



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y  
BIOLÓGICAS  
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA MARINA

“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA Y  
LA COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO EN ZONAS DE CRIANZA INTENSIVA  
DE TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) EN EL LAGO TITICACA, POMATA-  
PUNO”

Tesis para optar el título profesional de:

Biólogo Marino

Presentado por:

Diego Brayean Ocola Villasante (0000-0003-4275-4356)

Asesora:

Sara Rosa Guadalupe Sánchez Rivas (0000-0003-3660-3180)

Lima – Perú

2021

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 02 de julio 2021.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Alfredo Rubén Palomino Ramos
Miembro: Blgo. Christian Berger Cebrelli
Miembro: Blgo. Max Henry Hidalgo Del Águila

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**"Evaluación de las características físico químicas del agua y la composición del sustrato en zonas de crianza intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en el Lago Titicaca, Pomata-Puno"**

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Diego B. Ocola Villasante**

Para optar el Título Profesional de Biólogo Marino

Asesorado por: Dra. Sara Rosa Guadalupe Sanchez Rivas

Después de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Biología Marina en la sustentación, concluyen de manera unánime (x) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Diego B. Ocola Villasante	Nota (en letras): 17 (diecisiete)
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena(x) Aprobado - Sobresaliente ( ) Desaprobado ( )

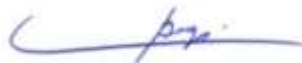
Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



**Mg. Alfredo Rubén Palomino Ramos**  
Presidente



**Blgo. Max Henry Hidalgo Del Águila**  
Miembro 2



**Blgo. Christian Berger Cebrelli**  
Miembro 1



**Dra. Sara Rosa Guadalupe Sánchez Rivas**  
Asesora

177128784000  
informes@cientificadelsur.  
cientificadelsur

### **Dedicatoria**

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios. A Juan José Ocola Salazar, mi mentor, mi maestro, mi amigo y mi padre, quien con sus conocimientos y gran amor por el Lago Titicaca me oriento en la realización de este trabajo. A mi madre Tina quien, con sus consejos y buenos deseos me dieron animo en este camino. A mi novia Carolina, quien con su cariño y comprensión me ayudo incondicionalmente en los momentos más difíciles. Y finalmente dedico esta tesis a todos los amigos y profesionales que de manera académica y anímica aportaron a terminar esta tesis.

## **Agradecimientos**

A mi padre Juan Ocola, quien con sus ideas y su vasto conocimiento de este maravilloso lago me encamino a la investigación y a la realización de esta tesis. Agradezco al Blgo. Cesar Gamarra por brindarme los equipos y personal de apoyo del IMARPE-Puno. A la Ing. Cenaida Ramos por su inmenso apoyo en el muestreo de campo. Al Ing. Julver Vilca del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PEBLT), por el apoyo logístico para realizar la toma de muestras. A la asociación de acuicultores de la zona de El Faro-Pomata por darme las facilidades de tomar muestras en sus concesiones.

Agradezco también, a la Universidad Científica del Sur, por brindarme los conocimientos necesarios en este camino universitario que concluye con esta tesis.

Finalmente, agradezco a mi asesora la Dra. Guadalupe Sánchez, quien, con sus conocimientos, su tiempo, consejos y sobre todo paciencia, ayudaron a realizar este trabajo.

A todos ellos les digo ¡Muchas gracias!

## Índice

Resumen .....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	7
Área de estudio .....	8
Materiales y métodos.....	9
Caracterización físico-química del agua.....	9
Caracterización de sedimentos.....	11
Análisis estadístico .....	11
Resultados.....	11
Discusiones.....	14
Conclusiones.....	17
Referencias bibliográficas .....	18

**Evaluación de las características físico químicas del agua y la composición del sustrato en zonas de crianza intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en el Lago Titicaca, Pomata-Puno.**

**Evaluation of the physical and chemical characteristics of water and the composition of the substrate in areas of intensive trout breeding (*Oncorhynchus mykiss*) in Lake Titicaca, Pomata-Puno.**

Diego B. Ocola Villasante

Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Carrera de Biología Marina

[diegoocola@hotmail.com](mailto:diegoocola@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-4275-4356>

**Resumen**

El cultivo de trucha en Perú es una de las actividades acuícolas de mayor crecimiento. Puno es la región con la mayor producción a nivel nacional, siendo el Lago Titicaca el área con mayor desarrollo acuícola. Como toda actividad económica, la acuicultura intensiva genera impactos en la calidad de agua y en los sedimentos, llevando en muchos casos a la eutrofización de los cuerpos de agua, debido al ingreso de nutrientes producto del alimento no consumido y excretas de los peces. El trabajo se llevó a cabo en la zona de El Faro, Pomata, Puno, en la cual se colectaron 24 muestras de agua a dos profundidades (0 y 10 m) y 12 muestras de sedimentos procedentes de 3 zonas y un punto control. Se seleccionaron los parámetros: oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, temperatura, transparencia, DBO<sub>5</sub>, fósforo total, nitrógeno total, clorofila a y coliformes termotolerantes, para la determinación de calidad de agua e índice de estado trófico (TSI). Para sedimentos se analizaron las variables de perturbación de los sedimentos, tales como: materia orgánica total (MOT), fósforo total, nitrógeno total y granulometría. Los parámetros de calidad de agua a excepción del fósforo total, no excedieron el valor del ECA (estándar de calidad ambiental) para agua, además no hubo diferencia significativa entre las zonas de estudio y el punto control. El TSI indicó que la zona de estudio se considera oligotrófica. El análisis de sedimentos determinó que las zonas de estudio presentaron valores más altos de materia orgánica, fosforo y nitrógeno total, con respecto al punto control. La zona de estudio presenta una gran resiliencia debido a su geomorfología, lo que atenúa la cantidad de nutrientes.

**Palabras clave:** Acuicultura, calidad del agua, materia orgánica, oligotrófico.

### **Abstract**

Trout culture in Peru is one of the fastest growing aquaculture activities. Puno is the region with the highest production at a national level, with Lake Titicaca being the area with the greatest aquaculture development. Like any economic activity, intensive aquaculture generates impacts on water quality and sediments, leading in many cases to the eutrophication of water bodies, due to the entry of nutrients from unconsumed food and fish excreta. The work was carried out in the area of El Faro-Pomata, Puno, in which 24 water samples were collected at two depths (0 and 10 m) and 12 sediment samples from 3 zones and a control point. The parameters, dissolved oxygen, electrical conductivity, temperature, transparency, BOD5, total phosphorus, total nitrogen, chlorophyll a and thermotolerant coliforms, were selected for the determination of water quality and trophic state index (TSI). For sediments, the variables of sediment disturbance were analyzed, such as: total organic matter (TOM), total phosphorus, total nitrogen and granulometry. The water quality parameters, except for total phosphorus, did not exceed the environment quality standard (EQS), and there was no significant difference between the study areas and the control point. The TSI indicated that the study area is considered oligotrophic. Sediment analysis determined that the study areas had higher values of organic matter, phosphorus, and total nitrogen than the control point. The study zone presents a great resilience due to its geomorphology, which attenuates the amount of nutrients.

**Key Words:** Aquaculture, water quality, organic matter, oligotrophic.

### **Introducción**

El cultivo de trucha en el Perú ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años. Desde el 2009 hasta el 2018 la producción nacional de trucha se ha incrementado de 12,817 t a 64,372 t (PRODUCE, 2018). Puno es considerada la región con mayor producción de trucha a nivel nacional, con un total de 40,824.1 t (Ocola *et al.*, 2020), debido a que cuenta con cuerpos de agua de buena calidad que permiten su desarrollo tales como la laguna de Arapa, Lagunillas y el lago Titicaca. Este último cuenta con un total de 13,470.29 ha habilitadas para el desarrollo acuícola, de las cuales solo 230,29 ha son áreas utilizadas para cultivos a menor escala y de subsistencia (Carpio Vargas & Tito Ccopa, 2017). Como toda actividad productiva, la acuicultura genera impactos en el