

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y  
MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

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

**PRESENTADA POR:**

**SERGIO PAÚL GUTIÉRREZ CASTILLO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**DOCTOR EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE**

**PUNO, PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y  
MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

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

**PRESENTADA POR:  
SERGIO PAÚL GUTIÉRREZ CASTILLO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:  
DOCTOR EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE



Dr. FÉLIX OLAGUIVEL LOZA

PRIMER MIEMBRO



Dr. ELISEO PELAGIO FERNÁNDEZ RUELAS

SEGUNDO MIEMBRO



Dr. EFRAÍN HUMBERTO YUPANQUI PINO

ASESOR



Dr. FELIPE SANTIAGO AMACHI FERNÁNDEZ

Puno, 14 de setiembre del 2018

**ÁREA:** Tecnología y Medio Ambiente.

**TEMA:** Impacto Ambiental de la Producción de Trucha.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Impacto Tecnológico y Ambiental.

A nuestro amado Padre - Madre Celestial y al Cielo Divino  
por haberme otorgado mi existencia y por todas las bendiciones  
recibidas a lo largo de mi vida.

A mis amados Padres: Félix Alejandro Gutiérrez Gallegos  
y Noemí Antonieta Castillo Ortega, con infinita gratitud,  
en reconocimiento a su esfuerzo y dedicación en mi  
formación personal, profesional y laboral.

A mi amada esposa Russ Helena Rodríguez Velásquez,  
por apoyarme y darme ánimos; por admirar mi ímpetu  
de superación académica e incentivarme a continuar  
superando mis logros y metas cada vez más y más.  
Y muy especialmente por toda su paciencia, cariño y  
Amor.

A mis amados Hermanos Henry y Ronny  
por estar siempre a mi lado, demostrándome su  
cariño y apoyo incondicional, a su vez  
compartiendo e incentivando mis ideales, sueños  
y esperanzas. Y por el ejemplo a seguir  
que siempre seguirán inculcando en mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano, a la Escuela de Posgrado, al Programa de Doctorado en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en la que logré consumir y complementar mis estudios posprofesionales.
- A todos mis Docentes del Programa de Doctorado en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente por su inmensa contribución académica en mi formación posprofesional.
- Al Dr. Ing. Félix Alejandro Gutiérrez Gallegos, por el inmenso y valioso apoyo incondicional que siempre me brinda, también por su eficaz y eficiente asesoramiento el cual fue fundamental, sustancial y trascendente para el resultado óptimo de esta investigación. ¡Infinitas Gracias!
- Al Dr. Ing. Félix Olaguivel Loza, por toda su contribución, cooperación, verificación y muy especialmente por la inmensa amistad, confraternidad y simpatía que siempre ha tenido conmigo.
- Al Dr. Mvz. Felipe Santiago Amachi Fernández, por todas su recomendaciones, sugerencias y el compartir muy generosamente sus orientaciones, que fueron de impulso en la consumación propicia y productiva de esta investigación.
- Al Dr. Mvz. Eliseo P. Fernández Ruelas y al Dr. Lic. Efraín H. Yupanqui Pino, por todos sus aportes y correcciones, que dieron un mayor respaldo, énfasis y realce en todo el esquema metodológico de esta investigación.
- A los truchicultores y propietarios de las distintas jaulas de producción de trucha de las zonas de estudio, que me brindaron todas las facilidades y atenciones para la satisfactoria realización de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

Pág.

ii

DEDICATORIA .....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTOS .....	i
ÍNDICE GENERAL .....	ii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco Teórico .....	2
1.2. Marco Conceptual.....	8
1.3. Antecedentes.....	9

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema .....	13
2.2. Interrogantes de investigación .....	14
2.3. Justificación .....	14
2.4. Hipótesis .....	15
2.5. Objetivos.....	15

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio .....	16
3.2. Población .....	16
3.3. Muestra .....	17
3.4. Métodos, uso de materiales, equipos e insumos .....	17

**CAPÍTULO IV****RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Determinación de la influencia de la producción de trucha en el Impacto Ambiental en la región de Puno 2017. ....	28
4.1.1. Evaluación del manejo de la producción de trucha, en la región de Puno 2017 .....	28
4.1.2. Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas de la producción de trucha en la región de Puno 2017.....	38
4.1.3. Evaluación del Impacto Ambiental de las condiciones biológicas y los factores culturales de la producción de trucha en la región de Puno 2017. ....	38
CONCLUSIONES .....	44
RECOMENDACIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA .....	47
ANEXOS .....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Calificaciones cuantitativas, para la evaluación del manejo productivo de la trucha, determinando rangos de valoración y calificación, planteadas mediante una propuesta de criterio propio.....	18
2. Escala de calificación cuantitativa .....	26
3. Escala de denominación y calificación exponencial de los procesos .....	26
4. Escala de denominación y categorización del Impacto Ambiental .....	27
5. Mitigación Ambiental mediante la recepción de sedimentos suspendidos (gr.).....	34
6. Análisis físico químico de muestras batimétricas .....	36
7. Matriz de Leopold Modificada, Evaluación de Impacto Ambiental, zona de estudio N°1 Chucuito.....	38
8. Matriz de Leopold Modificada, Evaluación de Impacto Ambiental, zona de estudio N°2 Juli .....	40
9. Matriz de Leopold Modificada, Evaluación de Impacto Ambiental, zona de estudio N°2 Juli .....	42
10. Ponderación cuantitativa de la evaluación del manejo de la producción de trucha, en la zona de estudio N°1 Chucuito, diciembre 2017, enero y febrero 2018 .....	51
11. Ponderación cuantitativa de la evaluación del manejo de la producción de trucha, en la zona de estudio N°2 Juli, diciembre 2017, enero y febrero 2018 .....	51
12. Ponderación cuantitativa de la evaluación del manejo de la producción de trucha, en la zona de estudio N°3 Pomata, diciembre 2017, enero y febrero 2018.....	52
13. Ponderación cuantitativa promedia mensual de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), diciembre 2017 .....	53
14. Ponderación cuantitativa promedia mensual de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), enero 2018 .....	53
15. Ponderación cuantitativa promedia mensual de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), febrero 2018.....	53
16. Ponderación cuantitativa promedia final de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), diciembre 2017, enero y febrero 2018.....	54
17. Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°1 Chucuito, (zona jaula) .....	55

18. Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°1 Chucuito (zona libre).....	56
19. Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°2 Juli (zona jaula) .....	57
20. Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°2 Juli (zona libre).....	58
21. Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°3 Pomata (zona jaula) .....	59
22. Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°3 Pomata (zona libre) .....	60
23. Toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos de la zona de estudio N°1 Chucuito .....	61
24. Toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos de la zona de estudio N°2 Juli .....	61
25. Toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos de la zona de estudio N°3 Pomata.....	61
26. Horas de investigación de la Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas, Evaluación del Impacto Ambiental de las condiciones biológicas y los factores culturales, marzo, abril, mayo, junio julio y agosto 2018 .....	62
27. Prueba estadística paramétrica de: análisis de varianza, en un diseño factorial, del manejo de la producción de trucha, para cada zona de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de evaluación (diciembre 2017, enero y febrero 2018) ..	63
28. Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas.....	64
29. Prueba estadística paramétrica de: análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar, de la EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha, para el parámetro fisicoquímico de pH, respecto a las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de muestreo (marzo, abril y mayo del 2018) .....	66
30. Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas, parámetro fisicoquímico de pH .....	66
31. Prueba estadística paramétrica de: análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar, de la EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha, para el parámetro fisicoquímico de oxígeno disuelto, respecto a las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de muestreo (marzo, abril y mayo del 2018).....	67
32. Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas, parámetro fisicoquímico de oxígeno disuelto .....	67



33. Prueba estadística paramétrica de: análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar, de la EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha, para el parámetro fisicoquímico de temperatura, respecto a las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de muestreo (marzo, abril y mayo del 2018).....	68
34. Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas, parámetro fisicoquímico de temperatura .....	68
35. Ficha de encuesta .....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Evaluación del manejo de la producción de trucha, diciembre 2017 .....	29
2. Evaluación del manejo de la producción de trucha, enero 2018 .....	31
3. Evaluación del manejo de la producción de trucha, febrero 2018.....	32
4. Evaluación del manejo de la producción de trucha, diciembre 2017, enero y febrero 2018 .....	33
5. Mejor manejo de la producción de trucha en las zonas de estudio, con la prueba de mínima significancia de Tukey; mediante el software “R” .....	64
6. Mes del mejor manejo de la producción de trucha, con la prueba de mínima significancia de Tukey; mediante el software “R” .....	64
7. Mejor zona de estudio y mes, con respecto al parámetro fisicoquímico pH, con la prueba de mínima significancia de Tukey; mediante el software “R” .....	66
8. Mejor zona de estudio y mes, con respecto al parámetro fisicoquímico oxígeno disuelto, con la prueba de mínima significancia de Tukey; mediante el software “R” .....	67
9. Mejor zona de estudio y mes, con respecto al parámetro fisicoquímico temperatura, con la prueba de mínima significancia de Tukey; mediante el software “R” .....	68
10. Zona de estudio N°1 Chucuito.....	70
11. Zona de estudio N°2 Juli.....	70
12. Zona de estudio N°3 Pomata .....	70
13. Manejo de la producción, zona de estudio N°1 Chucuito.....	71
14. Manejo de la producción, zona de estudio N°2 Juli .....	71
15. Manejo de la producción, zona de estudio N°3 Pomata .....	71
16. Malla recolectora de sedimentos suspendidos .....	71
17. Instalación experimental de la malla recolectora de sedimentos suspendidos .....	71
18. Recolección de sedimento batimétrico, zona de estudio N°1 Chucuito .....	71
19. Recolección de sedimento batimétrico, zona de estudio N°2 Juli .....	71

20. Recolección de sedimento batimétrico, zona de estudio N°3 Pomata.....	71
21. Sustrato batimétrico, zona de estudio N°1 Chucuito “zona jaula” .....	71
22. Sustrato batimétrico, zona de estudio N°2 Juli “zona jaula” .....	71
23. Sustrato batimétrico, zona de estudio N°3 Pomata “zona jaula” .....	71
24. Sustrato batimétrico, zona de estudio N°1 Chucuito “zona libre” .....	71
25. Sustrato batimétrico, zona de estudio N°2 Juli “zona libre” .....	71
26. Sustrato batimétrico, zona de estudio N°3 Pomata “zona libre” .....	71
27. Especial agradecimiento al Dr. Ing. Félix Alejandro Gutiérrez Gallegos. ....	71

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Ponderación cuantitativa de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), diciembre 2017, enero y febrero 2018 .....	51
2. Ponderación cuantitativa promedio mensual de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), diciembre 2017, enero y febrero 2018 .....	53
3. Ponderación cuantitativa promedio final de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), diciembre 2017, enero y febrero 2018 .....	54
4. Análisis físico químico de sedimentos de las 06 muestras de sustrato batimétrico de las tres zonas de estudio y sus zonas de muestreo secundarias (zona jaula) y (zona libre) .....	55
5. Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas .....	61
6. Horas de investigación .....	62
7. Prueba estadística paramétrica análisis de varianza, en un diseño factorial, del manejo de la producción de trucha, para cada zona de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de evaluación (diciembre 2017, enero y febrero 2018).....	63
8. Prueba estadística paramétrica análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar, de la EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha, para cada parámetro fisicoquímico, respecto a las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de muestreo (marzo, abril y mayo del 2018).....	65
9. Ficha de encuesta .....	69
10. Fotografías .....	70

## 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 y 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.

**Keywords:** environmental, evaluation, impact, management, mitigation and production.

## 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, restaurantes, 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).

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. Marco Teórico

##### 1.1.1. La Trucha

La trucha arco iris, cuyo nombre científico es *Oncorhynchus mykiss*, es una especie eurihalina (Dekamin *et al.*, 2015) que pertenece a la familia de los salmónidos, (Janssen *et al.*, 2015) es originaria de la parte occidental de América del Norte y de la región de Kamchatka en el noreste de Asia (Bermejo *et al.*, 2017) es apreciado como un pez de elevado interés valor económico (Janssen *et al.*, 2015).

Los salmónidos son grupos que se distribuyen de forma natural en las aguas templadas y frías del hemisferio norte (Dekamin *et al.*, 2015). En 1988 adoptó el uso del nombre genérico de *Oncorhynchus*, habita de forma permanente en ríos y lagos, son anádromos migra al mar para crecer y alimentarse y regresa al agua dulce a desovar (Janssen *et al.*, 2015); puede cambiar fácilmente su régimen alimentario a los alimentos secos concentrados en forma de gránulos o pelets (Bermejo *et al.*, 2017).

La temperatura media del agua del lago es de 13.6°C mientras que el promedio mínimo es de aproximadamente 12°C (Dekamin *et al.*, 2015), la excursión térmica entre la temperatura máxima y la mínima es de 6°C, y el mes más frío es julio (Yapuchura, 2006). La reproducción artificial es el proceso por el cual fecundan los huevos de las hembras, homogenizándolas con el esperma de los machos (García *et al.*, 2015).



García *et al.* (2015) detallan sus etapas de desarrollo:

- **Alevines:** Con un peso promedio de 5 gr. y edad de 1 mes
- **Juveniles 1:** Con un peso de 5 gr. a 20 gr. y una edad de 3 a 4 meses
- **Juveniles 2:** De 20 gr. a 142 gr. de peso que lo alcanzan en 5 a 6 meses
- **Engorde:** De 142 gr. a 300 gr. de peso que lo logran en 7 a 9 meses

El mayor peso y el menor tiempo depende de varios factores: Condiciones físicas y químicas del agua, manejo, alimentación y variedad del pez (Yapuchura, 2006).

### 1.1.2. Manejo de la producción de trucha

Yapuchura, (2006) enfatiza que el objetivo del manejo de la producción de truchas, es lograr truchas comerciales en el menor tiempo posible; de muy buenas características fenotípicas a su vez que tengan una excelente aceptabilidad en los mercados, también es necesario realizar un correcto y eficiente manejo productivo (Torres *et al.*, 2017), para lo cual se tiene que tener un amplio estudio y conocimientos de los principales factores óptimos del manejo productivo de la trucha (García *et al.*, 2013).

#### a) Factores Óptimos del manejo productivo de la trucha

- **Capacitación Técnica:** Forma de educación orientada a la adquisición de competencias laborales y capacidades empresariales, que contribuye al desarrollo humano y a las necesidades productivas en sus entornos. (García *et al.*, 2013). La capacitación técnica – productiva ofrece una atención personalizada, para cada productor que busca una inserción o reinserción en el mercado laboral de su actividad (García *et al.*, 2015) así mismo se puede hacer alusión al promover una cultura emprendedora e innovadora que facilite la inserción laboral de los productores (García *et al.*, 2013). Como finalidad tiende a mejorar el desempeño de la persona que trabaja, mejorar el nivel de empleabilidad y su desarrollo personal (Torres *et al.*, 2017). Adquiriendo nuevas competencias laborales y empresariales en una perspectiva de desarrollo sostenible y competitivo (Yapuchura, 2006).
- **Trazabilidad:** Boyd *et al.* (2016) recalcan que es un conjunto de procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de la semilla o producto. Por otro lado Janssen *et al.* (2015) resaltan que dentro del manejo productivo la producción de ovas o huevos embrionados, está controlada por un programa que garantiza la trazabilidad desde el reproductor hasta la instalación de destino. Pudiendo determinar en todo momento el lote o los lotes

que componen una expedición, su origen, fecha de puesta y fecundación, incidencias y condiciones durante la incubación, selección, clasificación, embalaje y transporte hasta destino (García *et al.*, 2013).

- **Alimentación:** Janssen *et al.* (2015) indican que la alimentación de esta especie está basada exclusivamente en la administración de alimentos balanceados. Los alimentos balanceados ofrecen una granulometría acorde a la fase de cultivo a la que se destinan (Boyd *et al.*, 2016), cabe resaltar que algunos alimentos balanceados requieren tratamientos adicionales tales como la pulverización, trituración y tamizado, previos a su uso en alguna de las fases de cultivo (Torres *et al.*, 2017); con la finalidad de obtener tamaños de partícula adecuados para la campaña productiva (García *et al.*, 2013). Además en algunos casos se adicionan otros ingredientes para mejorar la calidad nutritiva de los alimentos balanceados, como es el caso de la pigmentación acabada I y II (Davinson *et al.*, 2014).
- **Limpieza:** Dekamin *et al.* (2015) precisan que se deben limpiar los paños de las bolsas semanalmente; usando una escobilla de mango largo, recogiendo los paños pacientemente desde el bote. (García *et al.*, 2013). Argumentando lo anterior Torres *et al.* (2017) precisan que cada vez que se desocupe una jaula, se debe cambiar los paños y hacerlos secar para utilizarlos nuevamente. A su vez García *et al.* (2013) resaltan que los cilindros se deben repintar anualmente, evitando los golpes y arañones que signifiquen puntos de oxidación; por último revisar y verificar los anclajes y las vigas de madera cada año, reemplazando si es que estos pierden rigidez (Janssen *et al.*, 2015).
- **Estandarización en peso y talla:** García *et al.* (2013) indican que para su clasificación en talla, se requiere la utilización de una caja clasificadora. El procedimiento se realiza dentro del bote, donde las truchas son capturadas por medio de una red y luego son transportadas en baldes con agua, hasta la caja clasificadora (Boyd *et al.*, 2016), sumando a ello Torres *et al.* (2017) recalcan que para su clasificación en peso, un sistema que se utiliza, es la selección a un tanteo de peso. Durante el cultivo de la trucha, estas se deben seleccionar por tamaños con el fin de evitar que se coman unas a otras, por ello es recomendable tener grupos de peces muy parecidos para favorecer un crecimiento homogéneo, como consecuencia,

se obtendrá una mayor facilidad para el manejo, alimentación y la venta del producto en los diferentes mercados (Yapuchura, 2006).

- **Comercialización:** Se realiza desde un estudio preliminar del mercado a incorporarse, basándose como fuentes primarias: una información, complementada con la base de datos disponibles de agentes vendedores y compradores (Yapuchura, 2006). La información primaria puede ser recolectada mediante trabajos de encuesta, observación, experimentación, aplicables al universo de fuentes o una encuesta de ellas, según sea el caso (Torres *et al.*, 2017). La trucha se comercializa en diferentes presentaciones: fresca (entera, eviscerada con cabeza; eviscerada sin cabeza), congelada (entera, eviscerada con cabeza; eviscerada sin cabeza), deshuesada corte mariposa, filete, ahumada en frío o caliente, conservas (medallones o rodajas, grated, deshuesado) (García *et al.*, 2013). El mercado de la trucha es complejo y se caracteriza por contar con muchos proveedores, procesadores y distribuidores, es por ello que los productos que se exportan pueden pasar a través de diferentes canales de distribución antes de que llegue a su destino final (Yapuchura, 2006).

- **Productividad:** Yapuchura, (2006) resalta que, la función de la productividad es fácilmente identificable dentro de las fases primario de la cadena productiva de a trucha, dentro de tales fases es necesario reconocer a fondo el insumo, el producto y las operaciones de transformación. Describiendo el producto en detalle, haciendo referencia a sus características, sus bondades, su calidad, cantidad, variedades de producto, atributos adicionales y la calidad de los servicios relacionados; con relación a las características y condiciones que exigen el mercado (García *et al.*, 2013).

- **Rentabilidad:** García *et al.* (2013) conceptualizan la rentabilidad como un análisis de los condicionantes de la demanda futura del producto, realizando una proyección ajustada a los factores condicionantes; con el propósito de obtener una proyección realizada para un horizonte de cinco a más años de operación productiva (Yapuchura, 2006).

#### **b) Fases de Manejo Productivo para la Investigación (Acciones de Impacto)**

- **Instalación de alevinos a las jaulas flotantes:** Es el proceso por el cual los alevinos son instalados en su nuevo ecosistema (Boyd *et al.*, (2016). Davinson *et al.* (2014)

precisan que las jaulas flotantes son estructuras sostenibles y sustentantes que otorgan rigidez y forma a la malla y/o red que delimita el volumen de agua; en donde se introducen los peces para proceder a su cultivo (Torres *et al.*, 2017).

- **Madurez de la trucha en jaulas flotantes:** Los alimentos concentrados están en gran parte de su totalidad debidamente balanceados; para una correcta nutrición de la trucha (Owens *et al.*, 2017), logrando así un buen desarrollo y crecimiento (Torres *et al.*, 2017). Pinheiro *et al.* (2017) indican que el nivel de proteína de los alimentos concentrados cambia dependiendo de la etapa de desarrollo de la trucha. Es así que en truchas pequeñas, el porcentaje de proteína del alimento concentrado es alto y este va disminuyendo conforme la trucha aumenta en tamaño (Davinson *et al.*, 2014). García *et al.* (2013) precisan el alimento tiene varios tamaños que van en relación con el tamaño de la boca de trucha; de ahí la importancia de solicitar el concentrado con el nivel de proteína y el tamaño adecuado (Owens *et al.*, 2017), lo cual ayudará a que las truchas alcancen el tamaño de mercado en el menor tiempo posible (Yapuchura, 2006).

Torres *et al.* (2017) especifican que: el uso de alimento concentrado tiene la ventaja de ser de fácil manejo, calidad fija y el deterioro de la calidad es menor que en los alimentos caseros. A su vez, Davinson *et al.* (2014) añaden que, el alimento representa entre el 50 al 60% de los costos de producción en el cultivo de la trucha, por lo que un programa inadecuado de alimentación puede poner en riesgo la rentabilidad del proyecto de cultivo de trucha (Reading *et al.*, 2011).

Consecuentemente García *et al.* (2013) exponen que: el alimento debe ser distribuido en varios puntos del estanque; el número de veces al día que se tiene que alimentar y la cantidad de alimento a suministrar depende de la clase de alimento, la calidad del agua, la temperatura, el estado y el tamaño de las truchas. Torres *et al.* (2017) argumentan que: se debe realizar una muestra de las truchas existentes en la jaula para calcular su peso promedio y tamaño.

Con base en el número total de truchas y la temperatura del agua, se determina la dosis de alimentación diaria, basándose en una tabla de alimentación (Samuel *et al.*, 2013).

- **Cosecha:** Davinson *et al.* (2014) indican que este es proceso es muy parecido al de la selección de alevines; en esta clasificación se utilizará una caja clasificadora (Boyd *et al.*, 2016). Newton *et al.* (2017) resaltan que, esta caja clasificadora

presenta en su fondo una serie de varillas fijas clasificadoras que dependiendo de su abertura coincidirán con el tamaño de trucha que se desea recolectar. El procedimiento se realiza dentro del estanque donde las truchas son capturadas por medio de una red (Torres *et al.*, (2017).

García *et al.* (2013) precisan que, durante el cultivo en acuicultura, esta se debe seleccionar por tamaños con el fin de evitar que las especies, se coman unas a otras; como consecuencia habrá una mayor facilidad para su manejo, alimentación y venta en el mercado (Yapuchura, 2006).

### **1.1.3. Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)**

Perevochtchikova *et al.* (2013), dan a conocer que una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento técnico - ambiental que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en sus áreas de influencia.

Las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental corresponden a enfoques que desarrollan la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales de un proyecto (Bina, 2007). Sinclair *et al.* (2008), precisan que los métodos y técnicas usualmente aceptadas, están destinados a medir tanto los impactos directos que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de un componente ambiental; como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de otros potenciales (Martella *et al.*, 2012). Los métodos se basan en la experiencia colectiva acumulada, y su selección correcta elimina errores en los análisis (Sinclair *et al.*, 2008). Muchos de ellos han sido ajustados para incrementar su eficiencia y exactitud (Perevochtchikova *et al.*, 2013). Martella *et al.* (2012) enfatizan que la selección de la metodología debe ajustarse a los tipos de impactos esperados; una buena metodología es aquella que enfoca los impactos de manera objetiva (Bina, 2007).

Perevochtchikova *et al.* (2013) aclaran que los métodos deben seleccionarse caso a caso; ya que no existe una metodología mejor que otra (Gómez *et al.*, 2009). Por ende es recomendable la combinación de varias de ellas, pues resulta más útil en la Evaluación del Impacto Ambiental (Sinclair *et al.*, 2008).

- a) **Matriz de Leopold:** Bina, (2007) describe que la Matriz de Leopold se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. A su vez Sinclair *et al.* (2008) indican que una Matriz de Leopold, consiste en una matriz de información donde las columnas representan varias actividades que se hacen durante el proyecto. Y en sus respectivas columnas y filas se representan varios factores ambientales (Perevochtchikova *et al.*, 2013) que son considerados (aire, agua, suelo, entre otros) de la actividad o proyecto respecto a cada factor ambiental (Martella *et al.*, 2012).
- b) **Estudio de Impacto Ambiental (EsIA):** Martella *et al.* (2012) conceptualizan que, un (EsIA) es un documento en el cuál se identifican los impactos ambientales brindando la posibilidad de corregirlos y mitigarlos. Este documentos deben ser lo más objetivo posible, sin interpretaciones ni valoraciones, sino recogiendo datos (Gómez *et al.*, 2009).
- c) **Impacto Ambiental:** Hu *et al.* (2012) precisan que son las acciones humanas que alteran el equilibrio natural del ambiente en sus distintos aspectos. Es una alteración de la línea de base como consecuencia de la acción antrópica o de eventos de tipo natural (Sinclair *et al.*, 2008).
- d) **Tipos de Impacto Ambiental:** Martella *et al.* (2012). Enfatizan que los tipos de impacto ambiental se pueden catalogar de acuerdo al tiempo que dura su efecto en un lugar determinado. Es por ello que, Sinclair *et al.* (2008), clasifican cuatro tipos de impacto ambiental: Persistente, Temporal, Reversible e Irreversible. Gómez *et al.* (2009) precisan que la gran mayoría de las actividades económicas antropogénicas implican y conllevan en su mayoría a un impacto ambiental negativo.

## 1.2. Marco Conceptual

**Acuicultura:** Conjunto de actividades tecnológicas orientadas al cultivo o crianza de especies acuáticas que abarca su ciclo biológico completo o parcial, y se realiza en un medio seleccionado y controlado, en ambientes hídricos naturales o artificiales, tanto en aguas marinas, dulces o salobres (Davinson *et al.*, 2014).

**Alevino:** Etapa de vida de los peces posterior a la absorción del saco vitelino, en la cual el pez presenta características de adulto (García *et al.*, 2013).

**Área de Influencia:** Área involucrada y la descripción en forma general del medio ambiente relacionado con el proyecto (Bina, 2007).

**Evaluación de Impacto Ambiental (EIA):** Conjunto de técnicas que buscan como propósito fundamental un manejo de los asuntos humanos de forma que sea posible un sistema de vida en armonía con la naturaleza (Sinclair *et al.*, 2008).

**Impacto Ambiental:** Efecto causado por una actividad humana sobre el medio ambiente (Gómez *et al.*, 2009).

**Matriz de Lepold:** Método cualitativo de evaluación de impacto ambiental, utilizado para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural (Sinclair *et al.*, 2008).

**Mitigación Ambiental:** Conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos (Sinclair *et al.*, 2008).

**Rentabilidad:** Análisis de los condicionantes de la demanda futura del producto, realizando una proyección ajustada a los factores condicionantes (García *et al.*, 2013).

**Trazabilidad:** Conjunto de procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de la semilla o producto (Boyd *et al.*, 2016).

### 1.3. Antecedentes

Bermejo *et al.* (2017) concluyen que, el recurso hídrico en donde se elabora el proceso productivo de la trucha, tiene que tener ciertas condiciones de calidad con respecto a óptimos parámetros fisicoquímicos y cantidad volumétrica para el desarrollo óptimo de la trucha. En relación con la calidad, es muy importante buscar una fuente de agua limpia, sin contaminación y con poco sedimento. Dentro de sus principales parámetros, la temperatura del agua es el más importante, porque será esta quien regulará el crecimiento óptimo de las truchas, ya que estas no tienen capacidad propia para regular su temperatura corporal.

Newton *et al.* (2017) concluyen que, no todas los embalses son apropiados para establecer un cultivo piscícola en jaulas flotantes. La elección de los mismos debe realizarse en atención a los siguientes factores: utilización legal, comportamiento y calidad de sus

aguas, impacto ambiental y muy especialmente la recuperación natural del cultivo sobre el medio acuático (eutrofización).

Owens *et al.* (2017) concluyen que, dentro del manejo productivo tecnificado; una fase de producción truchícola, tiene una duración aproximada de 3 meses, en la cual las truchas son alimentados con alimento balanceado tipo engorde, que contienen alrededor de 35% de proteína, suministrándole una cantidad equivalente al 1.5% de su biomasa, con raciones distribuidas entre 02 a 04 veces diarias. En esta etapa se puede suministrar alimento balanceado acabado con pigmento, con la finalidad de dar la coloración salmonada a la carne, según el requerimiento del mercado. La mortalidad estimada para todo el proceso productivo se encuentra en el rango del 3% al 5% en condiciones normales de crianza.

Pinheiro *et al.* (2017) establecieron, principales factores óptimos del manejo productivo de la trucha, como son la alimentación, limpieza, estandarización y capacitación técnica; con el fortalecimiento de estos factores se logrará una correcta y adecuada producción de truchas de incomparable calidad en los mercados potenciales.

Silvenius *et al.* (2017) presentaron, los impactos ambientales de la producción de truchas arcoíris en Finlandia, utilizando diferentes materias primas para los piensos; los escenarios bajo consideración en este estudio son el escenario actual, la composición de los piensos y los escenarios en los que el arenque Báltico se utiliza como material bruto de alimentación que da como resultado la circulación de nutrientes en el área del Mar Báltico. Los impactos ambientales considerados fueron el impacto climático y la eutrofización acuática.

Torres *et al.* (2017) concluyen que, la capacidad de carga del cultivo, es un factor determinante en el impacto ambiental, puesto que: a menor carga de cultivo, el alimento balanceado, se desperdicia, convirtiéndose a futuro en sedimentos batimétricos. Es por ello que recomiendan aprovechar al máximo el espacio vital, manteniendo un desarrollo y crecimiento homogéneo de las truchas en condiciones óptimas de crianza.

Boyd *et al.* (2016) concluyen que, la densidad de cultivo expresada en kilogramos de peces por metro cúbico de agua, depende de un correcto manejo en las buenas prácticas acuícolas tales como son la selección del sitio, instalaciones y equipo, criterios para la compra de alevines (trazabilidad), un adecuad almacenamiento y manejo del alimento balanceado y un control de sanidad acuícola mensual. Para que así el truchicultor pueda



evaluar cualquier riesgo que pueda afectar el proceso productivo en un corto, mediano y largo plazo.

Janssen *et al.* (2015) determinaron, las medidas y pesos de las diferentes etapas de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es así que, la etapa de juvenil de la trucha su talla promedio comienza desde los 10 cm. hasta alcanzar los 17 cm. aproximadamente y con un peso promedio de 68.0 gr. aproximadamente. Esta etapa tiene una duración aproximada de 02 meses en condiciones normales de crianza, son alimentados con alimento balanceado tipo crecimiento, que contienen alrededor de 40% de proteína, suministrándole una cantidad aproximada al 3.5% de su biomasa.

Dekamin *et al.* (2015) concluyen que, la trucha es una especie muy delicada y susceptible a una contaminación o impacto ambiental. Requiriendo la optimización y creación de nuevas mitigaciones ambientales, a su vez un mejor control de los parámetros fisicoquímicos como es primordialmente la temperatura y el oxígeno disuelto.

García *et al.* (2013) concluyen que, la actividad productiva de la trucha, puede ser rentable y es una alternativa de producción en comunidades que cuentan con fuentes hídricas. Ya que un correcto manejo técnico productivo, conllevará a una aplicación correcta y oportuna de todos los parámetros de crianza, que permitirán un desarrollo y crecimiento eficiente de la biomasa de truchas en el proceso productivo, llegando a obtener productos de óptima calidad, en el menor tiempo posible y con los costos de producción más favorables para el truchicultor.

Samuel *et al.* (2013) concluyen que, en el manejo productivo de la trucha, el sistema de alimentación es la principal clave para una óptima campaña de producción, es por ello que se debe suministrar el alimento adecuado, en el momento adecuado y con la ración adecuada. También se enfatiza en seleccionar el tamaño del pellet apropiado en función del pez más pequeño de la población, garantizando que un alto porcentaje de las truchas ingieran el grano, asegurando un crecimiento uniforme, administrar el alimento balanceado en un área importante del espejo de agua, de tal manera que todas las truchas puedan alimentarse al mismo tiempo evitando su desperdicio.

Reading *et al.* (2011) concluyen que, dentro del manejo productivo, en el cultivo intensivo de la trucha, se vienen utilizando técnicas novedosas, en donde se aprovechan las condiciones ambientales favorables como son las bajas temperaturas que favorecen el crecimiento de los alevinos de trucha en las jaulas flotantes.

Puccini *et al.* (2010) concluyen que, la temática de la productividad en el manejo del producto trucha, aún tienen severas deficiencias, especialmente en lo que respecta al manejo técnico y la sanidad y/o salubridad; así como en la gestión empresarial de la actividad. Los productores de trucha desconocen el nivel de ganancia o pérdida porcentual que logran en sus operaciones; es por ello que urge la necesidad de articularse a un mercado competitivo, ya que algunos mercados como son los mercados locales, no ofrecen posibilidades de alcanzar la competitividad y la rentabilidad esperada de la actividad.

Yapuchura, (2006) concluye que, el proceso productivo de la trucha el alimento es uno de los insumos más caros y este representa entre un 50 y 60% de los gastos de producción. Además, se debe lograr cosechar truchas comerciales en el menor tiempo posible y de muy buenas características fenotípicas y que tengan una excelente aceptabilidad en los mercados. Para ello es necesario realizar un correcto y eficiente manejo productivo, para lo cual se tiene que tener pleno conocimiento de todos los parámetros de crianza que intervienen en esta actividad acuícola.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

La acuicultura, es un dinamizador de la economía nacional (García *et al.*, 2013); la producción de la cadena productiva de los recursos hídricos, son contribuyen al incremento per cápita de la población (Puccini *et al.*, 2010); en consecuencia, genera ingresos contribuyendo al desarrollo socioeconómico de la población rural que se dedica a esta actividad piscícola (Yapuchura, 2006).

Los productores de trucha arco iris de la región Puno en su mayoría, realizan su actividad de forma empírica, a falta de conocimiento de un trabajo técnico productivo que les permitiría obtener productos de buena calidad (Boyd *et al.*, 2016). Mediante a esta problemática, es necesario conocer y evaluar todos los factores óptimos del manejo productivo. (García, *et al.*, 2013). También es imprescindible conocer la magnitud del Impacto Ambiental producido por esta actividad acuícola, la cual determinará el implementar urgentemente medidas de corrección y mitigación ambiental para una producción sostenible y rentable (Yapuchura, 2006).

Esta investigación está destinada para que sea un referente de consulta y los resultados obtenidos puedan ser replicados y/o tomados en cuenta para sensibilizar ambientalmente a los productores de trucha, por el impacto ambiental producido por esta actividad piscícola.

## **2.2. Interrogantes de investigación**

### **2.2.1. Interrogante general**

¿En qué medida la producción de trucha influye en el Impacto Ambiental en la región de Puno 2017?

### **2.2.2. Interrogantes específicas**

- ¿Cómo es el manejo de la producción de trucha en la región de Puno 2017?
- ¿Cuál es el impacto ambiental de las características físicas y químicas de la producción de trucha en la región de Puno 2017?
- ¿Cuál es el impacto ambiental de las condiciones biológicas y los factores culturales de la producción de trucha en la región de Puno 2017?

## **2.3. Justificación**

La acuicultura en Puno reviste una particular importancia económica dentro de la región, siendo esta un dinamizador de la competitividad y rentabilidad de los productores de trucha. El lago Titicaca ofrece muchas ventajas y condiciones óptimas para la crianza productiva de la trucha. Ya que esta actividad es un soporte de mucha importancia que contribuye al incremento interno de la producción regional, en consecuencia genera ingresos para el desarrollo socioeconómico de la población rural que se dedica a esta actividad acuícola.

Conjuntamente, con el conocimiento del adecuado manejo de la producción de trucha es que se mejorará todavía más, el desarrollo técnico – productivo; el mismo que influye directamente en la calidad del producto, la capacitación técnica, la trazabilidad de los alevinos, la correcta y adecuada alimentación, la indispensable limpieza, la necesaria estandarización en peso y talla, la necesaria comercialización en los mercados locales, nacionales e internacionales, la acertada productividad y finalmente la imprescindible rentabilidad de los productores y empresas pesqueras.

Un método cualitativo del monitoreo del impacto ambiental, es la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), mediante una matriz de Leopold modificada; la cual se utiliza para identificar el impacto ambiental, siendo este positivo o negativo. Cabe especificar que esta evaluación es únicamente un conjunto de juicios de valor y criterios propios, en el que su principal objetivo es garantizar una correcta y apropiada evaluación ambiental de la etapa de operación de esta actividad acuícola.

Se realizó esta investigación, para que sea un referente de consulta y los resultados obtenidos puedan ser replicados y tomados en cuenta para mejorar aún más el proceso productivo y la calidad del producto trucha; así mismo para que se logre sensibilizar ambientalmente a los productores de trucha y a las entidades gubernamentales competentes de este ámbito, para que tomen acciones de mitigación, control y supervisión ambiental, por todo el impacto ambiental producido por esta actividad acuícola.

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El manejo de la producción de trucha influye en el Impacto Ambiental en la región de Puno 2017.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- El manejo de la producción de trucha en la región de Puno 2017 se encuentra en un nivel regular.
- El Impacto Ambiental de las características físicas y químicas de la producción de trucha en la región de Puno 2017 se encuentra en un nivel moderado.
- El Impacto Ambiental de las condiciones biológicas y los factores culturales de la producción de trucha en la región de Puno 2017 se encuentra en un nivel moderado.

## **2.5. Objetivos**

### **2.5.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la producción de trucha en el Impacto Ambiental en la región de Puno 2017.

### **2.5.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el manejo de la producción de trucha en la región de Puno 2017.
- Evaluar el Impacto Ambiental de las características físicas y químicas de la producción de trucha en la región de Puno 2017.
- Evaluar el Impacto Ambiental de las condiciones biológicas y los factores culturales de la producción de trucha en la región de Puno 2017.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

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 N°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 m.s.n.m.

Zona de estudio N°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 m.s.n.m.

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 m.s.n.m.

#### 3.2. 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. A su vez dictaminan normas y lineamientos técnicos para la adecuada ejecución y supervisión

de las políticas, la gestión de los recursos del sector pesquero, así como para el otorgamiento, reconocimiento de derechos, sanción, fiscalización y ejecución coactiva.

### 3.3. Muestra

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).

Corroborando lo anterior Dien, (2017) detalla que, el nivel de confianza de 95%, implica que 95% de las muestras daría lugar a un intervalo que incluye, cualquier otro parámetro que se esté estimando y sólo 5% de las muestras producirá un intervalo erróneo.

Por lo general Henson *et al.* (2015) precisan que un nivel de confianza de 95% funciona adecuadamente en una investigación experimental. Puesto que, cuanto mayor sea el nivel de confianza, el valor del parámetro que se estima está dentro del intervalo acertado.

De acuerdo a Dien, (2017); la fórmula de estimación estadística se presentó de la siguiente manera:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

#### Donde

n = El tamaño de la muestra.

N = Tamaño del universo.

Z = Desviación del valor medio.

e = Margen de error máximo admitido (5%).

p = Proporción que se espera encontrar.

### 3.4. Métodos, uso de materiales, equipos e insumos

#### 3.4.1. 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.

Las calificaciones cuantitativas se plantearon, mediante una ponderación propuesta por criterio propio, determinando diferentes rangos de valoración y calificación; en donde 1 es un muy bajo, 2 un bajo, 3 un medio, 4 un alto y 5 un muy alto manejo de la producción de trucha, véase (Tabla 1).

Tabla 1

*Calificaciones cuantitativas, para la evaluación del manejo productivo de la trucha, determinando rangos de valoración y calificación, planteadas mediante una propuesta de criterio propio.*

Valoración	Calificación
Muy bajo	1
Bajo	2
Medio	3
Alto	4
Muy Alto	5

Esta ponderación propuesta, permitió realizar una contrastación con la realidad, en función de los factores óptimos en el manejo productivo de la trucha. Cabe resaltar que esta calificación, fue un conjunto de juicios propios de apreciación y observación únicamente, en la que el principal objetivo fue garantizar la evaluación propiamente de estos factores óptimos en las tres zonas de estudio.

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.

- **Estadística en relación, con el 1er objetivo específico:** 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%, véase (Anexo 7. Prueba estadística paramétrica análisis de varianza, en un diseño factorial, del manejo de la producción de trucha, para cada zona de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de evaluación (diciembre 2017, enero y febrero 2018), Tabla 27).



Determinando así; si existe o no existe diferencia estadística significativa; entre: las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y entre: los meses de estudio (diciembre 2017, enero y febrero 2018) con respecto al manejo de la producción de trucha, véase (Anexo 7. Prueba estadística paramétrica análisis de varianza, en un diseño factorial, del manejo de la producción de trucha, para cada zona de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de evaluación (diciembre 2017, enero y febrero 2018), Tabla 28).

Finalmente se consolidó este análisis estadístico, utilizando el software “R”, véanse (Anexo 6. Prueba estadística paramétrica análisis de varianza, en un diseño factorial, del manejo de la producción de trucha, para cada zona de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de evaluación (diciembre 2017, enero y febrero 2018), Figura 5 y Figura 6).

Chakraborty *et al.* (2016) explican que, los diseños factoriales se utilizan cuando se quieren comparar ciertos tratamientos o estudiar el efecto de un factor. A su vez Dien, (2017); Sawyer, (2009) enfatizan que, las posibles diferencias se deban principalmente al factor de interés y no a otros factores que no se consideran en el estudio. (Henson *et al.*, 2015).

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, véase (Tabla 5).

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.

En lo que concierne, a la zona de estudio N° Chucuito, las muestras de los sedimentos batimétricos, fueron recolectadas a 13 metros de profundidad en la “zona jaula” y consecutivamente a 17 metros de profundidad en la “zona libre”; en referencia a la zona de estudio N°2 Juli, las muestras de los sedimentos batimétricos, fueron recolectadas a 16 metros de profundidad en la “zona jaula” y consecutivamente a 25 metros de profundidad en la “zona libre”. Finalmente, en la zona de estudio N°3 Pomata, las muestras de los sedimentos batimétricos, fueron recolectadas a 22 metros de profundidad en la “zona jaula” y consecutivamente a 31 metros de profundidad en la “zona libre”.

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 trasportadas, 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, véase (Anexo 4. Análisis físico químico de sedimentos de las 06 muestras de sustrato batimétrico de las tres zonas de estudio y sus zonas de muestreo secundarias (zona jaula) y (zona libre), Tabla 17, Tabla 18, Tabla 19, Tabla 20, Tabla 21 y Tabla 22).

#### **3.4.2. Para la Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas de la producción de trucha**

Se realizó 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); para ello se definió por criterio del investigador, que la obtención de datos fuera la primera y última semana de los meses de marzo abril y mayo del 2018.

Consecutivamente, 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.

Para la toma de muestras y obtención de datos de los parámetros fisicoquímicos y por ende su ponderación respectiva en la matriz de Leopold modificada, se estableció un horario que comprendió de 09:00 am. a 03:00 pm.. Es por ello que en definitiva, la Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas de la

producción de trucha, comprendió un total de 36 horas de investigación para cada una de las zonas de estudio. Lográndose así un total de 108 horas de investigación, véase (Anexo 6. Horas de investigación, Tabla 26).

Cabe resaltar que, el número de las características y/o condiciones existentes en el medio ambiente de la Matriz de Leopold para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que figuran en el eje vertical es de 88. El número de acciones de impacto de la Matriz de Leopold para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que figuran en el eje horizontal es de 100.

Esto resulta un total de 8,800 interacciones. En la práctica, sólo algunas de las interacciones involucran impactos de tal magnitud e importancia para justificar un tratamiento detallado.

Es por ello; que se tomó en cuenta por la magnitud del Impacto Ambiental y por la fase de operación del manejo productivo de la trucha; solo una característica y/o condición existente en el medio acuático, con respecto a este segundo objetivo específico; la cual fue:

**a) Características fisicoquímicas:** Dentro de ella se seleccionó la sub característica ambiental del **agua** por tratarse de una actividad netamente acuícola e hídrica. Posteriormente se seleccionó como índices de valoración a los siguientes aspectos de la sub característica ambiental mencionada:

- pH (potencial de hidrógeno).
  - Oxígeno disuelto.
  - Temperatura.
- **Estadística en relación, con el 2do objetivo específico:** 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 zona 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%, véase (Anexo 8. Prueba estadística paramétrica análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar, de la EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha, para cada parámetro fisicoquímico, respecto a las zonas de

estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de muestreo (marzo, abril y mayo del 2018), Tabla 29, Tabla 31 y Tabla 33).

Determinando así; si existe o no existe diferencia estadística significativa; entre: las zonas de estudio y entre: los meses de estudio, con respecto a cada parámetro fisicoquímico, véanse (Anexo 8. Prueba estadística paramétrica análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar, de la EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha, para cada parámetro fisicoquímico, respecto a las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de muestreo (marzo abril y mayo del 2018), Tabla 30, Tabla 32 y Tabla 34).

Finalmente se consolidó este análisis estadístico, utilizando el software “R”, véanse (Anexo 8. Prueba estadística paramétrica análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar, de la EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha, para cada parámetro fisicoquímico, respecto a las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de muestreo (marzo, abril y mayo del 2018), Figura 7, Figura 8 y Figura 9).

Sawyer, (2009) indica que, los diseños de bloques completamente al azar, se incorporan de manera explícita en un experimento comparativo se les llama factores de bloque. Estos tienen la particularidad de que se incluyen en el experimento. (Dien, 2017).

Henson *et al.* (2015); Chakraborty *et al.* (2016) concluyen que, ambos diseños, pueden aplicarse con un nivel de importancia principal con respecto al diseño requerido.

De acuerdo a Dien, (2017); la fórmula se presentó de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

**Donde**

$Y_{ij}$ = Observación en la unidad experimental para el tratamiento i en el bloque j.

$\mu$  = Efecto de aplicación.

$\alpha_i$  = Efecto debido al tratamiento i.

$\beta_j$  = Efecto debido al bloque j.

$\epsilon_{ij}$  = Error aleatorio asociado a la observación  $Y_{ij}$ .

### Fórmulas que se utilizó para esta prueba estadística

#### a) Grados de libertad

$$GL \text{ trat} = t - 1$$

$$GL \text{ error} = t (r-1)$$

$$GL \text{ total} = tr - 1$$

#### b) Suma de cuadrados

$$TC = \frac{X^2 \dots}{tr}$$

$$SC_{\text{trat.}} = \sum_{i=1}^t \frac{X_i^2}{tr} - TC$$

$$SC_{\text{total}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r X_{ij}^2 - TC$$

$$SC_{\text{error}} = SC_{\text{total}} - SC_{\text{trat.}}$$

### 3.4.3. Para la Evaluación del Impacto Ambiental de las condiciones biológicas y los factores culturales de la producción de trucha

Se realizó 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); para ello se definió por criterio del investigador, que la obtención de datos fuera la primera y última semana de los meses de junio, julio y agosto del 2018.

Para la Evaluación del Impacto Ambiental de las condiciones biológicas y los factores culturales de la producción de trucha en la región de Puno 2017, se estableció un horario que comprendió de 09:00 am. a 03:00 pm.. Es por ello que en definitiva, la Evaluación del Impacto Ambiental de las condiciones biológicas y los factores culturales, comprendió un total de 36 horas de investigación para cada una de las zonas de estudio. Lográndose así un total de 108 horas de investigación, véase (Anexo 6. Horas de investigación, Tabla 26).

Se tomó en cuenta por la magnitud del Impacto Ambiental y por la fase de operación del manejo productivo de la trucha; solo dos características y/o condiciones existentes en el medio acuático, con respecto a este tercer objetivo específico; las cuales fueron:

**a) Condiciones biológicas:** Dentro de ella se seleccionó las sub características ambientales: **flora y usos del territorio**, por motivos del impacto ambiental en el área de influencia directa. Posteriormente se seleccionó como índices de valoración a los siguientes aspectos de las sub características ambientales ya mencionadas:

- **Para flora:** Cosechas.
- **Para usos del territorio:** Zonas húmedas, pastos, agricultura.

**b) Factores culturales:** Dentro de ella se seleccionó las sub características ambientales: **estéticos y de interés humano y nivel cultural**, por motivos del impacto en el área de influencia indirecta. Posteriormente se seleccionó como índices de valoración a los siguientes aspectos de las sub características ambientales ya mencionadas:

- **Para estéticos y de interés humano:** Vistas panorámicas y paisajes, naturaleza, espacios abiertos, paisajes, estados de vida.
- **Para nivel cultural:** Estados de vida, salud y seguridad (rural), empleo (autosustentable), densidad de población.

Se estimó por criterio propio del investigador, la calificación cuantitativa de base -5 a 5 como una escala de valoración cualitativa en el Impacto Ambiental generado por parte de la actividad piscícola en el área de influencia directa; como se muestra a continuación, en la Tabla 2.

Tabla 2

*Escala de calificación cuantitativa.*

Denominación	Calificación
Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regularmente bueno	2
Bajo	1
Muy bajo	-1
Regularmente malo	-2
Malo	-3
Muy malo	-4
Crítico	-5

A su vez se estimó por criterio propio del investigador, una calificación exponencial de los procesos del Impacto Ambiental generado en las acciones de impacto (instalación de alevinos a las jaulas flotantes, madurez de la trucha en jaulas flotantes y cosecha).

Ya que la suma de estos valores exponenciales tuvo que superar la valoración cuantitativa de 50. En donde se comprendió si el Impacto Ambiental de la actividad fue permanente o momentánea, para las áreas de influencias directa e indirecta, véase (Tabla 3).

Tabla 3

*Escala de denominación y calificación exponencial de los procesos.*

Denominación	Calificación exponencial de los procesos
Permanente	Base exponencial mayor a 50
Momentáneo	Base exponencial menor a 50

Posteriormente a la culminación de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se procedió a jerarquizar el Impacto Ambiental generado, véase (Tabla 4).



Tabla 4

*Escala de denominación y categorización del Impacto Ambiental.*

Denominación	Categorización
Irrelevante	61 a 100
Compatible	21 a 60
Moderado	-19 a 20
Severo	-39 a -20
Crítico	-80 a -40

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.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **4.1. Determinación de la influencia de la producción de trucha en el Impacto Ambiental en la región de Puno 2017**

##### **4.1.1. Evaluación del manejo de la producción de trucha, en la región de Puno 2017**

De las evaluaciones promedio mensuales del manejo de la producción de trucha; con respecto a las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y en función de los factores óptimos en el manejo productivo de la trucha: (capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, limpieza, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad). Se determinó, cuál de estas tres zonas de estudio, tuvo un mejor manejo productivo del producto trucha.

##### **a) Evaluación del manejo de la producción de trucha - diciembre 2017**

De acuerdo a la evaluación del manejo de la producción de trucha. En las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), en el mes de diciembre 2017, se determinó que:

- La zona de estudio N°3 Pomata, en función de los factores óptimos en el manejo productivo de la trucha; presentó: el óptimo máximo de rentabilidad; así mismo mayor: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, estandarización en peso y talla, comercialización y productividad; que las zonas de estudio N°1 Chucuito y N°2 Juli; e igual: limpieza que la zona de estudio N°2 Juli, véase (Figura 1).
- Por otro lado, la zona de estudio N°2 Juli; presentó: mayor: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, estandarización en peso y talla, comercialización y

productividad; que la zona de estudio N°1 Chucuito; e igual: limpieza que la zona de estudio N°3 Pomata, véase (Figura 1).

- En cambio, la zona de estudio N°1 Chucuito; presentó: menor: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, limpieza, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad; que las zonas de estudio N°2 Juli y N°3 Pomata, véase (Figura 1).

Conforme a los resultados anteriores Newton *et al.* (2017) resaltan la importancia de establecer un manejo técnico productivo técnico, para el cultivo de truchas, considerando un programa de alimentación establecido ya en tablas proporcionadas por el productor del alimento y el registro continuo de un control estricto que proporcionará datos reales para el mejor funcionamiento del plan acuícola productivo.

Además, Yapuchura, (2006) discute en que, el objetivo principal del manejo productivo es la productividad, logrando truchas comerciales en el menor tiempo posible; de muy buenas características fenotípicas a su vez que tengan una excelente aceptabilidad en los mercados.

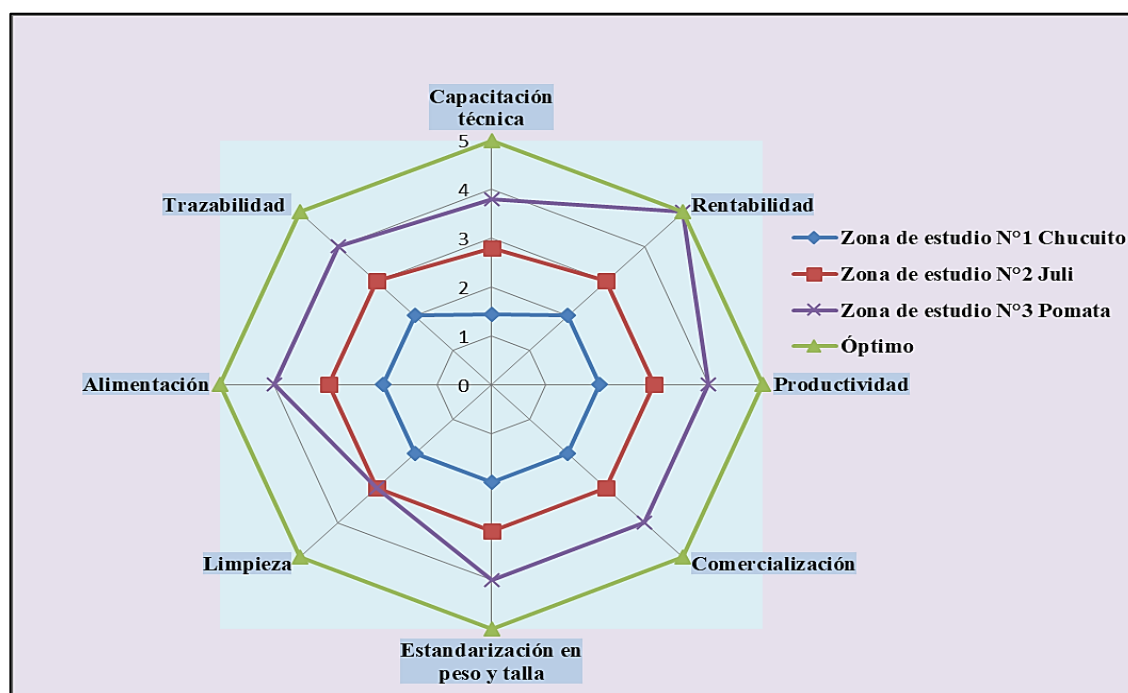


Figura 1. Evaluación del manejo de la producción de trucha, diciembre 2017.

**b) Evaluación del manejo de la producción de trucha - enero 2018**

De acuerdo a la evaluación del manejo de la producción de trucha. En las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), en el mes de enero 2018, se determinó que:

- La zona de estudio N°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 N°1 Chucuito y N°2 Juli; e igual: limpieza que la zona de estudio N°2 Juli, véase (Figura 2).
- Por otro lado, la zona de estudio N°2 Juli; presentó: mayor: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad; que la zona de estudio N°1 Chucuito; e igual: limpieza que la zona de estudio N°3 Pomata, véase (Figura 2).
- En cambio, la zona de estudio N°1 Chucuito; presentó: menor: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, limpieza, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad; que las zonas de estudio N°2 Juli y N°3 Pomata, véase (Figura 2).

Concorde a los resultados anteriores Pinheiro *et al.* (2017) argumentan en que, es necesario realizar un correcto y eficiente manejo productivo, para lo cual se tiene que tener un amplio estudio y conocimientos de los principales factores óptimos del manejo productivo de la trucha. Enfatizando especialmente un manejo técnico especializado con respecto a la alimentación y limpieza (Torres *et al.*, 2017).

Por otro lado, García *et al.* (2013) discuten lo mencionado anteriormente, debido a que, no solo basta con tener un amplio estudio y conocimientos de los principales factores óptimos del manejo productivo; sino que se tiene que enfatizar el aspecto sanitario, considerando la importancia de la prevención, tratamiento y control de los cuadros patológicos en el rendimiento de cada ciclo productivo de la trucha.

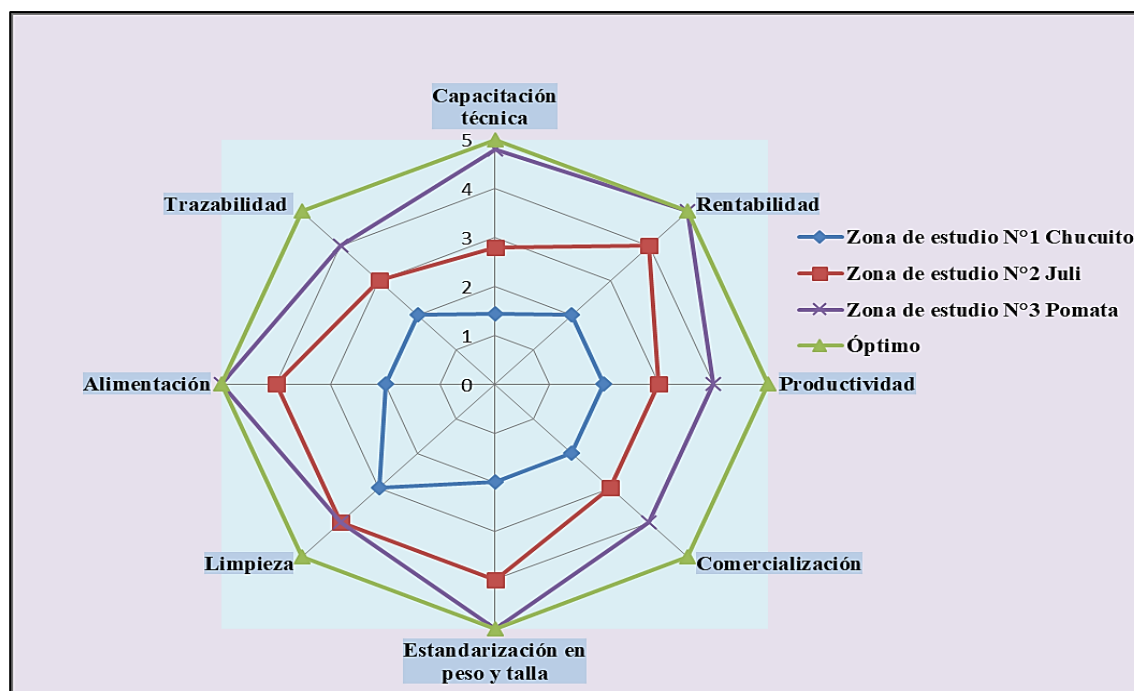


Figura 2. Evaluación del manejo de la producción de trucha, enero 2018.

### c) Evaluación del manejo de la producción de trucha - febrero 2018

De acuerdo a la evaluación del manejo de la producción de trucha. En las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), en el mes de febrero 2018, se determinó que:

- La zona de estudio N°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, comercialización y rentabilidad; así mismo mayor: trazabilidad y productividad; que las zonas de estudio N°1 Chucuito y N°2 Juli; e igual: limpieza que la zona de estudio N°2 Juli, véase (Figura 3).
- Por otro lado, la zona de estudio N°2 Juli; presentó: mayor: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad; que la zona de estudio N°1 Chucuito; e igual: limpieza que la zona de estudio N°3 Pomata, véase (Figura 3).
- En cambio, la zona de estudio N°1 Chucuito; presentó: menor: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, limpieza, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad; que las zonas de estudio N°2 Juli y N°3 Pomata, véase (Figura 3).

Deliberando los resultados anteriores Torres *et al.* (2017) especifican que, una correcta y adecuada alimentación dentro del manejo productivo de la trucha es sustancial para un óptimo factor productivo. A su vez, Davinson *et al.* (2014) añaden que, la alimentación representa entre el 50 al 60% de los costos de producción en el cultivo de la trucha. Por lo que un programa inadecuado de alimentación puede poner en riesgo la rentabilidad del proyecto de cultivo de trucha (Reading *et al.*, 2011).

Consecuentemente Owens *et al.* (2017) exponen que, se tiene que realizar una capacitación técnica constante, dentro del manejo productivo de la trucha. Conllevando a una correcta alimentación; distribuida secuencialmente, cantidad requerida, selección en la calidad del alimento balanceado y determinación de principales parámetros fisicoquímicos con respecto a la calidad del agua (García *et al.*, 2013).

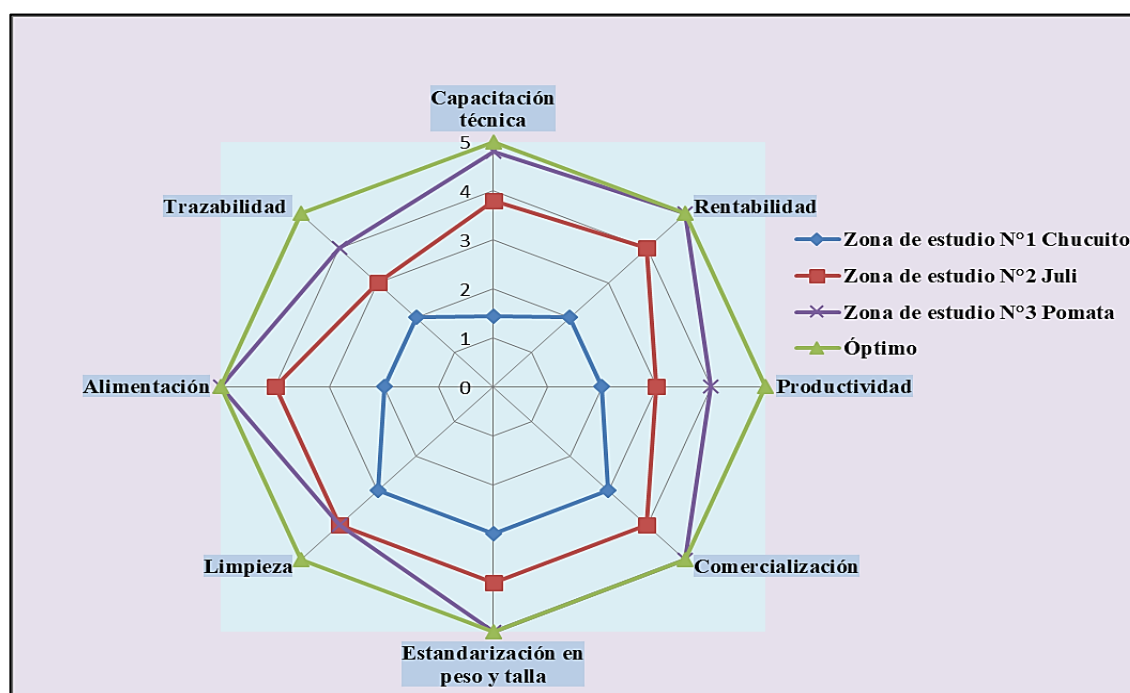


Figura 3. Evaluación del manejo de la producción de trucha, febrero 2018.

#### d) Evaluación del manejo de la producción de trucha - diciembre 2017, enero y febrero 2018

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 N°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 N°1 Chucuito y N°2 Juli; e igual: limpieza que la zona de estudio N°2 Juli, véase (Figura 4).

- Por otro lado, la zona de estudio N°2 Juli; presentó: mayor: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad; que la zona de estudio N°1 Chucuito; e igual: limpieza que la zona de estudio N°3 Pomata, véase (Figura 4).

- En cambio, la zona de estudio N°1 Chucuito; presentó: menor: capacitación técnica, trazabilidad, alimentación, limpieza, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad; que las zonas de estudio N°2 Juli y N°3 Pomata, véase (Figura 4).

Polemizando los resultados anteriores Davinson *et al.* (2014) discuten en que, la estandarización en peso y talla es uno de los más importantes factores óptimos en el manejo de la producción de la trucha; puesto que gracias a esta cuantificación total de la biomasa de la unidad productiva, se determina la información técnica siguiente: datos de peso y talla promedio, incremento de talla y peso, peso total de la población, biomasa, factor de conversión alimenticia (FCA), mortalidad, densidad de carga.

Con respecto a lo mencionado anteriormente Boyd *et al.* (2016) corroboran enfatizando en que, se debe llevar a cabo una programación mensual de las actividades de estandarización, para llevar a cabo un óptimo manejo productivo.

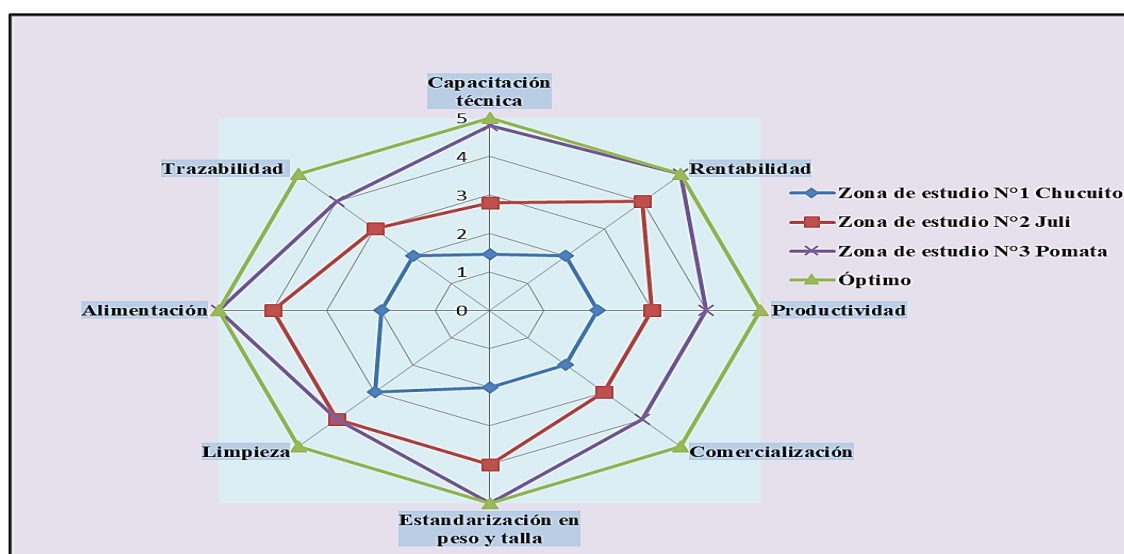


Figura 4. Evaluación del manejo de la producción de trucha, diciembre 2017, enero y febrero 2018.

Corroborando, la influencia del manejo de la producción de trucha en el impacto ambiental de la región de Puno, se realizó la experimentación e instalación de las tres mallas receptoras de sedimentos suspendidos en las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), durante una campaña productiva de 3 meses (junio, julio y agosto del 2018), 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.

Tabla 5

Mitigación Ambiental mediante la recepción de sedimentos suspendidos (gr.).

Mitigación Ambiental mediante la recepción de Sedimentos Suspendidos (gr.):								
	Meses			Promedio de una campaña productiva (3 meses)	Pronóstico en 1 año de producción truchícola	Pronóstico en 5 años de producción truchícola	Pronóstico en 10 años de producción truchícola	Pronóstico en 20 años de producción truchícola
	junio	julio	agosto					
Zona de estudio N°1 Chucuito	715.35	733.44	758.13	745.79	2983.14	14915.70	29831.40	59662.80
Zona de estudio N°2 Juli	724.18	762.96	749.65	745.60	2982.39	14911.93	29823.87	59647.73
Zona de estudio N°3 Pomata	801.24	785.73	862.58	816.52	3266.07	16330.33	32660.67	65321.33

Conforme al pronóstico futuro ponderado; se obtuvo los siguientes resultados:

Zona de estudio N°1 Chucuito: Sedimentos en suspensión de una jaula de trucha (1000 unidades), en una campaña 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 N°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 N°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 6  
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 (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 de estudio N°1 Chucuito	"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 libre"	8.65	209.94 ppm	43.60 ppm	0.31 ppm	0.36 ppm	1.27%	848.00 μS/cm	0.5 ppm	Positivo
Zona de estudio N°2 Juli	"zona jaula"	8.86	128.03 ppm	79.20 ppm	0.091 ppm	0.00 ppm	0.95%	1293.00 μS/cm	0.6 ppm	Positivo
	"zona libre"	8.78	108.63 ppm	89.90 ppm	0.16 ppm	0.00 ppm	1.18%	1313.00 μS/cm	0.7 ppm	Positivo
Zona de estudio N°3 Pomata	"zona jaula"	8.65	126.09 ppm	97.60 ppm	0.081 ppm	0.00 ppm	0.00%	1326.00 μS/cm	0.7 ppm	Positivo
	"zona libre"	8.82	106.69 ppm	109.00 ppm	0.31 ppm	0.00 ppm	0.84%	1215.00 μS/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 μS/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

Fuente: NORMA: DECRETO SUPREMO N°002-2008-MINAM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua" / Categoría 4: "Conservación del ambiente acuático", Subcategoría: "Lagunas y lagos", Laboratorio de Control de Calidad; F.I.Q.; UNAP.

En las zonas de estudio: Chucuito y Pomata se registraron datos muy similares, entre las zonas secundarias de muestreo; es por ello que: con respecto al potencial de hidrogeno (pH) en la “zona libre” se denota un pH más alto, habiendo en este espacio acuático un agua más dura, conteniendo una gran concentración de minerales disueltos; en la “zona jaula” se denota un pH más bajo, habiendo en este espacio acuático un agua más suave, lo que tiende a llevar grandes concentraciones de metales como el manganeso y hierro, siendo probablemente perjudiciales para los peces. En la zona de estudio: Juli se dan los resultados al contrario.

En relación a los cloruros (Cl<sup>-</sup>), las zonas de estudio: Juli y Pomata se registraron datos muy similares en la “zona jaula” donde los cloruros son más altos, formándose en este espacio acuático sales de carácter básico y posiblemente aguas ácidas.

En correspondencia a los sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>), las tres zonas de estudio registraron más altas cantidades en la “zona libre”. Respectivamente, los nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), fueron más altos

en la “zona jaula” en las tres zonas de estudio. Solo se presentó una alta concentración de fósforo ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) en Chucuito “zona libre”.

En relación al porcentaje de nitrógeno, las zonas de estudio: Chucuito y Pomata se registraron datos muy similares, puesto que solo en la zona de muestreo secundaria “zona libre” los porcentajes de nitrógeno, están por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - Agua: Categoría 4 "Laguna y Lagos", Por otro lado la zona de estudio Juli registró datos de porcentajes de nitrógeno por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - Agua: Categoría 4 "Laguna y Lagos" en ambas zonas secundarias de muestreo: “zona jaula” y “zona libre”; en donde se puede deducir que tanto el nitrato y el amonio se incorporarán al fitoplancton y esto será un rol vital en el metabolismo biológico batimétrico, a su vez estimulará al crecimiento del fitoplancton.

Las tres zonas de estudio presentan una conductividad eléctrica por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - Agua: Categoría 4 "Laguna y Lagos", presentándose así sales disueltas que disuelven iones con carga positiva y negativa, en las zonas secundarias de muestreo: “zona jaula” y “zona libre”.

En referencia a la salinidad, las tres zonas de estudio presentan una salinidad dentro del rango óptimo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - Agua: Categoría 4 "Laguna y Lagos", presentándose así sales minerales disueltas en los espacios acuáticos de las zonas secundarias de muestreo: “zona jaula” y “zona libre”.

Finalmente, los carbonatos fueron positivos en las tres zonas de estudio y en sus zonas secundarias de muestreo: “zona jaula” y “zona libre”, dando como resultado que: la concentración de Ca y Mg decrece en relación al sodio y el índice RAS (Relación de Absorción de Sodio) es mayor, provocando una alcalinización y el aumento significativo del pH.

4.1.2. Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas de la producción de trucha en la región de Puno 2017

4.1.3. Evaluación del Impacto Ambiental de las condiciones biológicas y los factores culturales de la producción de trucha en la región de Puno 2017

Tabla 7

Matriz de Leopold Modificada, Evaluación de Impacto Ambiental, zona de estudio N°1 Chucuito.

<b>MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ZONA DE ESTUDIO N°1 CHUCUITO</b>						
<b>EVALUACIÓN CUALITATIVA DE IMPACTOS</b>			<b>MANEJO DE LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA</b>			
			<b>A. Instalación de alevinos a las jaulas flotantes</b>	<b>B. Madurez de la trucha en jaulas flotantes</b>	<b>C. Cosecha</b>	<b>EVALUACIONES</b>
<b>A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>	<b>1. AGUA</b>	<b>A. pH</b>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+3</sup>	(+4) <sup>+7</sup>
		<b>B. Oxígeno disuelto</b>	(+1) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+5) <sup>+6</sup>
		<b>C. Temperatura</b>	(-1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+6</sup>
<b>B. CONDICIONES BIOLÓGICAS</b>	<b>2. FLORA</b>	<b>A. Cosechas</b>	(-1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+1</sup>	(+2) <sup>+4</sup>
	<b>3. USOS DEL TERRITORIO</b>	<b>A. Zonas húmedas</b>	(-3) <sup>+1</sup>	(-3) <sup>+1</sup>	(-3) <sup>+1</sup>	(-9) <sup>+3</sup>
		<b>B. Pastos</b>	(-1) <sup>+2</sup>	(-1) <sup>+1</sup>	(-1) <sup>+1</sup>	(-3) <sup>+4</sup>
		<b>C. Agricultura</b>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+6</sup>
<b>C. FACTORES CULTURALES</b>	<b>4. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO</b>	<b>A. Vistas panorámicas y paisajes</b>	(+2) <sup>+1</sup>	(+2) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+5) <sup>+3</sup>
		<b>B. Naturaleza</b>	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+5) <sup>+6</sup>
		<b>C. Espacios abiertos</b>	(+2) <sup>+2</sup>	(+2) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+5) <sup>+4</sup>
		<b>D. Paisajes</b>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+3</sup>	(+1) <sup>+3</sup>	(+3) <sup>+8</sup>
	<b>5. NIVEL CULTURAL</b>	<b>A. Estados de vida</b>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+1) <sup>+2</sup>	(+3) <sup>+5</sup>
		<b>B. Salud y seguridad (rural)</b>	(-1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+3</sup>
		<b>C. Empleo (autosustentable)</b>	(-2) <sup>+1</sup>	(-2) <sup>+1</sup>	(-2) <sup>+1</sup>	(-6) <sup>+3</sup>
		<b>D. Densidad de población</b>	(-2) <sup>+1</sup>	(-2) <sup>+2</sup>	(-2) <sup>+2</sup>	(-6) <sup>+5</sup>
<b>IMPACTO AMBIENTAL PONDERADO</b>						(+13) <sup>+73</sup>

De acuerdo a la toma de datos, de los parámetros fisicoquímicos (pH, oxígeno disuelto y temperatura) tomados en los meses de marzo, abril y mayo 2018. Y de acuerdo a las observaciones in situ, en los meses de junio, julio y agosto 2018; con respecto a la zona de estudio N°1 Chucuito y en función de las acciones de impacto ambiental: (instalación de alevinos a las jaulas flotantes, madurez de la trucha en jaulas flotantes y cosecha).

Se realizó la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), mediante una matriz de Leopold Modificada, para la zona de estudio N°1 Chucuito, en donde se obtuvo una estimación de los posibles efectos que recibe el medio ambiente circundante en especial la del área de influencia directa en donde se realiza esta actividad piscícola.

Mediante una descripción cualitativa de tales efectos, para el cálculo del puntaje ambiental sólo se consideró las características de los impactos en los factores ambientales, por lo tanto se determinó el grado de significatividad de cada actividad en relación al Impacto Ambiental.

A partir de esa información se logró obtener un conocimiento cualitativo. Por lo cual se procedió a jerarquizar el impacto de acuerdo a la siguiente categorización para la suma de caracteres: Irrelevante: 61 a 100, Compatible: 21 a 60, Moderado: -19 a 20, Severo: -39 a -20 y Crítico: -80 a -40.

Por otro lado se procedió a jerarquizar la suma de los valores exponenciales, en donde se comprendió si el Impacto Ambiental de la actividad fue: Permanente (base exponencial mayor a 50) o Momentáneo (base exponencial menor a 50).

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

Conforme a la evaluación obtenida Gómez *et al.* (2009) resaltan que, una EIA es un procedimiento técnico administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto antropogénico en sus áreas de influencia.

Además, Sinclair *et al.* (2008) discuten en que, las metodologías de una EIA corresponden a enfoques que desarrollan la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales de una actividad productiva.

Tabla 8

Matriz de Leopold Modificada, Evaluación de Impacto Ambiental, zona de estudio N°2 Juli.

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

De acuerdo a la toma de datos, de los parámetros fisicoquímicos (pH, oxígeno disuelto y temperatura) tomados en los meses de marzo, abril y mayo 2018. Y de acuerdo a las observaciones in situ, en los meses de junio, julio y agosto 2018; con respecto a la zona de estudio N°2 Juli y en función de las acciones de impacto ambiental: (instalación de alevinos a las jaulas flotantes, madurez de la trucha en jaulas flotantes y cosecha). Se realizó la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), mediante una matriz de Leopold Modificada, para la zona de estudio N°2 Juli, en donde se obtuvo una estimación de los posibles efectos que recibe el medio ambiente circundante en especial la del área de influencia directa en donde se realiza esta actividad piscícola.

Mediante una descripción cualitativa de tales efectos, para el cálculo del puntaje ambiental sólo se consideró las características de los impactos en los factores ambientales, por lo tanto se determinó el grado de significatividad de cada actividad en relación al Impacto Ambiental.

A partir de esa información se logró obtener un conocimiento cualitativo. Por lo cual se procedió a jerarquizar el impacto de acuerdo a la siguiente categorización para la suma de caracteres: Irrelevante: 61 a 100, Compatible: 21 a 60, Moderado: -19 a 20, Severo: -39 a -20 y Crítico: -80 a -40.

Por otro lado se procedió a jerarquizar la suma de los valores exponenciales, en donde se comprendió si el Impacto Ambiental de la actividad fue: Permanente (base exponencial mayor a 50) o Momentáneo (base exponencial menor a 50).

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

Concorde a los resultados anteriores Bina, (2007) precisa que, los métodos y técnicas usualmente aceptadas en una EIA, están destinadas a medir tanto los impactos directos e indirectos, que involucran una pérdida parcial o total del recurso natural o el deterioro absoluto de un componente ambiental. Por otro lado, Martella *et al.* (2012), discuten lo mencionado anteriormente, debido a que, un EIA es un procedimiento jurídico, administrativo en donde se recoge informaciones, análisis y predicciones; destinadas para anticipar, corregir y prevenir los posibles impactos ambientales directos e indirectos causados sobre el medio ambiente.

Tabla 9

Matriz de Leopold Modificada, Evaluación de Impacto Ambiental, zona de estudio N°3 Pomata.

CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES A ALTERARSE		MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ZONA DE ESTUDIO N°3 POMATA					
		EVALUACIÓN CUALITATIVA DE IMPACTOS		MANEJO DE LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA			
				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. Agricultura	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+1) <sup>+1</sup>	(+3) <sup>+3</sup>	
C. FACTORES CULTURALES	4. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	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>	
		D. Paisajes	(+3) <sup>+3</sup>	(+3) <sup>+3</sup>	(+3) <sup>+3</sup>	(+9) <sup>+9</sup>	
	5. NIVEL CULTURAL	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>	
<b>IMPACTO AMBIENTAL PONDERADO</b>						<b>(+68)<sup>+82</sup></b>	



De acuerdo a la toma de datos, de los parámetros fisicoquímicos (pH, oxígeno disuelto y temperatura) tomados en los meses de marzo, abril y mayo 2018. Y de acuerdo a las observaciones in situ, en los meses de junio, julio y agosto 2018; con respecto a la zona de estudio N°3 Pomata y en función de las acciones de impacto ambiental: (instalación de alevinos a las jaulas flotantes, madurez de la trucha en jaulas flotantes y cosecha). Se realizó la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), mediante una matriz de Leopold Modificada, para la zona de estudio N°3 Pomata, en donde se obtuvo una estimación de los posibles efectos que recibe el medio ambiente circundante en especial la del área de influencia directa en donde se realiza esta actividad piscícola.

Mediante una descripción cualitativa de tales efectos, para el cálculo del puntaje ambiental sólo se consideró las características de los impactos en los factores ambientales, por lo tanto se determinó el grado de significatividad de cada actividad en relación al Impacto Ambiental.

A partir de esa información se logró obtener un conocimiento cualitativo. Por lo cual se procedió a jerarquizar el impacto de acuerdo a la siguiente categorización para la suma de caracteres: Irrelevante: 61 a 100, Compatible: 21 a 60, Moderado: -19 a 20, Severo: -39 a -20 y Crítico: -80 a -40.

Por otro lado se procedió a jerarquizar la suma de los valores exponenciales, en donde se comprendió si el Impacto Ambiental de la actividad fue: Permanente (base exponencial mayor a 50) o Momentáneo (base exponencial menor a 50).

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

Corroborando los resultados anteriores Martella *et al.* (2012) especifican que, los métodos de una EIA en una matriz de Leopold modificada, se basan en la experiencia individual y la selección correcta en la valoración cualitativa, para incrementar su eficiencia y exactitud. Consecuentemente Bina, (2007) enfatiza que, una matriz de Leopold modificada, es una herramienta para lograr un conocimiento profundo y extensivo de la incidencia de una acción o actividad, por cuanto brinda una información integrada de los posibles impactos ambientales sobre los diferentes subsistemas (sociocultural y socioeconómico).

## 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 N°3 Pomata; presentó muy altos óptimos; seguido de la zona de estudio N°2 Juli, que presentó altos óptimos y finalmente la zona de estudio N°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 N°1 Chucuito, dio como resultado un Impacto Ambiental “Moderado” y “Permanente”; en la zona de estudio N°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.

### RECOMENDACIONES

- Se recomienda, por parte de las autoridades competentes del sector acuícola productivo, el realizar campañas intensivas de capacitaciones técnicas, con respecto a los factores óptimos que determinan el buen manejo productivo y por ende la excelente calidad del producto trucha; las cuales son: la alimentación, limpieza, trazabilidad, estandarización en peso y talla, comercialización, productividad y rentabilidad. A su vez enfatizar, una implícita sensibilización ambiental para todas las empresas y truchicultores a lo largo de todo el litoral lacustre del lago Titicaca.
- Se recomienda que en el manejo de la producción de trucha, se debería tener un plan de manejo ambiental de manera detallada; el cual establezca acciones inmediatas para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los efectos o impactos ambientales negativos causados por el desarrollo de esta actividad piscícola. Además se recomienda la supervisión de las autoridades competentes, para controlar ordenar y sancionar alguna deficiencia en el plan de manejo ambiental ejercida por parte de las empresas acuícolas y truchicultores. De igual manera se recomienda una exigencia obligatoria del uso de alguna mitigación ambiental, para reducir significativamente este impacto ambiental. Finalmente, se recomienda realizar aún más comparaciones de diferentes parámetros fisicoquímicos de los sedimentos batimétricos, en todas las demás zonas de producción truchícola del lago Titicaca.

- Se recomienda el uso de más métodos para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), de las actividades antropogénicas acuícolas, lo que a su vez permitirá disminuir el grado de subjetividad que existe en el uso de estos métodos cualitativos de evaluación; describiendo y analizando detalladamente a un más los componentes: físicos, biológicos, sociales, económicos, culturales y paisajísticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bermejo, R., Fuente, J., Pérez, C., Chavarri, E., Diaz, M., 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., Toker, C. (2016). Alkalinity and Hardness: Critical but Elusive Concepts in Aquaculture. 47(1). 36.
- Chakraborty, S., 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., 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.
- Dekamin, M., Veisi, H., Safari, E., Liaghati, H., Khoshbakht, K., Dekamin, M. (2015). Life cycle assessment for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) production systems: A case study for Iran. *Journal of Cleaner Production*, 91, 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.006>
- Dien, J. (2017). Best practices for repeated measures ANOVAs of ERP data : Reference, regional channels, and robust ANOVAs. *International Journal of Psychophysiology*, 111, 42–56. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.09.006>

- García, D., Gallego, I., Espinoza, A., García, A., 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., Sánchez, 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., 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.
- Henson, N., Cognition, M., Unit, B. (2015). *Analysis of Variance (ANOVA)*. *Brain Mapping: An Encyclopedic Reference*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397025-1.00319-5>
- Janssen, K., Chavanne, H., Berentsen, P., 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., 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., 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>
- Perevochtchikova, M., Rojo, N. (2013), "Development of an Indicator Scheme for the Environment Impact Assessment in the Federal District", Mexico, *Journal of Environmental Protection*, 4 (3), pp. 226-237.
- Pinheiro, V., Stockwell, J., 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., Keller, A. (2010). Aspectos básicos para el cultivo de la trucha arcoiris. *Aquacultural Engineering*,

- Reading, B., Sullivan, C. (2011). *The reproductive organs and processes / Vitellogenesis in Fishes. Encyclopedia of Fish Physiology* (Vol. 1). Elsevier Inc.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374553-8.00257-4>
- Samuel, B., Nagel, F., Meyer, S., Schroeder, J., Schulz, C. (2013). Comparative life cycle assessment (LCA) of raising rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in different production systems. *Aquacultural Engineering*, 54, 85–92.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.12.002>
- 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>
- Silvenius, F., Grönroos, J., Kankainen, M., Kurppa, S., Mäkinen, T., Vielma, J. (2017). Impact of feed raw material to climate and eutrophication impacts of Finnish rainbow trout farming and comparisons on climate impact and eutrophication between farmed and wild fish. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1467–1473.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.069>
- Sinclair, A., Diduck, A., Fitzpatrick, P. (2008), "Conceptualizing Learning for Sustainability Environmental Assessment: Critical Reflections on 15 Years of Research", *Environmental Impact Assessment Review*, 28, pp. 415-428.
- 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.



**ANEXOS**



**Anexo 1.** Ponderación cuantitativa de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), diciembre 2017, enero y febrero 2018.

Tabla 10

*Ponderación cuantitativa de la evaluación del manejo de la producción de trucha, en la zona de estudio N°1 Chucuito, diciembre 2017, enero y febrero 2018.*

<b>Evaluación del manejo de la producción de trucha - zona de estudio N°1 Chucuito</b>									
Mes	Semanas	Capacitación técnica	Trazabilidad	Alimentación	Limpieza	Estandarización en peso y talla	Comercialización	Productividad	Rentabilidad
diciembre	semana 1	2	2	1	2	2	2	2	2
diciembre	semana 2	2	2	1	2	2	2	2	2
diciembre	semana 3	1	2	2	2	2	2	2	2
diciembre	semana 4	2	2	2	2	2	2	2	2
enero	semana 1	2	2	2	3	2	2	2	2
enero	semana 2	2	2	2	3	2	2	2	2
enero	semana 3	2	2	2	3	2	2	2	2
enero	semana 4	2	2	2	3	2	2	2	2
febrero	semana 1	2	2	2	3	2	3	2	2
febrero	semana 2	2	2	2	3	2	3	2	2
febrero	semana 3	2	2	2	3	3	3	2	2
febrero	semana 4	2	2	2	3	3	4	2	2

Tabla 11

*Ponderación cuantitativa de la evaluación del manejo de la producción de trucha, en la zona de estudio N°2 Juli, diciembre 2017, enero y febrero 2018.*

<b>Evaluación del manejo de la producción de trucha - zona de estudio N°2 Juli</b>									
Mes	Semanas	Capacitación técnica	Trazabilidad	Alimentación	Limpieza	Estandarización en peso y talla	Comercialización	Productividad	Rentabilidad
diciembre	semana 1	3	3	3	3	3	3	3	3
diciembre	semana 2	3	3	3	3	3	3	3	3
diciembre	semana 3	3	3	3	3	3	3	3	3
diciembre	semana 4	3	3	3	3	3	3	3	3
enero	semana 1	3	3	3	4	3	3	3	3
enero	semana 2	3	3	3	4	4	3	3	4
enero	semana 3	3	3	4	4	4	3	3	4
enero	semana 4	3	3	4	4	4	3	3	4
febrero	semana 1	4	3	4	4	4	3	3	4
febrero	semana 2	4	3	4	4	4	3	3	4
febrero	semana 3	4	3	4	4	4	4	3	4
febrero	semana 4	4	3	4	4	4	4	3	4

Tabla 12

*Ponderación cuantitativa de la evaluación del manejo de la producción de trucha, en la zona de estudio N°3 Pomata, diciembre 2017, enero y febrero 2018.*

<b>Evaluación del manejo de la producción de trucha - zona de estudio N°3 Pomata</b>									
Mes	Semanas	Capacitación técnica	Trazabilidad	Alimentación	Limpieza	Estandarización en peso y talla	Comercialización	Productividad	Rentabilidad
diciembre	semana 1	4	4	4	3	3	4	4	5
diciembre	semana 2	4	4	4	3	3	4	4	5
diciembre	semana 3	4	4	4	3	4	4	4	5
diciembre	semana 4	4	4	4	3	4	4	4	5
enero	semana 1	5	4	4	4	5	4	4	5
enero	semana 2	5	4	4	4	5	4	4	5
enero	semana 3	5	4	5	4	5	4	4	5
enero	semana 4	5	4	5	4	5	4	4	5
febrero	semana 1	5	4	5	4	5	5	4	5
febrero	semana 2	5	4	5	4	5	5	4	5
febrero	semana 3	5	4	5	4	5	5	4	5
febrero	semana 4	5	4	5	4	5	5	4	5

**Anexo 2.** Ponderación cuantitativa promedia mensual de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), diciembre 2017, enero y febrero 2018.

Tabla 13

*Ponderación cuantitativa promedia mensual de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), diciembre 2017.*

<b>Evaluación del manejo de la producción de trucha - promedio mensual diciembre 2017</b>								
Zonas de estudio	Capacitación técnica	Trazabilidad	Alimentación	Limpieza	Estandarización en peso y talla	Comercialización	Productividad	Rentabilidad
zona de estudio N°1 Chucuito	2	2	2	3	2	2	2	2
zona de estudio N°2 Juli	3	3	3	3	4	3	3	3
zona de estudio N°3 Pomata	4	4	4	5	5	4	4	5

Tabla 14

*Ponderación cuantitativa promedia mensual de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), enero 2018.*

<b>Evaluación del manejo de la producción de trucha - promedio mensual enero 2018</b>								
Zonas de estudio	Capacitación técnica	Trazabilidad	Alimentación	Limpieza	Estandarización en peso y talla	Comercialización	Productividad	Rentabilidad
zona de estudio N°1 Chucuito	2	2	2	3	2	2	2	2
zona de estudio N°2 Juli	3	3	4	4	4	3	3	4
zona de estudio N°3 Pomata	5	4	5	4	5	4	4	5

Tabla 15

*Ponderación cuantitativa promedia mensual de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), febrero 2018.*

<b>Evaluación del manejo de la producción de trucha - promedio mensual febrero 2018</b>								
Zonas de estudio	Capacitación técnica	Trazabilidad	Alimentación	Limpieza	Estandarización en peso y talla	Comercialización	Productividad	Rentabilidad
zona de estudio N°1 Chucuito	2	2	2	3	3	3	2	2
zona de estudio N°2 Juli	4	3	4	4	4	4	3	4
zona de estudio N°3 Pomata	5	4	5	4	5	5	4	5

**Anexo 3.** Ponderación cuantitativa promedia final de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), diciembre 2017, enero y febrero 2018.

Tabla 16

*Ponderación cuantitativa promedia final de la evaluación del manejo de la producción de trucha, de las tres zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), diciembre 2017, enero y febrero 2018.*

<b>Evaluación del manejo de la producción de trucha - promedio final diciembre 2017, enero y febrero 2018</b>								
Zonas de estudio	Capacitación técnica	Trazabilidad	Alimentación	Limpieza	Estandarización en peso y talla	Comercialización	Productividad	Rentabilidad
zona de estudio N°1 Chucuito	2	2	2	3	2	2	2	2
zona de estudio N°2 Juli	3	3	4	4	4	3	3	4
zona de estudio N°3 Pomata	5	4	5	4	5	4	4	5

**Anexo 4.** Análisis físico químico de sedimentos de las 06 muestras de sustrato batimétrico de las tres zonas de estudio y sus zonas de muestreo secundarias (zona jaula) y (zona libre).

a) Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°1 Chucuito (zona jaula), recolectada a 13 metros de profundidad, agosto 2018

Tabla 17

*Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°1 Chucuito (zona jaula).*

Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

**LQ-2018**    **N0386**

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de **SEDIMENTOS** ZONA JAULA  
**PROCEDENCIA** : SEDIMENTOS (ZONA JAULA), DEPARTAMENTO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DISTRITO DE CHUCUITO  
**INTERESADO** : M.Sc. Sergio Paul GUTIERREZ CASTILLO  
**MOTIVO** : INVESTIGACION DOCTORAL  
**MUESTREO** : 18/08/2018, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 19/08/2018  
**COD. MUESTRA** : B009-00000063, B009-00000064

---

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO ANALITICO
1.- Potencial de Hidrogeno	pH	8.34	Electrometría
2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>	ppm	97.97	Volumetría/MOHR
3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	42.60	COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O
4.- Nitritos como NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.081	Volumetría
5.- Fosforo como PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.00	Volumetría
6.- Porcentaje de Nitrógeno	%	0.00	Kjeldahl
7.- Conductividad	µS/ cm	1326.00	Electrometría
8.- Salinidad	ppm	0.7	Colorimétrico
9.- Carbonatos	positivo		Acido

Puno, C.U. 29 de agosto del 2018  
V°B°

*Edith Tello Palma*  
DECANA  
FACULTAD ING. QUÍMICA  
UNA - PUNO

*M.Sc. José Miguel Castillo Prado*  
JEFATURA  
Laboratorio Químico  
M.Sc. José Miguel Castillo Prado  
Coordinador, Laboratorio Control de Calidad  
FACULTAD INGENIERIA QUÍMICA  
UNA-PUNO

Ing. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ-UNA-CIP 182393

---

Ciudad Universitaria Av: Floral s/n Facultad de Ing. Química - Pabellón 94 - Telefax (051)366142 -352992.

Fuente: Laboratorio de control de calidad; F.I.Q.; UNAP

b) Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°1 Chucuito (zona libre), recolectada a 17 metros de profundidad, agosto 2018

Tabla 18

Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°1 Chucuito (zona libre).

Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

**LQ-2018**    **N°385**

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de **SEDIMENTOS ZONA LIBRE**

**PROCEDENCIA** : SEDIMENTOS (ZONA JAULA), DEPARTAMENTO DE PUNO,  
PROVINCIA DE PUNO, DISTRITO DE CHUCUITO

**INTERESADO** : M.Sc. Sergio Paul GUTIERREZ CASTILLO

**MOTIVO** : INVESTIGACION DOCTORAL

**MUESTREO** : 18/08/2018, por el interesado

**ANÁLISIS** : 18/08/2018

**COD. MUESTRA** : B009-00000063, B009-00000064

---

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO ANALITICO
1.- Potencial de Hidrogeno	pH	8.65	Electrometría
2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>	ppm	209.94	Volumetría/MOHR
3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	43.60	COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O
4.- Nitritos como NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.31	Volumetría
5.- Fosforo como PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.36	Volumetría
6.- Porcentaje de Nitrógeno	%	1.27	Kjeldahl
7.- Conductividad	µS/ cm	848.00	Electrometría
8.- Salinidad	ppm	0.5	Colorimétrico
9.- Carbonatos	positivo		Acido

Puno, C.U. 29 de agosto del 2018  
V°B°

*[Signature]*  
D<sup>ña</sup> Edith Tello Palma  
DECANA  
FACULTAD ING. QUÍMICA  
UNA - PUNO

JEFATURA  
*[Signature]*  
M.Sc. José Miguel Castillo Prado  
Coordinador, Laboratorio Control de Calidad  
FACULTAD INGENIERIA QUIMICA  
Puno - Perú

*[Signature]*  
Ing. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ-UNA-CIP 182393

---

Ciudad Universitaria Av: Floral s/n Facultad de Ing. Química - Pabellón 94 - Telefax (051)366142 -352992.

Fuente: Laboratorio de control de calidad; F.I.Q.; UNAP

- c) Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°2 Juli (zona jaula), recolectada a 16 metros de profundidad, agosto 2018

Tabla 19

Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°2 Juli (zona jaula).

Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

IQ-2018  
N° 0380

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de SEDIMENTOS ZONA JAULA

**PROCEDENCIA** : SEDIMENTOS (ZONA JAULA), DEPARTAMENTO DE PUNO, PROVINCIA DE CHUCUITO, DISTRITO DE JULI

**INTERESADO** : M.Sc. Sergio Paul GUTIERREZ CASTILLO

**MOTIVO** : INVESTIGACION DOCTORAL

**MUESTREO** : 13/08/2018, por el interesado

**ANÁLISIS** : 13/08/2018

**COD. MUESTRA** : B009-00000051, B009-00000054

---

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO ANALITICO
1.- Potencial de Hidrogeno	pH	8.86	Electrometría
2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>	ppm	128.03	Volumetría/MOHR
3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	79.20	COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O
4.- Nitritos como NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.091	Volumetría
5.- Fosforo como PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.00	Volumetría
6.- Porcentaje de Nitrógeno	%	0.95	Kjeldahl
7.- Conductividad	μS/ cm	1293.00	Electrometría
8.- Salinidad	ppm	0.6	Colorimétrico
9.- Carbonatos	positivo		Acido

Puno, C.U. 24 de agosto del 2018  
V°B°

Dra. Edith Tello Palma  
DECANA  
FACULTAD ING. QUÍMICA  
UNA - PUNO

JEFATURA  
M.Sc. Iago Miguel Castillo Prado  
Coordinador Laboratorio Control de Calidad  
LABORATORIO QUÍMICO FACULTAD INGENIERIA QUIMICA  
Puno, Puno UNA-PUNO

Ing. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ-UNA-CIP.182393

---

Ciudad Universitaria Av: Floral s/n Facultad de Ing. Química - Pabellón 94 - Telefax (051)366142 -352992 .

Fuente: Laboratorio de control de calidad; F.I.Q.; UNAP

d) Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°2 Juli (zona libre), recolectada a 25 metros de profundidad, agosto 2018

Tabla 20

Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°2 Juli (zona libre).



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



IQ-2018

**N°379**

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de SEDIMENTOS ZONA LIBRE

**PROCEDENCIA** : SEDIMENTOS (ZONA LIBRE), DEPARTAMENTO DE PUNO, PROVINCIA DE CHUCUITO, DISTRITO DE JULI

**INTERESADO** : M.Sc. Sergio Paul GUTIERREZ CASTILLO

**MOTIVO** : INVESTIGACION DOCTORAL

**MUESTREO** : 13/08/2018, por el interesado

**ANÁLISIS** : 13/08/2018

**COD. MUESTRA** : B009-00000051, B009-00000054

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO ANALITICO
1.- Potencial de Hidrogeno	pH	8.78	Electrometría
2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>	ppm	108.63	Volumetría/MOHR
3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	89.90	COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O
4.- Nitritos como NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.16	Volumetría
5.- Fosforo como PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.00	Volumetría
6.- Porcentaje de Nitrógeno	%	1.18	Kjeldahl
7.- Conductividad	µS/ cm	1313.00	Electrometría
8.- Salinidad	ppm	0.7	Colorimétrico
9.- Carbonatos	positivo		Acido

Puno, C.U. 24 de agosto del 2018  
V°B°



Dra. Edith Tello Palma  
DECANA  
FACULTAD ING. QUÍMICA  
UNA - PUNO



M.Sc. José Miguel Castillo Prado  
Coordinador Laboratorio Control de Calidad  
FACULTAD INGENIERÍA QUÍMICA  
UNA-PUNO



Ing. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ-UNA-CIP 182393

---

Ciudad Universitaria Av: Floral s/n Facultad de Ing. Química - Pabellón 94 - Telefax (051)366142 -352992.

Fuente: Laboratorio de control de calidad; F.I.Q.; UNAP



e) Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°3 Pomata (zona jaula), recolectada a 22 metros de profundidad, agosto 2018

Tabla 21

Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°3 Pomata (zona jaula).



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



IQ-2018

N° 382

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de SEDIMENTOS ZONA JAULA

**PROCEDENCIA** : SEDIMENTOS (ZONA JAULA), DEPARTAMENTO DE PUNO, PROVINCIA DE CHUCUITO, DISTRITO DE POMATA

**INTERESADO** : M.Sc. Sergio Paul GUTIERREZ CASTILLO

**MOTIVO** : INVESTIGACION DOCTORAL

**MUESTREO** : 13/08/2018, por el interesado

**ANÁLISIS** : 13/08/2018

**COD. MUESTRA** : B009-00000051, B009-00000054

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO ANALITICO
1.- Potencial de Hidrogeno	pH	8.65	Electrometría
2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>	ppm	126.09	Volumetría/MOHR
3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	97.60	COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O
4.- Nitritos como NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.081	Volumetría
5.- Fosforo como PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.00	Volumetría
6.- Porcentaje de Nitrógeno	%	0.00	Kjeldahl
7.- Conductividad	µS/ cm	1326.00	Electrometría
8.- Salinidad	ppm	0.7	Colorimétrico
9.- Carbonatos	positivo		Acido

Puno, C.U. 24 de agosto del 2018  
VºBº



Dra. Edith Tello Palma  
DECANA  
FACULTAD ING. QUÍMICA  
UNA - PUNO



M.Sc. José Miguel Castillo Prado  
Coordinador, Laboratorio Control de Calidad  
FACULTAD INGENIERÍA QUÍMICA  
UNA - PUNO



Ing. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ-UNA-CIP 182393

---

Ciudad Universitaria Av: Floral s/n Facultad de Ing. Química - Pabellón 94 - Telefax (051)366142 -352992.

Fuente: Laboratorio de control de calidad; F.I.Q.; UNAP

- f) Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°3 Pomata (zona libre), recolectada a 31 metros de profundidad, agosto 2018

Tabla 22

Análisis físico químico de sedimentos - muestra de sustrato batimétrico de la zona de estudio N°3 Pomata (zona libre).



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



LQ-2018  
N° 0381

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de SEDIMENTOS ZONA LIBRE

**PROCEDENCIA** : SEDIMENTOS (ZONA LIBRE), DEPARTAMENTO DE PUNO, PROVINCIA DE CHUCUITO, DISTRITO DE POMATA

**INTERESADO** : M.Sc. Sergio Paul GUTIERREZ CASTILLO

**MOTIVO** : INVESTIGACION DOCTORAL

**MUESTREO** : 13/08/2018, por el interesado

**ANÁLISIS** : 13/08/2018

**COD. MUESTRA** : B009-00000051, B009-00000054

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO ANALITICO
1.- Potencial de Hidrógeno	pH	8.82	Electrometría
2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>	ppm	106.69	Volumetría/MOHR
3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	109.00	COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O
4.- Nitritos como NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ppm	0.31	Volumetría
5.- Fosforo como PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	0.00	Volumetría
6.- Porcentaje de Nitrógeno	%	0.84	Kjeldahl
7.- Conductividad	µS/ cm	1215.00	Electrometría
8.- Salinidad	ppm	0.6	Colorimétrico
9.- Carbonatos	positivo		Acido

Puno, C.U. 24 de agosto del 2018  
VºBº

Dra. Edith Tello Palma  
DEGANA  
ACULTAD ING. QUÍMICA  
UNA-PUNO

JEFATURA  
M.Sc. José Miguel Castillo Prado  
Laboratorio de Ingeniería Química  
Puno, C.U. Laboratorio Central de Calidad  
FACULTAD INGENIERIA QUIMICA  
UNA-PUNO

Ing. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ-UNA-CIP 182393

Ciudad Universitaria Av: Floral s/n Facultad de Ing. Química - Pabellón 94 - Telefax (051)366142 -352992.

Fuente: Laboratorio de control de calidad; F.I.Q.; UNAP

**Anexo 5.** Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas.

Tabla 23

*Toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos de la zona de estudio N°1 Chucuito.*

Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas zona de estudio N°1 Chucuito								
Manejo de la producción de la trucha	Mes	Semanas	pH	Óptimo de pH	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Óptimo de Oxígeno Disuelto (mg/l)	Temperatura (°C)	Óptimo de Temperatura (°C)
Instalación de alevinos a las jaulas flotantes	marzo	semana 1	7.89	6.5 - 8.5	4.52 mg/l	5 - 7 mg/l	15.11	11.5 - 13.5 °C
	marzo	semana 4	6.91	6.5 - 8.5	4.48 mg/l	5 - 7 mg/l	15.17	11.5 - 13.5 °C
Madurez de la trucha en jaulas flotantes	abril	semana 1	6.84	6.5 - 8.5	4.70 mg/l	5 - 7 mg/l	15.07	11.5 - 13.5 °C
	abril	semana 4	7.60	6.5 - 8.5	5.48 mg/l	5 - 7 mg/l	14.68	11.5 - 13.5 °C
Cosecha	mayo	semana 1	7.08	6.5 - 8.5	6.24 mg/l	5 - 7 mg/l	13.83	11.5 - 13.5 °C
	mayo	semana 4	7.02	6.5 - 8.5	6.30 mg/l	5 - 7 mg/l	13.09	11.5 - 13.5 °C

Tabla 24

*Toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos de la zona de estudio N°2 Juli.*

Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas zona de estudio N°2 Juli								
Manejo de la producción de la trucha	Mes	Semanas	pH	Óptimo de pH	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Óptimo de Oxígeno Disuelto (mg/l)	Temperatura (°C)	Óptimo de Temperatura (°C)
Instalación de alevinos a las jaulas flotantes	marzo	semana 1	7.62	6.5 - 8.5	4.13 mg/l	5 - 7 mg/l	15.67	11.5 - 13.5 °C
	marzo	semana 4	7.09	6.5 - 8.5	4.35 mg/l	5 - 7 mg/l	15.30	11.5 - 13.5 °C
Madurez de la trucha en jaulas flotantes	abril	semana 1	7.01	6.5 - 8.5	4.54 mg/l	5 - 7 mg/l	15.25	11.5 - 13.5 °C
	abril	semana 4	7.90	6.5 - 8.5	5.32 mg/l	5 - 7 mg/l	14.85	11.5 - 13.5 °C
Cosecha	mayo	semana 1	6.92	6.5 - 8.5	5.07 mg/l	5 - 7 mg/l	14.01	11.5 - 13.5 °C
	mayo	semana 4	6.84	6.5 - 8.5	5.68 mg/l	5 - 7 mg/l	13.57	11.5 - 13.5 °C

Tabla 25

*Toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos de la zona de estudio N°3 Pomata.*

Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas zona de estudio N°3 Pomata								
Manejo de la producción de la trucha	Mes	Semanas	pH	Óptimo de pH	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Óptimo de Oxígeno Disuelto (mg/l)	Temperatura (°C)	Óptimo de Temperatura (°C)
Instalación de alevinos a las jaulas flotantes	marzo	semana 1	6.59	6.5 - 8.5	5.28 mg/l	5 - 7 mg/l	14.90	11.5 - 13.5 °C
	marzo	semana 4	6.87	6.5 - 8.5	6.02 mg/l	5 - 7 mg/l	14.17	11.5 - 13.5 °C
Madurez de la trucha en jaulas flotantes	abril	semana 1	6.64	6.5 - 8.5	5.76 mg/l	5 - 7 mg/l	14.46	11.5 - 13.5 °C
	abril	semana 4	6.96	6.5 - 8.5	6.26 mg/l	5 - 7 mg/l	14.02	11.5 - 13.5 °C
Cosecha	mayo	semana 1	7.38	6.5 - 8.5	6.72 mg/l	5 - 7 mg/l	13.53	11.5 - 13.5 °C
	mayo	semana 4	7.72	6.5 - 8.5	7.02 mg/l	5 - 7 mg/l	12.98	11.5 - 13.5 °C

Anexo 6. Horas de investigación.

TABLA 26

Horas de investigación de la Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas, Evaluación del Impacto Ambiental de las condiciones biológicas y los factores culturales, marzo, abril, mayo, junio julio y agosto 2018.

HORAS DE INVESTIGACIÓN					
Evaluación del Impacto Ambiental de las características físicas y químicas de la producción de trucha					
Zona de estudio N°1 Chucuito	Horas	Zona de estudio N°2 Juli	Horas	Zona de estudio N°3 Pomata	Horas
1ra Semana de Marzo (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Marzo (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Marzo (09 am a 03 pm)	6
4ta Semana de Marzo (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Marzo (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Marzo (09 am a 03 pm)	6
1ra Semana de Abril (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Abril (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Abril (09 am a 03 pm)	6
4ta Semana de Abril (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Abril (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Abril (09 am a 03 pm)	6
1ra Semana de Mayo (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Mayo (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Mayo (09 am a 03 pm)	6
4ta Semana de Mayo (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Mayo (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Mayo (09 am a 03 pm)	6
Total de Horas de Investigación en la Zona de estudio N°1 Chucuito	36	Total de Horas de Investigación en la Zona de estudio N°2 Juli	36	Total de Horas de Investigación en la Zona de estudio N°3 Pomata	36
				Total 108 Horas	
HORAS DE INVESTIGACIÓN					
Evaluación del Impacto Ambiental de las condiciones biológicas y los factores culturales de la producción de trucha					
Zona de estudio N°1 Chucuito	Horas	Zona de estudio N°2 Juli	Horas	Zona de estudio N°3 Pomata	Horas
1ra Semana de Junio (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Junio (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Junio (09 am a 03 pm)	6
4ta Semana de Junio (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Junio (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Junio (09 am a 03 pm)	6
1ra Semana de Julio (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Julio (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Julio (09 am a 03 pm)	6
4ta Semana de Julio (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Julio (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Julio (09 am a 03 pm)	6
1ra Semana de Agosto (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Agosto (09 am a 03 pm)	6	1ra Semana de Agosto (09 am a 03 pm)	6
4ta Semana de Agosto (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Agosto (09 am a 03 pm)	6	4ta Semana de Agosto (09 am a 03 pm)	6
Total de Horas de Investigación en la Zona de estudio N°1 Chucuito	36	Total de Horas de Investigación en la Zona de estudio N°2 Juli	36	Total de Horas de Investigación en la Zona de estudio N°3 Pomata	36
				Total 108 Horas	
				Total 216 Horas de Investigación	

**Anexo 7.** Prueba estadística paramétrica análisis de varianza, en un diseño factorial, del manejo de la producción de trucha, para cada zona de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de evaluación (diciembre 2017, enero y febrero 2018).

En relación, con el 1er objetivo específico: (evaluación del manejo de la producción de 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%, véase (Tabla 26).

Determinando así; si existe o no existe diferencia estadística significativa; entre: las zonas de estudio y entre: los meses de estudio, con respecto al manejo de la producción de trucha, véase (Tabla 27).

Finalmente, se consolidó este análisis estadístico, utilizando el software “R”, para determinar: cuál zona de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), presentó un mejor manejo de la producción de trucha; para ello se aplicó: la prueba de mínima significancia de Tukey; la cual dio como resultado que: la zona de estudio N°3 Pomata, presentó un mejor manejo de la producción de trucha, véase (Figura 5).

De igual forma se determinó: en qué mes de estudio (diciembre 2017, enero y febrero 2018), se presentó un mejor manejo de la producción de trucha; dando como resultado: el mes de febrero 2018, (Figura 6).

Tabla 27

*Prueba estadística paramétrica de: análisis de varianza, en un diseño factorial, del manejo de la producción de trucha, para cada zona de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de evaluación (diciembre 2017, enero y febrero 2018).*

Análisis de varianza	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zonas de estudio	29.3854	2	14.6927	2031.12	<b>0</b>
B: Meses de estudio	2.22135	2	1.11068	153.54	<b>0</b>
AB: Ambos factores	0.119792	4	0.0299479	4.14	<b>0.0096</b>
RESIDUOS	0.195312	27	0.0072338		
TOTAL	31.9219	35			

Tabla 28

*Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas.*

<b>Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas</b>
A: Las zonas de estudio, presentaron diferencias estadísticas significativas; porque su valor-P es menor que 0.05; con un nivel de confianza de 95.0%
B: Los meses de estudio, presentaron diferencias estadísticas significativas; porque su valor-P es menor que 0.05; con un nivel de confianza de 95.0%
AB: Ambos factores tienen un efecto estadísticamente significativamente sobre el Manejo de la Producción de trucha; con un nivel de confianza de 95.0%

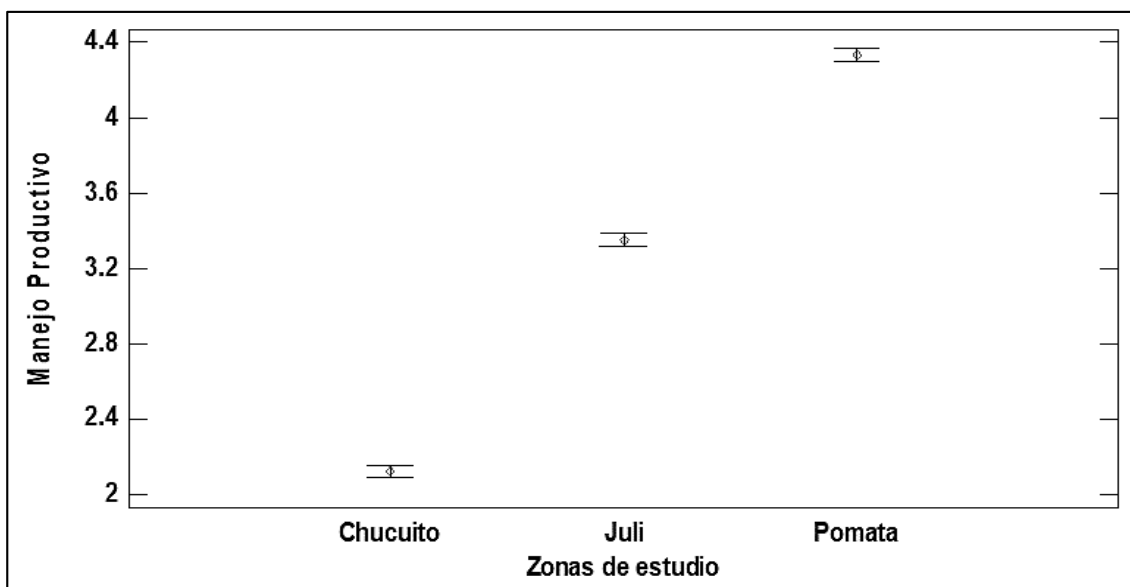


Figura 5. Mejor manejo de la producción de trucha en las zonas de estudio, con la prueba de mínima significancia de Tukey; mediante el software “R”.

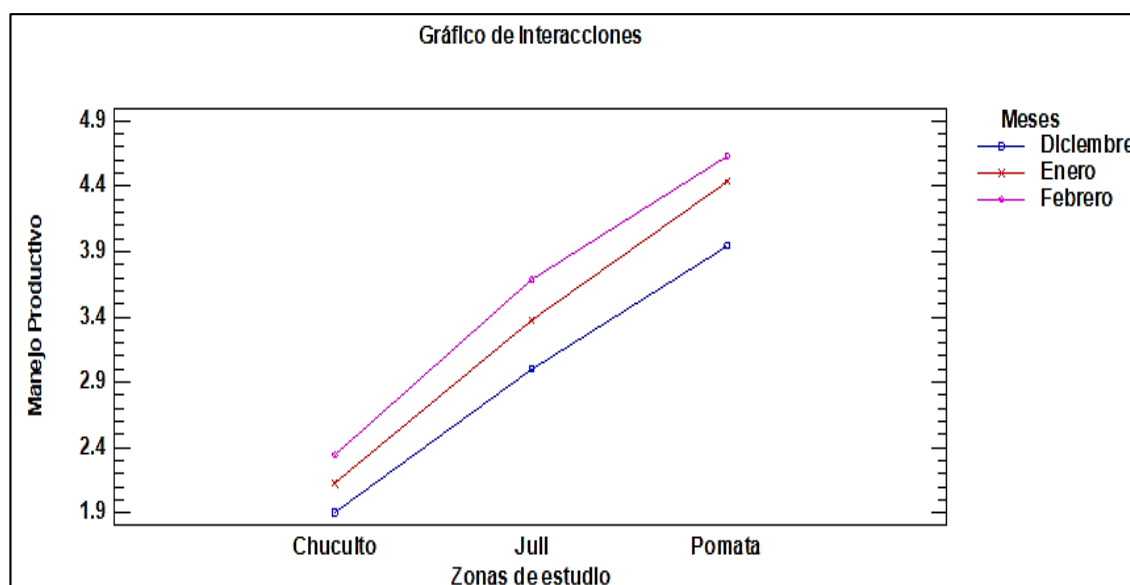


Figura 6. Mes del mejor manejo de la producción de trucha, con la prueba de mínima significancia de Tukey; mediante el software “R”.

**Anexo 8.** Prueba estadística paramétrica análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar, de la EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha, para cada parámetro fisicoquímico, respecto a las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de muestreo (marzo, abril y mayo del 2018).

En relación, con el 2do objetivo específico: (EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha), 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 zona 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%, véanse (Tabla 28, Tabla 30 y Tabla 32).

Determinando así; si existe o no existe diferencia estadística significativa; entre: las zonas de estudio y entre: los meses de estudio, con respecto a cada parámetro fisicoquímico, véanse (Tabla 29, Tabla 31 y Tabla 33).

Finalmente, se consolidó este análisis estadístico, utilizando el software “R”, para determinar: cuál zona de estudio (Chucuito, Juli y Pomata), presentó mejores parámetros fisicoquímicos; para ello se aplicó: la prueba de mínima significancia de Tukey; la cual dio como resultado que: con respecto al pH: las 3 zonas presentaron buenos resultados entre los estándares de calidad que optimizan la producción de trucha. En relación, al oxígeno disuelto: la zona N°3 Pomata, presentó mejores resultados, de acuerdo a los estándares de calidad. En correspondencia a la temperatura: la zona N°3 Pomata, presentó mejores resultados, de acuerdo a los estándares de calidad, véanse (Figura 7, Figura 8 y Figura 9).

De igual forma se determinó: en qué mes de estudio (diciembre 2017, enero y febrero 2018), se presentó los mejores parámetros fisicoquímicos; dando como resultado: con respecto al pH: fue el mes de marzo, en donde se presentó mejor este parámetro fisicoquímico. En relación, al oxígeno disuelto: fue el mes de mayo, en donde se presentó mejor este parámetro fisicoquímico.

En correspondencia a la temperatura: fue el mes de mayo, en donde se presentó mejor este parámetro fisicoquímico, véanse (Figura 7, Figura 8 y Figura 9).

Tabla 29

Prueba estadística paramétrica de: análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar, de la EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha, para el parámetro fisicoquímico de pH, respecto a las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de muestreo (marzo, abril y mayo del 2018).

Análisis de varianza	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zonas de estudio	0.160133	2	0.0800667	0.49	<b>0.6258</b>
B: Meses de estudio	3.33333 E <sup>-5</sup>	2	1.66667 E <sup>-5</sup>	0	<b>0.9999</b>
AB: Ambos factores	1.32653	4	0.331633	2.05	<b>0.1711</b>
RESIDUOS	1.4587	9	0.162078		
TOTAL	2.9454	17			

Tabla 30

Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas, parámetro fisicoquímico de pH.

**Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas, parámetro fisicoquímico de pH**

A: Las zonas de estudio, no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el parámetro fisicoquímico de pH; porque su valor-P es mayor que 0.05; con un nivel de confianza de 95.0%

B: Los meses de estudio, no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el parámetro fisicoquímico de pH; porque su valor-P es mayor que 0.05; con un nivel de confianza de 95.0%

AB: Ambos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el parámetro fisicoquímico de pH; porque sus valores-P son mayores que 0.05; con un nivel de confianza de 95.0%

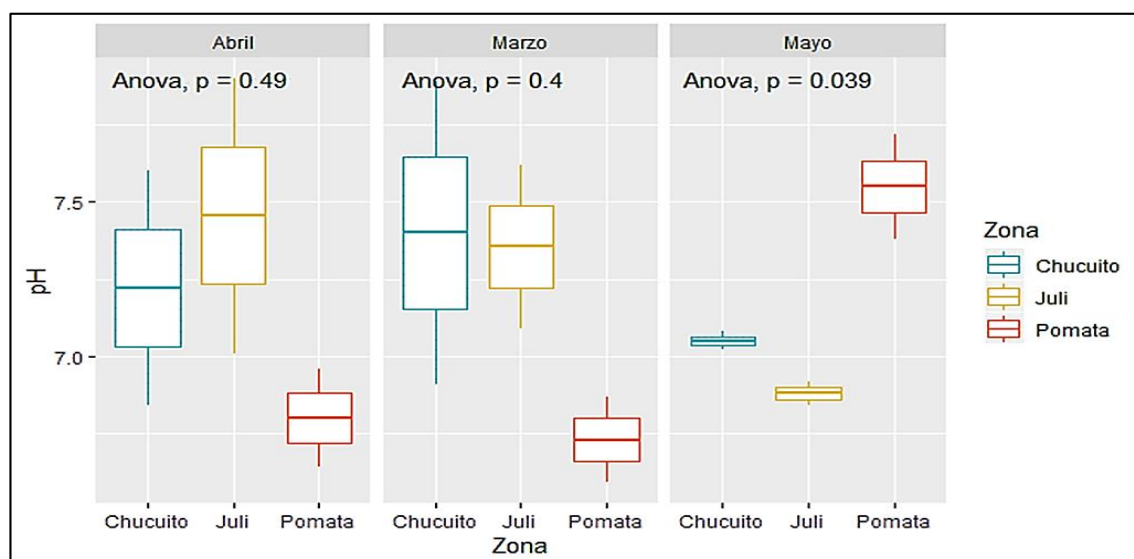


Figura 7. Mejor zona de estudio y mes, con respecto al parámetro fisicoquímico pH, con la prueba de mínima significancia de Tukey; mediante el software “R”.



Tabla 31

Prueba estadística paramétrica de: análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar, de la EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha, para el parámetro fisicoquímico de oxígeno disuelto, respecto a las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de muestreo (marzo, abril y mayo del 2018).

Análisis de varianza	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zonas de estudio	6.54408	2	3.27204	8.7	<b>0.0079</b>
B: Meses de estudio	3.25788 E+00	2	1.62894	4.33	<b>0.0481</b>
AB: Ambos factores	0.271022	4	0.0677556	0.18	<b>0.9430</b>
RESIDUOS	3.38505	9	0.376117		
TOTAL	13.458	17			

Tabla 32

Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas, parámetro fisicoquímico de oxígeno disuelto.

**Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas, parámetro fisicoquímico de oxígeno disuelto**

A: Las zonas de estudio, tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el parámetro fisicoquímico de oxígeno disuelto; porque su valor-P es menor que 0.05; con un nivel de confianza de 95.0%

B: Los meses de estudio, tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el parámetro fisicoquímico de oxígeno disuelto; porque su valor-P es menor que 0.05; con un nivel de confianza de 95.0%

AB: Ambos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el parámetro fisicoquímico de oxígeno disuelto; porque sus valores-P son mayores que 0.05; con un nivel de confianza de 95.0%

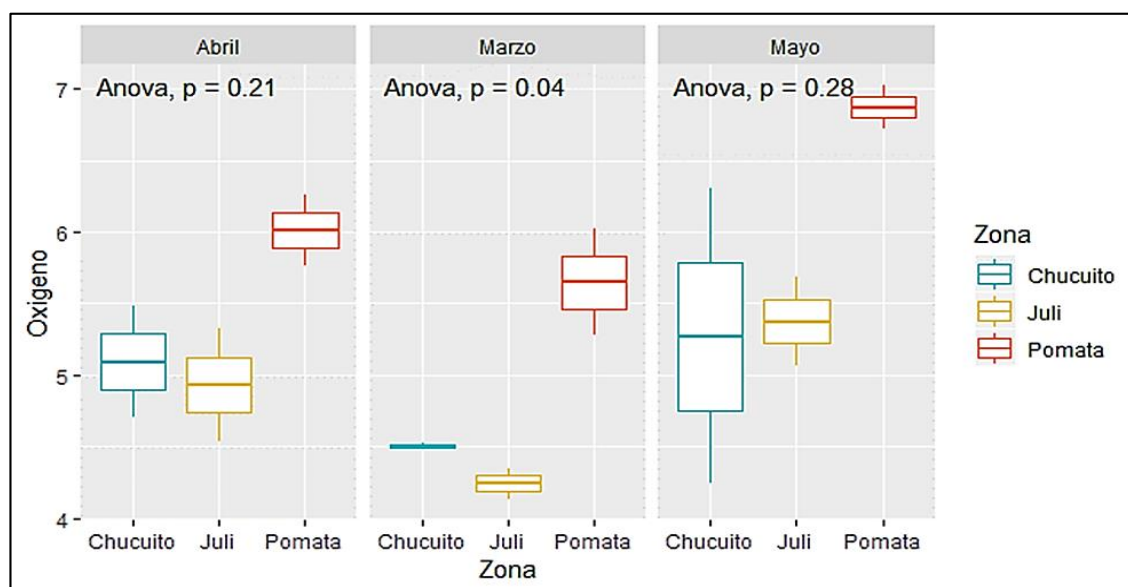


Figura 8. Mejor zona de estudio y mes, con respecto al parámetro fisicoquímico oxígeno disuelto, con la prueba de mínima significancia de tukey; mediante el software “R”.

Tabla 33

Prueba estadística paramétrica de: análisis de varianza, en un diseño de bloques completamente al azar, de la EIA de las características físicas y químicas de la producción de trucha, para el parámetro fisicoquímico de temperatura, respecto a las zonas de estudio (Chucuito, Juli y Pomata) y para cada mes de muestreo (marzo, abril y mayo del 2018).

Análisis de varianza	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Zonas de estudio	1.79501	2	0.897506	7.27	<b>0.0132</b>
B: Meses de estudio	8.01214 E+00	2	4.00607	32.44	<b>0.0001</b>
AB: Ambos factores	0.148089	4	0.0370222	0.3	<b>0.8709</b>
RESIDUOS	1.1114	9	0.123489		
TOTAL	11.0666	17			

Tabla 34

Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas, parámetro fisicoquímico de temperatura.

**Existencia o no existencia de diferencias estadísticamente significativas, parámetro fisicoquímico de temperatura**

A: Las zonas de estudio, tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el parámetro fisicoquímico de temperatura; porque su valor-P es menor que 0.05; con un nivel de confianza de 95.0%

B: Los meses de estudio, tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el parámetro fisicoquímico de temperatura; porque su valor-P es menor que 0.05; con un nivel de confianza de 95.0%

AB: Ambos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el parámetro fisicoquímico de temperatura; porque sus valores-P son mayores que 0.05; con un nivel de confianza de 95.0%

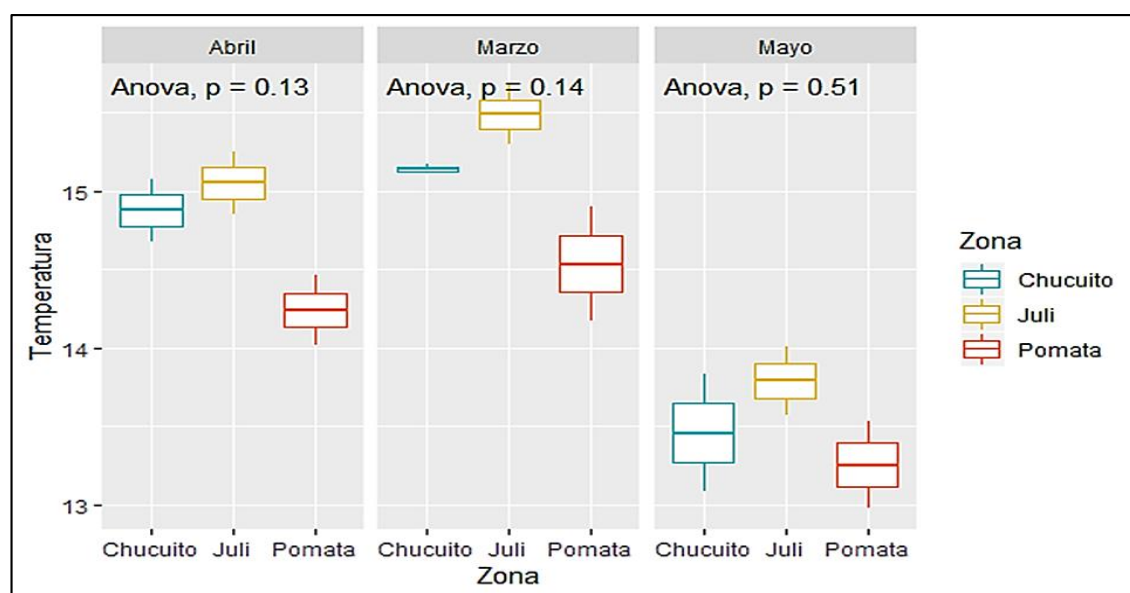


Figura 9. Mejor zona de estudio y mes, con respecto al parámetro fisicoquímico temperatura, con la prueba de mínima significancia de Tukey; mediante el software “R”.

Anexo 9. Ficha de encuesta.

Tabla 35

Ficha de encuesta.

I.- IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LOS PRODUCTORES										
PROVINCIA					DISTRITO					
Condición de los Factores		CONDICIONES DE DEMANDA			INDUSTRIAS RELACIONADAS Y DE APOYO					
Acceso al recurso Hídrico		Venta del producto			Proveedores de insumos					
¿Cuenta con zonas habilitadas?	Si No	¿Su producto esta insertado al mercado?	Si No	¿Cuenta con un proveedor de Alimento balanceado?		Si No				
¿La zona en la que produce tiene buenas características?	Si No Desconoce	Calidad		¿Cuenta con un proveedor de Alevines?		Si No				
Proveedores de semilla		Calidad		Tamaño	Intermediarios					
¿Qué alevinos utiliza para su producción?				color	Numero de intermediarios					
Nacionales				textura	Asesoría técnica					
Importados				Estado fisiológico	¿Cuenta con capacitación?					
Ambos				Estacionalidad del producto		Si No				
Características de los recursos humanos		¿Cómo es su producción?		Escalonada	¿Cuenta con asesoría?					
¿Cual es el nivel de instrucción de su personal?				Estacional	Si No					
Profesional				Compradores		Industrias de apoyo				
Técnico				¿Cómo llega su producto al mercado?		¿Cuenta con una Planta de procesamiento ?				
Empírico				Venta directa	Si		No			
Factores físico-químico				Intermediarios	No					
Temperatura				Acopiadores	ESTRATEGIA, ESTRUCTURA Y RIVALIDAD					
Rangos de los factores				Precios		Asociatividad				
Oxigenación				¿En cuanto vende si producto?		¿Se encuentra adscrito a la Mesa de trucha?				
Ph						Si No				
Manejo del proceso tecnológico				GOBIERNO						
Tasa de mortalidad				Acceso a programas gubernamentales						
Kg. de trucha por m3				¿Tiene acceso a programas gubernamentales?		¿Pertenece a alguna Asociaciones de productores?				
Sanidad	Si No			Nacional	Si		No			
Infraestructura acuícola y equipos				Regional	No		¿Cuenta con algún convenio para la comercialización?			
				Local	Acceso a la información					
Tipos de jaulas		Adquisición de maquinaria y equipos		¿Cuenta con acceso a la Información de mercados?		Si No				
Artesanal				¿Su marca esta Posicionada en el mercado?		Si No				
Semi industrial		¿Accedió a un programa de Adquisición de maquinaria y equipos?		Si						
Industrial				No						
Equipos para la producción				ANÁLISIS ECONÓMICO						
Si				Costos de Producción						
No				¿Cuenta con algún Subsidio a la actividad?		¿Cual es su costos de producción?				
Si				Si						
No				No						
Aceptación por los consumidores				Asesoría técnica			Precios			
¿Cuenta con Asesoría técnica del estado?				¿Cual es su precio de comercialización?						
Si				Si						
No				No						
HECHOS FORTUITOS				Infraestructura productiva			Margen de ganancia			
Contaminación hídrica por relave minero				¿Tiene acceso a una planta de procesamiento?		¿Cuál es su % de margen de ganancia?				
Si				Si						
No				No						
¿El alcance de la contaminación afecta a su producto?				Acuerdos comerciales			Rentabilidad			
Si				¿Cuenta con el acceso a tratados o convenios comerciales?		¿Cuál es su % de rentabilidad				
No				Tratados						
Virus y/o enfermedades				Convenios						
¿Importa de ovas con garantía?				Ninguno						
Si										
No										
¿Importa materiales usados?										
Si										
No										
II.- EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCION										
INFRAESTRUCTURA	Nº	TIPOS DE JAULA			Nº	EQUIPOS				
Alevineras de 1/8		4x4x3 mts. Alevineras				Bote-madera	Balde/plas.			
Pre-Juveniles 1/4		5x5x4mts.				Motor/borda	Carretilla			
Juveniles 1/2		Hexagonales 7m x lado metálica.				Seleccionador	Botas			
Engorde 5/8(4xKg)		Octagonales 7 m x lado				Chinguillos	Chaleco/salv.			
Engorde ( )		Metálicas/Cuadradas 6x 6x4m				Balanza	Linternas			
¿Qué tipo de alimento utiliza?		Metálicas/Fabricadas 8x8x6m				Termómetro	Malla ( 1/2 )			
		Módulos industriales 10X10X7				Estivas/plas	Malla ( 5/8 )			
Isipi		¿Con que frecuencia realiza la limpieza de sus jaulas?				Cubos/plas.	Malla ( 1" )			
Carachi								Si	No	
Nicovita		10 veces por semana				¿Articula su prpduccion con alguna empresa?				
Purina		15 veces por semana				Cantidad TM				
Naltech		20 veces por semana				Piscifactoría de los Andes S.A.				
Tomasino		25 veces por semana				Arapa San Pedro y San Pablo				
Alimento primario		30 veces por semana				Otros				

**Anexo 10.** Fotografías.



*Figura 10.* Zona de estudio N°1 Chucuito.



*Figura 11.* Zona de estudio N°2 Juli.



*Figura 12.* Zona de estudio N°3 Pomata.



Figura 13. Manejo de la producción, zona de estudio N°1 Chucuito.



Figura 14. Manejo de la producción, zona de estudio N°2 Juli.



Figura 15. Manejo de la producción, zona de estudio N°3 Pomata.



Figura 16 . Malla recolectora de sedimentos suspendidos.



Figura 17 . Instalación experimental de la malla recolectora de sedimentos suspendidos.



*Figura 18.* Recolección de sedimento batimétrico, zona de estudio N°1 Chucuito.



*Figura 19.* Recolección de sedimento batimétrico, zona de estudio N°2 Juli.



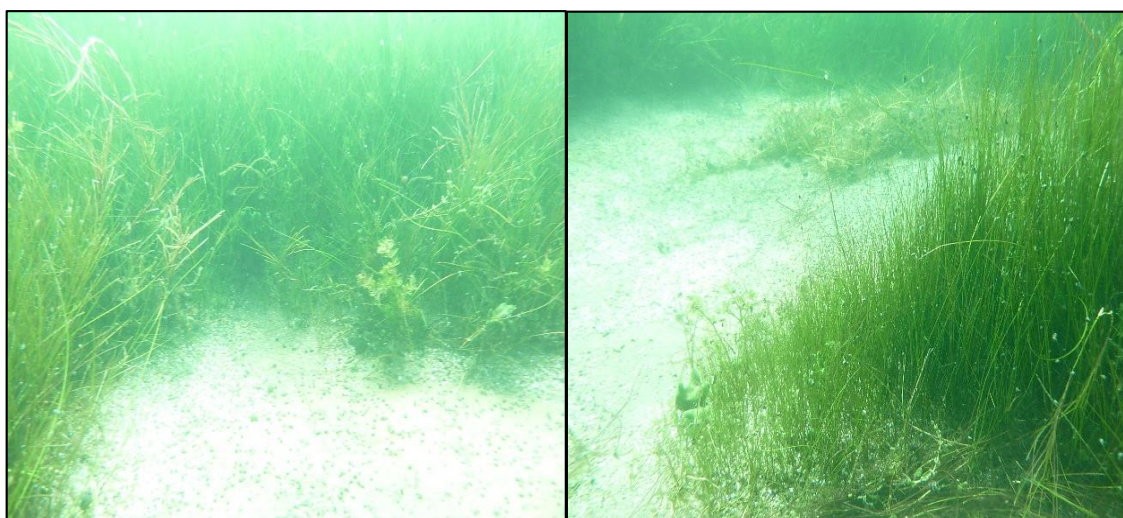
*Figura 20.* Recolección de sedimento batimétrico, zona de estudio N°3 Pomata.



*Figura 21.* Sustrato batimétrico, zona de estudio N°1 Chucuito “zona jaula”.

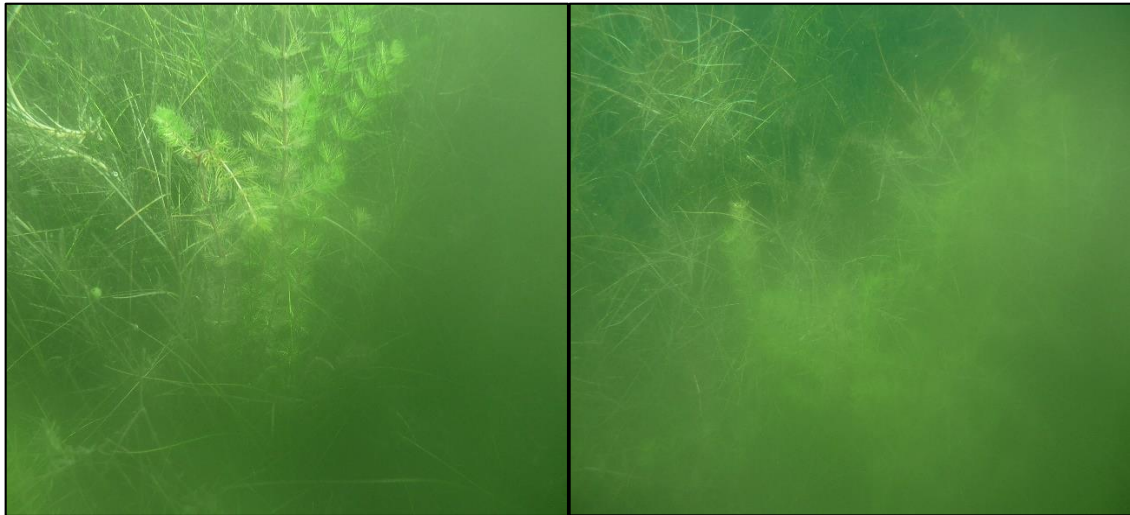


*Figura 22.* Sustrato batimétrico, zona de estudio N°2 Juli “zona jaula”.



*Figura 23.* Sustrato batimétrico, zona de estudio N°3 Pomata “zona jaula”.





*Figura 24 . Sustrato batimétrico, zona de estudio N°1 Chucuito “zona libre”.*



*Figura 25 . Sustrato batimétrico, zona de estudio N°2 Juli “zona libre”.*



*Figura 26 . Sustrato batimétrico, zona de estudio N°3 Pomata “zona libre”.*



*Figura 27.* Especial agradecimiento al Dr. Ing. Félix Alejandro Gutiérrez Gallegos.