

## INFLUENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA EN EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA REGIÓN DE PUNO 2017

### INFLUENCE OF THE PRODUCTION OF TROUT IN THE ENVIRONMENTAL IMPACT IN THE REGION OF PUNO 2017

Sergio Paúl Gutiérrez Castillo<sup>1</sup>, Félix Alejandro Gutiérrez Gallegos, Felix Henry Gutiérrez Castillo, Ronny Alexander Gutiérrez Castillo

<sup>1</sup>Especialista en Monitoreo y Evaluación Ambiental, Consultor Independiente, Jr. Acora Psje. Sánchez N° 152, Puno, Perú, [ccataro\\_1@hotmail.com](mailto:ccataro_1@hotmail.com)

#### RESUMEN

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; el manejo de la producción de trucha en las tres zonas de estudio, son relativamente buenos en función a los factores óptimos de producción los cuales son: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, limpieza, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad, adicionalmente estas fueron analizadas con la prueba estadística paramétrica de análisis de varianza, en un diseño factorial. 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.

**Palabras clave:** Ambiental, Evaluación, Impacto, Manejo, Mitigación, Producción.

#### ABSTRACT

The zones of truchícola production in Chucuito, Juli and Pomata, have an eminent and high direct influence-linear, about managing of the production of trout in the Environmental Impact confirmed by the qualitative analyses of the Evaluations of Environmental Impact through Leopold matrix modified, in relation with the observations and interpretations of environmental indicators in the study zones; the management of trout production in three study zones, are fairly good in term of the optimal factors of production which are: technical training, traceability, feeding, cleanliness, standardization in weight and height, commercialization, productivity and profitability, moreover these they were analyzed by the parametric statistical test of analysis of variance, in a factorial design. Corroborating, influence of production management of trout in the environmental impact in the region of Puno environmental mitigation was designed and tested through receiving meshes of suspended sediments; besides reaffirming this influence, we proceeded to gather samples of bathymetric substratum to different depths of submersion. Afterwards, three principal physicochemical parameters were evaluated in the production of trout, which are: pH, dissolved oxygen and temperature, these were analyzed by the parametric test of analysis of variance, in a completely randomized block design. Finally, the results of the Evaluations of Environmental Impact of every study zone, indicate that it is possible to continue taking forward this aquaculture activity; considering always, corrective and mitigation measures for the negative impacts and optimization measures for the positive impacts.

**Key words:** environmental, evaluation, impact, management, mitigation and production.

\*Autor para correspondencia: [ccataro\\_1@hotmail.com](mailto:ccataro_1@hotmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Las nuevas tendencias que describen a la acuicultura como una actividad económica en aumento convergen en definirla como el manejo de la calidad del agua para la cría de organismos acuáticos en cautividad con fines comerciales (García *et al.*, 2015). Esta actividad es susceptible a la degradación del medio ambiente debido a la utilización del agua que recibe grandes cantidades de desechos (Puccini *et al.*, 2010), como el alimento no consumido por los peces y las heces (Janssen *et al.*, 2015). Se introducen sustancias químicas al ecosistema; además, una significativa porción de los nutrientes queda disuelta en la columna de agua, (Owens *et al.*, 2017); este impacto medioambiental tiene un costo ambiental, económico y social (García *et al.*, 2013).

La producción de trucha en el lago Titicaca es de 30 mil toneladas métricas anuales, logrando ser una actividad de carácter intensivo (uso de alimento balanceado), la cual se lleva a cabo en sistemas de jaulas flotantes, instaladas en diversas zonas del lago Titicaca, desde el noroeste (zona barco) hasta la zona sur en Pomata (Yapuchura, 2006).

Demanda aproximadamente 35 mil toneladas de alimento balanceado (Bermejo *et al.*, 2017). A su vez es una actividad que genera aproximadamente 10 mil puestos de trabajo entre directos (los piscicultores) e indirectos (comerciantes, transportistas, comercializadores de ovas, restaurants, constructores de embarcaciones, construcción de jaulas, entre otros) (García *et al.*, 2013).

La actividad piscícola es una actividad de importancia social y económica, ya que genera una gran cantidad de empleo directo e indirecto, tanto a nivel local como regional (Yapuchura, 2006); basada en la crianza de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en sistemas de jaulas flotantes (García *et al.*, 2015). El alimento balanceado es el principal insumo utilizado en el cultivo intensivo de la trucha (Davinson 2014); la calidad de sus ingredientes (Torres *et al.*, 2017); así como el tipo de procesamiento, determinará la eficiencia del alimento (Pinheiro *et al.*, 2017). La cual repercutirá significativamente en los aspectos de la productividad, economía y especialmente la ambiental (Janssen *et al.*, 2015; Bermejo *et al.*, 2017; Newton *et al.*, 2017).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el departamento de Puno, para el estudio se contó con tres zonas de producción de trucha, las cuales fueron: Zona de estudio 1 Chucuito, ubicada en la zona de Cusipata, distrito de Chucuito, provincia de Puno y departamento de Puno; con las siguientes coordenadas geográficas referidas al datum WGS 84: Latitud Sur: 15° 53' 04.07"; Longitud Oeste: 69° 52' 50.94" y Altitud: 3820 msnm. Zona de estudio 2 Juli, ubicada en la zona de Chucasuyo Ccajje, distrito de Juli, provincia de Chucuito y departamento de Puno; con las siguientes coordenadas geográficas referidas al datum WGS 84: Latitud Sur: 16° 10' 45.14"; Longitud Oeste: 69° 24' 23.01" y Altitud: 3819 msnm. Zona de estudio N°3 Pomata, ubicada en la zona Faro, distrito de Pomata, provincia de Chucuito y departamento de Puno; con las siguientes coordenadas geográficas referidas al datum WGS 84: Latitud Sur: 16° 15' 03.63"; Longitud Oeste: 69° 17' 32.17" y Altitud: 3819 msnm.

La población fue constituida por 699 productores formales según la Dirección Regional de Producción Puno 2018. La cual tiene como finalidad diseñar, establecer, ejecutar y supervisar, los sectores de pesquería y de MYPE e industria, asumiendo rectoría respecto de ellas. De acuerdo a la población del estudio, se determinó la muestra de 98 productores formales de trucha, la cual fue estimada a un nivel de confianza del 95% y un error del 5%. Con respecto al nivel de confianza Chakraborty *et al.*, (2016), explican que, este nivel de confianza, representa el porcentaje de intervalos que incluirían el parámetro de población; cuando se toma una muestra de la misma población una y otra vez (Sawyer, 2009).

Para la Evaluación del manejo de la producción de trucha, se realizó una evaluación semanal, en los meses: de diciembre 2017, enero y febrero 2018, con respecto a los factores óptimos que determinan el buen manejo productivo y por ende la excelente calidad del producto trucha; las cuales fueron: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, limpieza, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad. Adicionalmente, se realizó una comparación entre las tres zonas de estudio, mediante un gráfico radial o comúnmente llamado “gráfico de araña”, conjuntamente de las evaluaciones promedio mensuales, de los factores óptimos del manejo productivo de la trucha, determinando así: cuál de estas 3 zonas de estudio tuvo un mejor manejo productivo del producto trucha; los datos registrados fueron analizados con la prueba estadística paramétrica: análisis de varianza (ANOVA), en un diseño factorial respectivamente para cada zona de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de evaluación (diciembre 2017, enero y febrero 2018), con un nivel de confianza de 95%.

Corroborando, la influencia del manejo de la producción de trucha en el impacto ambiental de la región de Puno, se ideó una experimentación en los meses de estudio (junio, julio y agosto del 2018); para probar y adecuar una Mitigación Ambiental con respecto al Impacto Ambiental producido por las jaulas flotantes de trucha; la cual consistió en fabricar una malla receptora de sedimentos suspendidos adecuada por debajo de la bolsa de una jaula flotante de trucha (1000 unidades). Para ello se requirió los servicios de un buzo especializado de la Marina de Guerra del Perú, el cual se sumergió por debajo de la estructura piscícola, para instalar y anclar esta malla receptora de sedimentos suspendidos, para los tres meses de estudio ya mencionados. Se instalaron tres mallas receptoras en las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), durante un mes de experimentación, con el fin de captar los sedimentos suspendidos, provenientes del alimento balanceado no consumido, heces fecales y demás sedimentos bioorgánicos que afectan este ecosistema acuático. Posteriormente estos sedimentos captados fueron secados y pesados en una balanza electrónica de alta precisión, marca ACU, modelo HJ-600H, para su respectiva comparación entre las tres zonas de estudio. Y por ende para pronosticar una futura ponderación en 1, 5, 10 y 20 años de producción truchícola.

Reafirmando, la influencia del manejo de la producción de trucha en el Impacto Ambiental de la región de Puno, en el mes de agosto del 2018; se procedió a recolectar muestras del sustrato batimétrico en las 3 zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata); a diferentes profundidades de sumersión; Para ello se requirió nuevamente los servicios de un buzo especializado de la Marina de Guerra del Perú. En relación a ello, se demarcó por criterio propio del investigador el realizar la toma de muestras de sedimentos batimétricos en dos zonas de muestreo secundarias, denominadas: “zona jaula” (sedimentos batimétricos que se encuentra debajo de la jaula flotante de trucha) y “zona libre” (sedimentos batimétricos que se encuentra en una zona libre de jaulas flotantes de trucha), con el fin de comparar y contrastar los resultados obtenidos y a la vez enfatizar la realidad del Impacto Ambiental producido por el manejo de la producción de trucha.

Posterior a la recolección de las 6 muestras de sedimentos batimétricos: Chucuito “zona jaula”, Chucuito “zona libre”, Juli “zona jaula”, Juli “zona libre”, Pomata “zona jaula” y Pomata “zona libre”; estas fueron transportadas, para su respectivo análisis físico químico de sedimentos; en el laboratorio de control de calidad; de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno; en donde se analizaron, los siguientes parámetros fisicoquímicos: potencial de hidrogeno (pH), cloruros (Cl<sup>-</sup>), sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>=</sup>), nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), fósforo (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), porcentaje de nitrógeno, conductividad, salinidad y carbonatos,

Para la Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas, condiciones biológicas y los factores culturales de la producción de trucha, se realizaron mediante una matriz de

Leopold modificada, la cual consistió en un procedimiento esencial para la evaluación ambiental de la actividad piscícola. Esta matriz también identificó el Impacto Ambiental de dicha actividad, en el entorno natural en donde se desarrolla (áreas de influencia directa e indirecta).

Este análisis fue un conjunto de juicios de valor únicamente, en la que su principal objetivo fue garantizar su evaluación y propiamente las consideraciones o mitigaciones ambientales que se deberían aplicar en su etapa de operación de esta actividad piscícola. Con respecto a las áreas de influencia directa e indirecta de esta actividad piscícola, se determinó para el área de influencia directa al sistema de jaulas de producción de trucha, por otro lado, el área de influencia indirecta fue el medio acuático y terrestre circundante. Se realizó la Evaluación de Impacto Ambiental, tomando en cuenta el Impacto Ambiental producido en el área de influencia directa, las siguientes acciones de impacto: instalación de alevinos a las jaulas flotantes, madurez de la trucha en jaulas flotantes y cosecha. Para las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata); se realizó una toma de muestras en las tres zonas de estudio, de los parámetros fisicoquímicos: pH, oxígeno disuelto y temperatura (Chucuito, Juli y Pomata), para ser ponderados en la matriz de Leopold modificada. Los datos registrados de los parámetros fisicoquímicos (pH, oxígeno disuelto y temperatura), fueron analizados con la prueba estadística paramétrica: análisis de varianza (ANOVA), en un diseño de bloques completamente al azar, respectivamente para cada parámetro fisicoquímico, en las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y en los meses de evaluación (marzo, abril y mayo del 2018), con un nivel de confianza de 95%. Finalmente, se consolidó este análisis estadístico, utilizando el software "R".

Con respecto, al enfoque de investigación este fue: cuantitativo, el nivel de investigación: correlacional, el tipo o diseño de investigación: no experimental, el paradigma de investigación: interpretativa. Respectivamente, el método de investigación fue: inductivo. En lo que concierne, a las técnicas e instrumentos estas consistieron: en la observación directa, esta técnica, nos permitió realizar una contrastación con la realidad, en función de aquellos aspectos principales como secundarios, cuyos datos no pasaron desapercibidos. Seguido de una observación sistemática indirecta, mediante esta técnica se analizó y estudió los diversos documentos que contienen información sobre la producción de truchas en el lago Titicaca. También se utilizó encuestas las cuales permitieron contar con una información relevante. Finalmente, se realizó filmaciones y fotografías para evidenciar las actividades de los productores de trucha en la región de Puno 2017.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó de la influencia de la producción de trucha en el Impacto Ambiental en la región de Puno 2017. De acuerdo a la evaluación del manejo de la producción de trucha. En las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), en los meses de diciembre 2017, enero y febrero 2018, se determinó finalmente que: La zona de estudio 3 Pomata, en función de los factores óptimos en el manejo productivo de la trucha; presentó: el óptimo máximo de: capacitación técnica, alimentación, estandarización en peso y talla y rentabilidad; así mismo mayor: trazabilidad, comercialización y productividad; que las zonas de estudio 1 Chucuito y 2 Juli; e igual: limpieza que la zona de estudio 2 Juli, véase (Figura 1). Por otro lado, la zona de estudio 2 Juli; presentó: mayor: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad; que la zona de estudio 1 Chucuito; e igual: limpieza que la zona de estudio 3 Pomata, véase (Figura 1). En cambio, la zona de estudio 1 Chucuito; presentó: menor: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, limpieza, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad; que las zonas de estudio 2 Juli y 3 Pomata, (Figura 1).



productiva de 3 meses = 745.79 gr.; en 1 año = 2983.14 gr. (3 kg. aprox.); en 5 años = 14915.70 gr. (15 kg. aprox.); en 10 años = 29831.40 gr. (30 kg. aprox.) y en 20 años = 59662.80gr. (60 kg. aprox.).

De acuerdo a los resultados anteriores, Martella *et al.*, (2012) discuten en que, las medidas de mitigación ambiental, constituyen el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un proyecto antropogénico, a fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente.

Zona de estudio 2 Juli: Sedimentos en suspensión de una jaula de trucha (1000 unidades), en una campaña productiva de 3 meses = 745.60 gr.; en 1 año = 2982.39 gr. (3 kg. aprox.); en 5 años = 14911.93 gr. (15 kg. aprox.); en 10 años = 29823.87 gr. (30 kg. aprox.) y en 20 años = 59647.73 gr. (60 kg. aprox.).

A esto, Gómez *et al.*, (2009) adicionan que, las medidas de prevención, mitigación de impactos negativos como de optimización de impactos positivos, deberán constituir un conjunto integrado de medidas y acciones; que se complementen entre sí, para alcanzar superiores metas de beneficio de la actividad antropogénica durante su fase de operación (Torres *et al.*, 2017), con especial énfasis en los beneficios locales y regionales (Yapuchura, 2006).

Zona de estudio 3 Pomata: Sedimentos en suspensión de una jaula de trucha (1000 unidades), en una campaña productiva de 3 meses = 816.52 gr.; en 1 año = 3266.07 gr. (3.3 kg. aprox.); en 5 años = 16330.33 gr. (16.4 kg. aprox.); en 10 años = 32660.67 gr. (33 kg. aprox.) y en 20 años = 65321.33 gr. (65.4 kg. aprox.).

Finalmente, Bina, (2007) discute en que, las medidas de mitigación ambiental tienen por finalidad, evitar o disminuir los efectos adversos de una actividad o proyecto, en su fase de operación; estas medidas se expresarán en un plan de medidas de mitigación ambiental.

Reafirmando, la influencia del manejo de la producción de trucha en el impacto ambiental de la región de Puno, se realizó en el mes de agosto 2018, un conjunto de 06 análisis físico - químicos de sedimentos, de las muestras de sustrato batimétrico de las tres zonas de estudio. Mostrando diferencias significativas entre las zonas secundarias de muestreo: Chucuito “zona libre”, Chucuito “zona libre”, Juli “zona jaula”, Juli “zona libre”, Pomata “zona jaula” y Pomata “zona libre”. Con respecto a los siguientes parámetros físico químicos: potencial de hidrogeno (pH), cloruros (Cl<sup>-</sup>), sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>=</sup>), nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), fósforo (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), porcentaje de nitrógeno, conductividad, salinidad y carbonatos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, Vásquez *et al.*, (2015) manifestaron diferencias significativas en los parámetros de acidez, dióxido de carbono, fosfatos y conductividad eléctrica. Por otro lado, Jay *et al.*, (2007) demostraron una disminución de sólidos suspendidos totales con respecto a un determinado alimento balanceado, con respecto a los parámetros de alcalinidad, pH y oxígeno disuelto, estos permanecieron constantes.

**Tabla 2.** Análisis físico químico de muestras batimétricas.

Análisis físico químico de muestras batimétricas										
Manejo de la producción de la trucha	Zona Secundaria de Muestreo	Potencial de Hidrógeno o (pH)	Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Fósforo (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	Porcentaje de Nitrógeno	Conductividad	Salinidad	Carbonatos
	"zona jaula"	8.34	97.97 ppm	42.60 ppm	0.081 ppm	0.00 ppm	0.00%	1326.00 μS/cm	0.7 ppm	Positivo



Zona de estudio 1 Chucuito	"zona libre"	8.65	209.94 ppm	43.60 ppm	0.31 ppm	0.36 ppm	1.27%	848.00 $\mu$ S/cm	0.5 ppm	Positivo
Zona de estudio 2 Juli	"zona jaula"	8.86	128.03 ppm	79.20 ppm	0.091 ppm	0.00 ppm	0.95%	1293.00 $\mu$ S/cm	0.6 ppm	Positivo
Zona de estudio 3 Pomata	"zona libre"	8.78	108.63 ppm	89.90 ppm	0.16 ppm	0.00 ppm	1.18%	1313.00 $\mu$ S/cm	0.7 ppm	Positivo
Zona de estudio 3 Pomata	"zona jaula"	8.65	126.09 ppm	97.60 ppm	0.081 ppm	0.00 ppm	0.00%	1326.00 $\mu$ S/cm	0.7 ppm	Positivo
Zona de estudio 3 Pomata	"zona libre"	8.82	106.69 ppm	109.00 ppm	0.31 ppm	0.00 ppm	0.84%	1215.00 $\mu$ S/cm	0.6 ppm	Positivo
ECA - AGUA: Categoría 4 "Laguna y Lagos"		6.5 - 8.5	250.00 ppm	250.00 ppm	3.0 ppm	0.1 ppm	1.50%	1500.00 $\mu$ S/cm	0.5 - 08 ppm	(+) o (-)
Método Analítico		Electrometría	Volumetría MOHR	Colorimetría BaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O	Volumetría	Volumetría	Kjeldahl	Electrometría	Calorimétrico	Acido

Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas, condiciones biológicas y los factores culturales de la producción de trucha en la región de Puno 2017 (Tabla 3).

**Tabla 3.** Matriz de Leopold Modificada, Evaluación de Impacto Ambiental, zona de estudio 1 Chucuito.

Matriz De Leopold Modificada Evaluación De Impacto Ambiental Zona De Estudio 1 Chucuito

Características o Condiciones del Medio Susceptibles a Alterarse	Evaluación Cualitativa De Impactos		Manejo de la Producción De Trucha			
	A. Características Físicas Y Químicas	B. Condiciones Biológicas	A. Instalación de alevinos a las jaulas flotantes	B. Madurez de la trucha en jaulas flotantes	C. Cosecha	evaluaciones
A. Características Físicas Y Químicas	1. Agua	A. Ph	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+3</sup>	(+4) <sup>+7</sup>
		B. Oxígeno Disuelto	(+1) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+5) <sup>+6</sup>
		C. Temperatura	(-1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+6</sup>
B. Condiciones Biológicas	2. Flora	A. Cosechas	(-1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+1</sup>	(+2) <sup>+4</sup>
		A. Zonas Húmedas	(-3) <sup>+1</sup>	(-3) <sup>+1</sup>	(-3) <sup>+1</sup>	(-9) <sup>+3</sup>
		B. Pastos	(-1) <sup>+2</sup>	(-1) <sup>+1</sup>	(-1) <sup>+1</sup>	(-3) <sup>+4</sup>
C. Factores Culturales	3. Usos Del Territorio	C. Agricultura	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+6</sup>
		A. Vistas Panorámicas Y Paisajes	(+2) <sup>+1</sup>	(+2) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+5) <sup>+3</sup>
		B. Naturaleza	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+5) <sup>+6</sup>
4. Estéticos Y Interés Humano	4. Estéticos Y Interés Humano	C. Espacios abiertos	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+5) <sup>+4</sup>
		D. Paisajes	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+3</sup>	(+1) <sup>+3</sup>	(+3) <sup>+8</sup>
		A. Estados de Vida	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+5</sup>
5. Nivel Cultur	5. Nivel Cultur	B. Salud y Seguridad (Rural)	(-1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+3</sup>



	C. Empleo (Autosustentable)	(-2) <sup>+1</sup>	(-2) <sup>+1</sup>	(-2) <sup>+1</sup>	(-6) <sup>+3</sup>
	D. Densidad de población	(-2) <sup>+1</sup>	(-2) <sup>+2</sup>	(-2) <sup>+2</sup>	(-6) <sup>+5</sup>
Impacto Ambiental Ponderado					(+13) <sup>+73</sup>

La Evaluación de Impacto Ambiental (valoración cualitativa) para la zona de estudio 1 Chucuito, dio como resultado ((+13) +73), siendo este un Impacto Ambiental “Moderado” y “Permanente”.

**Tabla 4.** Matriz de Leopold Modificada, Evaluación de Impacto Ambiental, zona de estudio 2 Juli.

CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES A ALTERARSE		MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ZONA DE ESTUDIO 2 JULI									
		EVALUACIÓN CUALITATIVA DE IMPACTOS		MANEJO DE LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA							
		A. CARACTE RÍSTICAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS	B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	1. AGUA	2. FLORA	3. USOS DEL TERRITORIO	4. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	5. NIVEL CULTURAL	A. Instalación de alevinos a las jaulas flotantes	B. Madurez de la trucha en jaulas flotantes	C. Cosecha
	A. pH							(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+3</sup>	(+6) <sup>+7</sup>
	B. Oxígeno disuelto							(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+3</sup>	(+6) <sup>+7</sup>
	C. Temperatura							(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+5</sup>
	A. Cosechas							(-1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+3</sup>
	A. Zonas húmedas							(-2) <sup>+1</sup>	(-2) <sup>+1</sup>	(-2) <sup>+1</sup>	(-6) <sup>+3</sup>
	B. Pastos							(-1) <sup>+1</sup>	(-1) <sup>+1</sup>	(-1) <sup>+1</sup>	(-3) <sup>+3</sup>
	C. Agricultura							(+2) <sup>+3</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+5) <sup>+7</sup>
	A. Vistas panorámicas y paisajes							(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+2</sup>	(+7) <sup>+6</sup>
	B. Naturaleza							(+2) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+2</sup>	(+8) <sup>+6</sup>
	C. Espacios abiertos							(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+4</sup>
	D. Paisajes							(+2) <sup>+3</sup>	(+2) <sup>+3</sup>	(+2) <sup>+3</sup>	(+6) <sup>+9</sup>
	A. Estados de vida							(+2) <sup>+1</sup>	(+2) <sup>+1</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+6) <sup>+4</sup>
	B. Salud y seguridad (rural)							(+1) <sup>+1</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+5) <sup>+5</sup>
	C. Empleo (autosustentable)							(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+6) <sup>+6</sup>
	D. Densidad de población							(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+3) <sup>+3</sup>
IMPACTO AMBIENTAL PONDERADO											(+56) <sup>+78</sup>

La Evaluación de Impacto Ambiental (valoración cualitativa) para la zona de estudio 2 Juli, dio como resultado ((+56) +78), siendo este un Impacto Ambiental “Compatible” y “Permanente”.

**Tabla 5.** Matriz de Leopold Modificada, Evaluación de Impacto Ambiental, zona de estudio 3 Pomata.

CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES A ALTERARSE	Matriz De Leopold Modificada Evaluación De Impacto Ambiental Zona De Estudio 3 Pomata									
	Evaluación Cualitativa De Impactos		MANEJO DE LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA							
	A. CARACTE RÍSTICAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS	B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	1. AGUA	2. FLORA	3. USOS DEL TERRITORIO	4. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	5. NIVEL CULTURAL	A. Instalación de alevinos a las jaulas flotantes	B. Madurez de la trucha en jaulas flotantes	C. Cosecha

		A. pH	A. Instalación de alevinos a las jaulas flotantes	B. Madurez de la trucha en jaulas flotantes	C. Cosecha	EVALUACIONES
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1. AGUA	A. pH	(+3) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+3</sup>	(+9) <sup>+7</sup>
		B. Oxígeno disuelto	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+3</sup>	(+6) <sup>+7</sup>
		C. Temperatura	(+2) <sup>+1</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+6) <sup>+5</sup>
B. Condiciones Biológicas	2. Flora	A. Cosechas	(-1) <sup>+1</sup>	(-1) <sup>+1</sup>	(-1) <sup>+1</sup>	(-3) <sup>+3</sup>
	3. Usos Del Territorio	A. Zonas húmedas	(-3) <sup>+1</sup>	(-3) <sup>+1</sup>	(-3) <sup>+1</sup>	(-9) <sup>+3</sup>
		B. Pastos	(-2) <sup>+1</sup>	(-2) <sup>+1</sup>	(-2) <sup>+1</sup>	(-6) <sup>+3</sup>
C. Factores Culturales	4. Estéticos Y De Interés Humano	C. Agricultura	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+3) <sup>+3</sup>
		A. Vistas panorámicas y paisajes	(+3) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+2</sup>	(+9) <sup>+6</sup>
		B. Naturaleza	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+3) <sup>+3</sup>
		C. Espacios abiertos	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+3) <sup>+3</sup>
	5. Nivel Cultural	D. Paisajes	(+3) <sup>+3</sup>	(+3) <sup>+3</sup>	(+3) <sup>+3</sup>	(+9) <sup>+9</sup>
		A. Estados de vida	(+3) <sup>+3</sup>	(+3) <sup>+3</sup>	(+4) <sup>+3</sup>	(+10) <sup>+9</sup>
		B. Salud y seguridad (rural)	(+2) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+2</sup>	(+8) <sup>+6</sup>
	C. Empleo (autosustentable)	(+3) <sup>+3</sup>	(+4) <sup>+3</sup>	(+4) <sup>+3</sup>	(+11) <sup>+9</sup>	
	D. Densidad de población	(+3) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+2</sup>	(+9) <sup>+6</sup>	
Impacto Ambiental Ponderado						(+68) <sup>+82</sup>

La Evaluación de Impacto Ambiental (valoración cualitativa) para la zona de estudio 3 Pomata, dio como resultado ((+68) +82), siendo este un Impacto Ambiental “Irrelevante” y “Permanente”.

## CONCLUSIONES

Se determinó una eminente y elevada influencia directa – lineal, del manejo de la producción de trucha en el Impacto Ambiental en la región de Puno 2017. 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. El manejo de la producción de trucha es relativamente bueno, debido a que, la zona de estudio 3 Pomata; presentó muy altos óptimos; seguido de la zona de estudio 2 Juli, que presentó altos óptimos y finalmente la zona de estudio 1 Chucuito, que presentó medios óptimos. La mitigación ambiental (malla receptora de sedimentos) determinó que, en una campaña productiva en promedio, 769.39 gr. de sedimentos suspendidos son expedidos hacia el sustrato batimétrico. En adición, las muestras físico químicas de las muestras batimétricas presentaron diferencias significativas en sus parámetros analizados. La Evaluación de Impacto Ambiental, mediante una matriz de Leopold modificada (valoración cualitativa), en la zona de estudio 1 Chucuito, dio como resultado un Impacto Ambiental “Moderado” y “Permanente”; en la zona de estudio 2 Juli, dio como resultado un Impacto Ambiental “Compatible” y “Permanente” y en la zona de estudio N°3 Pomata, dio como resultado un Impacto Ambiental “Irrelevante” y “Permanente”. Estas Evaluaciones de Impacto Ambiental, indican que es posible

seguir llevando adelante esta actividad piscícola. Considerando siempre, medidas correctivas y de mitigación para los impactos negativos y medidas de optimización para los impactos positivos.

## LITERATURA CITADA

- Bermejo, R., Fuente, J., Pérez, C., Chavarri, E., Diaz, M. y Villarroel, M. (2017). Determination of optimal degree days of fasting before slaughter in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Rubén. *Aquaculture*, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.01.036>
- Bina, O. (2007). "A Critical Review of the Dominant Lines of Argumentation on the Need for Strategic Environmental Assessment", *Environmental Impact Assessment Review*, 27, pp. 585-606.
- Boyd, C. y Tucker, C. (2016). Alkalinity and Hardness: Critical but Elusive Concepts in Aquaculture. 47(1). 36.
- Chakraborty, S. y Chowdhury, R. (2016). Sequential Experimental Design Based Generalised Anova. *Journal of Computational Physics*, (April). <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2016.04.042>.
- Davinson, J., Good, C., Welsh, C. y Summerfelt, S. (2014). Comparing the effects of high vs. low nitrate on the health, performance, and welfare of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* within water recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*. 59. 30-40.
- García, D., Gallego, I., Espinoza, A., García, A. y Arriaga, C. (2013). Desarrollo de la producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en el Centro de México. *ISSN: 1578-4541.AquaTIC*, 38, 46–56.
- García, R. y Sanchez, I. (2015). Cultivo De Trucha En Sistemas De Recirculación. *Biotecnología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 13(2), 30–39. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)30-39](https://doi.org/10.18684/BSAA(13)30-39).
- Gómez-Navarro, T., García-Melón, S., Acuña-Dutra D. y Díaz, M. (2009). An Environmental Pressure Index Proposal for Urban Development Planning Based on the Analytic Process: *Environmental Impact Assessment Review*, 29, pp. 319-329.
- Janssen, K., Chavanne, H., Berentsen, P. y Komen, H. (2015). *Rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) – Current status of selective breeding in Europe*.
- Jay, S., Jones, P., Slinn C. (2007). "Environmental Impact Assessment: Retrospective and Prospect", *Environmental Impact Assessment Review*, 27, pp. 287-300.
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G. y Gleiser, R. (2012). Evaluación de la biodiversidad. *Reduca (Biología)*, 5(1), 71–115.
- Newton, R., Little, D. (2017). Mapping the impacts of farmed Scottish salmon from a life cycle perspective. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1386-8>
- Owens, C., Sealey, W., Conley, Z., Fornshell, G. y Myrick, C. (2017). Evaluating dietary impacts of commercial-type diets on the growth of Snake River cutthroat trout (*Oncorhynchus clarkii behnkei*). *Aquaculture*, 480, 77–82. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.08.011>
- Pinheiro, V., Stockwell, J. y Marsden, J. (2017). Lake trout (*Salvelinus namaycush*) spawning site use in Lake Champlain. *Journal of Great Lakes Research*, 43(2), 345–351. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2016.12.005>
- Puccini, R. y Keller, A. (2010). Aspectos básicos para el cultivo de la trucha arcoiris. *Aquacultural Engineering*,
- Sawyer, E. (2009). "Analysis of Variance: The Fundamental Concepts", Texas Tech University Health Sciences Center, Lubbock, TX, *Journal of Manual & Manipulative Therapy of Environmental Protection*, (17) ISSUE 2, pp. 27-38. <https://doi.org/10.1179/jmt.2009.17.2.27E>
- Torres, N. (2017). Estimación de los desperdicios generados por la producción de trucha arcoíris en el lago de Tota, Colombia. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(2), 247. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num2\\_art:631](https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:631)
- Yapuchura, A. (2006). Producción y comercialización de truchas en el departamento de Puno y nuevo paradigma de producción. (Tesis de grado para optar al título de Magíster en Investigación de Operaciones y Sistemas). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 164.