

Influencia de la calidad del agua y el manejo en la condición sanitaria de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en piscigranjas de la región Amazonas

Influence of water quality and management on the health status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in trout farm of the Amazon region

Segundo Portocarrero^{1,a,*}, Yesica Rojas^{1,b}, Joseph Bardales^{1,c}, William Bardales^{1,d}, Ilse Cayo^{1,e}

¹ Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.

^a Ing., ✉ segundo.portocarrero@untrm.edu.pe,  <https://orcid.org/0000-0003-2332-9792>

^b M.V., ✉ yesica.rojas@untrm.edu.pe,  <https://orcid.org/0000-0002-9117-9266>

^c Ing., ✉ joseph.bardales@untrm.edu.pe,  <https://orcid.org/0000-0002-3346-1183>

^d M.Sc., ✉ william.bardales@untrm.edu.pe,  <https://orcid.org/0000-0001-9721-9057>

^e Ph.D., ✉ icayo.fizab@untrm.edu.pe,  <https://orcid.org/0000-0001-6518-0979>

* Autor de Correspondencia: Tel. +51 935430957

<http://doi.org/10.25127/riagrop.20232.910>

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>

revista.riagrop@untrm.edu.pe

Recepción: 29 de enero 2023

Aprobación: 03 de marzo 2023

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0
International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



Resumen

Con el objetivo de evaluar la influencia de la calidad del agua y el manejo en la condición sanitaria de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en piscigranjas de la región Amazonas se realizó el análisis físico-químico y microbiológico del agua en 14 piscigranjas de la región Amazonas, una encuesta a los productores y se evaluaron 140 muestras de trucha en etapa comercial con el fin de identificar lesiones macroscópicas. Los datos fueron analizados usando el software Statistix versión 8.0 mediante el análisis de varianza, prueba t de Student, prueba de comparación de Tuckey y la correlación de rangos de Spearman. El análisis microbiológico muestra que 6 piscigranjas evaluadas se encuentran por encima de los límites máximos permitidos para coliformes fecales (200 NMP/ml) y los análisis de correlación evidencian asociación altamente significativa ($p < 0.01$) entre parámetros físico-químicos del agua y el manejo con las lesiones encontradas en las truchas.

Palabras claves: Influencia; físico-químico; microbiológico; *Oncorhynchus mykiss*.

Abstract

To evaluate the influence of water quality and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) management on the sanitary condition of trout farms from the Amazonas region, water physical-chemical and microbiological analysis and surveys of each breeder were conducted in 14 trout farms. Also, 140 commercial stage-trout samples were taken to the laboratory to identify macroscopic lesions. The data were analyzed using Statistix software version 8.0 through analysis of variance, Student's t-test, Tuckey comparison test, and Spearman rank correlation. The microbiological analysis shows that six trout farms are above the maximum limits allowed for fecal coliforms (200 NMP / ml), and the correlation analyses show a highly significant association ($p < 0.01$) between physical-chemical parameters of the water and the management since injuries were found in the trout.

Keywords: influence; physical-chemical; microbiological; *Oncorhynchus mykiss*.

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el pescado azul de agua dulce que más se cultiva es la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y es considerada la más relevante, especialmente en las zonas altoandinas (Yunis *et al.*, 2015). La trucha arcoíris es una especie íctica perteneciente a la familia Salmonidae (FAO, 2019), originaria de las costas del Pacífico de América del Norte, debido a su fácil adaptación al cautiverio ha sido ampliamente distribuida en los cuerpos de aguas frías de muchos países del mundo. En América del Sur, se encuentra distribuida en Argentina, Brasil, Bolivia Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Hardy *et al.*, 2000).

El éxito de la crianza acuícola está condicionado por diversos factores, entre las que destacan la calidad de agua y el manejo sanitario. La calidad del agua es determinante en la producción piscícola, cualquier cambio en los parámetros físico-químicos y microbiológicos puede provocar una baja en la producción e inclusive su pérdida total, además los productos acuícolas se pueden ver afectados

por el deterioro de la calidad de éstos (Oliva, 2011), cada especie tiene un perfil idóneo de parámetros de calidad de agua, de manera que cuando los niveles estén fuera del rango tolerable sufrirán estrés, y probablemente serán incapaces de sobrevivir. Los parámetros medio ambientales pueden alterar la calidad del agua, dañando los tejidos y afectando el estado sanitario del pez; induciéndole a niveles altos de stress que a su vez conduce a una reducción en la resistencia a enfermedades (Llerena, 2007).

La experiencia en muchos lugares del mundo ha demostrado que la condición sanitaria de los peces juega un papel preponderante en el resultado técnico y/o económico de cualquier sistema acuícola (Smith *et al.*, 2001). Por lo tanto, son muchos los factores a considerar en la producción de trucha arcoíris, teniendo en cuenta que el estatus microbiológico del agua empleada para la crianza de los peces dulceacuícolas, influyen directamente en los sistemas de producción, dado que favorece la formación de lesiones y/o erosiones epiteliales

en truchas criadas en estanques piscícolas (García *et al*, 2003).

Las normas de salud pública respaldan el consumo de productos acuícolas, evitando la presencia de peligros biológicos y químicos; los mismos que pueden precaverse mediante los estudios preventivos de las condiciones de crianza, así como el establecimiento de buenas prácticas de producción y control (Pis *et al*, 2008).

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación busca evaluar la influencia de la calidad del agua y el manejo sanitario de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en piscigranjas de la región Amazonas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de estudio

De un total de 30 piscigranjas distribuidas en las provincias de la región Amazonas (Figura 1), se realizó el estudio en 14 piscigranjas dedicadas a la producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), seleccionando a las que tuvieron como fuente de abastecimiento agua de primer uso para esta actividad y similares condiciones en las instalaciones.

El estudio se realizó en 14 piscigranjas distribuidas en 04 provincias de Amazonas (Tabla 1).

2.2. Determinación de parámetros físico - químicos

Los parámetros físico-químicos (temperatura, pH, oxígeno disuelto y sólidos totales en suspensión) fueron medidos *in situ* en cada piscigranja con un multiparámetro portátil

(modelo HI 9829, HANNA, USA). Para el análisis microbiológico de coliformes fecales, se colectó 100 ml de agua en frascos de vidrio esterilizados, y transportados a 4°C hasta su procesamiento en el Laboratorio de Enfermedades Infecciosas y Parasitarias de Animales Domésticos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, según la técnica del número más probable establecido por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017).

2.3. Identificación de lesiones en truchas arcoíris

Se recolectó 10 muestras de truchas por piscigranja con peso promedio de 200 gramos y 22 cm de longitud, en bolsas ziploc y fueron identificadas según su origen. Para garantizar la conservación de la muestra se acondicionaron contenedores con geles refrigerantes y fueron trasladados al Laboratorio de Enfermedades Infecciosas y Parasitarias de Animales Domésticos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, los que fueron evaluados según el formato anamnésico básico establecido en el Manual de Métodos de Diagnóstico en Ictiopatología con Especial Referencia a los Salmónidos, establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO, 1987).

2.4. Buenas prácticas de manejo sanitario

Las buenas prácticas de manejo sanitario fueron determinadas a partir de las encuestas tomadas a los 14 productores que participaron en esta investigación. Las encuestas fueron validadas por juicio de expertos (FAO, 2014).

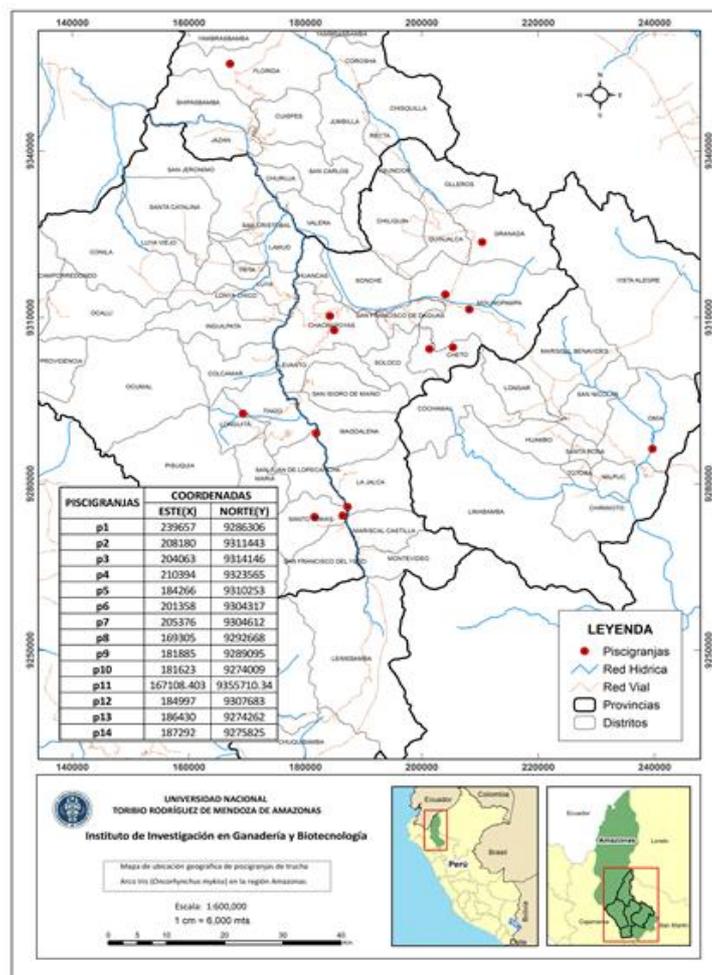


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de las piscigranjas.

Tabla 1. Puntos georreferenciales de las piscigranjas

Piscigranja (P)	Coordenadas	Altitud (msnm)	Provincia
P1	2396 57, 9286306	1508	Rodríguez de Mendoza
P2	208180, 9311443	2450	Chachapoyas
P3	204063, 9314146	2473	Chachapoyas
P4	210394, 9323565	2941	Chachapoyas
P5	184266, 9310253	2326	Chachapoyas
P6	61712.6, 774156.3	2340	Chachapoyas
P7	61703.7, 773945.6	2580	Chachapoyas
P8	62325.8, 7759 20.4	2602	Luya
P9	181885, 9289095	1836	Luya
P10	181623, 9274009	2478	Luya
P11	167108.403, 9355710.34	2494	Bongará
P12	184997, 9307683	2427	Chachapoyas
P13	186430, 9274262	2004	Luya
P14	187292, 9275825	1996	Luya

2.5. Análisis estadístico

Se utilizó un modelo metodológico mixto en el que se integró el enfoque cualitativo y cuantitativo para establecer la correlación entre la variable dependiente e independientes. Para determinar si existe alguna diferencia entre las medias de los diferentes grupos se realizó el análisis de varianza y la prueba de T, Test con un intervalo de confianza del 95 %. Se realizó una prueba Tukey HSD de comparaciones múltiples para medir el grado de lesión por cada muestra de truchas en cada piscigranja. La correlación de Spearman se usó para medir la asociación de los parámetros físico-químicos del agua, el manejo y las lesiones encontradas en las muestras de trucha en cada piscigranja. Para el análisis estadístico de datos se utilizó el software Statistix versión 8.0 Analytical Software para Windows.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los parámetros importantes es la temperatura del agua, ya que regula el desarrollo de la especie acuícola (FAO, 2014). Las truchas pueden vivir en unos rangos de temperatura entre 13 y 18°C, siendo el óptimo 15 °C (Besson *et al.*, 2016). En nuestro estudio los rangos de temperaturas fluctuaron entre 11.82 y 17.04°C, si bien es cierto, cuatro piscigranjas reportaron temperaturas inferiores a 13 °C, estos valores no se alejaron en exceso. Las piscigranjas inferiores en este parámetro fueron la P4 (T = 11.82°C), P5 (T = 12.7°C), P10 (T = 12.99°C) y P11 (T = 12.99°C), siendo la P4 la más lejana al mínimo valor recomendable (1.18°C).

Se ha reportado, que los salmónidos dependiendo de la variedad o característica genética pueden tolerar temperaturas inferiores al óptimo recomendado, dependiendo de la carga y su tasa metabólica, probablemente las truchas de nuestra investigación se han adaptado a estas condiciones de temperatura (Hansen *et al.*, 2015) (Tabla 2).

En cuanto al pH, todos los valores obtenidos, a excepción de la primera piscigranja (P1) se situaron dentro de los límites reportados en estudios previos; los mismos que sugieren un rango óptimo entre 6.5 y 8.5 (Erikson *et al.*, 2017). La piscigranja P1 reportó un valor de 4.35, calificándose como de aguas ácidas. Se sabe que, en condiciones de acidez se producen irritación en las branquias, descamación de la piel e hipoxia (Vásquez *et al.*, 2015). Por otra parte, valores de pH mayores de 8 afectan negativamente la salud de la trucha causando el daño de las branquias (Svobodova *et al.*, 2017). En nuestro estudio, encontramos que existe correlación altamente significativa entre las lesiones encontradas y el pH; observado en la piscigranja P1.

La concentración de oxígeno disuelto se reporta en la tabla 2, se observa que cinco piscigranjas P1 (OD = 3.98 mg/L), P2 (OD = 4.69 mg/L), P3 (OD = 4.24 mg/L), P5 (OD = 3.70 mg/L) y P13 (OD = 4.84 mg/L), exceden el rango recomendado para la producción de trucha, oscila entre 7.5 y 12.0 mg/L, siendo el promedio óptimo 8.5 (Gammons *et al.*, 2010); sin embargo, en nuestro estudio, no se encontró una asociación entre las lesiones y el oxígeno disuelto.

Tabla 2. Resultados para los parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados en las piscigranjas

Piscigranja	Parámetros				
	Coliformes fecales (NMP/ml)	pH	T (C°)	O.D (mg/l)	SDT (ppm)
P1	49	4.35	16.59	3.98	8
P2	680	6.59	16.71	4.69	25
P3	110	7.39	17.04	4.24	80
P4	130	7.85	11.82	5.76	96
P5	79	7.35	12.7	3.7	119
P6	70	7.8	13.68	7.76	126
P7	4600	6.94	14.1	5.16	13
P8	2100	7.8	13.68	7.76	126
P9	11000	7.97	15.9	7.32	119
P10	23	7.05	12.98	5.86	62
P11	13000	7.94	12.99	6.25	167
P12	48000	6.91	14.94	5.95	26
P13	350000	7.81	14.03	4.84	87
P14	920	7.36	13.2	7.09	93

P: Piscigranja. NMP: número más probable. pH: potencial de hidrogeno. T: temperatura. O.D: oxígeno disuelto. SDT: solidos totales en suspensión.

La concentración de coliformes fecales se observa en la figura 2, las piscigranjas P1, P3, P4, P5, P6 y P10, están por debajo de los límites máximos permitidos (200 NMP/ml), según lo establecido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECAs) del Agua, (MINAM, 2017). Lo cual nos permite coincidir con lo dicho por (Olsen *et al.*, 2012; Valenzuela *et al.*, 2012) quienes afirman que los presencia de coliformes fecales se asociación a la presencia de ganado en las cercanías a las piscigranjas; ya que las quebradas que proveen el recurso hídrico tienen recorrido por zonas ganaderas e incluso población humana que eliminan las heces,

purines y estiércol al agua, aumentando así los niveles de esta bacteria.

Según lo establecido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECAs) del Agua, (MINAM, 2017), la categoría 2 establece que, para la extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en aguas continentales, el límite máximo permitido para coliformes fecales es de 200 NMP/ml; al comparar nuestros resultados obtenidos con estos estándares, solo seis (P1, P3, P4, P5, P6 y P10) están por debajo de los límites máximos permitidos para este parámetro

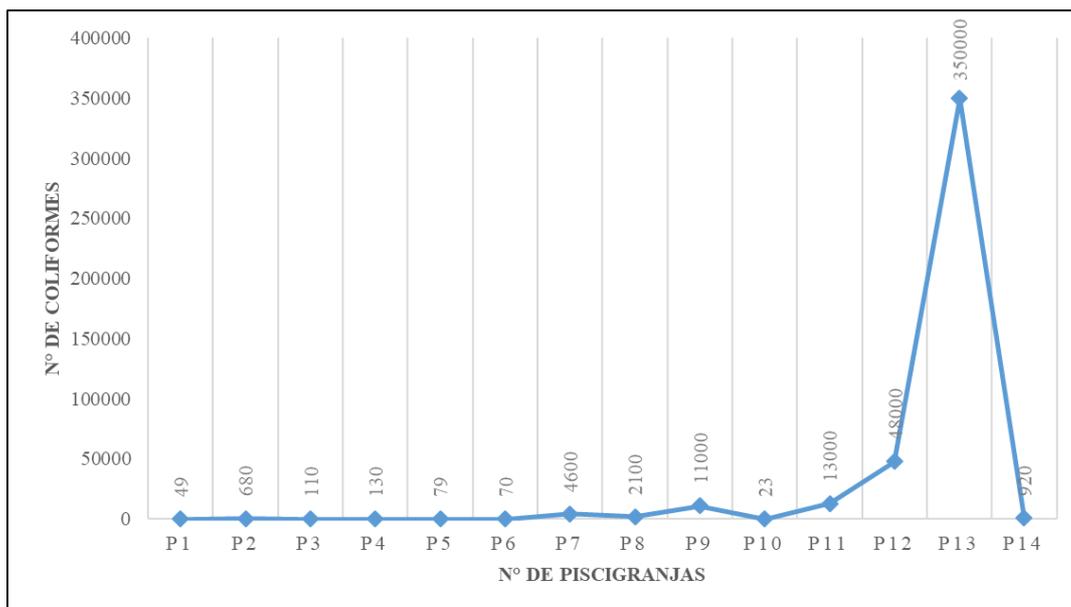


Figura 2. Número de coliformes fecales por piscigranja.

Las lesiones en las diferentes zonas anatómicas de los peces representan el manejo sanitario de las especies acuáticas siendo esto un factor importante en el éxito productivo.

Con respecto a las lesiones que presentaron las truchas arcoíris en nuestra investigación, se registraron que los mayores porcentajes fueron de 37.14 % para erosión de la aleta dorsal y

17.9% para erosión en la aleta caudal; siendo superior a lo reportado en una investigación en la ciudad de Junín, (1.2 %) para la aleta caudal y dorsal; por el contrario, dicho estudio reportó valores superiores en atrofia en aleta pectoral (10.9%) y exoftalmia bilateral (3%), en comparación a los nuestros (1.4 % y 1.43%) respectivamente (Llerena, 2007).

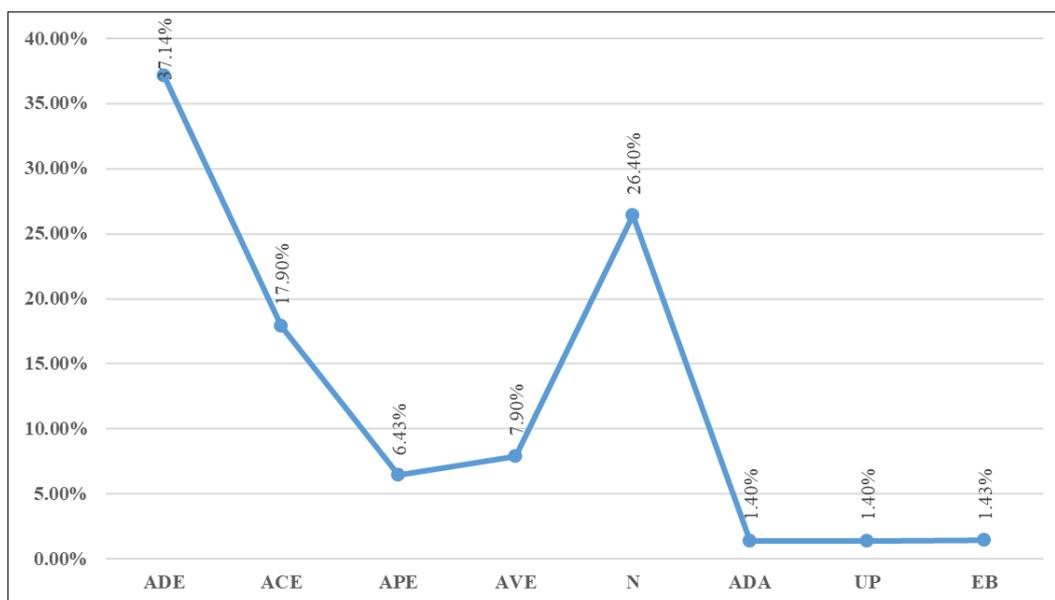


Figura 3. Frecuencia de las lesiones encontradas en las truchas. ADE: Aleta dorsal con erosión; ACE: Aleta caudal con erosión; APE: Aletas pectorales con erosión; AVE: Aletas ventrales con erosión; N: Normal; ADA: Aleta dorsal atrofiada; UP: Ulceras en la piel; EB: Exoftalmia bilateral.

Existen diferencias altamente significativas entre las piscigranjas con respecto a las lesiones presentes en las truchas.

El análisis de correlación según Spearman reporta que los parámetros pH, temperatura y turbidez, evidencian una asociación altamente significativa con las lesiones presentadas, por lo tanto, se puede deducir que, a mayor temperatura, turbidez y pH, las truchas arcoíris presentarán mayores lesiones (Tabla 3).

La correlación entre las prácticas de manejo (limpieza, frecuencia, desinfección de instalaciones y desinfección de materiales y herramientas) y las lesiones (Tabla 4).



Figura 4. Erosión de las aletas pélvicas.



Figura 5. Erosión de la aleta caudal.

Tabla 3. Correlación entre las lesiones identificadas y los parámetros físico-químicos del agua

Variables	Correlación de Spearman		Conclusión
	rS	p	
Lesiones/pH	-0.039	0.0006 **	Altamente significativa
Lesiones/Temperatura del agua	0.3095	0.0002**	Altamente significativa
Lesiones/Oxígeno disuelto	0.083	0.3294ns	No hay correlación
Lesiones/SDT	0.2417	0.0041	Altamente significativa

Ns: No significativo. *: significativo. **: altamente significativo.

Tabla 4. Correlación entre las lesiones y las prácticas de manejo

Variables	Correlación de Spearman		Conclusión
	rS	p	
Lesiones/Limpieza de las instalaciones	-0.3677	0.0000**	Altamente significativa
Lesiones/Frecuencia de limpieza de las instalaciones	0.3627	0.0000**	Altamente significativa
Lesiones/Desinfección de instalaciones	-0.5412	0.0000**	Altamente significativa
Lesiones/ Frecuencia de desinfección de las instalaciones	0.2859	0.0006**	Altamente significativa
Lesiones/ Desinfección de materiales y herramientas de manejo	-0.1903	0.0245*	Asociación significativa

4. CONCLUSIONES

Los parámetros de pH, temperatura y turbidez se asocian significativamente con las lesiones, mientras que el oxígeno disuelto no muestra asociación alguna.

Las prácticas de manejo se encuentran altamente asociadas a las lesiones encontradas. Del mismo modo la frecuencia de limpieza, desinfección de materiales y herramientas tiene asociación significativa.

Se concluye que la calidad del agua y las prácticas de manejo influyen sobre la condición sanitaria de la trucha arcoíris criada en piscigranjas de la región Amazonas.

Declaración de intereses

Ninguna.

Agradecimientos

Esta investigación se realizó con el financiamiento del proyecto "Creación del Servicio de Laboratorio de Enfermedades Infecciosas y Parasitarias de Animales Domésticos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

Referencias

APHA, AWWA, & WEF. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. (R. B. Baird, A. D. Eaton, & E. W. Rice, Eds.). Washington DC: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation.

Besson, M., Vandeputte, M., Van Arendonk, J.A.M., Aubin, J., De Boer, I.J.M., Quillet, E. & Komen, H. (2016). Influence of water temperature on the economic value of growth rate in fish farming: the case of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) cage farming in the Mediterranean. *Aquaculture*, 462, 47-55.

Erikson, U., Shabani, F., Beli, E., Muji, S. & Rexhepi, A. (2017). The impacts of perimortem stress and gutting on quality index and colour of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during ice storage: a commercial case study. *European Food Research and Technology*, 244(2), 197-206.

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (1987). *Manual de Métodos de Diagnóstico en Ictiopatología con Especial Referencia a los Salmónidos*.

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2014). *Manual Práctico para el cultivo de la crianza de truchas arcoíris*. Guatemala.

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2019). Programa de información de especies acuáticas *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792).

García Macías, J.A., Núñez González, F.A., Chacón Pineda, O., Alfaro Rodríguez, R.H. & Espinosa Hernández, M.R. (2003). Estudio microbiológico de tejido superficial de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y del agua circundante. *Hidrobiológica*, 13(2), 111-118.

Gammons, C.H., Babcock, J.N., Parker, S.R. & Poulson, S.R. (2010). Diel cycling and stable isotopes of dissolved oxygen, dissolved inorganic carbon, and nitrogenous species in a stream receiving treated municipal sewage. *Chemical Geology*, 283(1-2), 44-55.

Hansen, T.J., Olsen, R.E., Stien, L., Oppedal, F., Torgersen, T., Breck, O., Remen, M., Vagseth, T. & Fjellidal, P. G. (2015). Effect of water oxygen level on performance of diploid and triploid Atlantic salmon post-smolts reared at high temperature. *Aquaculture*, 435, 354-360.

Hardy, R.W., Fornshell, G.C.G. & Bannon, E.L. (2000). Rainbow trout culture. In: R. Stickney (ed) *Fish culture*, John Wiley & Sons, New York, USA. Pp. 716-722

Llerena, C.A. (2007). Identificación y descripción anatomohistopatológica de lesiones encontradas en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) fase juvenil en piscigranjas de la provincia de Jauja, Junín.

MINAM (Ministerio del Ambiente) Estándares nacionales de Calidad Ambiental para Agua. D.S N° 004-2017-MINAM. Norma Legal. Lima, 2017.

Oliva, B.G. (2011). *Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arco iris*.

- Olsen, R.L., Chappell, R.W. & Loftis, J. C. (2012). Water quality sample collection, data treatment and results presentation for principal components analysis—literature review and Illinois River watershed case study. *Water research*, 46(9), 3110-3122.
- Pis, M., Lezcano, M. & Serrano, P. (2008). Metales pesados en trucha (*Micropterus salmoides floridanus*) de la presa Hanabanilla, Cuba. *AquaTIC*, (29), 1-9.
- Smith, P., Larenas, J., Vera, P., Contreras, J., Venegas, C., Rojas, M. E. & Guajardo, A. (2001). Principales enfermedades de los peces salmonídeos cultivados en Chile. *Monografías de Medicina Veterinaria*, 21(2).
- Svobodova, Z., Machova, J., Kroupova, H.K. & Velisek, J. (2017). Water Quality–Disease Relationship on Commercial Fish Farms. In *Fish Diseases* (pp. 167-185).
- Valenzuela, E., Godoy, R., Almonacid, L. & Barrientos, M. (2012). Calidad microbiológica del agua de un área agrícola-ganadera del centro sur de Chile y su posible implicancia en la salud humana. *Revista chilena de infectología*, 29(6), 628-634.
- Vásquez Quispesivana, W., Talavera Núñez, M. & Inga Guevara, M. (2016). Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa-Puno. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(1), 15-28.
- Yunis, J., Anicama, J., Manchego, A. & Sandoval, N. (2015). Presencia de *Piscirickettsia salmonis* en truchas de cultivo (*Oncorhynchus mykiss*) en Junín, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(1), 140-145.