



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA**

TÍTULO DEL TRABAJO PRÁCTICO
COMPARACIÓN DE PARÁMETROS ABIÓTICOS EN
Oncorhynchus mykiss DISPUESTOS EN ESTANQUES DE
CULTIVOS PARA LOS PAÍSES DE SURAMÉRICA Y CENTRO
AMÉRICA.

TRABAJO PRÁCTICO

Previo a la obtención de título de:

Biólogo marino

Autor:

Andy Romario Yagual Herrera

Tutor:

Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.

La Libertad – Ecuador

2021

TRIBUNAL DE GRADO



Firma digitalizada por:
MAYRA MAGALI
CUENCA ZAMBRANO

Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.
Decana (e)
Facultad de Ciencias del Mar



Firma digitalizada por:
JIMMY AGUSTIN
VILLON MORENO

Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
Director (e)
Carrera de Biología

Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.
Docente tutor

Blga. Yadira Solano Vera, M.Sc.
Docente de área

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Facultad Ciencias del Mar por haber contribuido con mi formación universitaria durante los periodos académicos de aprendizaje y a todos quienes colaboraron para la realización de esta tesina.

También agradezco al Blgo. Xavier Piguave por ser participe en colaboración de docente guía durante la formación de este documento, de igual forma agradezco a mis padres por darme el apoyo financiero y anímico para poder lograr mi objetivo de ser un profesional más de la república del Ecuador.

Con lo antes mencionado no está de más agradecer a todos los profesores incluyendo los encargados del área de laboratorio de la facultad por asentar bases científicas en mi persona que son pieza clave y fundamental para poder estructurar este documento.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	vi
RESUMEN	viii
1. INTRODUCCIÓN	ix
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. Objetivo general	12
3.1 Objetivos específicos	12
4. MARCO TEÓRICO	13
4.1 Distribución geográfica	13
4.2 Clasificación taxonómica	13
4.3 Ciclo de vida	14
4.4 Alimentación	16
4.5 Temperatura	18
4.6 Salinidad.....	19
4.7 Oxígenos disueltos	20
4.8 Potencial de hidrógeno, alcalinidad y dureza.....	20
4.9 Reproducción	21
5. METODOLOGÍA	23
5.1 Diseño y modalidad de la investigación	23
5.2 Investigación Bibliográfica	24
5.3 Técnicas de investigación	24
5.4 Revisión documental	24
5.5 Recopilación de datos.....	25
5.6 Análisis del contenido	25
5.7 Instrumentos de investigación	25
5.8 Observación.....	25
6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	26
6.1 Documentación de parámetros abióticos.....	26
6.2 Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua	30
6.3 Determinación de parámetros abióticos a diferentes altitudes entre países de las Américas.	33
7. CONCLUSIONES	35
8. BIBLIOGRAFÍA	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Algunas de las fuentes bibliográficas consultadas.....	23
Tabla 2: Parámetros abióticos de un cultivo de truchas realizados en Guatemala	266
Tabla 3: Parámetros abióticos de la trucha arcoíris en el Perú.....	27
Tabla 4: Parametros físicos - químicos para la crianza intesiva de trucha en Perú	27
Tabla 5: Parámetros abióticos para la crianza de trucha arcoíris, Santa fe – Colombia en un sistema de recirculación.....	28
Tabla 6: Parámetros abióticos para crianza de trucha arcoíris, Pimampiro Imbabura – Ecuador en un sistema de recirculación.	28
Tabla 7: Parámetros abióticos para crianza de trucha arcoíris, Napo – Ecuador en sistemas de recirculación.....	29
Tabla 8: Parámetros abióticos para crianza de trucha arcoíris, Puerto Montt – Chile en sistemas de recirculación.....	29
Tabla 9: Registró total de parámetros abióticos de los países de Sur América y Centro América.	34

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Promedio de Oxígeno Disuelto de cada uno de los países de Sur América y Centro América.	30
Grafica 2. Promedio de Temperatura de cada uno de los países de Sur América y Centro América.	31
Grafica 3. Promedio de Potencial (pH) de hidrógeno de cada uno de los países de Sur América y Centro América.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Coloración característica de la trucha arcoíris Fuente: Jimbo, 2021	144
Figura 2: Ciclo de vida de los salmónidos Fuente: Studylib.es, 2013-2021.. ..	155
Figura 3: La trucha del Pacífico tendrá un ciclo de vida maravilloso Fuente: University of Saskatchewan & Jimbo, (2021).	166
Figura 4: Coloración de la carne de Trucha Fuente : El pescador, 2017.....	17
Figura 5: Astaxantina como aditivo en alimento para peces Fuente: Daniel Balin, 2015.	177
Figura 6: Ciclo de reproducción de <i>Oncorhynchus mykiss</i> Fuente: FAO, 2014.	211

COMPARACIÓN DE PARÁMETROS ABIÓTICOS EN *Oncorhynchus mykiss* DISPUESTOS EN ESTAQUES DE CULTIVOS PARA LOS PAÍSES DE SURAMÉRICA Y CENTRO AMÉRICA.

Autor: Andy Romario Yagual Herrera.

Tutor: Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.

RESUMEN

La Investigación bibliográfica se realizó en los meses comprendidos entre enero y marzo del 2021 en un pez anádromo *Oncorhynchus mykiss* en los países de sur América y centro América, específicamente Guatemala, Perú, Ecuador, Colombia y Chile con el objetivo de comparar metodologías de trabajos en granjas piscícolas de *Oncorhynchus mykiss* en función a las condiciones ambientales de cada país a través de fuentes bibliográficas para un registro de parámetros de interés al sector acuícola. Para la comparación de datos bibliográficos se utilizó el método de enfoque cuantitativo, el mismo que Sampiery (2017) lo relacionó como el uso de recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento. Se documentó los parámetros abióticos de cinco países con variables de interés acuícola, mencionando cual es el rango óptimo de temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L) y potencial de hidrógeno (pH) aplicado en el cultivo piscícola de esta especie para cada país. Se evaluó los parámetros físico-químicos del agua obtenidos mediante gráficos de tendencia, donde Guatemala, Perú, Ecuador, Colombia y Chile demostraron mantener los niveles de oxígeno disuelto (OD) por encima de 4 mg/L, Ecuador y Perú mantener los rangos óptimos de temperatura lo más aproximado posible con una diferencia de 0,05 (°C) y los niveles de potencial de hidrógeno (pH) con una media y una desviación estandar ($5,57 \pm 0,46$). Se determinaron OD, °C, pH a diferentes altitudes. Quedando a manifiesto que existe una viabilidad a largo plazo sobre este recurso en el Ecuador, siempre y cuando mantenga el equilibrio paramétrico en los espejos de agua.

Palabra clave: temperatura, oxígeno, disuelto, hidrógeno, piscícola.

1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura de peces es una alternativa viable para el suministro de proteínas de alta calidad y altamente digerible 90 a 100%, la obtención de ácidos grasos de los grupos linoléico y linolénico no pueden ser sintetizado por el organismo, por eso es de suma importancia suministrar en la dieta alimento de origen marino como peces, que sirvan de medio de transporte de estos PUFAS (ácidos grasos poli-insaturados, omega 3 y omega 6) (Carrera, 2005). La trucha arcoíris es la más utilizada para la producción piscícola en aguas frías continentales, así como en estanques de cultivos. En el Ecuador a partir de 1930, se optó por construir salas de incubación y alevinaje en las provincias de Azuay, Cotopaxi e Imbabura, con la finalidad de repoblar lagunas y ríos, logrando aclimatar esta especie que ha ayudado a incrementar el comercio con este recurso biológico y a los acuicultores de trucha (Imaki, 2003).

Un censo realizado por el centro de investigaciones Acuícolas Papallacta (CENIAC) (2007), menciona que: En Ecuador existen hasta la fecha, 213 centros piscícolas (criaderos) distribuidos en su gran mayoría en la región Sierra exclusivamente en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Napo, Pichincha, Sucumbíos y Tungurahua, estos criaderos en conjunto producen 982.3 toneladas al año representando un aproximado de \$2'678 997 de ingresos anuales (Cerde & Gordillo, 2001).

En la región Andina, el caso de Chile, Colombia y Perú, en explotaciones de trucha arcoíris, mantienen un ritmo constante de producción (199, 24 y 7 mil TN al año, respectivamente) y que contrastan con las producciones mantenidas durante el 2006 en Ecuador. En el mismo contexto de acuerdo a datos estadísticos de producción estos valores son diferentes por regiones según indicó el Ministerio de Agricultura, Pesca y Acuicultura: Zona norte (512.2TM); zona centro (218.1TM); zona sur (252TM). Cabe mencionar que los 259 criaderos de trucha arcoíris que tiene el Ecuador solo el 8 % se encuentran de forma no operaria (inactivos) y en 92% restante se encontraron hasta la fecha operarios (activos) indica que es una especie de interés piscícola en nuestra región (Hidrovo, 2008).

Unas de las consecuencias que direccionan una elevada tasa de mortalidad de truchas en los estanques es un mal manejo de la calidad de agua, p. ej., una disminuida concentración de oxígeno disuelto en los estanques de cultivo podría ser causante de la aparición de enfermedades y parasitismo en truchas, por consiguiente, traería problemas de índole sanitarios dentro del cultivo que conllevan a una elevada concentración de sólidos suspendidos, entonces, produciría consecuencias más graves como originar aguas anóxicas (disminuida concentración de oxígeno en un medio) (Gallego, García, Díaz, & Fall, 2003).

Los niveles de pH también son parte del problema del mal manejo del agua en el estanque, si este llega a 6.5 por un tiempo prolongado podría producir hemorragia en las branquias de las truchas y sumarse a la tasa de mortalidad de la producción (Piero, 2014).

La temperatura es otro factor que ocasiona problemas en los estanques si no se monitorea o controla de manera efectiva, esta afectará el crecimiento del pez ocasionando un ritmo metabólico bajo y un gasto de alimento en el estanque (CONICET, 2018). La temperatura preferente en la etapa de engorde es de 14 – 18 °C, si las variaciones de temperaturas son lentas, existe capacidad de variación de 0 - 25 °C, el apetito es óptimo de 7 - 18 °C, siendo mayor el apetito según la creciente de temperatura, si esta supera los 18 °C decae nuevamente, esto se debe a que la digestión no es muy eficaz si supera esta última, los mejores rendimiento de apetito y digestión se obtienen a los 15 °C (Blanco, 1995).

No obstante, si se tiene un buen manejo durante la producción de trucha arcoíris en sur América ayudará al progreso de esta región obteniendo registros mayores en toneladas (TN) anuales, proteína de bajo costo y de alta calidad, así como un aporte científico-social que produzca fuente de empleos para muchas personas, además contribuya con la seguridad alimentaria a nivel nacional si se maneja de forma sostenible y sustentable. El presente documento tiene como finalidad comparar metodologías de trabajo en granjas piscícolas de *Oncorhynchus mykiss* en función a las condiciones ambientales de cada país a través fuentes bibliográficas para un registro de parámetros de interés al sector acuícola.

2. JUSTIFICACIÓN

Habitualmente la producción en centros piscícolas depende concisamente del control de los factores bióticos (ejemplares acuáticos) y factores abióticos (temperatura, oxígeno disuelto, pH), pero en la actualidad los sistemas más rudimentarios de cultivo son vulnerados por un mal monitoreo de los factores abióticos mencionados anteriormente que conllevan a problemas relacionados con la mala calidad, baja velocidad de agua y excesiva cantidad de agua utilizada (Klontz, 1991).

Adicional un mal manejo de la calidad de agua en relación a parámetros abióticos ha traído una serie de problemas sanitarios dentro del cultivo que conllevan a la muerte de los peces (Gallego, García, Díaz, & Fall, 2003). Por ende, esta información pretende obtener una base de datos de parámetros como oxígeno disuelto, temperatura, potencial de hidrogeno que permitan ser una fuente confiable y veraz del cual obtener información, pudiendo evitar o controlar de manera científica y técnica las variables que llevaran a una buena producción de truchas. También se evitaría enfermedades patógenas producto de un mal manejo de parámetros abióticos dentro de los estanques de cultivo. Además, este documento contribuirá a nuevos empresarios y acuicultores que quieran iniciar en el cultivo de este recurso biológico, recopilando metodologías de trabajos registrados en Sur América (Chile, Perú, Colombia, Ecuador) y Centro América (Guatemala), aceptando cada uno de los rangos que mantienen la calidad de agua para una óptima producción, investigación que se ajustara a las recomendaciones que tiene cada piscifactoría. Bermejo (2013) mencionó que, esta especie es de agua frías y es complejo su cultivo en aguas cálidas, sin embargo, Quiñonez (2017), registró tener aguas templadas en Ecuador. Está comprobado en el documento que Ecuador si logra mantener aguas frías en los estanques piscícolas gracias al aledaño Cotopaxi y Chimborazo. Conviene destacar que, Ecuador es un país privilegiado por tener dos épocas y tener cuatro regiones en especial Sierra, que sería la más adecuada para montar una granja piscícola por sus elevadas cuencas y grandes altitudes.

La producción y cultivo de esta especie de salmónido en el Ecuador contribuirá al progreso del país obteniendo proteína de bajo costo y de alta calidad, así como un aporte científico y social, hay que resaltar que, será fuente de empleos para muchas personas y contribuirá con la seguridad alimentaria a nivel nacional si se maneja de forma sostenible y sustentable.

3. Objetivo general

- Comparar metodologías de trabajos en granjas piscícolas de *Oncorhynchus mykiss* en función a las condiciones ambientales de cada país a través de fuentes bibliográficas para un registro de parámetros de interés al sector acuícola.

3.1 Objetivos específicos

- Documentar los parámetros abióticos óptimos en cultivos de *Oncorhynchus mykiss* mediante la investigación bibliográfica.
- Evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua usados para la producción de cultivo de *Oncorhynchus mykiss* mediante datos bibliográficos de artículos publicados en América.
- Determinar rangos óptimos de oxígeno, temperatura y potencial de hidrógeno a diferentes altitudes.
- Calcular la media y la desviación estándar del potencial de hidrogeno

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Distribución geográfica

El salmón del pacífico conocido como Trucha arcoíris es una de las especies que pertenecen a la familia salmonidae, su procedente es de América del norte originaria de la costa del Pacífico (FAO, 2012). Esta especie ha sido introducida en aguas de todos los continentes del mundo excepto en la Antártida (FAO, 2015). Además, su distribución en el Pacífico se debe a que es una especie eurihalinas anádroma que viaja a esteros en época de reproducción (Al-Jandal, 2011).

4.2 Clasificación taxonómica

A continuación, se presenta la clasificación taxonómica de la Trucha arcoíris de acuerdo a Camacho et al; (2000).

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinopterygii
Orden	Salmoniformes
Familia	Salmonidae
Género	<i>Oncorhynchus</i>
Especie	<i>mykiss</i>
Nombre científico	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre común	Trucha arcoíris

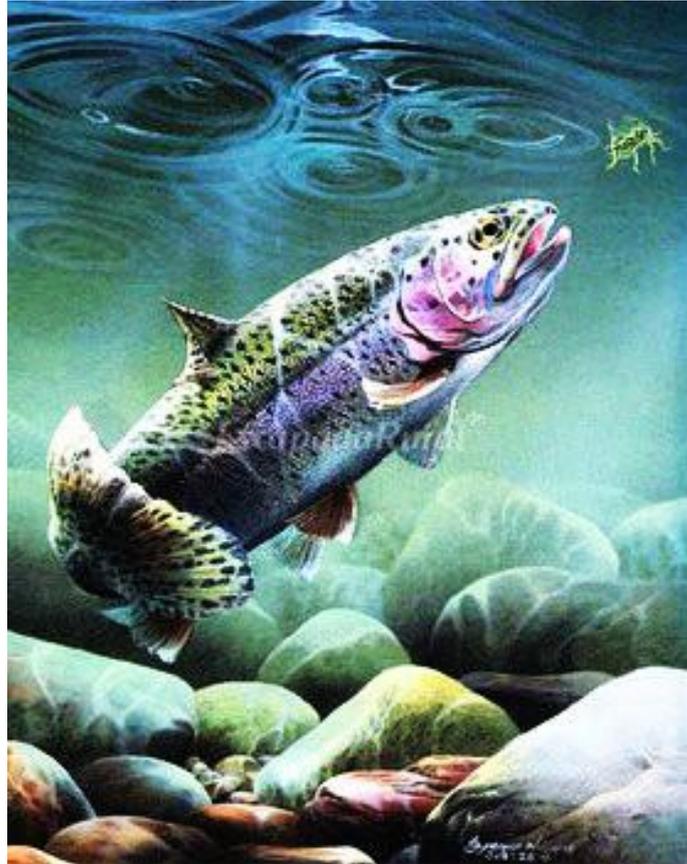


Figura 1: Coloración característica de la trucha arcoíris **Fuente:** Jimbo, 2021.

4.3 Ciclo de vida

El ciclo de vida de esta trucha arcoíris depende del manejo que se les dé a los reproductores. El factor principal de maduración de esta especie es la temperatura (Camacho, 2000). Batalla (2018), reportó que si esta se mantiene por debajo de los 21 °C se considera favorable, en la etapa de desove, los huevos se deben mantener de 9 -14 °C. Si registramos la temperatura ideal en la etapa de engorde será de 14 – 18 °C (Maraver, 2013). Los machos pueden alcanzar su madurez sexual a los 15 – 18 años mientras que las hembras requieren de dos años por lo mínimo para que se encuentren sexualmente activas (Jimbo, 2021). Groot y Margolis, (1991), mencionan que el desarrollo temporal de los estadios huevos, alevinos y emergencia (primeros estadios) es muy continuo en estas especies, pero las siguientes etapas poseen una mayor diversidad.

La alimentación manual es adecuada para pequeños peces que comen alimento fino. Los alimentadores mecánicos, impulsados por electricidad o energía solar,

son usados frecuentemente para entregar cantidades establecidas de alimento a intervalos de tiempo determinados dependiendo del tamaño de los peces, la temperatura y estación. Los alimentadores según demanda pueden usarse para peces más grandes que miden 12 cm (FAO, 2014).

El ciclo biológico de los salmonidos, incluye la trucha arcoíris perteneciente a esta familia, este tiene un vida silvestre algo compleja de la cual esta trucha vive parte de su vida en el mar y luego migran a estuarios o rios para reproducirse (Figura 2) (Valle, 2013).

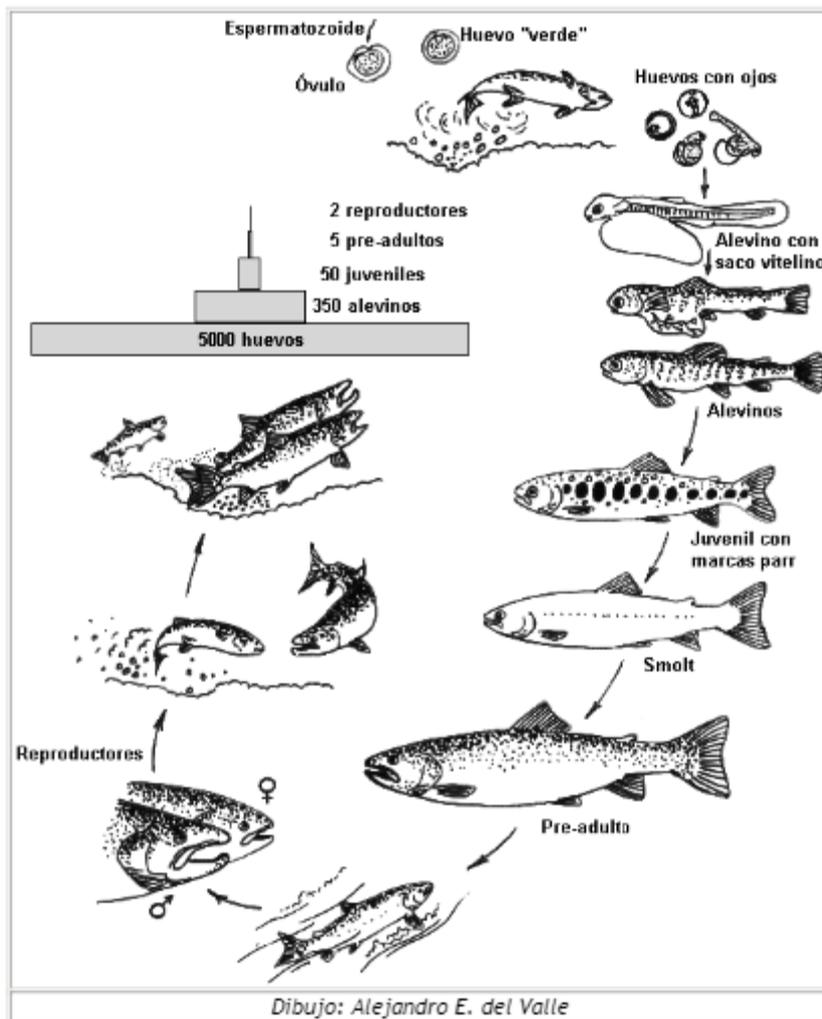


Figura 2: Ciclo de vida de los salmonidos **Fuente:** Studylib.es, 2013-2021.

Ciclo general (Figura 3) de la familia Salmonidae. Este ejemplar es conocido con nombre de vulgar de Chinook o coho, esta indica el periodo de reproducción en relación al hábitat y el desarrollo de sus crías.

PERÍODO	AMBIENTE		
	Ríos	Estuarios	Océano
1 ^{er} otoño	Desove e incubación		
1 ^{er} invierno	Eclosión de huevos		
1 ^{er} invierno	Alevinos con saco vitelino en grava		
1 ^{era} primavera	"Emergencia" de la grava		
Días, 1 año ó 2 años completos	Parr		
1 ^{era} , 2 ^{da} ó 3 ^{era} primavera	Migración y smoltificación		
Pocos días hasta meses		Smolt-juvenil	
De 6 meses a 6 años			Crecimiento de juveniles y subadultos
Primavera, verano u otoño			Maduración y retorno
Primavera, verano u otoño	Entrada al agua dulce		
Otoño	Desove		

Figura 3: La trucha del Pacífico tendrá un ciclo de vida maravilloso **Fuente:** University of Saskatchewan & Jimbo, (2021).

La trucha del Pacífico desova una vez en su vida a diferencia de Chinook quien tiene varias puestas, el instinto salvaje de esta especie los lleva a tener largas migraciones que van desde el Pacífico hasta arroyos alimentados por el deshielo donde prefieren desovar. Para poder copular a la hembra los machos tienen una batalla campal con otros machos competidores previa al apareamiento. Esta accionar del macho incluye fuerte mordiscos, persecuciones, embestidas con el hocico, entre otros (Patagonia, 2016).

4.4 Alimentación

En cuanto a su mecanismo de alimentación en medio silvestre las truchas hembras y machos presentan dos particularidades, una es que esta especie deja de alimentarse cuando están cambiando de hábitat, esta particularidad se da por ser una especie anádroma (peces diádromos que pasan la mayor parte de su vida en el mar, pero están en aguas dulce para reproducirse). Otro motivo de su

desplazamiento a aguas con distintas condiciones abióticas es para construir sus nidos y prepararse para la puesta (Miteco, 2006).



Figura 4: Coloración de la carne de trucha **Fuente:** El pescador, 2017.

Esta especie prefiere alimentarse de plancton, peces pequeños y crustáceos. Es de suma importancia saber que si este animal tiene una óptima alimentación en su medio natural e ingiere más crustáceos la coloración de su carne (Figura 4) será más fuerte producto de la astaxantina (pigmento que otorga el color rosado al salmón, a algunas truchas) (Figura 5) siendo un especie apetecible por el mercado a nivel mundial (ELpescador, 2017).



Figura 5: Astaxantina como aditivo en alimento para peces **Fuente:** Daniel Balin, 2015.

En el caso de mantener a la trucha en un a sistemas controlados bajo cultivo. La alimentación de la trucha arcoíris ha sufrido varias modificaciones en el tiempo, el proceso para alcanzar un peletizado compacto y nutritivo durante todas las fases de su ciclo de vida consta de: absorber elevadas cantidades de aceite de pescado, producir dietas de alta energía. Los niveles proteicos en la dieta han ascendido a 35 – 45% y los niveles dietéticos de grasas sobrepasan 22 % en dietas de elevada energía (FAO, 2009).

La formulación de alimentos extruidos se formula en relación a los requerimientos nutritivos de la trucha, que poseen características de crecimiento y un normal desarrollo. Los alimentos extruidos necesitan más capital, mayor costo de mantenimiento y energía (mayor cocción) (Loachamin, Bermeo, Rodríguez, & Cervantes, 2020).

4.5 Temperatura

Está evidenciado que a temperatura óptimas (15 -16 °C) el crecimiento de los peces es rápido, así por ejemplo Mejía (2010) indica que son resistente a más enfermedades como Necrosis pancreática infecciosa (IPN); Septicemia hemorrágica viral (SHV); Necrosis hematopoyética infecciosa (NHI); Enfermedad entérica de la Boca Roja (Yersiniosis). Además, la conversión del alimento en peso y talla es mayor (Masser & Rakocy, 1999).

Dentro de los rangos de temperatura está comprobado que la trucha no crece pese acercarse a los 3,5 °C. A esta temperatura, el apetito de los animales decrece, operando muy lentamente su sistema digestivo. Para esta situación, será necesaria una dieta de mantenimiento (0,5 a 1,8 % de su peso corporal/día). Si se incrementa el porcentaje de suministro en la dieta, se producirá resultados deficientes de FCA (Factor de conversión alimenticia), elevado porcentaje de alimento no asimilado por la trucha y evidentemente, perdida monetaria para el productor. Cuando la temperatura se encuentra por encima de la antes mencionada, la tasa de crecimiento y el metabolismo de esta especie incrementa hasta aproximadamente los 18,5 °C (Iluchi, 2004).

El rango de temperatura donde se mantienen estos factores de crecimiento y asimilación del alimento se sitúa alrededor de los 13 y 18,5 °C, aconteciendo los 15 °C la temperatura óptima de los salmónidos independientemente de la raza y el filo genético al que pertenece la especie, sin embargo, la trucha arcoíris ha demostrado tener tolerancia a los distintos factores que inciden a varios tipos de patologías que conllevan a tener producciones pobres o de mala calidad. Por encima de los 18,5 °C, la tasa metabólica continúa aumentando hasta que la temperatura se aproxima a los niveles letales; pero la capacidad de carga en oxígeno de las aguas y los requerimientos respiratorios de los propios peces, marcará el límite sobre la cantidad de alimento que los animales procesen eficientemente (Iluchi, 2004).

4.6 Salinidad

La concentración total de iones disueltos en el agua tiene repercusiones a considerar en el bienestar de los peces, tasa de mortalidad, ritmo de crecimiento dentro de un medio de cultivo (Meyer, 2004). Igualmente, este parámetro es uno de los más relevantes en cuanto a la fisiología de peces, transformación en la ingesta del alimento y al crecimiento de muchas especies de peces incluyendo *Oncorhynchus mykiss* (Rubio, Sánchez, & Madrid, 2005).

Los organismos acuáticos pueden ser clasificados en tres grupos de acuerdo a su fisiología y tolerancia al medio en el que habitan, en el caso de la salinidad lo peces pueden ser clasificados como tolerantes o estenohalinas (angosto) y eurihalinas (amplio) (Lagler, 1990). Este se encuentra relacionado directamente con la capacidad de concentrar iones totales disueltos dentro de su ritmo metabólico y como ellos regulan estas concentraciones con el medio (Meyer, 2004). Esta clasificación es la que se menciona a continuación: 1) anádromos (reproducción en agua dulce) como la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*); 2) catádromos (reproducción en agua de mar) como la anguila europea (*Anguilla anguilla*) y 3) anfídromos sin migraciones reproductivas (Al-Jandal, 2011).

4.7 Oxígenos disueltos

Uno de los parámetros más importantes en sistemas de acuicultura es el nivel de oxígeno disuelto en el medio. La ausencia o disminuida concentración de este podría ser el causante de la aparición de enfermedades y parasitismo en los ejemplares e incluso podría provocar hipoxia en los peces perjudicando la producción (Salazar, 2002).

El nivel de oxígeno disuelto en el agua depende directamente de donde se encuentren los estanques de cultivos, esta varía según la altitud y la temperatura. A los 10 -15 °C la saturación de oxígeno disuelto a nivel del mar se dan valores de 11.3 mg/L y 10 mg/L, a diferencia de saturaciones de oxígeno disuelto en el agua presente a 910 msnm a las mismas temperaturas de 10-15 °C los niveles de oxígeno disuelto son 10.1 mg/L y 8.9 mg/L respectivamente (Stickney, 2000).

4.8 Potencial de hidrógeno, alcalinidad y dureza

Indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución, químicamente es definido como la concentración H^+ en una solución acuosa (Lehninger, 2000). Este es considerado un parámetro importante dentro de un sistema de cultivo cerrado por su estrecha relación con otros parámetros, pudiendo afectar la calidad del agua en el medio de cultivo (Boyd, 1990).

Es importante mencionar que los iones de carbonatos CO_3^{2-} e iones bicarbonatos HCO_3^- son los encargados de alcalinizar los cuerpos de agua si se emplean en cantidades adecuadas, esta es la concentración de bases totales en el agua y es expresada en mg/L además estas tienen las características de funcionar como amortiguador, manteniendo neutral los niveles de pH (Losordo, Masser, & Rakocy, 1992).

En cuanto a la dureza en el agua autores como Rodríguez & Anzola, (2001)., la definen como la concentración de iones de calcio y iones de magnesio, estas son expresadas como mg/L del equivalente a carbonato de calcio.

4.9 Reproducción

Los sistemas intensivos en monocultivo son considerados necesarios en la mayoría de casos, para hacer la operación de toda la producción económicamente viable. Un sistema de producción de trucha debe constar de un abastecimiento de agua de calidad durante todo el año (sin aireación - 1 L/min/kg de trucha sin aireación o 5 L/seg/tonelada de trucha con aireación), que reduzca un sin número de criterios (FAO, 2009).

De manera esquemática se observa en la figura 6, como es el ciclo de reproducción de *Oncorhynchus mykiss* desde la obtención de huevo hasta liberación de la pesquería o para venta, durante todo este ciclo la selección de hembras y machos que estén sexualmente disponibles o hayan alcanzado la etapa de madurez sexual es fundamental, transcurriendo esta etapa inicial del ciclo se recolectan los espermatozoides y huevos de forma manual, estos son previamente lavados con agua “fertilización” tratada que inducen a la fertilización del huevo, posteriormente serán puesto en una bandeja de incubación manteniendo los cigotos a una temperatura de 14°C.

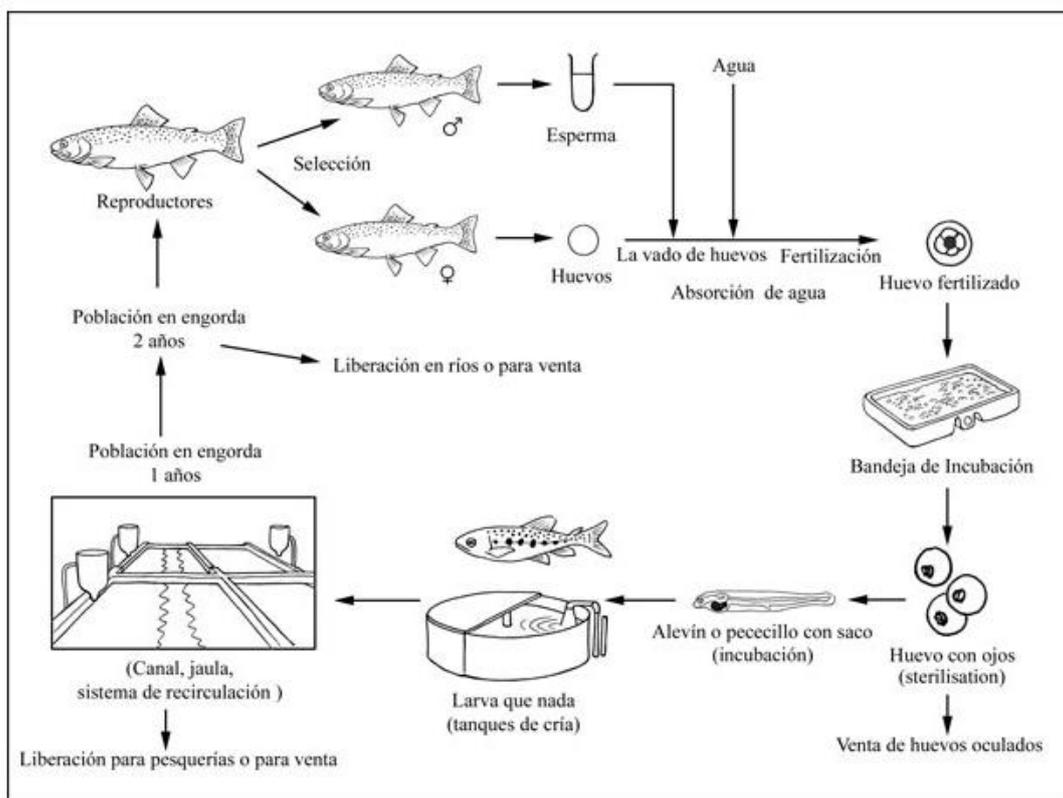


Figura 6: Ciclo de reproducción de *Oncorhynchus mykiss* **Fuente:** FAO, 2014.

Seguidamente, se obtiene huevos con ojos “esterilización”, Vivers de Serram, (2013)., afirma que la esterilidad se consigue con un choque de presión en las huevas inmediatamente después de la fecundación. Además, menciona que este método de esterilización tan preciso y controlado, nos permite garantizar más del 97% de huevas estériles.

A continuación se da la obtención de alevín o pececillo “incubación”, es de importancia piscícola mencionar que en esta fase del ciclo el pez no debe ser alimentado debido a que el alevín se alimenta de su propio saco vitelino (observación propia) hasta convertirse en una larva que nada con movimiento propio, para esta fase la larva debe estar en taques de cría, durante esta fase la larva crece en las primeras semanas considerándose dedinos, a partir de esta consideración se da una clasificación de peces por talla y peso en cada uno de los estanques, esta clasificación en algunos centros piscícolas reciben el nombre cabeza, cuerpo y cola, el cual ayudará a la tabulación de datos durante el ciclo de producción.

Cuando esta especie cumple los 365 días de cultivo bajo sistemas controlados SRC (sistema de recirculación) como en el caso de la figura 6, se efectúa a la liberación para pesquería o ventas según sea el caso.

Finalmente, la población o producción total se mantiene en engorda hasta llegar a los 730 días donde se puede realizar el proceso de venta nuevamente o liberación a los ríos con fines de repoblación, alcanzando estos días de cultivo los ejemplares han alcanzado su etapa de madurez completa y de manera natural estando listos para repetir el ciclo ya esquematizado en estos párrafos.

5. METODOLOGÍA

5.1 Diseño y modalidad de la investigación

El diseño metodológico, implicó planificar las actividades organizadas donde se analizaron las pruebas que pretendieron ser realizadas y las técnicas para la recolección y análisis de datos, en la presente investigación se optó por el enfoque cuantitativo, el mismo que Sampiery (2017) lo relaciona como el uso recolección de datos (gráficas 1 - 3) para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento.

El enfoque cualitativo: pretendió describir los problemas o falencias existentes en cuanto a los parámetros abióticos y como estos influyen en la recolección de datos y análisis de resultados (Tabla 1) debido a que estos fueron proporcionados por varios autores sobre el tema.

Tabla 1. Algunas de las fuentes bibliográficas consultadas.

Autor/año	Tema	País
Gallego, I. A., García, D. P., Díaz, C., & Fall, C. (2003).	Sistema de recirculación de agua para cría de alevín de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) y carpa común (<i>Cyprinus carpio</i>)	México
Canazas, N. (2015).	Evolución gonadal de las hembras de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) de la piscigranja Pumahuanca - Urubamba. UNSAAC, 44.	Perú
Almuna, M. (2017).	Sobrevivencia de ovas de truchas arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) en el centro de cultivo de la empresa salmones caleta bay	Chile
Oliva, G. d. (2011).	Manual buenas prácticas acuícolas en el cultivo de la trucha arcoíris. Universidad Nacional Agraria La Molina.	Perú
Quiñonez, E. (2017).	Evaluación de la sobrevivencia de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) en la etapa de engorde bajo un sistema con recirculación de agua en Pimampiro - Imbabura	Ecuador
León, P. d. (2009).	León, P. d. (2009). Cultivo de Trucha Arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> en la finca Chichoy municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango. Tecpán - Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.	Guatemala
Buenaño, (2010).	Hemograma de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) en tres etapas de producción en la cuenca alta de la provincia de Napo, Ecuador. Napo - Ecuador: Serie Zoológica 6: 1-14.	Ecuador

Elaborado por Romario Yagual, 2021.

La modalidad de investigación lo constituyó la factibilidad que este obtuvo sobre la solución o propuesta relacionada a la problemática planteada pero que esta fue viable, al momento de representar datos verídicos, y para esto fue necesario asignar una investigación documental que permitió conocer con exactitud la problemática planteada.

El nivel o tipo de investigación se presentó con la finalidad o propósito, alcance, amplitud y profundidad del lugar donde se desarrolló el estudio, puede ser básica o aplicada. Es decir, la básica tiene como propósito la mejor comprensión de los fenómenos que surgen a través del estudio realizado en piscicultura, en gran diferencia que la aplicada esta tiene como propósito la solución del problema.

5.2 Investigación Bibliográfica

Dentro de la investigación bibliográfica se pudo describir, una investigación que ayudó a conocer en donde inicia el problema, en este tipo de investigación fue necesario acudir a todos los tipos de fuentes, por ejemplo: A comparison of osmoregulatory responses in plasma and tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) following acute salinity challenges; Sobrevivencia de ovas de truchas arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en el centro de cultivo de la empresa salmone caleta bay; Producción y comercialización de trucha arcoíris; entre otros, permitiendo profundizar y obtener mayor información para la obtención de teorías las cuales fundamenten el desarrollo de la propuesta.

5.3 Técnicas de investigación

Una vez conocidos los objetivos propuestos, en base a la investigación se utilizaron técnicas de revisión documental que a continuación serán detalladas.

5.4 Revisión documental

La recopilación documental se basó en la recopilación de datos, es decir las cuales fueron utilizadas para el posterior desarrollo de la indagación, la lectura

científica nos ayudó a conocer el objeto de estudio, el análisis del contenido hace énfasis en la veracidad y fiabilidad de la investigación.

5.5 Recopilación de datos

Se basó en la búsqueda y la recolección de datos, esto proporcionó facilidad para extraer información que fue de utilidad para el desarrollo de la investigación, se empleó la debida revisión bibliográfica de los diferentes estudios de los autores con los que se trabajó.

5.6 Análisis del contenido

Con esta técnica se pudo validar la información recopilada a lo largo de nuestra investigación, promediando datos obtenidos de los países Perú y Ecuador con el fin de asegurar la confiabilidad sobre los datos utilizados en el presente documento, sirviéndonos de la validación por parte de los expertos para emplear la información.

5.7 Instrumentos de investigación

Los instrumentos de investigación fueron de mucha ayuda para la validación de los datos registrados como, la confiabilidad que permitió emitir dichas bases de datos a medida que avanzó el desarrollo del trabajo antes mencionado, consiguiendo así demostrar la validación que dieron los expertos para poder utilizar dichos conceptos o datos. Los instrumentos utilizados están expresados en los siguientes resultados.

5.8 Observación

Esta técnica ayudó a la extracción de información mediante la observación directa del objeto de estudio consiguiendo un mayor detalle de los datos y así completar una base de parámetros abióticos obtenidos de las Américas con respecto al cultivo de trucha arcoíris, en la observación también se usaron los métodos cualitativos ambas técnicas se diferencian en la forma en la que fueron trabajadas.

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se documentaron, analizaron, determinaron 7 estudios relacionados a los parámetros abióticos de la especie *Oncorhynchus mykiss*, estudios afines en los cultivos de Chile, Perú, Ecuador, Colombia y Guatemala. Promediando las regiones de Napo e Imbabura del país Ecuador, Cusco y Lima del país Perú. Estos estudios se compararon tomando en consideración los diferentes parámetros abióticos como oxígeno disuelto (OD), temperatura (°C), potencial de hidrógeno (pH).

6.1 Documentación de parámetros abióticos

En la tabla 2 se observa los parámetros de oxígeno, temperatura y potencial de hidrógeno que fueron registrado en un cultivo de *Oncorhynchus mykiss* cultivado en finca Chichoy, municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango Guatemala (León, 2009).

Tabla 2. Parámetros abióticos de un cultivo de truchas realizados en Guatemala.

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (mg/L)	6,0 – 8,5	7,20
Temperatura (°C)	13 - 18	15,00
pH	7,5 – 7,7	7,60

Fuente: León, 2009.

La misma tabla registra un óptimo de oxígeno de 7,20 mg/L, este es un dato importante en los cultivos piscícolas guatemaltecos, el suministro de agua es constante para poder mantener este valor. La FAO, (2018) consideran el agua como un aspecto de importancia en un cultivo de trucha, esta debe contener ciertas condiciones de cantidad y calidad. Para la primera condición, deberá variar de acuerdo a la densidad de siembra y capacidad de estanques, para la segunda se debe buscar una fuente de agua limpia, con pocos sedimentos y libre de contaminantes.

Sin embargo, la temperatura juega un rol importante en el crecimiento y desarrollo de las truchas arcoíris con valores de 15,00 °C, manteniendo temperaturas relevantes y casi iguales a otros cultivos en varios países, una baja de temperatura puede provocar estrés a los peces al igual que una temperatura mayor, esta ocasionaría enfermedades críticas a la especie dentro del cultivo para *Oncorhynchus mykiss*.

En la tabla 3 se registran los parámetros obtenidos de una piscifactoría de trucha arcoíris ubicada en Lima – Perú (Oliva, 2011). Aquí se resumen las principales características del agua para el cultivo de trucha en ese país.

Tabla 3. Parámetros abióticos de la trucha arcoíris en el Perú.

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (mg/L)	5,5 – 7	6,20
Temperatura (°C)	11 - 15	13,00
pH	6,5 - 9	7,70

Fuente: Oliva, 2011.

La tabla 4 contiene los valores acopiados del centro piscícola del Cusco - Perú en la producción de trucha arcoíris, ubicada en la piscigranja Pumahuanca - Urubamba con experiencia en producción intensiva, donde se registraron los parámetros óptimos de esa región (Canazas, 2015).

Tabla 4. Parámetros físicos - químicos para la crianza intensiva de trucha en Perú.

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (mg/L)	0 - 9	9,00
Temperatura (°C)	9 - 12	10,50
pH	4,5 - 10	7,20

Fuente. Canazas, 2015.

En cuanto a la temperatura, la tabla 4 indicó un óptimo 10,50 (°C) para la incubación y no así para la tabulación de crecimiento y engorde (Canazas, 2015). La temperatura ideal se encuentra entre 15,00°C y un oxígeno disuelto total de 8,50 mg/L, aunque el crecimiento y engorde en ambos casos son lentos, se recomienda mantener en estos rangos el sistema de cultivo (Blanco, 1995).

La Tabla 5 registra valores obtenidos de una piscigranja ubicada en Santa Fe Bogotá – Colombia, datos obtenidos de un sistema cerrado de recirculación de producción de trucha arcoíris (Montaña, 2009).

Tabla 5. *Parámetros abióticos para la crianza de trucha arcoíris, Santa Fe – Colombia en un sistema de recirculación.*

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (mg/l)	3,5 – 4,5	4,00
Temperatura (°C)	10 - 18	14,00
pH	6 - 8	7,00

Fuente. Montaña, 2009.

La tabla 6 muestra los valores resumidos en investigaciones obtenidas en la parte piscícola de la provincia de Imbabura - Ecuador. Estos datos fueron conseguidos de un sistema de recirculación de agua para la producción de truchas arcoíris (Quiñonez, 2017).

Tabla 6. *Parámetros abióticos para crianza de trucha arcoíris, Pimampiro Imbabura – Ecuador en un sistema de recirculación.*

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (mg/L)	4,5 – 7	5,75
Temperatura (°C)	9,5 – 14,5	12,00
pH	5 – 9,5	7,20

Fuente. Quiñonez, 2017.

Los datos de la tabla 7, muestran los parámetros físico – químicos de tres etapas de producción en la cuenca alta de la provincia de Napo – Ecuador, donde se registraron los valores normales para la crianza de trucha arcoíris en la región Oriente ecuatoriana (Buenaño, 2010).

Tabla 7. Parámetros abióticos para crianza de trucha arcoíris, Napo – Ecuador en sistemas de recirculación.

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (mg/L)	5,4 – 6,4	5,90
Temperatura (°C)	11,10 -12,10	11,40
pH	8,4 – 9,7	9,50

Fuente. Buenaño, 2010.

La tabla 8 muestra a continuación un registro de datos obtenidos en una piscigranja conocida como “Centro de Cultivo de la empresa Salmones Caleta Bay, S.A Puerto Montt”, donde se obtuvieron datos de sobrevivencia embrionaria en un grupo de 39 hembras de *Oncorhynchus mykiss* entre los años 2014 – 2016 (Almuna, 2017).

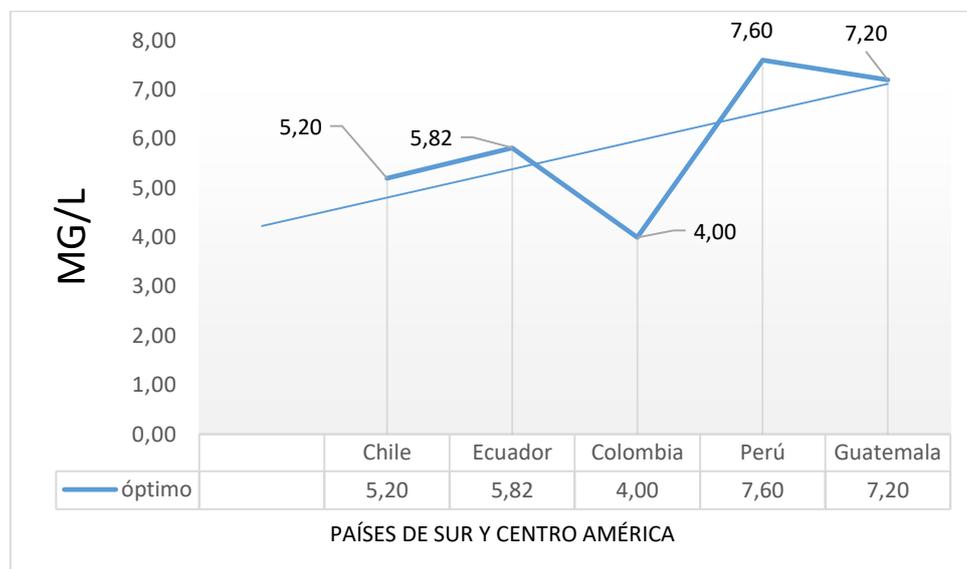
Tabla 8. Parámetros abióticos para crianza de trucha arcoíris, Puerto Montt – Chile en sistemas de recirculación.

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (mg/L)	5 – 5,5	5,20
Temperatura (°C)	4 – 20	12,00
pH	5,5- 9,5	7,50

Fuente. Almuna, 2017.

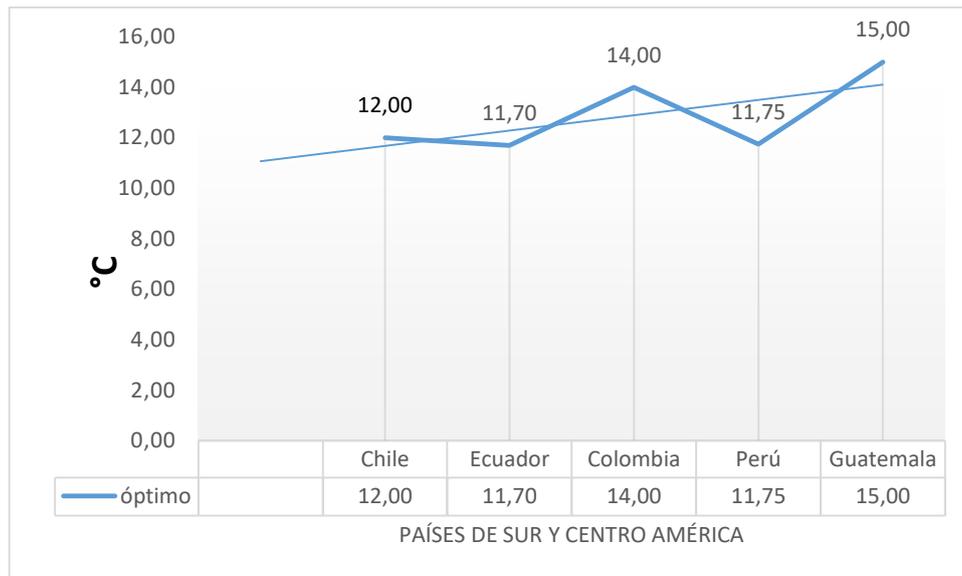
6.2 Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua

Esta análisis se dió a traves de gráficos de linea tendencia y promedios de los rangos óptimos, quedando a manifiesto como estos niveles varian de país en país.



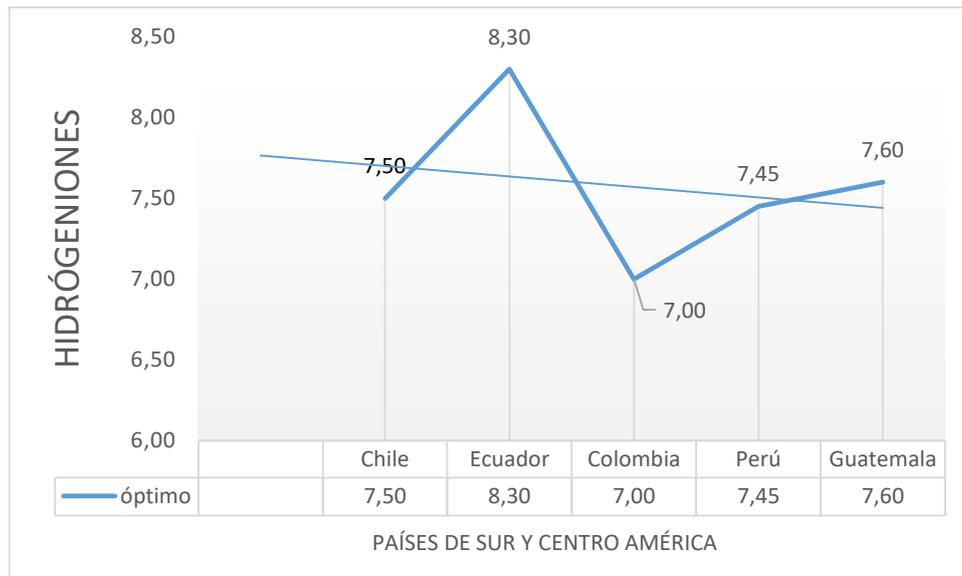
Gráfica 1. Promedio de Oxígeno Disuelto de cada uno de los países de Sur América y Centro América.
Elaborado por Romario Yagual, 2021.

El siguiente gráfico muestra como la variable oxígeno disuelto (óptimo) tiene una ligera tendencia a incrementar en el país peruano con 7,60 mg/L de Oxígeno disuelto requeridos por cada producción de trucha arcoíris en Perú. Para la misma variable Colombia requiere de 4,00 mg/L de oxígeno disuelto ubicandose por debajo de Perú, Guatemala con 7,20 mg/L, Ecuador 5,82 y Chile con 5,20 mg/L oxígeno disuelto. Colombia mostro requerir menos contenido de oxígeno disuelto 4,00 mg/L que los demas países de las Américas, a diferencia de Perú que puntuó nuestro gráfica con el valor más alto con 7,60 mg/L de oxígeno disuelto para una producción de trucha arcoíris en ese país.



Gráfica 2. Promedio de Temperatura de cada uno de los países de Sur América y Centro América. *Elaborado por Romario Yagual, 2021.*

La temperatura es un factor importante dentro de todo cultivo de peces y esta varía de acuerdo al país o región donde se siembren los alevines, así se muestra en nuestra gráfica 2, en el cual Guatemala lidera la variables en cuanto a temperatura con 15,00 °C. Le sigue Colombia con una temperatura de 14,00 °C, a continuación, Chile con 12,00 °C. Perú muestra después de Chile como mantiene el promedio de temperatura (Cusco - Lima) a 11,75 °C, este último manteniéndose solo por encima de Ecuador (Imbabura - Napo) con 11,70 °C. Sin embargo, Ecuador pese a ser un país tropical y tener dos épocas (seca y húmeda), logra mantener el valor en cuanto a temperatura °C próximo a la línea tendencia del promedio óptimo de temperaturas a los países de Perú y Chile. En el mismo contexto cabe resaltar que el país centroamericano Guatemala mantiene la temperatura en los estanques menos templadas que los demás países suramericanos.



Gráfica 3. Promedio del Potencial de hidrógeno (pH) de cada uno de los países de Sur América y Centro América. *Elaborado por Romario Yagual, 2021.*

El potencial de hidrógeno (pH) en los países de suramérica y centroamérica expresan una variabilidad poco representativa con una media y una desviación estandar ($5,57 \pm 0,46$), indicando que la mayor parte de los datos de la muestra tienden a estar agrupados cerca de su media, en cuanto a las líneas tendencias del promedio de rangos óptimos en nuestra gráfica 3. La única variable que tubo un considerable auge fue Ecuador, este último muestra como mencionado país conserva la calidad del agua a un promedio óptimo de pH 8,30. Los demás países mantienen los niveles de pH neutrales a 7,00, aunque varíe por décimas. Nuestra desviación estandar baja no influye dentro de la calidad de agua y m.s.n.m para el cultivo de trucha arcoiris. Los siguientes valores obtenidos de los países de las américas fueron: Chile 7,50; Colombia 7,00; Perú 7,45; Guatemala 7,60.

Los datos de potencial de hidrógeno (gráfica 3) fueron los que se mantuvieron ajustados a los datos obtenidos en los cinco países dentro de suramérica y centroamérica, registrando rangos óptimos máximos 8,30 y mínimos 7,00 para todos los países consultados.

En el caso de la temperatura (gráfica 2), esta tubo una mayor variabilidad de acuerdo al país donde se cultivaba, sin embargo, queda demostrado como

Ecuador y Perú mantienen este parámetro en cuanto a rangos óptimos lo más aproximados posible con una diferencia de 0,05 (°C), a oposición de Colombia que pese a estar fronterizo con Ecuador considera que mantener la temperatura a 14,00 (°C) logrará tener una producción rentable según su ubicación geográfica.

Para la variable de oxígeno disuelto (gráfica 1), quedó a manifiesto como los países de sur y centro América consideran aplicar a los estanques de cultivos valores que van por encima de los 4mg/L de oxígeno disuelto.

6.3 Determinación de parámetros abióticos a diferentes altitudes entre países de las Américas.

A continuación fueron determinados los parámetros abióticos consultados en diferentes fuentes bibliográficas registradas en las tablas 2 – 8 con sus respectivas altitudes media desde el nivel del mar (m s. n. m) con la ayuda del programa de internet Google Earth.

La tabla 9 contiene registros de todos los países analizados en las gráficas 1, 2 y 3 donde ha sido detallados cuales son las variables consideradas dentro de una producción de *Oncorhynchus mykiss* en Sur América y Centro América, cada variable contiene rangos de menor a mayor valor y registra datos óptimos los cuales defienden una buena producción en función a las condiciones ambientales en cada país.

Tabla 9. Registró total de parámetros abióticos de los países de Sur América y Centro América

País/autor, año/ m s. n. m	Parámetros físico - químicos					
	Oxígeno disuelto (OD) mg/L		Temperatura (°C)		Potencial de hidrógeno (pH)	
	Rango	Óptimo	Rango	Óptimo	Rango	Óptimo
Guatemala/Fao,2018/2086	6,00 - 8,50	7,20	13,00 - 18,00	15,00	7,50 - 7,70	7,60
Perú/Oliva,2011/161	5,50 - 7,00	6,20	11,00 - 15,00	13,00	6,50 - 9,00	7,70
Perú/Canazas,2015/2687	0 - 9,00	9,00	9,00 - 12,00	10,50	4,50 - 0,00	7,20
Colombia/Montaña,2009/500	3,50 - 4,50	4,00	10,00 - 18,00	14,00	6,00 - 8,00	7,00
Ecuador/Quiñonez,2017/2500	4,50 - 7,00	5,75	9,50 - 14,50	12,00	5,00 - 9,50	7,20
Ecuador/Buenaño,2010/1500	5,40 - 6,40	5,90	10,10 - 12,10	11,40	8,40 - 9,70	9,50
Chile/Almuna.2017/14	5,00 - 5,50	5,20	4,00 - 20,00	12,00	5,50 - 9,50	7,50

Elaborado por Romario Yagual, 2021.

Los datos de tabla 9 registran que Chile cultiva trucha arcoíris manteniendo rangos de 5,00 – 5,50 mg/L de oxígeno disuelto (OD) y el óptimo para este país es 5,20 mg/L, para la temperatura se registran grados centígrados fríos y templados que parten de un rango de 4,00 – 20,00°C aproximadamente, mientras que el óptimo para este país es de 12,00°C, los datos de potencial de hidrogeno (pH) alcanzan un rango máximo de 9,50 aunque los registros indican que la trucha arcoíris tiene un (pH) óptimo de 7,50 estos datos fueron obtenidos de una granja piscícola en Puerto Montt ubicada a una altitud media desde el nivel del mar de 14 (m s. n. m). Si analizamos los registros de Ecuador, Buenaño (2010) sugirió un rango de (OD) para el agua de 5,40 – 6,40 mg/L muy por encima de Chile, esto podría deberse a que esta especie en Ecuador es cultivada en la región sierra (provincia de Napo) con una altitud media de 1 500 (m s. n. m) y es necesario aplicar un óptimo (OD) 5,90 mg/L que a 14 (m s. n. m) donde se encuentra Puerto Montt con un óptimo (OD) 5,20 mg/L por la evaporación del agua a diferentes altitudes. Guatemala es el país que más varió en cuanto a su rango óptimo de (OD) con 7,20 mg/L, niveles que se encontraron por encima de

Ecuador 5,90 mg/L (provincia de Napo), Chile 5,20 mg/L, Colombia 4,00 mg/L, esto podría deberse a que la altitud media del municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango en Guatemala es de 2 086 (m s. n. m) superior a la 1 500 (m s. n. m) de Ecuador (provincia de Napo). Hacia el país fronterizo del frente Sur ecuatoriano específicamente Perú se registraron datos de dos localidades, estas fueron las provincias de Lima y Cusco. Para la primera fueron registrados rangos óptimos: (OD) de 6,20 mg/L a 13,00 °C; pH 7,70; 161 (m s. n. m) (Oliva, 2011). Para la segunda fueron registrados rangos óptimos: (OD) 9,00 mg/L a 10,50 °C; pH 7,20; 2 687 (m s. n. m) (Canazas, 2015). Por último, hacia la frontera norte de nuestro Ecuador encontramos al país vecino Colombia, donde fueron registrados parámetros de: (OD) 4,00 mg/L a 14,00 °C; pH 7,00; 500 (m s. n. m) (Montaña, 2009) obtenidos de una piscigranja ubicada en Santa fe Bogotá – Colombia.

7. CONCLUSIONES

- Según el análisis de parámetros abióticos sobre el agua que se utiliza en la producción de *Oncorhynchus mykiss* confirma una viabilidad a largo plazo sobre este recurso en el Ecuador, siempre y cuando mantenga el equilibrio paramétrico en los espejos de agua dentro de una zona de producción de truchas.
- Tras el análisis de cálculo de la media y la desviación estándar del potencial de hidrógeno de los países sur y centro americanos, se puede manifestar que, la mayor parte de los datos obtenidos de la muestra tienden a estar agrupados cerca a su media, de manera mas clara, no hubo mucha dispersión de datos con respecto al valor esperado (media) y el sesgo que se evidencia en la gráfica de potencial de hidrógeno no influye en el pH mantenido dentro los estanques de cultivo de truchas a diferentes altitudes medias desde el nivel del mar.
- Dentro del análisis expuesto, es posible evaluar rangos de temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno de varias producciones de truchas arcoíris, considerando el valor óptimo de cada variable, pudiendo

contrastar como estas cambian según el país donde se cultive, siendo los países ubicados más hacia el Sur (Ecuador, Perú y Chile) quienes mantienen las temperaturas de los estanques de cultivos más frías según registros obtenidos para llevar a cabo este ciclo de producción.

- De igual forma, se determinó que la altitud media desde el nivel del mar (m s. n. m) es una variable interviniente a la temperatura implementada en los estanques de cultivo de cada país, esta también interviene en la cantidad de oxígeno disuelto aplicada a los estanques de cultivo de trucha arcoíris, debido a que a mayor (m s. n. m) específicamente Guatemala, Perú, Ecuador, fue necesario aplicar más oxígeno disuelto en cada una de las granjas piscícolas, mientras que Colombia y Chile al encontrarse en los niveles más próximos al mar requirió menos cantidad de oxígeno disuelto que los países antes mencionados.
- Para finalizar, Ecuador es un país que cumple con todas las condiciones ambientales para experimentar el ciclo cerrado de una especie que es habitual en ambientes templados, quedando a manifiesto que esta trucha arcoíris de la familia salmonidae tiene potencial acuícola para los interesados en el tema.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Al-Jandal, W. (2011). A comparison of osmoregulatory responses in plasma and tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) following acute salinity challenges. *Comparative Biochemistry and Physiology*.
- Almuna, M. (2017). Sobrevivencia de ovas de truchas arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en el centro de cultivo de la empresa salmones caleta bay, salmones caleta bay, consepción: facultad en ingeniería civil en biotecnología acuícola.
- Bermejo, J. d. (10 de 06 de 2013). Volver al histórico de los peces. Obtenido de Salmon: <https://www.fon-fishing.com/informacion-sobre-salmon-195/#:~:text=Es%20un%20pez%20oce%C3%A1nico%20pel%C3%A1gico,son%20an%C3%A1dromas%20y%20otras%20no.>
- Blanco, M. (1995). *La Trucha: Cría Industrial*. Madrid: Editado MundiPrensa, 45.
- Boyd, E. C. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture*. Birmingham, Alabama: Alabama: Birmingham.
- Buenaño. (2010). Hemograma de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en tres etapas de producción en la cuenca alta de la provincia del Napo, Ecuador. Napo - Ecuador: Serie Zoológica 6: 1-14.
- Camacho, M. R. (2000). Guía para el cultivo de trucha. *Oncorhynchus mykiss*. En 1 (Smith y Stearly. Mexico: 1e ed). Secretaría del medio ambiente, Recursos naturales y Pesca.
- Canazas, N. (2015). Evolución gonadal de las hembras de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de la piscigranja Pumahuanca - Urubamba. UNSAAC, 44.
- Carrera, B. B. (2005). Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. En *Nutrición hospitalaria* (págs. 63-69).
- Cerda, M., & Gordillo, D. (2001). *Producción y comercialización de trucha arcoíris*. Facultad de ciencias administrativas: Tesis Ing. Comercial.
- CONICET. (4 de Enero de 2018). El cultivo de trucha arcoíris en el contexto del cambio climático. Obtenido de <https://www.conicet.gov.ar/el-cultivo-de-trucha-arcoiris-en-el-contexto-del-cambio-climatico/>.

- ELpescador. (2017). El salmon donde vive y de que se alimenta. Obtenido de <https://salmonfresco.cl/salmon-donde-vive-alimentacion/>.
- FAO. (2009). CD-ROM (multilingua): Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New.
- FAO. (2014). Obtenido de http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/x6708s01.htm.
- FAO. (2015). Obtenido de Biannual Report on Global Food Markets: <http://www.fao.org/3/a-i4581e.pdf>.
- FAO. (2018). Manual práctico para el cultivo de trucha arcoíris. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Gallego, I. A., García, D. P., Díaz, C., & Fall, C. (2003). Sistema de recirculación de agua para cría de alevín de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y carpa común (*Cyprinus carpio*). Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua (RIPDA - CYTED) y Centro Interamericano de Recursos del Agua. Obtenido de Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México (CIRA-UAEM): [<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/index.html>].
- Groot, C. (1991). Pacific Salmon Life Histories. University of British Columbia Press. Vancouver, Canada.
- Hidrovo, J. (2008). CENIAC. En C. N. Acuicolas, MICIP. Ecuador.
- Iluchi, J. (2004). Dirección de Acuicultura. Obtenido de Rangos de temperatura para Salmonidos: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/75-salmonidos.pdf.
- Imaki, A. (2003). Manual de manejo y crianza de la trucha arcoíris. Ecuador : G.D. Impresiones.
- Jimbo. (2021). Centro turístico y recreativo Truchero Boqueron. Obtenido de proceso reproductivo de la Trucha arcoíris : <https://trucheraboqueron.jimdofree.com/la-trucha-arco-iris/>.
- Klontz, W. G. (1991). Producción de trucha arcoíris en granjas familiares. USA: Idaho.
- Lagler, B. M. (1990). Ictiología. México: 1ª ed. A.G.T. Editor.
- Lehninger, N. D. (2000). Principles of Biochemistry. New York: Worth Publishers.

- León, P. D. (2009). Cultivo de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* en la finca Chichoy municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango. Tecpán - Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Loachamin, J. P., Bermeo, M. D., Rodríguez, L. T., & Cervantes, L. P. (2020). Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal, Vol.4, No 3 de 2020, ISSN 2602-8220, Latindex. Cotopaxi: Vol.4, No 3 de 2020, ISSN 2602-8220, Latindex.
- Losordo, T. M., Masser, P. M., & Rakocy, J. E. (1992). An overview of critical considerations. En Recirculating aquaculture tank production systems (págs. 1-7). Southern Regional Aquaculture Center 451.
- Maraver, L. (2013). El cultivo de trucha arcoíris. Madrid: Fundación observatorio español de acuicultura.
- Masser, M. P., & Rakocy, J. T. (1999). Recirculating aquaculture tank. Production system. En Management of recirculating system (págs. 1-12). Southern Regional Aquaculture: Masser, M. P., Rakocy, J. T. M., Losordo. 1999. Recirculating aquaculture.
- Mejía, C. (2010). Enfermedades en trucha arcoíris: Descripción y tratamiento. Chimbote - Perú: Aquahoy.
- Meyer. (2004). Introducción a la acuicultura. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.
- Miteco. (18 de 04 de 2006). Migración y los peces migratorios. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas/cap01_tcm30-195242.pdf.
- Montaña, C. A. (2009). Crecimiento y sobrevivencia en el levante de alevinos de truchas.
- Oliva, G. d. (2011). Manual buenas prácticas acuícolas en el cultivo de la trucha arcoíris. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Patagonia. (2016). Ciclo de vida de los Salmonidos. Obtenido de <http://www.patagoniafishingguide.com/adm/newsletters/BOLETIN7Salmonidos.pdf>.
- Piero, C. J. (2014). Manual de Crianza de Trucha en ambientes convencionales. Perú: Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero – FONDEPES.
- Quiñonez, E. (2017). Evaluación de la sobrevivencia de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde bajo un sistema con

- recirculación de agua en Pimampiro, Imbabura. Ibarra - Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Rodriguez H. G & Anzola, E. E. (2001). Calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura. En E. A. ROSADO., Fundamento de acuicultura continental (págs. 43 - 73). Bogota - Colombia: Grafiempresos Quintero.
- Rubio, V., Sánchez, V., & Madrid, J. (2005). Effects of salinity on food intake and macronutrient selection in European sea bass. En *Physiology & Behavior*. Spain.
- Salazar, G. A. (2002). El cultivo de organismos acuáticos en pequeña escala en Colombia. Bogotá. D.C, 1-31: Ministerio De Agricultura y Desarrollo Rural Instituto Nacional de Pesca.
- Sampier, F. B. (2017). Metodología de la investigación. México: Edificio Punta Santa Fe.
- Stickney. (2000). Texas, State United of América: Enciclopedia of Aquaculture. John Wiley and Sons, Inc.
- Valle, A. d. (2013). Ciclo de vida de los salmónidos. Obtenido de Studylib.ec: <https://studylib.es/doc/5994133/ciclo-de-vida-de-los-salm%C3%B3nidos>.
- Vlvers. (2013). Huevas esteriles. Obtenido de <http://www.huevosdetruchas.es/huevos-de-trucha/huevas-esteriles/#:~:text=La%20esterilidad%20se%20consigue%20con,del%2097%25%20de%20huevas%20est%C3%A9riles>.