acumulan en el fondo de las jaulas de crianza, así también se tienen antibióticos que son utilizados en la sanidad, hormonas y otras sustancias que si bien en menor cantidad también pueden causar impactos en la fauna natural de la zona de crianza. Los estudios señalan que alrededor del 60% del fósforo y 80% del nitrógeno que se utiliza en el proceso productivo son desechados hacia el cuerpo de agua, así también la introducción de ovas de otros

países, puede causar epidemias por falta de control sanitario, también se tiene un incremento de los desechos del faenamiento de los peces, en general se presenta una mayor contribución de la carga orgánica y que en el tiempo puede producir el efecto de eutrofización.

González (2017), al realizar una evaluación de las características del agua, considerando tres zonas y diferentes profundidades, encontrando diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), con lo cual se evidencia que existen cambios importantes en la calidad del agua como efecto de las actividades del proceso de crianza de peces, básicamente por los desechos que se producen en el mismo.

señala que los parámetros fisicoquímicos presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las tres áreas y sus profundidades demostrando que hay cambios en la calidad de agua en las áreas de cultivos. Los nutrientes presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) sólo entre áreas lo que demuestra la contaminación causada principalmente por el concentrado comercial y las heces de los peces. Mediante la identificación taxonómica de la macrofauna bentónica se identificaron las familias de macroinvertebrados Chironomidae, Thiaridae, Ampullariidae, Planaridae y Tubificidae indicadoras de aguas contaminadas y medianamente contaminadas, las cuales estuvieron presentes en las áreas 1 y 2 correspondiente a los cultivos, mientras que en el punto control se identificaron las familias hydrobiosidae e hydrachnidae indicadoras de aguas claras y no contaminadas; de igual forma las mayores diversidades y equidades se presentaron en las áreas 1 y 2 lo que establece el grado de intervención ambiental en las jaulas de cultivo. Los mayores porcentajes de materia orgánica y carbonatos de los sedimentos fueron en las jaulas de alevinaje y levante y engorde creando zonas de degradación orgánica que deterioran su calidad y la del agua debajo y en el medio circundante a las jaulas. El análisis discriminante indica que las variables pH, oxígeno disuelto, nitritos,

nitratos, diversidad de Shannon y equitatividad de Pielou como las de mayor influencia y que mayor grado de afectación reciben por parte de las producciones acuícolas presentando cambios ambientales importantes en el Lago Guamuez.

A nivel nacional

Meza (2019), de acuerdo a la escala del nivel de evaluación del desempeño ambiental y el Índice de Desempeño Ambiental de las Empresas se conoció el estado actual de la actividad de las 22 empresas analizadas el 18,18% tiene un nivel de desempeño ambiental bueno que se ajusta bien a la normativa vigente y realiza actividades ecoeficientes con posibilidades de mejora, el 54,54% tienen un nivel de desempeño ambiental regular con posibilidades de mejoras significativas y un 27,27% tienen un nivel deficiente ya que no se ajustan a las exigencias normativas vigentes y realizan actividades no ecoeficientes, no habiendo empresas con un nivel de desempeño ambiental muy bueno. El Índice de Desempeño Ambiental promedio de las empresas de la región Junín fue de 0,36 que corresponde a un nivel de desempeño ambiental regular pudiéndose así conocer el estado ambiental actual de la actividad piscícola en la Región Junín a través de los índices de evaluación de desempeño ambiental. Se recomienda evaluar los indicadores en periodos diferentes a fin de comprobar iniciativas de gestión y operación que mejoren las prácticas del cultivo de trucha y determinar indicadores de desempeño ambiental para otras especies acuícolas en otras partes del país.

Oré (2016), la investigación, tuvo como objetivo evaluar la contaminación de las aguas del río Chía por la actividad truchícola. Se establecieron tres estaciones de muestreo, la estación 1 en el paraje Ancal, la estación 2 en el paraje Uyluso, y la estación 3 en el paraje Intihuasi. En cada estación se midieron los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, como conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos totales disueltos (mg/l), turbidez (UNT), oxígeno disuelto (mg/l), dióxido de carbono (mg/l), alcalinidad total (mg/l), fosfato

(mg/l), cloro (mg/l), dureza total (mg/l), pH, nitrato (mg/l), temperatura (°C), coliformes totales (NMP/100 ml) y coliformes termotolerantes (NMP/100 ml) para evaluar la calidad del agua mediante los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (D. S. N° 015-2015-MINAM). Se colectaron macroinvertebrados bentónicos y se identificaron mediante claves taxonómicas hasta el nivel de familias, para determinar el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el índice de biótico para los Ríos del Norte del Perú - nPeBMWP para estimar el grado de contaminación del agua. Las familias reportadas en las tres estaciones fueron: Lumbriculidae, Physidae, Planorbidae, Hyalellidae, Libellulidae, Odontoceridae, Simuliidae y Notonectidae. En las tres estaciones, el índice de diversidad de Shannon-Wiener valoró el río Chía como, agua moderada o ligeramente contaminada; el índice biótico nPeBMWP clasificó como agua contaminada y de calidad biológica regular; y los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se hallaron dentro de los límites de los ECA-2015.

A nivel local

Gutiérrez (2018), indica que las zonas de producción truchícola en Chucuito, Juli y Pomata, presentan una eminente y elevada influencia directa – lineal, del manejo de la producción de trucha en el Impacto Ambiental, corroborado por los análisis cualitativos de las Evaluaciones de Impacto Ambiental mediante matrices de Leopold modificadas, en relación con las observaciones e interpretaciones de los indicadores ambientales en las zonas de estudio, corroborando, la influencia del manejo de la producción de trucha en el impacto ambiental de la región de Puno, se ideó y experimentó una mitigación ambiental, mediante mallas receptoras de sedimentos suspendidos; además reafirmando esta influencia se procedió a recolectar muestras del sustrato batimétrico a diferentes profundidades de sumersión. Posteriormente, se evaluaron tres principales parámetros fisicoquímicos en la producción de trucha, los cuales son: pH, oxígeno disuelto y

temperatura, estos fueron analizados con la prueba paramétrica de análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar. Finalmente, los resultados de las Evaluaciones de Impacto Ambiental de cada zona de estudio, indican que es posible seguir llevando adelante esta actividad acuícola; considerando siempre, medidas correctivas y de mitigación para los impactos negativos y medidas de optimización para los impactos positivos.

Vilca (2010), los resultados señalan que la temperatura del agua por esta actividad no es alterada, osciló entre 16.80 y 12.10 °C, mientras que la transparencia del agua se reduce hasta 3 m. en marzo en la zona de jaula. Esta actividad incrementa las concentraciones de amonio (de 0.26 a 1.72 mg/lit), dureza (de 364 a 367.22 mg/lit), dióxido de carbono (de 7.72 a 8.47 mg/lit), oxígeno disuelto (de 8.42 a 8.54 mg/lit), demanda bioquímica de oxígeno (de 3.58 a 7.98 mg/lit) y fósforos totales (de 0.21 a 0.35 mg/lit) respecto a la zona de testigo y están fuera de los rangos de los ECAs de aguas continentales, al aumentar el contenido de estos elementos en el agua crea un desequilibrio, como es la reducción de poblaciones de bentos (Moluscos e Hyrudineos), peces nativos, macrófitas sumergidas; el pH del agua se mantuvo estable (7.20-7.80) y dentro de los rangos de estándares ambientales (6.5- 8.5). Las macrófitas sumergidas son severamente afectadas encontrando únicamente a *Myriophyllum* en la zona de jaula con poca biomasa (0.049 Kg/m² en promedio) en la zona de recuperación se presentó con mayor biomasa *Potamogeton* con 1.150 Kg/m², seguido de *Chara* (0.925 Kg/m²) *Myriophyllum* con 0.309 Kg/m²; finalmente *Elodea* (0.81 Kg/m²) en la zona de testigo la mayor biomasa fue para *Chara* 1.097 Kg/m² y la menor biomasa en *Elodea* (0.84 Kg/m²), los cuales están dentro de los rangos reportados por Dejoux e Iltis (1991) excepto *Elodea*. Para los Quironómidos y Moluscos el impacto por esta actividad es negativo, pero con mayor intensidad para los moluscos haciendo que en la zona de jaula se vuelva una fosa para conchas de estos organismos, encontrando hasta 25,390 individuos muertos/m², la

paradoja es que favorece a dos especies estudiadas Amphypodos e Hyrudineos (incrementó la población en la zona de jaula de 23 a 29 Ind/m² y de 6 a 11 Ind/m² respecto a la zona de testigo).

1.3. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto en el ambiente producido por la crianza de trucha en jaulas flotantes en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani en el 2021.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de los parámetros físicos y químicos del agua, por la crianza de trucha en jaulas flotantes en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani, 2021.
- Analizar el efecto de la crianza de truchas en jaulas flotantes sobre el componente biológico en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani, 2021.
- Evaluar el efecto en el componente cultural por la crianza de trucha en jaulas flotantes en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani en el 2021.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Evaluación de impacto ambiental.

La evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es considerado como un procedimiento técnico, que tiene utilidad para realizar la prevención e identificación de los posibles efectos que presenten la realización de un proyecto productivo o de otro tipo sobre el ambiente en el cual se vayan a desarrollar, básicamente está diseñado como un instrumento de gestión (Oré, 2016).

Las metodologías y procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental, se basan en una fase inicial, a la identificación, luego a la predicción y evaluación de los impactos sobre el ambiente, la parte metodológica ha sido diseñada básicamente para medir tanto los impactos directos que involucran pérdida parcial o total de un recurso, o el deterioro de un componente del ambiente, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de otros potenciales (Gamonal, 2016).

2.1.2. Matriz de Leopold.

Esta metodología se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. Básicamente utiliza una matriz de información, en donde se posiciona en las columnas a las actividades que se realizarán durante la ejecución del proyecto o en su funcionamiento, se utiliza una serie de puntuaciones para realizar las valoraciones de los impactos, estos pueden ser positivos y negativos sea la acción que se realice sobre el ambiente o entorno (Gutiérrez, 2018).

Se debe entender que el impacto ambiental es considerado como todas aquellas acciones realizadas por el ser humano, que alteran el equilibrio natural del ambiente en sus distintos aspectos, por tanto, son considerados como acciones de origen antrópico, en el caso de los sistemas de crianza de truchas, se considera a la fase de instalación de las jaulas, al proceso de crianza y también a la cosecha y su posible transformación en subproductos.

Los tipos de impacto ambiental se pueden categorizar de acuerdo al tiempo de duración de sus efectos en un lugar determinado, es por ello que por su naturaleza pueden ser Persistentes, Temporales, Reversibles e Irreversibles. Se debe entender que la mayor parte de las actividades económicas de origen antropogénico producen algún tipo de impacto negativo (Gutiérrez, 2018).

2.1.3. Crianza de truchas en jaulas en el lago Titicaca

La instalación de las primeras jaulas flotantes modernas en el lago Titicaca data de finales de los años 70 del siglo pasado, donde las jaulas eran de 50 m de largo, 25 m de ancho y 7 m de profundidad, donde se realizó una primera siembra de 50 000 alevines con resultados muy alentadores. Sin embargo, este tipo de jaulas difieren mucho de las actuales en su diseño y no tuvieron éxito por el manejo que implicaban, es decir instalación, construcción y limpieza. Predominando en la actualidad jaulas cuadradas

“artesanales” de 5 m de largo, 5 m de ancho y 3 m de profundidad, seguido de las jaulas “semi-artesanales” de estructuras metálicas de 6 m de largo por 6 m de ancho y de jaulas octogonales (empresa Laguna Lagunillas). Y finalmente, se viene utilizando las jaulas metálicas “industriales” de 10 x 10 m, son utilizadas por la Empresa Piscifactoría Los Andes SAC (Acora) y River Fish SAC (Juli) (Chura & Mollocondo, 2009).

La capacidad y densidad de producción de trucha arco iris en las jaulas artesanales es de 800 kg y una densidad de 30 kg/m²; las semi-artesanales de 2 t y 50 kg/m² y las industriales se puede llegar a producir hasta 6 t y una densidad de carga de 60 kg/m². La comercialización del producto varía por el peso y tamaño solicitado por el mercado, llegando a producir truchas de 250 g, 300 g, ½ kg y 1 kilo en 5, 6, 7-8 y 9 meses, respectivamente. La presentación del producto varía según el tamaño del pez, siendo los ejemplares grandes y medianos de tipo entero y filete; los peces pequeños de tipo entero (Chura & Mollocondo, 2009).

2.1.4. Parámetros físicos y químicos del agua

a. Conductividad

La mayor conductividad eléctrica en el agua está en relación a las sales disueltas, las mismas que se descomponen en iones cargados positivamente y negativamente, por tanto, la conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos en la misma, por lo general los iones más positivos son sodio (Na⁺), calcio (Ca⁺²), potasio (K⁺) y magnesio (Mg⁺²) (Calsín, 2016).

b. Temperatura

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas, mientras que las temperaturas

anormalmente elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos (Escobar, 2019).

c. Sólidos disueltos totales

Los sólidos en suspensión son productos de la erosión de los suelos, detritus orgánico y plancton, la materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición y pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua y pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional (Escobar, 2019).

d. Turbidez

La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1.000 nm de diámetro, de esta manera una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias (Aurazo, 2004).

a. pH o índice de hidrógeno

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica; y neutra si el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales. (Escobar, 2019).

2.1.5. Límites Máximos Permisibles de aguas continentales

En el Perú el organismo encargado de realizar el monitoreo de la calidad del agua es la Autoridad Nacional del Agua.

Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de calidad física y química de agua en lagos y lagunas

Parámetros	Unidad de medida	L.M.P
Oxígeno disuelto	O ₂	5
pH	Valores de pH	6.5-8.5
Conductividad	uS/cm	1500
Cloruros	Mg/Cl	250
Sulfatos	Mg/SO ₄	250
Dureza total	Mg/CaCo ₃	500
Nitratos	NO ₃	50

Fuente: (DIGESA, 2011)

2.1.6. Factores biológicos y culturales

La evaluación de la presencia de la macrofauna bentónica en los sedimentos influenciados por jaulas de cultivos de peces son de mucha importancia para determinar el estado del proceso de contaminación de un cuerpo de agua, puesto que muchas de las familias de especies que habitan en estos ecosistemas, se encuentran adaptadas a ciertos niveles de contaminación como producto de dicha actividad, siendo algunas de ellas tolerantes y otras sensibles a la presencia de nutrientes y materia orgánica que son los principales componentes de contaminación.

Para obtener un valor de referencia que sea comparable, se utilizan diferentes índices de diversidad que incorporan tanto la riqueza como la abundancia de especies como un factor de evaluación comunitaria, los mismos que permiten evaluar el estado actual de la fauna como efecto de la contaminación (González, 2017).

Índice de diversidad de Shannon-Weaver: Es un índice de medida de la diversidad biológica, que permite tener una valoración conjunta de la riqueza de especies en el lugar de evaluación, así como la abundancia de las especies, se la considera útil para evaluaciones muestrales, toma valores cercanos a cero cuando se evidencia la presencia de una sola especie, mientras que toma valores elevados cuando existe una distribución homogénea de los individuos para cada especie, suponiendo que esta es una condición de equidad y de estabilidad de la comunidad (López, 1998).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Ambiente: El medio ambiente es el entorno que afecta a los seres vivos y que condiciona sus circunstancias vitales, así como las condiciones físicas, económicas, culturales, etc. de un lugar, de un grupo en un momento dado.

Crianza: Actividad económica de carácter primario, donde se cuida, alimenta y reproduce animales domésticos con fines de producción para autoconsumo o comercialización.

Impacto ambiental: Actividad humana que produce un efecto sobre el medio ambiente, con la alteración del equilibrio natural del ambiente. Algunos de los impactos ambientales más frecuentes son: contaminación del aire. contaminación de las aguas y el suelo.

Jaulas: proceso controlado de crecimiento y engorde de peces en altas densidades en estructuras controladas en un cuerpo de agua, construidos en base de redes u otro material que le den esa condición, donde todo el alimento requerido por el pez es externo al medio.

Trucha: pez que habita en ríos, lagos y lagunas de la sierra peruana está disponible todo el año, reconocida por su buen sabor e importantes propiedades nutricionales, la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) es un pez de agua fría, que habita en ríos, lagos y lagunas de la sierra peruana.

2.3. HIPÓTESIS

Hipótesis general

La crianza de trucha en jaulas flotantes genera efectos adversos en los componentes ambientales agua y biológico en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani en el 2021.

Hipótesis específicas

- La crianza de truchas en jaulas flotantes altera los parámetros físicos y químicos del agua en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani.
- La crianza de truchas en jaulas flotantes altera el componente biológico en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani.
- La crianza de truchas en jaulas flotantes altera el componente cultural en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El estudio de impacto ambiental se ejecutó en la bahía de Pomata, específicamente en el Centro Poblado de Huacani, en este Centro Poblado se viene realizando la crianza de truchas en jaulas por muchos años de forma continuada con tecnología de jaulas flotantes (Gamonal, 2016), por lo que es una zona representativa de la realización de esta actividad dentro del lago Titicaca.

En lo ambiental: la zona de estudio presenta una fuerte presión sobre el ambiente natural del lago Titicaca, por varios años se realizó en esta zona la crianza de truchas en jaulas, en las mismas se evidencia que el alimento no consumido y las heces de los peces se vienen acumulado en forma de sedimentos, lo que podría estar produciendo cambios en los parámetros físicos y químicos del agua.

En el aspecto social: la población en este Centro Poblado tiene como una de sus actividades económicas principales la agricultura y ganadería, mientras que en los últimos quince años se ha venido incrementando la crianza de truchas en jaulas flotantes y es una importante fuente de ingresos económicos para los pobladores de esta zona.

En el aspecto cultural: El ámbito de estudio, se caracteriza por pertenecer a la cultura aymara y su población habla esta lengua además del castellano, su cultura está fuertemente asociada con la madre tierra y el agua, como los ejes fundamentales de su cosmovisión.



Figura 1.Ubicación geográfica de la zona de estudio

(Fuente: Google maps)

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

Población: La población se delimita como la totalidad del ambiente de la bahía de Pomata en donde se realiza la crianza de trucha en jaulas flotantes 99.74 Has.

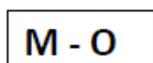
Muestra: Se tomará como muestra el ámbito del Centro Poblado de Huacani dedicado a la crianza de trucha en jaulas flotantes cuadradas, soldados (galvanizados) en un área de 25 Has.

3.3. MÉTODO Y MATERIALES

Tipo de investigación: La investigación según la taxonomía, se halla dentro del nivel descriptivo, puesto que busca evaluar y determinar la condición ambiental de la zona de estudio, sin modificar ninguna de las variables de estudio (Hernández *et al*, 2018).

Diseño de investigación: Se utilizó un diseño descriptivo simple, el cual se caracteriza porque se realiza el levantamiento de información a partir de una muestra que contenga la información relacionada con la evaluación de impacto ambiental, bajo las condiciones actuales (Hernández *et al*, 2018).

Esquema:



Donde:

M: Muestra.

O: Información (observaciones) relevante o de interés que recogemos de la muestra.

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Primer objetivo: evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua.

Recolección de muestras de agua

Se inició con la preparación de envases descartables y frascos de muestreo debidamente esterilizados antes del proceso de toma de muestra, siguiendo el protocolo establecido por la Autoridad Nacional del Agua.

Posteriormente se realizó la toma de muestra del agua superficial de los puntos de muestreo (repeticiones).

Los frascos fueron transportados en un cooler de plástico con adición de hielo en su interior para una adecuada conservación de las muestras.

En la parte interior del cooler se colocó etiquetas de identificación, cuyos datos fueron:

- Identificación del punto de muestreo (coordenadas geográficas).
- Fecha y hora de colecta de la muestra
- Temperatura del agua al momento de toma de muestra
- Nombre y firma de la persona que hizo el muestreo.
- Observaciones de ser el caso

En el laboratorio de calidad ambiental, las muestras fueron conservadas a temperatura de refrigeración hasta el procesamiento de los análisis respectivos.

El diseño de toma de muestras fue el siguiente:

Tabla 2. Diseño de la toma de muestras

Muestra	C.P. Huacani	Control
Estación 1	1	1
Estación 2	1	1
Estación 3	1	1
Estación 4	1	1
Total	4	4

En total se tomó 8 muestras en la zona de estudio, cuatro de ellas en la misma zona de crianza de truchas en jaulas y las restantes en puntos fuera de dicho sector, donde no se realiza la crianza de trucha y se considera como el estado de homeostasis del sistema acuático, el mismo que permitió realizar una contrastación de los resultados finales.

a. Parámetros físicos

Conductividad eléctrica

Fundamento: las unidades son micro Siemens/cm, la medición se realiza mediante electrodos que miden la conductancia de la muestra, la cual se multiplica por una constante (k) de cada celda en particular, con lo cual se transforma en conductividad en S/cm. Procedimiento: Se verterá 50 mL de la muestra en un vaso de precipitado, luego se introduce el electrodo del conductímetro, para luego tomar nota del valor que se registra en la pantalla del equipo.

Temperatura

Fundamento: se realizó de forma directa en °C, el sensor utilizado para la compensación automática de temperatura, normalmente no necesita una calibración previa, sin embargo, de ser necesario, se puede calibrar el sensor por comparación con un sistema certificado de temperatura.

Sólidos totales disueltos

Fundamento: se realizó por medición directa, se mide el total de sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos), los sólidos disueltos pueden afectar negativamente la calidad de un cuerpo de agua de muchas formas. Un agua con un alto contenido de sólidos totales disueltos, puede afectar la transparencia y ser consumida inducir una reacción fisiológica adversa. Procedimiento Se colocará en un vaso de precipitado 40 mL de la muestra de agua, luego se introducirá el electrodo del conductímetro, se presiona dos veces la tecla Mode hasta la estabilización del equipo, para realizar la anotación del valor.

Turbidez

Fundamento: El método nefelométrico se fundamenta en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas, con la intensidad de la luz dispersada por una solución patrón de referencia bajo idénticas condiciones, mientras más se disperse la luz mayor será la turbiedad de la muestra de agua. El equipo empleado es un turbidímetro (nefelómetro), el cual obtiene la lectura directa de turbiedad en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

Procedimiento: Se limpió la celda con papel tissue y se adicionaron 25 mL de la muestra en las celdas específicas para turbidímetro. El resultado (NTU), se obtendrá de forma directa en la pantalla del equipo y se anotará el valor más alto de una serie de lecturas.

b. Parámetros químicos

Potencial de hidrogeniones (pH)

Fundamento: Con el método potenciométrico solo se determina si el agua es ácida, neutra o básica. Una solución que tenga pH menor a 7 es considerada ácida, la que tenga pH equivalente a 7 es neutra y, si el pH es mayor que 7, la solución es alcalina.

Procedimiento: Se verterá 40 mL de la muestra en un vaso de precipitado, seguidamente se introducirá el electrodo del potenciómetro, finalmente los datos se registran en la pantalla del equipo.

3.4.2. Segundo objetivo: efecto ambiental en los parámetros biológicos

La parte biológica del ambiente está formada básicamente por la flora y fauna del ambiente en donde se realizó la evaluación de impacto ambiental, en ambientes acuáticos que están formados básicamente por diversas especies de algas y macrofitas, mientras que en el componente faunístico se tiene diversos organismos tanto de la columna del agua como del bentos (fondo) del cuerpo de agua (Meza, 2019).

Puesto que se realizó una evaluación a nivel comunitario tanto de la flora y fauna, para la evaluación ambiental se utilizaron índices que miden la diversidad, los mismos que consideran los dos componentes que la conforman, es decir la riqueza de especies y sus abundancias, con estos dos valores se obtienen índices que pueden ser comparables, siempre y cuando las técnicas de los muestreos sean las mismas.

3.4.3. Tercer objetivo: efecto ambiental en el aspecto cultural

Se realizó un inventario del patrimonio cultural que podría existir en la zona de evaluación, las dimensiones fueron la presencia de restos arqueológicos y tecnología tradicional relacionado a las prácticas de la pesca y otras. La evaluación fue de forma nominal es decir si existen o no.

3.4.4. Matriz de impacto ambiental

El proceso productivo de la crianza de peces en diversos sistemas hídricos, debe utilizar en lo posible tecnologías y productos que tengan el menor impacto negativo posible sobre el ambiente, en este caso el cuerpo de agua del lago Titicaca en la zona específica del Centro Poblado de Huacani en la bahía de Pomata.

Sin embargo, toda actividad conlleva impactos en el ambiente, por lo cual es necesario elaborar una categorización de impactos en donde se demuestre cuáles son esos impactos provocados por el sistema productivo de crianza de truchas, identificando aquellos que son negativos y también los positivos. Además, se debe realizar una serie de recomendaciones para la mitigación de aquellos efectos, con acciones específicas para su implementación en este sistema productivo (Gamonal, 2016).

3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Operacionalización de variables

Variable independiente	Dimensión	Indicador	Índice
Crianza de trucha en jaulas			
Variable dependiente	Dimensión	Indicador	Índice
	Parámetros físicos	<ul style="list-style-type: none"> ● Conductividad ● Temperatura ● Oxígeno 	<ul style="list-style-type: none"> uS/cm °C Mg/l
	Parámetros químicos	<ul style="list-style-type: none"> ● pH ● Sulfatos ● Nitratos ● Cloruros ● Dureza total 	<ul style="list-style-type: none"> Unidades de pH Mg/SO₄ Mg/NO₃ Mg/Cl Mg/CacO₃
Impacto ambiental			
		Variabilidad	Índice diversidad Shannon-Wiener
	Parámetros biológicos	Riqueza de especies	
		Abundancia	
	Fauna	Tecnología tradicional	Presencia/Ausencia
		Restos arqueológicos	
	Cultura		

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EFECTO EN EL AGUA, EVALUADO EN PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS, POR LA CRIANZA DE TRUCHA EN JAULAS FLOTANTES EN EL DISTRITO DE POMATA CENTRO POBLADO DE HUACANI, 2021.

Tabla 3. Evaluación del pH en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.

pH	C.P. Huacani (Jaulas)	Control
Muestra 1	8.372	7.850
Muestra 2	8.372	7.849
Muestra 3	7.927	8.384
Muestra 4	7.926	8.383
Media	8.150	8.120
D.E.	0.260	0.310
LMP	6.5 - 8.5	-

En la Tabla 3, se observa la evaluación de los valores de pH del agua para la zona de crianza de trucha en jaulas flotantes en el Centro Poblado de Huacani, siendo en

promedio de 8.15 unidades con desviación estándar de 0.26, mientras que en la zona control el pH fue de 8.12 unidades y desviación estándar de 0.31, no se evidencia que este parámetro muestre alguna variación importante debido a la crianza de trucha en jaulas flotantes.

Respecto al Límite Máximo Permisible (LMP) de pH del agua para esta categoría que es de 6.5 a 8.5 unidades, los valores reportados en la evaluación se encuentran dentro de este límite, por lo que no se considera que exista afectación del agua respecto a este parámetro.

Al respecto González (2017), indica que el pH es uno de los parámetros de mayor influencia y que mayor grado de afectación reciben por parte de las producciones acuícolas, sin embargo, en el presente estudio reportamos una estabilidad del pH en la zona de crianza y el control, atribuible al gran volumen de agua que aminora la magnitud de los efectos en este parámetro.

Al respecto Vilca (2010), señala que el pH del agua se mantuvo estable (7.20-7.80) y dentro de los rangos de estándares ambientales, esto también para una zona de crianza de truchas en jaula en el lago Titicaca, esto indica que el pH no presenta variaciones apreciables en zona de crianza y el control.

Tabla 4. Evaluación de la conductividad eléctrica (us/cm) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.

Conductividad eléctrica	C.P. Huacani	Control
Muestra 1	1381.00	1380.00
Muestra 2	1381.00	1380.00
Muestra 3	1318.00	1344.00
Muestra 4	1318.00	1344.00
Media	1349.50	1362.00
D.E.	36.37	20.78
LMP	1500.00	

En la Tabla 4, se observa la evaluación de los valores de conductividad eléctrica del agua para la zona de crianza de trucha en jaulas flotantes en el Centro Poblado de Huacani, siendo en promedio de 1349.50 us/cm con desviación estándar de 36.37, mientras que en la zona control la conductividad fue de 8.12 us/cm y desviación estándar de 20.78, no se evidencia que este parámetro muestre alguna variación importante debido a la crianza de trucha en jaulas flotantes.

Respecto al Límite Máximo Permisible (LMP) la conductividad del agua para esta categoría que es de 1500 us/cm, los valores reportados en la evaluación se encuentran dentro de este límite, por lo que no se considera que exista afectación del agua respecto a este parámetro.

Al respecto Oré (2016), indica que se analizó este parámetro en tres zonas de crianza de truchas, no encontrando diferencias de la conductividad eléctrica y otros parámetros dentro del ámbito de estudio, sin embargo los indicadores biológicos si evidenciaron

problemas de contaminación, por lo cual señalamos que la conductividad no es un indicador específico para procesos de contaminación por actividad truchicola.

Tabla 5. Evaluación de la dureza total (mg/CacO₃) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.

Dureza total	C.P. Huacani	Control
Muestra 1	1320.00	1380.00
Muestra 2	1320.00	1380.00
Muestra 3	1680.00	1120.00
Muestra 4	1680.00	1120.00
Media	1500.00	1250.00
D.E.	207.85	150.11
LMP	500.00	-

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 5, se observa la evaluación de los valores de dureza total del agua para la zona de crianza de trucha en jaulas flotantes en el Centro Poblado de Huacani, siendo en promedio de 1500.00 mg/CacO₃ con desviación estándar de 207.85, mientras que en la zona control la dureza total fue de 1250.00 mg/CacO₃ y desviación estándar de 150.11, no se evidencia que este parámetro muestre alguna variación importante debido a la crianza de trucha en jaulas flotantes.

Respecto al Límite Máximo Permissible (LMP) la dureza total del agua para esta categoría que es de 500 mg/CaCO₃, los valores reportados en la evaluación se encuentran dentro de este límite, por lo que no se considera que exista afectación del agua respecto a este parámetro.

Se reconoce que las aguas del lago Titicaca son duras, es decir con elevadas concentraciones de carbonatos de calcio, por lo que este valor por encima del límite, sería atribuible al origen del lago más que a la actividad de crianza de truchas en la zona de estudio.

Tabla 6. Evaluación del oxígeno disuelto (mg/L) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.

Oxígeno disuelto	C.P. Huacani	Control
Muestra 1	4.40	4.00
Muestra 2	4.40	4.00
Muestra 3	3.90	4.30
Muestra 4	3.90	4.30
Media	4.15	4.15
D.E.	0.29	0.17
LMP	5	-

En la Tabla 6, se observa la evaluación de los valores de oxígeno disuelto del agua para la zona de crianza de trucha en jaulas flotantes en el Centro Poblado de Huacani, siendo en promedio de 4.5 mg/L con desviación estándar de 0.29, mientras que en la zona control el oxígeno disuelto fue de 4.15 mg/L y desviación estándar de 0.17, no se evidencia que este parámetro muestre alguna variación importante debido a la crianza de trucha en jaulas flotantes.

Respecto al Límite Máximo Permisible (LMP) el oxígeno disuelto del agua para esta categoría que es de 5 mg/L, los valores reportados en la evaluación se encuentran

ligeramente por debajo de este límite, por lo que no se considera que exista afectación del agua respecto a este parámetro.

Para este parámetro Vilca (2010) para la zona del estrecho de Tiquina, reporta oxígeno disuelto de 8.42 a 8.54 mg/lit, valores que son superiores a los reportados en el presente estudio, sin embargo no se pudo distinguir diferencias entre la zona de crianza y el control, por lo que el relativo bajo nivel de oxígeno disuelto es una condición general de la zona de la evaluación.

Tabla 7. Evaluación de cloruros (mg/L) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.

Cloruros	C.P. Huacani	Control
Muestra 1	297.86	290.77
Muestra 2	297.86	290.77
Muestra 3	290.77	297.86
Muestra 4	290.77	297.86
Media	294.32	294.32
D.E.	4.09	4.09
LMP	250	-

En la Tabla 7, se observa la evaluación de los valores de cloruros del agua para la zona de crianza de trucha en jaulas flotantes en el Centro Poblado de Huacani, siendo en promedio de 294.32 mg/L con desviación estándar de 4.09, mientras que en la zona control los cloruros fueron de 294.32 mg/L y desviación estándar de 4.09, no se evidencia que este parámetro muestre alguna variación importante debido a la crianza de trucha en jaulas flotantes.

Respecto al Límite Máximo Permisible (LMP) para cloruros del agua para esta categoría que es de 250 mg/L, los valores reportados en la evaluación se encuentran ligeramente por encima de este límite, sin embargo, no se considera que exista afectación del agua respecto a este parámetro.

Tabla 8. Evaluación de sulfatos (mg/L) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.

Sulfatos	C.P. Huacani	Control
Muestra 1	103.74	117.67
Muestra 2	103.74	117.67
Muestra 3	103.74	103.74
Muestra 4	103.74	103.74
Media	103.74	110.71
D.E.	0.00	8.04
LMP	250	

En la Tabla 8, se observa la evaluación de los valores de sulfatos del agua para la zona de crianza de trucha en jaulas flotantes en el Centro Poblado de Huacani, siendo en promedio de 103.74 mg/L con desviación estándar de 0.00, mientras que en la zona control los sulfatos fueron de 110.71 mg/L y desviación estándar de 8.04, no se evidencia que este parámetro muestre alguna variación importante debido a la crianza de trucha en jaulas flotantes.

Respecto al Límite Máximo Permisible (LMP) para sulfatos del agua para esta categoría que es de 250 mg/L, los valores reportados en la evaluación se encuentran por debajo de este límite, no se considera que exista afectación del agua respecto a este parámetro.

Tabla 9. Evaluación de nitratos (mg/L) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.

Nitratos	C.P. Huacani	Control
Muestra 1	62.00	18.60
Muestra 2	62.00	17.36
Muestra 3	37.20	12.40
Muestra 4	35.96	12.40
Media	49.29	15.19
D.E.	14.68	3.26
LMP	50	-

En la Tabla 9, se observa la evaluación de los valores de nitratos del agua para la zona de crianza de trucha en jaulas flotantes en el Centro Poblado de Huacani, siendo en promedio de 49.29 mg/L con desviación estándar de 14.68, mientras que en la zona control los nitratos fueron de 15.19 mg/L y desviación estándar de 3.26, se evidencia que este parámetro muestre una variación importante debido a la crianza de trucha en jaulas flotantes.

Respecto al Límite Máximo Permisible (LMP) para nitratos del agua para esta categoría que es de 50 mg/L, los valores reportados en la evaluación se encuentran por debajo de este límite, se considera que existe afectación del agua respecto a este parámetro. Como efecto de la crianza de trucha en jaulas flotantes.

Al respecto González (2017), indica que la concentración de los nitratos son un indicador de la contaminación producida por la actividad de crianza de peces, esto debido al aporte de nitrógeno en el alimento no consumido y las propias heces de los peces, por lo que

este si es considerado un parámetro de importancia para evaluar el efecto de la crianza de trucha en jaulas flotantes.

4.2. EFECTO EN EL COMPONENTE BIOLÓGICO POR LA CRIANZA DE TRUCHA EN JAULAS FLOTANTES EN EL DISTRITO DE POMATA CENTRO POBLADO DE HUACANI, 2021.

Tabla 10. Evaluación de algas (Kg/m²) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.

Algas	C.P. Huacani		Control	
	Kg/m ²	%	Kg/m ²	%
Myriophyllum	0.064	18.75	0.874	23.91
Potamogeton	0.235	68.83	1.054	28.83
Chara	0.00	0.00	0.987	27.00
Elodea	0.0424	12.42	0.741	20.27
Total	0.3414	100.00	3.656	100.00

En la Tabla 10, se muestra la evaluación de las algas en la zona de crianza de truchas y una zona control, en la zona de crianza de truchas (Centro Poblado de Huacani) se observó el predominio de Potamogeton con el 68.83%, además la riqueza de especies fue de tres especies, mientras que en la zona Control se observó la presencia de cuatro especies y la distribución fue más homogénea, así se obtuvo el alga Chara con el 27%.

Los resultados evidencian que, en el caso de la zona de crianza de truchas, se tiene un efecto de los años que se viene realizando esta actividad, puesto que las algas presentes en la zona presentaron una capa de detritus provenientes de los restos de alimento y

deyecciones de los peces, además del predominio de una especie con mayor biomasa (Potamogeton).

Vilca (2010), señala que en su estudio identificó que las algas sumergidas son afectadas por la crianza de truchas en jaulas, algunas de ellas desarrollan con mayor abundancia y otras que no se adaptan a la contaminación tiende a reducir su biomasa e incluso desaparecer en casos extremos.

Tabla 11. Evaluación de macroinvertebrados (Ind/m²) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.

Macroinvertebrados	C.P. Huacani		Control	
	Ind/m ²	%	Ind/m ²	%
Littoridina	10	6.67	2	3.39
Taphius	13	8.67	5	8.47
Hyaella	60	40.00	30	50.85
Helobdella	67	44.67	14	23.73
Pisidium	0	0.00	8	13.56
Total	150	100.00	59	100.00

En la Tabla 11, se muestra la evaluación de macroinvertebrados tanto de la zona de crianza de trucha como el control, en la zona primera se obtuvo 4 especies presentes y se observó el predominio de Helobdella con el 44.67%, este hirudineo es considerado un indicador de contaminación por eutrofización del agua, mientras que en la zona control se obtuvo el predominio de Hyaella con 50.85%.

Los resultados indican evidencias que se produce un efecto de eutrofización por exceso de nutrientes en la zona de crianza de truchas, la cual proviene del alimento no

consumido y las deyecciones de los peces que se acumulan por el tiempo que las jaulas ya se hallan por años en la zona.

Vilca (2010), señala que los moluscos son afectados de manera negativa por la crianza de truchas en jaulas flotantes, mientras que favorece al desarrollo de Amphipodos e Hirudineos que incrementaron la población en la zona de jaulas en comparación al testigo, los resultados del presente estudio también evidencian un mayor incremento de hirudineos en la zona de jaulas (*Helobdella*) así como también de *Hyaella*.

Tabla 12. Índice de diversidad índice de Shannon-Wiener (H) para macroinvertebrados (Ind/m^2) en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.

Zona	C.P. Huacani	Control
Riqueza de especies	4	5
Índice de diversidad	1.12	1.28

En la Tabla 12, se muestra el análisis de la biodiversidad mediante el índice de Shannon-Wiener, el cual tiene un valor de 1.12 para la zona de crianza de truchas y para la zona control con 1.28, lo cual demuestra que la diversidad se ha reducido en la zona de jaulas de crianza, esto se explica por la mayor riqueza de especies y una distribución homogénea de los macroinvertebrados.

Al respecto Oré (2016), indica que el análisis de diversidad de Shannon-Wiener valoró el río Chía como, agua moderada o ligeramente contaminada; en el presente estudio se determinó un mayor índice en la zona control, evidenciando que la diversidad de los macroinvertebrados se ve afectada por la crianza de truchas, atribuible al proceso de

eutrofización que disminuye la riqueza de especies y reduce algunas poblaciones en desmedro de otras menos tolerantes a dichos cambios.

4.3. EFECTO EN EL COMPONENTE CULTURAL POR LA CRIANZA DE TRUCHA EN JAULAS FLOTANTES EN EL DISTRITO DE POMATA CENTRO POBLADO DE HUACANI EN EL 2021.

Tabla 13. Efecto en el componente cultural en zona de crianza de trucha en jaulas flotantes del Centro Poblado de Huacani y Control, Pomata 2021.

Componente cultural	SI	NO
Tecnología tradicional	x	
Restos arqueológicos		x

En la Tabla 13, la evaluación señala que respecto a la tecnología tradicional si se ha modificado por la crianza de trucha en jaulas flotantes, puesto que la tecnología fue adquirida de manera externa, así también los insumos tanto para la construcción como funcionamiento de las mismas es externo. Así también la especie criada es introducida y ha modificado la tradicional tecnología de la pesquería de la zona.

Respecto a la presencia de restos arqueológicos, no se ha observado la presencia de los mismos en la zona de estudio, por lo que se considera que no se ha producido afectación por la crianza en jaulas flotantes.

4.4. PRUEBAS DE HIPÓTESIS

a. Hipótesis específica 1

Planteamiento:

Ha: La crianza de truchas en jaulas flotantes altera los parámetros físicos y químicos del agua en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani.

H0: La crianza de truchas en jaulas flotantes no altera los parámetros físicos y químicos del agua en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani.

Estadística de prueba:

Se utilizó la prueba estadística no paramétrica de Chi cuadrado de bondad de ajuste que permite comparar un conjunto de frecuencias observadas y otras esperadas, para determinar si ambas distribuciones son diferentes, utiliza como nula una distribución uniforme en las categorías analizadas.

Nivel de confianza:

Se utilizó un nivel de confianza del 95 % ($\alpha=0.05$).

Resultados:

Parámetros	Observado (%)	Esperado (%)
Afectados	42.86	0
Normal	57.14	100

Chi squared

Rows, columns: 2, 2 Degrees freedom: 1

Chi2: 18.37 p (no assoc.): 0.000001

Los resultados indican que existe diferencia estadística significativa ($p=0.000001$), de lo cual se aprueba la hipótesis alterna, es decir: La crianza de truchas en jaulas flotantes altera los parámetros físicos y químicos del agua en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani.

b. Hipótesis específica 2

Planteamiento:

Ha: La crianza de truchas en jaulas flotantes altera el componente biológico en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani.

H0: La crianza de truchas en jaulas flotantes no altera el componente biológico en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani.

Estadística de prueba:

Se utilizó la prueba estadística de Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H), que obtiene un valor adimensional para calcular la diversidad, un valor mas alto que otro indica una mayor diversidad y por tanto estabilidad.

Nivel de confianza:

Se utilizó un nivel de confianza del 95 % ($\alpha=0.05$).

Resultados:

Zona	Centro Poblado de Huacani	Control
Riqueza de especies	4	5
Índice de diversidad	1.12	1.28

Los resultados indican que existe diferencia estadística significativa, puesto que en el Centro Poblado de Huacani que es la zona de crianza de truchas en jaulas flotantes, se tiene un valor menor al control, es decir se aprueba que la crianza de truchas en jaulas flotantes altera el componente biológico en el distrito de Pomata C.P Huacani.

c. Hipótesis específica 3

Planteamiento:

Ha: La crianza de truchas en jaulas flotantes altera el componente cultural en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani.

H0: La crianza de truchas en jaulas flotantes no altera el componente cultural en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani.

Decisión:

Componente cultural	SI	NO
Tecnología tradicional	x	
Restos arqueológicos		x

Puesto que se observa que la tecnología tradicional se ve afectada por la crianza de truchas en jaulas flotantes, el enfoque cualitativo permite probar la hipótesis planteada en el estudio: La crianza de truchas en jaulas flotantes altera el componente cultural en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se concluye que el parámetro fisicoquímico que se encuentra afectado por la crianza de truchas en jaulas flotantes en el distrito de Pomata Centro Poblado Huacani, es la concentración de nitratos que fue de 49.29 mg/L en la zona de crianza y de 15.19 mg/L en la zona Control.

SEGUNDA: Se determinó que existe efecto negativo en el componente biológico (flora) por la crianza de trucha en jaulas flotantes en el distrito de Pomata Centro Poblado de Huacani, con un mayor desarrollo del alga Potamogeton en la zona de crianza y con menor riqueza de especies (4) comparado con el control (5 especies), la fauna de macroinvertebrados muestra la dominancia de Helobdella en la zona de crianza, que es propia de sistemas contaminados por exceso de nutrientes (eutrofización).

TERCERA: Se determinó afectación en el componente cultural por la crianza de trucha en jaulas flotantes, expresado en pérdida de la tecnología tradicional, que fue reemplazada por la crianza de una especie introducida (trucha), además del uso de insumos externos incorporados al sistema natural, no se observó restos arqueológicos en la zona de evaluación.

RECOMENDACIONES

A las Autoridades encargadas de evaluar las condiciones de la crianza de la trucha en jaulas flotantes, verificar el efecto de dicho sistema de crianza en todo el ámbito del lago Titicaca.

A las asociaciones de criadores de trucha en jaulas flotantes, planificar la rotación de las mismas, para mitigar el efecto en el ambiente acuático por contaminación de alimento no consumido y deyecciones de los peces.

A los criadores de trucha en jaulas flotantes, mantener su cultura tradicional, buscar la forma de utilizar tecnología propia y tradicional en la crianza, así como conservar los recursos naturales que los rodea.

BIBLIOGRAFÍA

- Buschmann, A. (2001). Impacto ambiental de la acuicultura el estado de la investigación en Chile y el mundo. Osorno: Terram.
- Calsín, K. (2016). *Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno - 2016*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Chura, R., & Mollocondo, H. (2009). Desarrollo de la acuicultura en el Lago Titicaca (Perú). *Aquatic*, 31(Primera), 6–19.
- Escobar, F. (2019). *Determinación de parámetros físico-químicos y niveles de metales pesados en agua y sedimentos en la zona de crianza de truchas (Oncorhynchus mykiss), bahía de Puno del lago Titicaca*. Universidad Nacional del Altiplano.
- FAO. (2014). Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris. Guatemala: Organización de las Naciones Unidas.
- Flores, M. (2017). *Evaluación económica de la producción de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en jaulas, en el municipio de San Pedro de Tiquina, del lago Titicaca - La Paz*. Universidad Mayor de San Andrés.
- Gamonal, A. (2016). Pauta metodológica para la elaboración de planes de negocio de trucha andina en el marco de la ley procompite. Lima: PROCOMPITE.
- Gomez, Y. (2017). *Crecimiento de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Gonzáles, E. (2017). *Impacto ambiental de la acuicultura intensiva en los componentes*

agua y sedimento en el lago Guamuez, Nariño. Universidad Nacional de Colombia.

Gutiérrez, S. (2018). *Influencia de la producción de trucha en el impacto ambiental en la región de Puno 2017.* Universidad Nacional del Altiplano.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2018). *Metodología de la investigación.* (McGRAW-HILL, Ed.) (Séptima). México.

López, M. (1998). *Manual de ecología cuantitativa.* (BioStat, Ed.) (Primera). Puno: López, M.

Meza, K. (2019). *Evaluación del desempeño ambiental en empresas piscícolas de la región Junín.* Universidad Nacional Federico Villareal.

Montesinos, J. (2018). *Diagnóstico situacional de la crianza de truchas arco iris (Oncorhynchus mykiss) en centros de cultivo del lago Titicaca.* Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Oré, J. (2016). *Evaluación de la contaminación del agua ocasionada por actividades piscícolas del río Chía en el distrito de Ingenio - Huancayo.* Universidad Nacional del Centro del Perú.

Vilca, J. (2010). *Impacto de la truchicultura en jaulas flotantes sobre el ecosistema acuático en Tiquina, Lago Titicaca 2008.* Universidad Nacional del Altiplano.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de laboratorio



PERÚ
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



inia
Instituto Nacional de Innovación Agraria

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

Análisis N°: Fecha de Entrada: 19 de Noviembre del 2021 Fecha de Certificación: 25 de Noviembre del 2021 Sistema de Riego:	Localización: Gladys Yesica Choque Vargas, Proyecto Evaluación Ambiental en una Zona de Crianza de Trucha en Jaulas Flotantes, Distrito de Pomata, C.P. Huancani, 2021. I Zona de Control MI
---	--

Determinaciones	Resultado	Unidad
pH	8.372	
C.E.	1381.00	25°C (µS/cm)
Sales Totales	987.00	lg/l
Dureza Total	33.56	CaCO ₃ (S.H.F.)
Alcalinidad total	1320.00	CaCO ₃
R.A.S.	0.32	
S.C.R.	-5.30	
Temperatura	14.20	°C
Oxígeno	4.40	(mg/l)
CATIONES	meq/l	mg/l
Calcio	4.10	82.16
Magnesio	2.60	31.61
Potasio	0.46	17.98
Sodio	0.59	13.57
TOTAL	7.75	
ANIONES	meq/l	mg/l
Cloruros	8.40	297.86
Sulfatos	2.16	103.74
Carbonatos	0.00	0.00
Bicarbonatos	1.40	85.41
TOTAL	11.96	

Representación gráfica	Muy baja	Baja	Normal	Alta	Muy alta
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)	1.00	62.00

Clasificación Rievid: C353

R.A.S. Aguas utilizables con precauciones

S.C.R. Agua recomendable

Tipo de Agua: Dura

Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama): Agua Buena a Admisible.



INIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ALPA - PUNO
Ing. JORGE CARRERA ROJAS
Jefe Laboratorio de Análisis
BALCEDO



BICENTENARIO
PERÚ 2021

www.inia.gob.pe

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



PERÚ
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



inia
Instituto Nacional de Innovación Agraria

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

Análisis N°: Fecha de Entrada: 19 de Noviembre del 2021 Fecha de Certificación: 25 de Noviembre del 2021 Sistema de Riego:	Localización: Gladys Yesica Choque Vargas. Proyecto Evaluación Ambiental en una Zona de Crianza de Trucha en Jaulas Flotantes, Distrito de Pomata, C.P. Huancas, 2021. Zona de Control N2
---	---

Determinaciones						
pH	8.372					
C.E.	1381.00	25°C (µS/cm)				
Sales Totales	987.00	(gr/l)				
Dureza Total	33.56	CaCO ₃ (G.H.F.)				
Alcalinidad total	1320.00	CaCO ₃				
R.A.S.	0.32					
S.C.R.	-5.30					
Temperatura	14.20	°C				
Oxígeno	4.40	(mg/l)				
CATIONES	meq/l	mg/l				
Calcio	4.10	82.16				
Magnesio	2.60	31.61				
Potasio	0.46	17.98				
Sodio	0.59	13.57				
TOTAL	7.75					
ANIONES	meq/l	mg/l				
Cloruro	8.40	297.86				
Sulfato	2.16	103.74				
Carbonato	0.00	0.00				
Bicarbonato	1.40	85.41				
TOTAL	11.96					

Representación grafica	Muy baja	Baja	Normal	Alto	Muy alto
pH					
C.E.					
Sales Totales					
Dureza Total					
R.A.S.					
S.C.R.					
Índice de Scott					
Boro					
Sodio					
Nitrato					
Cloruro					
Bicarbonato					

Otras Determinaciones	Resultado	
	meq/l	mg/l
Nitrato (N de NO ₃)	1.00	62.00

Clasificación Rivierte: C3S1 R.A.S. Aguas utilizables con precauciones S.C.R. Agua recomendable. Tipo de Agua: Dura Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama): Agua Buena a Admisible.	 <p style="font-size: small;">INIA ESTACIÓN EXPERIMENTAL ALTA - PUNO</p> <p style="font-size: small;">Jefe Laboratorio Análisis J. J. ROJAS VALLEJO</p>
--	---



BICENTENARIO
PERU 2021

www.inia.gob.pe

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



PERÚ
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



inia
Instituto Nacional de Innovación Agraria

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

Análisis N°:		
Fecha de Entrada: 19 de Noviembre del 2021		
Fecha de Certificación: 25 de Noviembre del 2021		
Sistema de Riego:		

Localización: Gladys Yesica Choque Vargas. Proyecto Evaluación Ambiental en una Zona de Crianza de Trucha en Jaulas Flotantes, Distrito de Pomata. C.P. Huancani, 2021. El Zona de Control M3

Determinaciones		
pH	7.927	
C.E.	1318.00	25°C (µS/cm)
Sales Totales	945.00	(gr/l)
Dureza Total	36.09	CaCO ₃ (G.H.F.)
Alcalinidad total	1680.00	CaCO ₃
R.A.S.	0.31	
S.C.R.	-5.52	
Temperatura	14.80	°C
Oxígeno	3.90	(mg/l)
CATIONES	meq/l	mg/l
Calcio	2.50	50.10
Magnesio	4.70	57.15
Potasio	0.63	24.63
Sodio	0.60	13.80
TOTAL	8.43	
ANIONES	meq/l	mg/l
Cloruros	8.20	290.77
Sulfatos	2.16	103.74
Carbonatos	0.00	0.00
Bicarbonatos	1.68	102.49
TOTAL	12.04	

Representación grafica	Muy baja	Baja	Normal	Alto	Muy alto
pH	[Bar chart showing pH level]				
C.E.	[Bar chart showing C.E. level]				
Sales Totales	[Bar chart showing Sales Totales level]				
Dureza Total	[Bar chart showing Dureza Total level]				
R.A.S.	[Bar chart showing R.A.S. level]				
S.C.R.	[Bar chart showing S.C.R. level]				
Índice de Scott	[Bar chart showing Índice de Scott level]				
Boro	[Bar chart showing Boro level]				
Sodio	[Bar chart showing Sodio level]				
Nitratos	[Bar chart showing Nitratos level]				
Cloruros	[Bar chart showing Cloruros level]				
Bicarbonatos	[Bar chart showing Bicarbonatos level]				

Otras Determinaciones	Resultado	
	meq/l	mg/l
Nitratos (N de NO ₃)	0.60	37.20

Clasificación Rievid: C350

R.A.S: Agua utilizable con precauciones

S.C.R: Agua recomendable.

Tipo de Agua: Dura

Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama): Agua Buena o Admisible.



INIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL NIPIA - PUNO

Ing° JORGE GARCILAJA ROJAS
Jefe Laboratorio de Análisis de SUELO



BICENTENARIO
PERU 2021

www.inia.gob.pe

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



PERÚ
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



institución Nacional de Innovación Agraria

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

Análisis N°:			
Fecha de Entrada: 19 de Noviembre del 2021			
Fecha de Certificación: 25 de Noviembre del 2021			
Sistema de Riego:			

Localización: Gladys Yesica Choque Vargas, Proyecto Evaluación Ambiental en una Zona de Crianza de Trucha en Jaulas Rotantes, Distrito de Pomata, C.P. Huancani, 2021. III Zona Crianza de Truchas M1

Determinaciones			Representación grafica	Muy baja	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
pH	7.850							
C.E.	1380.00	25° (µS/cm)						
Salos Totales	968.00	(gr/l)						
Dureza Total	35.06	CaCO ₃ (S.H.F.)						
Alcalinidad total	1380.00	CaCO ₃						
R.A.S.	0.31							
S.C.R.	5.62							
Temperatura	14.80	°C						
Oxígeno	4.00	(mg/l)						
CATIONES	meq/l	mg/l						
Calcio	2.60	52.10						
Magnesio	4.40	53.50						
Potasio	0.61	23.85						
Sodio	0.58	13.34						
TOTAL	8.19							
ANIONES	meq/l	mg/l						
Cloruros	8.20	290.77						
Sulfatos	2.45	117.67						
Carbonatos	0.00	0.00						
Bicarbonatos	1.38	84.19						
TOTAL	12.03							

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



ESTACIÓN EXPERIMENTAL ELVA - PUNO
ING. JORGE GUERRA ROSAS
ANÁLISIS DE LABORATORIO

Clasificación Riveride: C3S1
R.A.S: Aguas utilizables con precauciones
S.C.R: Agua recomendable
Tipo de Agua: Dura
Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de I.V. Wilcox, Diagrama): Agua Buena a Admisible.



BICENTENARIO PERU 2021

www.inia.gob.pe

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



PERÚ
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



inia
Instituto Nacional de Innovación Agraria

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

Análisis N°:			
Fecha de Entrada: 19 de Noviembre del 2021			
Fecha de Certificación: 25 de Noviembre del 2021			
Sistema de Riego:			

Localización: Gladys Yesica Choque Vargas, Proyecto Evaluación Ambiental en una Zona de Crianza de Trucha en Jaulas Flotantes, Distrito de Pomata - C.P. Huancasi, 2021, III Zona Crianza de Truchas M2			
---	--	--	--

Determinaciones			
pH	7.849		
C.E.	1380.00	25°C (µS/cm)	
Sales Totales	968.00	(gr/l)	
Dureza Total	35.06	CaCO ₃ (G.H.F.)	
Alcalinidad total	1380.00	CaCO ₃	
R.A.S.	0.31		
S.C.R.	5.62		
Temperatura	14.80	°C	
Oxígeno	4.00	(mg/l)	
CATIONES	meq/l	mg/l	
Calcio	2.60	52.10	
Magnesio	4.40	53.50	
Potasio	0.61	23.85	
Sodio	0.58	13.34	
TOTAL	8.19		
ANIONES	meq/l	mg/l	
Cloruros	8.20	290.77	
Sulfatos	2.45	117.67	
Carbonatos	0.00	0.00	
Bicarbonatos	1.38	84.19	
TOTAL	12.03		

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

Otras Determinaciones	Resultado	
	meq/l	mg/l
Nitratos (N de NO ₃)	0.28	17.36



INIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILM - PUNO
Ing. JORGE SANDRA ROJAS
Jefe Laboratorio Análisis

Clasificación Riverside: C3S1
R.A.S. Aguas utilizables con precauciones
S.C.R. Agua recomendable
Tipo de Agua: Dura
Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama): Agua Buena a Admisible.



BIC ENTENABIO
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



inia
Instituto Nacional de Innovación Agraria

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

Análisis N°:		Localización: Gladys Yesica Choque Vargas, Proyecto Evaluación Ambiental en una Zona de Crianza de Trucha en Jaulas Flotantes, Distrito de Pomata, C.P. Huancani, 2021, IV Zona Crianza de Truchas MS			
Fecha de Entrada: 19 de Noviembre del 2021					
Fecha de Certificación: 25 de Noviembre del 2021					
Sistema de Riego:					

Determinaciones			Representación grafica	Muy baja	Baja	Normal	Alta	Muy alta
pH	8.384							
C.E.	1344.00	25°C (µS/cm)						
Sales Totales	963.00	(gr/l)						
Dureza Total	36.57	CaCO ₃ (G.H.F.)						
Alcalinidad total	1120.00	CaCO ₃						
R.A.S.	0.30							
S.C.R.	-6.18							
Temperatura	14.60	°C						
Oxígeno	4.30	(mg/l)						
CATIONES								
Calcio	2.80	56.11						
Magnesio	4.50	54.72						
Potasio	0.52	20.33						
Sodio	0.59	13.57						
TOTAL	8.41							
ANIONES								
Cloruro	8.40	297.86						
Sulfato	2.16	103.74						
Carbonatos	0.00	0.00						
Bicarbonatos	1.12	68.33						
TOTAL	11.68							

Otras Determinaciones	Resultado	
	meq/l	mg/l
Nitrato (N de NO ₃)	0.20	12.40



INIA
Instituto Nacional de Innovación Agraria

Clasificación Riverista: C3E1 R.A.S. Aguas utilizables con precauciones S.C.R. Agua recomendable Tipo de Agua: Dura Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama): Agua Buena a Admisible.
--



BICENTENARIO
PERU 2021

www.inia.gob.pe

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



PERÚ
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



inia
Instituto Nacional de Innovación Agraria

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

Análisis N°:		
Fecha de Entrada: 19 de Noviembre del 2021		
Fecha de Certificación: 25 de Noviembre del 2021		
Sistema de Riego:		

Localización: Gladys Yesica Choque Vargas, Proyecto Evaluación Ambiental en una Zona de Crianza de Trucha en Jaulas Flotantes, Distrito de Pomata, C.A. Huancañán, 2021, IV Zona de Crianza de Truchas M4

Determinaciones			Representación grafica	Muy baja	Baja	Normal	Alto	Muy alto
pH	8.383		pH	[Bar chart showing pH value]				
C.E.	1344.00	25°C (µS/cm)	C.E.	[Bar chart showing C.E. value]				
Sales Totales	962.00	(g/l)	Sales Totales	[Bar chart showing Sales Totales value]				
Dureza Total	36.57	CaCO ₃ (G.H.F.)	Dureza Total	[Bar chart showing Dureza Total value]				
Alcalinidad total	1120.00	CaCO ₃	R.A.S.	[Bar chart showing R.A.S. value]				
R.A.S.	0.30		S.C.R.	[Bar chart showing S.C.R. value]				
S.C.R.	-6.18		Índice de Scott	[Bar chart showing Índice de Scott value]				
Temperatura	14.60	°C	Rozo	[Bar chart showing Rozo value]				
Oxígeno	4.30	(mg/l)	Sodio	[Bar chart showing Sodio value]				
CATIONES			Nitratos	[Bar chart showing Nitratos value]				
Calcio	2.80	56.11	Cloruros	[Bar chart showing Cloruros value]				
Magnesio	4.50	54.72	Bicarbonatos	[Bar chart showing Bicarbonatos value]				
Potasio	0.52	20.33						
Sodio	0.59	13.57						
TOTAL	8.41							
ANIONES								
Cloruros	8.40	297.86						
Sulfatos	2.16	103.74						
Carbonatos	0.00	0.00						
Bicarbonatos	1.12	68.33						
TOTAL	11.68							

Otras Determinaciones	Resultado	
	meq/l	mg/l
Nitratos (N de NO ₃)	0.20	12.40

Clasificación Riveral: C31

R.A.S. Aguas utilizables con precauciones

S.C.R. Agua recomendable

Tipo de Agua: Dura

Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama): Agua Buena a Admisible.



JORGE DANIELA ROJAS
Jefe Laboratorio Aguas
SALCEDO



BICENTENARIO
PERÚ 2021

www.inia.gob.pe

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

Anexo 3. Evidencias fotográficas



Punto de ingreso a la crianza de truchas en jaulas flotantes, Centro Poblado de Huacani Distrito de Pomata.



Punto - Zona de trabajo, bahía de pomata Centro Poblado de Huacani.



Toma de muestra zona de control no existe la crianza de truchas, HUACANI



Toma de muestras en la zona de crianza de truchas en jaulas flotantes C.P. HUACANI