

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Efecto de dos métodos de re-incubación (artesa horizontal y flotante) en la sobrevivencia de ovas embrionadas y larvas de *Oncorhynchus mykiss*. Ayacucho-2010.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGO PESQUERO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. MELGAR CCORAHUA, RIVER TIMOTEO**

**AYACUCHO – PERÚ**

**2013**

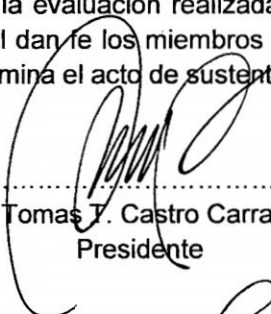
Tesis  
B691  
Mel


**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
R.D. N° 110-2013- FCB-D  
**Bach. River Timoteo Melgar Ccorahua**

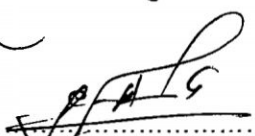
En la ciudad de Ayacucho, siendo a el día trece de agosto del año 2013, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, siendo a las dieciséis horas los miembros del jurado calificador, bajo la presidencia del Dr. Tomas Castro Carranza e integrado por los docentes Mg. Pedro Ayala Gómez, Mg. Martín Tenorio Bautista, el Blgo. Walter Ochoa Yupanqui y el Dr. Carlos carrasco Actuando como secretario de docente encargado el último de los mencionados, para recibir la sustentación d tesis titulado Efecto de los métodos de re-incubación (artesa horizontal y flotante) en la sobrevivencia de ovas embrionadas y larvas de oncorhynchus mykiss, Ayacucho 2010, presentado por el Bach. River Timoteo Melgar Ccorahua quien pretende optar el título profesional de Biólogo especialidad de Biología Pesquera. Como primer acto el Presidente DE JURADO Calificador hizo referencia a la documentación existente y dio instrucciones al sustentante ante de iniciar su exposición. Culminada la exposición el presidente solicitó a los miembros del jurado calificador su participación para realizar la evaluación respectiva así como realizar las calificaciones y o evaluaciones, los miembros del jurado calificador, partes y padrón en el siguiente orden, en primer lugar lo hizo el Blgo. Walter Ochoa Yupanqui, Mg. Pedro Ayala Gómez, Mg. Martin Tenorio Bautista y el Dr. Carlos Carrasco Badajoz en su calidad de asesor, culminado dicha etapa del proceso de sustentación el Dr. Tomás Castro Carranza, invito al sustentante y al público en general a abandonar el auditorium para que el jurado calificador pueda deliberar en privado y asignar al sustentante una calificación, la misma que fue la siguiente:

<b>MIEMBROS DEL JURADO</b>	<b>EXPOSICIÓN</b>	<b>RESPUESTA</b>	<b>PROMEDIO</b>
Dr. Tomás Castro Carranza	18	18	18
Mg. Martín Tenorio Bautista	18	17	18
Mg. Pedro Ayala Gómez	17	17	17
Blgo. Walter Ochoa Yupanqui	15	15	15
Dr. Carlos Carrasco Badajoz	18	17	18
<b>PROMEDIO FINAL:</b>			<u>17</u>

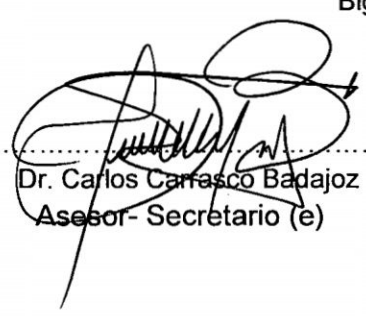
De la evaluación realizada el sustentante obtuvo la nota promedio de DIECISIETE (17) de la cual dan fe los miembros del jurado calificador estampando su firma l pie de la presente acta. Culmina el acto de sustentación siendo las dieciocho horas con diecisiete minutos.

  
.....  
Dr. Tomas T. Castro Carranza  
Presidente

  
.....  
Mg. Martín Tenorio Bautista  
Miembro

  
.....  
Mg. Pedro Ayala Gómez  
Miembro

  
.....  
Blgo. Walter Ochoa Yupanqui  
Miembro

  
.....  
Dr. Carlos Carrasco Badajoz  
Asesor- Secretario (e)

## **DEDICATORIA**

A mis padres Pablo y Teófila

A mis hijos Abel, Lizet y

Camila

### **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, *alma máter*, en la cultura de la humanidad, por haberme brindado una profesión.

A la plana de docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, forjadores de hombres al servicio de la sociedad.

A la Empresa Piscícola Aquazul S.R.L. por haberme permitido realizar el presente trabajo de investigación en sus instalaciones.

A mi asesor Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajos, por su constante asesoramiento y apoyo incondicional en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Blgo. Rudecindo Huincho Rodríguez, por su apoyo incondicional que permitió culminar este trabajo de investigación.

A todas aquellas personas que de una u otra forma me apoyaron en la ejecución del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	6
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Desove	10
2.2.2. Incubación	10
2.2.3. Desarrollo embrionario	11
2.2.4. Embrionamiento	12
2.2.5. Eclosión del huevo	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Ubicación del lugar del estudio	20
3.2. Diseño de estudio	20
3.3. Población y muestra	20
3.4. Procedimiento de recolección de datos	21
3.5. Análisis estadístico	23
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES	38
VII. RECOMENDACIONES	39
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS	41

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Características de las ovas de trucha "arco iris"	15
Tabla 2. Características fisicoquímicas del agua en la artesa flotante y horizontal.	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia promedio de ovas y larvas de <i>Oncorhynchus mykiss</i> en dos tipos de artesas. Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho – 2010.	27
Figura 2. Porcentaje de sobrevivencias de ovas y larvas, de <i>Oncorhynchus mykiss</i> según tipo de artesas y bastidor. Laguna de Yanacocha, Huamanguilla – 2010.	28
Figura 3. Porcentaje de sobrevivencia promedio de ovas de <i>Oncorhynchus mykiss</i> según tipo de artesa, Laguna de Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho – 2010.	29
Figura 4. Porcentaje de sobrevivencia de ovas, <i>Oncorhynchus mykiss</i> según tipos de artesa, bastidor. Laguna de Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho -2010.	30
Figura 5. Porcentaje promedio de sobrevivencia de larvas de <i>Oncorhynchus mykiss</i> según tipo de artesa. Laguna de Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho - 2010.	31
Figura 6. Porcentaje de sobrevivencia de larvas de <i>Oncorhynchus mykiss</i> según tipo de artesa y bastidor. Laguna de Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho - 2010.	32
Figura 7. Número de larvas obtenidas, por bastidor de <i>Oncorhynchus mykiss</i> según tipo de artesa. Laguna de Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho - 2010	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Instalaciones de la Empresa Piscícola Aquazul S.R.L en Laguna de Yanacocha del distrito de Huamanguilla, 2010.	43
Anexo 2. Transporte de ovas embrionadas importadas.	44
Anexo 3. Retiro de bastidores conteniendo ovas embrionadas.	45
Anexo 4. Determinación del diámetro con la cámara de Von Bayer.	46
Anexo 5. Estabulación y desinfección de ovas por bastidor, en la Laguna de Yanacocha Huamanguilla. 2010	47
Anexo 6. Aclimatación, re- incubación y control de temperatura de agua, en la Laguna de Yanacocha Huamanguilla. 2010	48
Anexo 7. Instalación de cobertor arpillera negra sintética en artesa flotante, en la Laguna de Yanacocha Huamanguilla. 2010	49
Anexo 8 Planilla de mortalidad	50
Anexo 9 Matriz de consistencia	51

## RESUMEN

En la crianza de *Oncorhynchus mykiss*, una de las limitantes más importantes es la obtención de alevinos de calidad, para el cual es necesario identificar cuerpos de agua loticos que sirvan como fuente de agua para la incubación de ovas y larvas, sin embargo la disponibilidad es muy escasa, por lo que se ha planteado el empleo de otras fuentes o en todo caso del diseño de incubadoras que haga uso de aguas contenidas en lagunas. En vista del cual se planteó un estudio en el cual se determinó la aptitud de un sistema de re- incubación de ovas en un sistema instalado en una laguna en comparación con un sistema empleado comúnmente (artesas horizontales). La investigación se llevó a cabo en la laguna Yanacocha ubicada en el distrito de Huamanguilla, provincia de Huanta, en las instalaciones de la Empresa Piscícola Aquazul SRL, teniendo como objetivo principal evaluar el efecto de dos sistemas de incubación, de artesa horizontal (tradicional) y de un sistema que consiste en incubadora preparada en jaula flotante, midiéndose los niveles de sobrevivencia y mortalidad de las ovas re - incubadas y larvas, adecuándose a un diseño experimental.

La sobrevivencia de ovas embrionadas y larvas de *Oncorhynchus mykiss* en el método de re-incubación en laguna (artesa flotante) y sala de incubación (artesa horizontal), fue estadísticamente diferente ( $P < 0,05$ ), A nivel de ovas y larvas, en la artesa horizontal fue de 97,36% y 89,88%, mientras que en la artesa flotante fue de 95,02% y 30,26%, lo que estadísticamente menor en comparación con la artesa horizontal, pese a que en cuanto a las características físico-químicas de las aguas en los lugares donde se instalaron las incubadoras fueron estadísticamente similares. En conclusión los factores no controlados, el oleaje causados por los vientos en horas de la tarde, siendo la fecha de incubación experimental en el mes de agosto- setiembre. Por ello fue menor la sobrevivencia en la artesa flotante, en comparación con la artesa horizontal. Estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ )

**Palabras clave:** Crianza de trucha arco iris, re-incubación.

## I. INTRODUCCIÓN

El proceso de obtención de "semillas" para iniciar el proceso productivo de peces, es un aspecto bastante importante para el bienestar socioeconómico de la población consumidora de carne de trucha, ya que se debe garantizar no solo la cantidad, sino la calidad de los mismos.

Por lo mismo, el proceso de incubación de ovas, se debe realizar mediante la procedencia, cantidad y calidad de agua; en ese sentido los recursos hídricos que cumplan con los requisitos de calidad de agua son muy limitados, adoptándose estrategias como el empleo del sistema de incubación vertical frente a la falta de los mismos, en desmedro de la cantidad y calidad de ovas, larvas y alevinos.

Por ello, es importante, establecer, incluso crear nuevas formas de incubación, como una alternativa a la escasez de recursos loticos que son los que comúnmente se emplean, por ello se plantea el uso de una variante de las artesas horizontales de incubación, mediante el empleo de artesas adecuadas en recurso lenticos, las que fueron construidas con redes que permitieron la circulación del agua. Cabe señalar que, uno de los problemas que se ha observado va en contra del uso de tales artesas en lagunas, es la presencia de oleaje que puede hacer que las ovas en proceso de incubación salgan de las

artesas frente a ello, se planteó técnicas que minimicen dicho efecto negativo.

Los objetivos planteados para la presente investigación fueron los siguientes:

**Objetivo general:**

Evaluar el efecto del sistema de incubación mediante artesa horizontal (tradicional) y del sistema mediante incubadora preparada en jaula flotante, en los niveles de mortalidad y sobrevivencia de las ovas re-incubadas y larvas de *Oncorhynchus mykiss*.

**Objetivos específicos:**

- 1° Determinar el efecto del sistema de incubación mediante artesa horizontal (tradicional) en los niveles de mortalidad y sobrevivencia de las ovas re-incubadas y larvas de *Oncorhynchus mykiss*.
- 2° Determinar el efecto del sistema de incubación mediante el sistema re-incubadora preparada en jaula flotante, en los niveles de mortalidad y sobrevivencia de las ovas re-incubadas y larvas de *Oncorhynchus mykiss*.
- 3° Comparar los niveles de mortalidad y sobrevivencia de ovas re-incubadas y larvas de *Oncorhynchus mykiss*, incubados y criados, respectivamente en los sistema de incubación mediante artesa horizontal (tradicional) y el sistema mediante incubadora preparada en jaula flotante.

## II. MARCO TEÓRICO

El año 1950, para el departamento de Ayacucho marca el inicio de la truchicultura, a nivel extensivo con el poblamiento de la cuenca del río Cachi. En el año 1953 por gestión de la comunidad de Inkaraqay (Cangallo) fue poblado la cuenca del río Vischongo con 1500 alevinos. Entre los años 1977-1978 la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, construye la primera piscigranja experimental de Allpachaca, cuyos fines más cercanos era para realizar experimentos y centro de capacitación para los estudiantes de la especialidad de Biología Pesquera, a la postre quedó paralizado (1).

Para Ayacucho, la truchicultura intensiva es una actividad relativamente nueva, entre los años 1984, se inicia con la construcción de la Estación Pesquera Ayacucho tres años después entra en funcionamiento con una capacidad de producción de un millón de ovas embrionadas, 500 mil alevinos y 60 TM de trucha fresca, la que abastece actualmente a la ciudad de Huamanga (2).

En el año 1986, por primera vez se instala el sistema de jaulas flotantes en la laguna de Pumacocha y paralelamente la piscigranja en sistema de estanques en la comunidad de Tunsulla con su sala de incubación y una capacidad de producción de 10 tm. En el año 1988 en la cuenca del río Chicllarazo se construye la piscigranja de Rosaspata, luego en la cuenca del río Vischongo se establece la piscigranja de Pomacocha con una capacidad de producción de 10 tm por campaña, luego en la última década en la cuenca del río Tutumbaro, ceja de selva se viene fomentando pequeñas piscigranjas

artesanales que van en mejora de la infraestructura y la capacidad productiva, sin embargo, pese haber transcurrido más de dos décadas desarrollar y nuevas unidades productivas de poca capacidad instalada, siendo una de los limitantes la disponibilidad del alimento balanceado ( 1).

La introducción de la trucha en el Perú, data de 1927 en que fueron traídas las primeras ovas embrionadas desde los Estados Unidos, por la familia arequipeña De La Romaña. Por los años 30 algunos trabajadores de la entonces empresa Cerro de Pasco Cooper Corporation importaron ovas, la incubaron y sembraron los alevinos en el río Mantaro con fines deportivos, en 1934, el Sr. Juan Morales Vivanco, construyó la primera piscigranja y estuvo ubicado en el distrito de Quichuay, provincia de Huancayo. En 1940, se construyó e instaló la estación pesquera de Chucuito - Puno. Entre los años 1940 y 1960, la truchicultura estuvo orientada a la crianza extensiva, producción de ovas y alevinos para el poblamiento de ríos y lagunas alto andinas (5).

En 1939 se concluyó con la construcción del criadero de Chucuito-Puno, recibándose el primer envío de un lote 200,000 ovas de los Estados Unidos de Norte América, ovas que por su deficiente embalaje no supervivieron, el año 1940 se recepcionó un segundo lote de ovas del país en mención, lográndose un buen porcentaje de alevinos, los que fueron sembrados en los afluentes del lago Titicaca (6).

El primer envío de 200 mil huevos embrionados de trucha de variedad arco iris fue transportado por vía marítima, muriendo las larvas que habían nacido, por diferencia del sistema de refrigeración, posteriormente se recepcionó otro lote de 200 mil ovas embrionadas, de las que se lograron obtener 50 mil alevinos y fueron sembrados en el río Tishgo y lago Junín (6).

La trucha requiere para desarrollarse y reproducirse de aguas frías, limpias,

transparentes y bien oxigenadas. Las épocas de reproducción de esta especie también son variables y está de acuerdo a la zona geográfica, latitud y altitud del cuerpo de agua donde habitan. En el hemisferio norte (EE.UU, México) los períodos de desove se encuentran entre febrero a junio. En el Perú se inicia aproximadamente desde abril hasta octubre siendo los meses junio y julio de mayor actividad siendo, los meses comprendidos entre abril y octubre se presentan la reproducción a nivel nacional. En la región sierra norte (abril y agosto), sierra central (mayo y setiembre), sierra sur (junio a octubre), es decir que a medida que se va avanzando de norte a sur del hemisferio, se va produciendo el desove natural de la trucha arco iris; de tal manera que en Chile esta misma especie se reproduce entre octubre y enero aproximadamente (5).

La reproducción de la trucha es ovípara, los huevos fecundados durante el desove, requerirán de un período de tiempo para eclosionar (reventar) y que depende directamente de la temperatura de agua en la que se efectúa tal incubación, si la temperatura del agua varía por ejemplo, entre los 8°C - 10°C de temperatura que se considera óptima para el caso, la incubación demora entre 26 a 35 días, período de tiempo después del cual los huevos revientan (eclosionan), eclosionando pequeños pececillos con su respectivo saco vitelino que le sirve para alimentarse por cierto tiempo (aproximadamente entre 15 a 30 días (5).

En salmonicultura se acostumbra a designar con el nombre de alevino, a las formas vivas comprendidas desde la reabsorción de la vesícula vitelina y desde que empieza a comer. Dentro del ciclo de desarrollo biológico de la trucha "arco iris" que comprende: huevo, embrión, larva, pre alevino (dedino), alevino, juvenil, adulto y reproductor, el alevino, se encuentra en la cuarta etapa de desarrollo por consiguiente; el alevino de la trucha "arco iris" es un producto biológico

intermedio, por lo que, determinar sus características biológicas y piscícolas, provienen de conocer los factores abióticos, bióticos y manejo de su piscicultura (5).

## 2.1 ANTECEDENTES

Desde su ingreso a incubación, la rutina básica de manejo consistió tanto en la limpieza diaria de las bandejas para evacuar sedimentos, como el retiro y registro constante de la mortalidad, incluyendo la medición diaria (8 am, 12 m y 5 pm) de la temperatura de agua. Salvo la revisión continua del estado de las ovas y el registro de la mortalidad inicial (24 h después del ingreso), la primera de las limpiezas se programó hasta el 7 – 9 día de desarrollo, momento en el cual también se obtuvo una muestra para evaluar el porcentaje de fertilización. Desde este día y hasta el embrionamiento (día 20 – 22) la actividad de limpieza se realizó cada dos días. Para efectos de registro y posteriores cálculos de eficiencia, los consolidados de mortalidad se agruparon en:

Días 1 – 20: fase de ova verde (180 – 220 grados día<sup>-1</sup>)

Días 20 – eclosión: fase de embrionamiento (100 – 120 grados día<sup>-1</sup>)

Eclosión – reabsorción: fase de larvicultura (180 – 200 grados día<sup>-1</sup>)

La etapa de reabsorción de vesícula se adelantó directamente en las incubadoras y, al presentarse los primeros movimientos natatorios de las larvas, estas se retiraron y contaron para ajustar definitivamente los datos reales de ingreso y las pérdidas totales. El día de inicio de alimentación exógena marcó el final del seguimiento en mortalidad para cada lote de alevinos y los últimos registros tomados sobre los lotes correspondieron a mediciones en longitud total (cm) y peso (g) sobre una muestra de los alevinos de cada grupo.

En los índices que definen la supervivencia en los estadios de desarrollo avanzado se encuentra significancia y posibilidad predictiva, en cuanto muestran elevados porcentajes de explicación de la variabilidad, tanto entre el que determina la relación del embrionamiento con el índice que aglutina la fase incubatoria como el que conjuga toda la fase de producción, desde que la ova es fertilizada hasta que inicia la etapa de alimentación exógena, es decir cuando finaliza la reabsorción del saco vitelino.

### **Seguimiento en incubación y larvicultura**

Las ovas restantes, después del retiro de las muestras destinadas a determinación de la composición, fueron localizadas en un sistema de incubación vertical, con cada lote separado en canastillas individuales. El flujo de agua fue constante y equivalente para todos los grupos durante el proceso de formación embrionaria. Las ovas fueron revisadas diariamente y la temperatura fue monitoreada, también cada día, durante todo el seguimiento (8 am, 12 m y 5 pm), para establecer en grados día-1 la duración de cada etapa. Además de las limpiezas de rutina que se destinan para evacuar sedimentos (14).

Entonces, la opción operativa de continuar manteniendo un lote determinado en el proceso solamente adquiere cierto fundamento desde el momento en el que el desarrollo alcanza el estadio de ova embrionada; a partir de aquí, los modelos determinados presentan una significativa y fuerte correlación positiva. En consecuencia, tomando como punto de partida la eficiencia obtenida en el embrionamiento los elevados coeficientes de determinación permiten disponer de indicativos seguros sobre los resultados de un lote, en términos de la eficiencia hasta eclosión (IEI) y la eficiencia total del proceso, en la que está incluida la etapa de larvicultura o reabsorción de vesícula.

Fecundación e incubación de ovas Recepcionar y manejar proceso de eclosión ovas ojo: especie procedimientos de la empresa. Programa de producción protocolo sanitario Chequear condiciones generales del estado de las cajas con ovas Revisar la documentación entregada Observar estado general de las ovas ojo Registrar temperatura de ingreso, unidades térmicas acumuladas y observaciones cualitativas realizadas del estado de recepción de las ovas ojo en las planillas

### **Fecundación e incubación de ovas**

Fecundación e incubación de ovas Incubación de ovas ojo Igualar la temperatura o unidades térmicas acumuladas de las ovas ojo recibidas Hidratar y desinfectar las ovas ojo recibidas Cuantificar y registrar las ovas ojo Sembrar ovas ojo viables en las bateas de incubación Chequear la eclosión de las ovas ojo en las bateas de incubación Controlar temperatura y flujo de agua de las bateas... según programa de producción, protocolo sanitario, procedimientos de la empresa, estado de desarrollo

Fecundación e incubación de ovas Eclosión Consiste en el rompimiento de la membrana del huevo por movimientos del alevín 480 UTA en salar, 380 UTA en trucha y 475 UTA en Coho. Con la eclosión, se intensifica la actividad metabólica de los alevines, debido a esto requieren más oxígeno que las ovas. Al acercarse la eclosión se deberá tomar todas las medidas tendientes a evitar stress manejos reducidos, flujo contante y adecuado de agua, filtración del agua, temperatura constante. Durante la eclosión se debe remover y retirar las cascarillas de los huevos , con el objeto de evitar que se acumulen en las rejillas de salida del agua, minimizando bajas de oxigenación, además se debe remover mortalidad y

sedimentos. Al llegar al periodo final de la eclosión se deberá retirar los canastillos sobrantes y aquellas ovas que se asume no eclosionarán

Fecundación e incubación de ovas El alevín rompe la membrana del huevo y eclosiona. El alevín de saco, pasa por la rejilla oblonga del canastillo y cae al fondo de la batea. El alevín se distribuye en el sustrato. Con la eclosión, se intensifica el metabolismo del alevín, requiriendo más oxígeno (15).

## **2.2. Bases teóricas**

### **Reproducción Artificial**

La reproducción artificial de la trucha " arco iris", bajo condiciones de cultivo, involucra un conjunto de áreas técnicas que conducen a la producción de ovas y alevines.

Es importante para que exista un buen manejo productivo se tenga un previo conocimiento de las bases biológicas que sustentan el proceso reproductivo.

Entre los aspectos biológicos más destacados tenemos: los aspectos genéticos, relacionados con la conservación de líneas genéticas; y los aspectos fisiológicos relacionados con el conocimiento del ciclo reproductivo. Entre los aspectos técnicos podemos hablar de una correcta selección de reproductores, manejo de gametos para la fecundación, bioseguridad, control de alimento y de control de parámetros del agua. Es necesario destacar que la obtención de ovas y semen de excelente calidad dependerá de un riguroso proceso de manejo de reproductores cuyo proceso iniciara meses incluso años atrás (7).

El proceso de desove comienza con la clasificación de los reproductores según su sexo, la madurez sexual se puede comprobar en los mismos estanques de crianza con un ligero masaje abdominal. En las hembras al efectuar la palpación

en la región ventral, esta deberá contraerse relajada, suave al tacto y distendida, e incluso las ovas saldrán con facilidad por el poro genital. En los machos, a pesar de que se encuentran maduros en todas las épocas, la diagnosis sexual es similar y con una pequeña presión sobre el vientre el semen es expulsado de inmediato agua (7).

### **2.2.1 Desove**

Los reproductores al ser desovados deben estar libres de deformidades, y tener un color plateado en la piel. La trucha es seleccionada como reproductora, tres años después de la primera alimentación. Un año antes de la selección de los reproductores, los peces con apariencia de madurez, es decir, color café, o con deformidades o con crecimiento lento (bajo peso) son cosechados en la selección final de los reproductores, se considera truchas plateadas de forma esbelta.

Los reproductores son anestesiados para evitar el estrés en el momento del desove, se acostumbra usar anestésicos de origen natural para no afectar la salud posterior de los animales, el sedante más indicado es el aceite de clavo de olor cuyo principio activo es el compuesto conocido como eugenol, el cual adormece lentamente a los animales y disminuye su excitación nerviosa. (4)

### **2.2.2 Incubación**

El proceso de incubación comprende la etapa de desarrollo que se extiende entre la fecundación y la eclosión. Existen diversos tipos de incubadoras con los más variados materiales y diseños, (fibras de vidrio o plástico sobre canastillas; en incubadoras verticales, en baldes; en botellas, etc.). Independientemente de la opción escogida, los aspectos críticos que deben ser destacados en el manejo de la incubación: (temperatura del agua, 6 - 12°C,

óptimo 10 – 12 ° C), buena circulación de agua a través de las ovas; suficiente oxígeno, oscuridad o semi – oscuridad, ausencia de todo movimiento sobre las ovas y eliminación de ovas muertas para evitar la proliferación de hongos (7).

La temperatura de incubación de la trucha, como el resto de las especies, exige unos límites, dentro de los cuales están sus condiciones de vida óptimas.

Vive en aguas muy frías (de incluso 1 – 5 ° C), incluso a pesar de que ciertas especies sigan alimentándose. Las truchas toleran a temperaturas superiores a 20° C. la costumbre permite a la trucha mantenerse en aguas que llegan a los 25° C, aunque se debilita (4).

### **2.2.3 Desarrollo embrionario**

El desarrollo embrionario de los peces puede dividirse en tres fases: segmentación, blastulación, gastrulación y embrionamiento.

**Segmentación.** Es una serie de divisiones mitóticas que no están acompañadas por crecimiento celular. De acuerdo a las distintas clasificaciones los peces poseen una segmentación holoblastica desigual debido a que el vitelo esta acumulado en el polo vegetativo y cuando ocurre la división se hace por la zona de menor resistencia. Se forma ocho blastómeros desiguales. La mórula se asemeja a un balón de células, tiene un polo animal formando por muchas células pequeñas y un polo vegetativo con pocas células y grandes.

**Blastulación.** La segmentación morular produce una masa de células llamada blástula, sin aumento de tamaño, simplemente hay más células pero son más pequeños, lo que si aumenta en gran número es el material genético. Las células se disponen alrededor de una cavidad llena de fluido llamado blastocelen excéntrico.

**Gastrulación.** El proceso de gastrulación implica un crecimiento embrionario, aumentando el tamaño. También hay una reorganización celular que lleva a la aparición de las capas germinales. Ahora aparecen dos de estas capas, el endodermo y el ectodermo. En los peces se origina una gastrulación por epivolia donde la capa de células exterior (micrómeros) serán el ectodermo y las células internas (macrómeros) serán el endodermo. Tienen un pequeño arquenteron y un blastóporo pero desaparece el blastocele. Los micrómeros se unen en el polo vegetativo, las capas germinales son las mismas pero no hay ni blastocele ni arquenteron. El animal tendrá tubo digestivo completo pero se formara en etapa más tardía. (4)

#### **2.2.4 Embrionamiento**

Una vez formado las capas germinales, darán inicio a la formación de los diferentes tejidos, órganos y aparatos que en su conjunto constituirán un embrión completo. De esta forma, a partir del ectodermo, se forma la cubierta exterior del cuerpo, tubo neural, nervios motores, ganglios simpáticos, cráneo, arcos branquiales. A partir del endodermo: tubo digestivo primitivo, epitelio del tracto respiratorio, faringe, tiroides, hígado, páncreas. Del Mesodermo, se forman los órganos internos, riñón, gónadas, sistema circulatorio, sangre, musculo esquelético, hueso y cartílago del esqueleto. (8)

#### **2.2.5 Eclosión del huevo**

La finalización de la tapa embrionaria tiene lugar por eclosión del huevo. El individuo que nace es conocido como alevín o larva, cuya morfología difiere del adulto y carece de madurez sexual. Los alevines al eclosionar poseen una longitud de 14 – 16 mm, un peso de 0,08 – 1,12 gramos. Durante esta etapa son

delicados, siendo apenas móviles. Tienen un saco vitelino (reserva nutricional), necesario para su crecimiento. (4)

Según investigaciones realizados en Leningrado-Rusia (1986), sobre las diferencias piscícolas entre los reproductores cultivados en estanques y en jaulas flotantes, se determinó que en los reproductores machos cultivados en jaulas, existe una disminución en la concentración de espermatozoides y una disminución en el tiempo de eclosión de su capacidad de desplazamiento, mientras que las hembras de truchas cultivadas en jaulas soportan con dificultad el proceso de la obtención artificial de ovas, por lo que frecuentemente mueren; por consiguiente, se recomienda que la procedencia y cultivo de los reproductores debe ser en estanques. Las características piscícolas de los reproductores de la trucha "arco iris", demuestran que los reproductores con características piscícolas óptimas para la producción de alevinos de calidad, se consideran a los machos de 3 a 5 años y las hembras de 3 a 6 años de edad. El tamaño y el color de las ovas, también influyen en el desarrollo de los alevinos, ya que por diversas investigaciones realizadas fue establecido de que en las ovas de trucha existen cuatro tonalidades: Anaranjado intenso, anaranjado pálido, amarillo intenso y amarillo pálido. Entre estas tonalidades, las ovas anaranjadas son de menor tamaño (promedio de 4.4 mm) que los amarillos (promedio de 5.8 mm) por lo que la calidad de alevinos descendientes de diferentes tonalidades de coloración de las ovas se ubican en el siguiente orden:

- 1.- Anaranjado intenso
- 2.- Amarillo intenso
- 3.- Anaranjado pálido
- 4.- Amarillo pálido

Las ovas aumentando de diámetro a medida que aumenta la edad. En la coloración de las ovas de la trucha arco iris, se distinguen cuatro tonalidades y según su calidad piscícola se valoran en una escala de 1 a 4 (5).

**Tabla 1. Características de las ovas de trucha “arco iris”.<sup>5</sup>**

	Color	Escala
Anaranjado (4,4 mm)	Anaranjado intenso	1
	Anaranjado pálido	3
Amarillo (5,8mm)	Amarillo intenso	2
	Amarillo pálido	4

**Fuente Mantilla (5)**

### **2.2.6 Incubadora para ovas de trucha vertical**

Estos sistemas de incubación se han diseñado para aumentar la tasa de supervivencia de los huevos de salmón y trucha, optimizando el espacio de sus salas de incubación, y con una excelente utilización del agua (9).

La forma vertical de los sistemas de incubación puede ser apilada en cuatro, ocho, doce, dieciséis bandejas, que le permitirá conservar valioso espacio. Las necesidades de abastecimiento de agua se reducen al mínimo debido a que el sistema requiere tan poco como 2-5 galones por minuto/agua por bandeja. El mantenimiento de la incubación y de trabajo del sistema es eficiente y simple como resultado una reducción de costos de mano de obra (9).

El resultado final de las características es el aumento de la tasa de supervivencia y el sistema más eficaz disponible para la incubación de los huevos. Si se requieren aislamiento necesidades, ofrecemos una variedad de productos, tales

como paneles de aislamiento, bandeja segregación, cestas y de aislamiento. Una vez que haya realizado los pasos para la recepción y conteo de las ovas, es el momento de pasarlas a sus incubadoras. Como en todos los pasos en el proceso del criadero, esto debe ser realizado con gran cuidado sólo por personal capacitado. Existen muchos sistemas de incubación y es importante encontrar uno que se adecúe a sus necesidades y presupuesto. Los tres sistemas más comunes de incubación son:

Bateas de incubación horizontales ("California trays")

Incubadoras de jarro con flujo ascendente ("Mac Donald Jars")

Incubadoras verticales de bandejas ("Heath Trays")

Como es el caso de la mayoría de los procesos en acuicultura, el uso de métodos simples es frecuentemente lo mejor, y estos tres métodos cumplen esa condición. La clave para cualquier criadero y la premisa en el diseño de estos tres métodos, es entregar un apropiado flujo de agua y, por ende, de oxígeno a las ovas en todo momento. La falta de oxígeno conduce a deformidades y/o mortalidades en la población. Otro importante proceso en esta etapa es mantener limpias las unidades, lo que incluye retirar periódicamente las cáscaras y ovas muertas. La presencia de ovas muertas permitirá el desarrollo de hongos en las incubadoras, lo que a su vez producirá mortalidades excesivas de ovas (9).

### **2.2.7 Incubación de ovas y mantenimiento de alevines**

La incubación de ovas tiene dos etapas, ova verde y ova con ojo respectivamente. La incubación de la ova verde se realiza en las bateas de incubación con un flujo de agua de 15 y 20 l/min. A una temperatura de 9 a 12°C por un tiempo que varía según la temperatura del agua que va entre 24 a 40

días. Es fundamental que en esta etapa no se toquen las ovas ya que estas son muy delicadas. Luego de este período la ova forma un pequeño punto negro llamado ojo, su membrana se hace más resistente, y permite que se pueda manipular, se deben extraer las ovas muertas. En esta etapa, ova con ojo, la ova demora entre 4 a 6 días para terminar de desarrollarse y luego eclosionar, pasando a un alevín con saco vitelino. Este saco vitelino es una reserva de energía que el alevín absorberá. En este período se debe mantener el flujo de agua a 20 l/min. Tratando de no moverlos hasta que terminen de absorber el saco vitelino después de entre 10 a 20 días (9).

Cuando se note que casi ya han absorbido la totalidad del saco vitelino se comienza con la primera alimentación, para que el alevín se comience acostumbrar a ser alimentado. Finalmente para la mantención intensiva se realizará en las mismas bateas o se pueden trasladar a otro sistema que permita un mayor número de individuos, como piscinas rectangulares o circulares. La alimentación se puede realizar de dos formas, una por porcentaje peso cuerpo por día o por saciedad, la frecuencia de alimentación es de aproximadamente de 6 a 8 veces al día (9).

#### **2.2.8 Sistema de cultivo**

Para la incubación de las ovas y mantención de los alevines, el sistema que se empleará, será el de bateas horizontales de madera recubiertas con lona sintética atóxica y canastillas de incubación plásticas. Para la mantención de los reproductores se usarán estanques rectangulares de tierra con fondo de arena. (10).

#### **Ovas**

Es conveniente obtener ovas embrionadas adquiridas en establecimientos calificados; estas ovas deben estar libres de enfermedades, deben haber sido

seleccionadas, certificadas y en etapa de desarrollo, con la presencia de ojos. Las ovas deben de estar libres de las siguientes enfermedades: IP, necrosis pancreática infecciosa; VHS, septicemia hemorrágica viral; IHN necrosis hematopoyética infecciosa; myoxosoma cerebrialis (torneo); forunculosis; aeromonas salmonicida; BKN; necrosis bacteriana del riñón; BKD, enfermedad bacteriana del riñón; ERM, enteritis rederouth. La ova a sembrar es la que se conoce como "ova embrionada" la cual deberá estar lista para nacer a los seis o siete días de su recepción, en base a los datos de temperatura de la estación en donde fue incubada. Si la temperatura del agua del ambiente receptor es superior a la de la planta de origen, el nacimiento se adelantará, retrasándose cuando la misma sea inferior (11).

### **Hidratación**

Una vez en la sala de incubación el desove conseguido se pone en un recipiente (frasco de incubación) dejando correr agua fresca a fin de que se continúe el proceso de hidratación por 6 ó 8 horas. (11).

### **Recuento**

Para conocer el número de huevos que se han obtenido se colocan en una probeta graduada de vidrio. Se considera que cada centímetro cúbico contiene 200 huevos en promedio.

### **Incubación**

Se usan frascos especiales. En cada frasco se colocan hasta unos 40,000 huevos, haciendo circular continuamente agua a razón de 100 litros por hora por frasco. La temperatura óptima del agua para la incubación es de 17°C a 18°C, pero el desarrollo del embrión se realiza también entre los 15°C y 21°C. El embrión que se va formando precisa de 200° a 250°C de temperatura

acumulados, para desarrollarse enteramente y nacer la larva. Diariamente es necesario lavar los huevos para extraer los muertos. Los que no están fecundados o para curar los que presentan hongos y registrar la temperatura (11).

### **Nacimiento**

Esto es la salida de la larva por rotura de la cáscara, alrededor de los 10 ó 13 días de incubación. Se conectan los frascos de incubación mediante mangueras o bateas de vidrio donde pasan con el agua. Debemos tener mucho cuidado con la manipulación, pues las larvas mantienen el vitelo del cual se alimentan, un tiempo más (11).

#### **2.2.9 Incubadoras horizontales**

Entre los clásicos y tradicionales son las artesas montadas en las pilas de incubación y pilas de primer alevinaje al mismo tiempo, en cada pila de incubación el agua entra por un extremo y sale por el otro, recorriendo con continuidad toda la pila ininterrumpidamente existiendo en la parte terminal unos tabiques que regula la circulación del agua en el interior de la pila e impide de la fuga de los alevinos después de la eclosión. Las bandejas de incubación generalmente vienen a constituir a base de un bastidor de marcos de madera y malla de mosquitero y son colocados unos a otros, se disponen en las pilas de forma que los huevos cubiertos por unos 3 a 5 cm de agua. Esta altura puede ser mayor, pero para no entorpecer el control y limpieza de los huevos no debe pasar de 10 cm. (2)

#### **2.3.1 Incubadoras verticales**

Este tipo de incubadora tiene la ventaja de que ocupa menos área ahorra el espacio y se incuba más huevo y se emplea menos flujo de agua, y la desventaja es que cuando se produce una enfermedad el contagio es para

todos. Inconvenientemente es la dificultad que presenta la observación de los huevos. En la mayoría de los casos es preciso sacar las bandejas como si fueran cajones de una cómoda para poder examinar los huevos, lo que provoca el movimiento de las mismas que los altera (2)

Desde la fecundación hasta la aparición de los ojos los huevos pueden manipularse sin temor durante 10-15 días, en algunos casos 16 – 18 días. Desde la aparición de los ojos (ojeado) hasta la eclosión, durante esta etapa se pueden manipular, transportar los huevos a condiciones a mantener húmedo el huevo embrionado, viene hacer el huevo comercial. La eclosión dura alrededor de una semana, normalmente es la cola del alevín que sale primero, desde la fecundación se prevé una duración de 25 a 30 días aproximadamente, por ejemplo en el Centro de producción el ingenio es de 26 días a 11°C. Desde la eclosión hasta la finalización de la absorción de la vesícula (fase larvaria). A lo largo de esta fase que dura aproximadamente de la mitad de la incubación el alevín cambia totalmente de forma y aspecto. Esta parte del desarrollo consiste mucho más en una transformación del organismo, que en aumento de tamaño. Al principio entorpecido por la gran vesícula se reabsorbe y el alevín se alarga y aligera. Al eclosionar la longitud del alevín es de 15 mm y al final de la absorción 20 mm, al mismo tiempo ligeramente se oscurece cada vez más, se forma y se hace más móvil. Al final de la tercera fase el tubo digestivo se abre y puede comenzar a tragar pequeñas presas; en ese momento la vesícula se ha reabsorbido en  $\frac{3}{4}$  partes y es cuando el alevín. Si no se alimenta debe soltarse en aguas limpias y libres (2)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del lugar de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones de la Empresa Piscícola Aguazul S.R.L. ubicado en la laguna Yanacocha del distrito de Huamanguilla, provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho (Anexo 1).

#### 3.2. Diseño de estudio

Se adecuó a un diseño experimental en la que se tuvo como

**Variable Independiente:**

Sistema de Incubación Indicador: Sistema de incubación horizontal (tradicional) y sistema preparado en ambiente de jaula flotante.

**Variable Dependiente:**

Cantidad de ovas y larvas.

Mortalidad de ovas y larvas en artesa flotante instalada en la laguna

Mortalidad de ovas y larvas en artesa horizontal instalada en una sala de incubación.

#### 3.3. Población y muestra

##### 3.3.1. Población

Estuvo constituida por 50000 ovas embrionadas importadas de los Estados Unidos de Norte América

### **3.3.2. Muestra**

Se utilizó 5000 ovas equivalentes a 0,6 L para tratamiento a y tratamiento b, estabuladas en 10 bastidores, con 500 ovas cada uno, equivalentes a 0,06 L. Con la finalidad de estimar el volumen que tendría 500 ovas se empleó la canaleta de Von Bayer.

### **3.4. Procedimiento de recolección de datos**

#### **3.4.1. Construcción de bastidores y artesa flotante**

Los bastidores fueron contruidos de madera tornillo de medidas 40x40x3,5 cm, y un espesor de una pulgada, en número de cinco para la artesa de incubación horizontal ubicada en la sala de incubación y 05 bastidores de forma cuadrada de medidas 40x 40 x 11cm de altura y espesor de una pulgada, el que fue instalada a una profundidad de 8 cm (sumergido por su propio peso), quedando 3 cm de desquite, siendo los bastidores cubiertos con una malla fija mosquitera movable para el manejo, con el cual se evitó que salgan ovas y larvas por el movimiento del oleaje. Así mismo, la artesa flotante construida con malla sintética mosquitera, de forma rectangular, le adosó componentes que garanticen su flotabilidad y estabilidad, como dos relingas superiores para amarre a las jaulas flotantes donde se cría peces de estadios juveniles y engorde, seis lastres para que de forma homogénea al piso y con la finalidad de garantizar aislamiento del ambiente externo e impedir el ingreso de rayos solares, se colocó una tapa constituida de tela sintética arpillera negra de medidas 2 metros de ancho y 6 metros de largo cuyos extremos de la arpillera fueron amarrados a los parantes de jaula de cría extendidamente a nivel de la superficie de la artesa flotante (Anexo 7).

### **3.4.2. Aclimatación y desinfección de ovas**

De la caja de tecnopor, donde fueron traídas las ovas, se retiraron los bastidores que contienen las ovas embrionadas, para su aclimatación a las condiciones en las cuales fueron incubadas, para lo cual se realizó la respectiva aclimatación de temperatura y química por un tiempo de 10 minutos.

Seguidamente, con la finalidad de garantizar la calidad sanitaria, las ovas fueron desinfectadas con el producto "Agua yodo" a una concentración de 5 ppm, cumpliendo la exigencia del Ministerio de la Producción (Anexo 5).

### **3.4.3. Determinación del diámetro de ovas embrionadas**

Antes de someter a la aclimatación las ovas, se realizaron muestreos a través de una cámara de Von Bayer, por cinco veces, con la finalidad de poder determinar el promedio de volumen. La información obtenida permitió determinar con exactitud el volumen que representaba las 500 unidades a ser colocado por cada bastidor y artesa (Anexo 4).

### **3.4.4. Re incubación de ovas embrionadas en sala de incubación o incubadora flotante**

En la artesa de incubación horizontal ubicada en la sala de incubación, se estabularon ovas en cinco bastidores a una cantidad de 500 ovas por cada una, haciendo un total de 2500 ovas por artesa.

La artesa flotante tuvieron las mismas características, cinco bastidores y en cada una de ellas se colocó 500 ovas, haciendo un total de 2500 (Anexo 6).

### **3.4.5. Registro de mortalidad de ovas en artesa flotante y artesa tradicional**

El control de mortalidad de ovas se realizó a partir del segundo día de re-incubación, retirando las ovas muertas lo que fueron registrados en una planilla.

Así mismo, se registró las fechas de inicio del proceso de eclosión con la finalidad de determinar el tiempo entre reinicio de incubación y proceso de eclosión.

#### **3.4.6. Registro de la mortalidad de larvas en artesa flotante y artesa tradicional**

Este control de mortalidad se realizó a nivel de larvas desde la eclosión, la reabsorción del saco vitelino y acostumbramiento a la dieta artificial, hasta que adquirieron la capacidad de nadar y ser liberados fuera de los bastidores.

#### **3.4.7. Determinación de la calidad fisicoquímica del agua de incubación**

Para este caso, las muestras de agua fueron tomadas en lugares próximos a la captación de agua que se dirige a la incubación (artesa horizontal). El mismo procedimiento se realizó para el tratamiento de artesa flotante, para ello se utilizó frascos de 600 ml. y fueron llevadas al laboratorio de la Empresa de Prestación de Servicios de Agua (EPSASA), para su respectivo análisis.

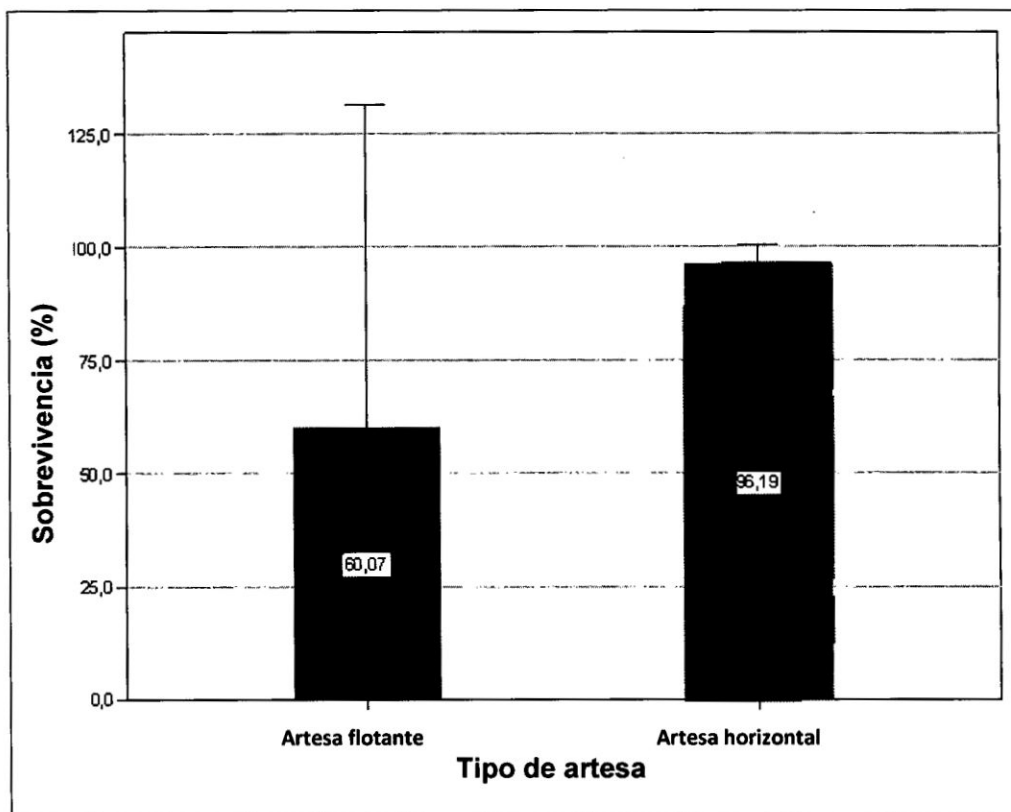
### **3.5. Análisis estadístico**

Los resultados se presentaron en cuadros y gráficos en los que se muestra estadísticos descriptivos. Así mismo se aplicó la prueba T de Student que es una prueba paramétrica para comparar dos tratamientos (dos métodos de re-incubación) a nivel de los valores de mortalidad de ovas y larvas registrados con un nivel de significancia de 95% ( $\alpha = 0,05$ ).

El diseño experimental de una incubadora flotante en aguas contenidas en una laguna, en comparación a una incubadora tradicional horizontal. Los datos obtenidos en la sobrevivencia de ovas embrionadas y larvas *Oncorhynchus mykiss*, estabulado en la laguna (artesa flotante) y sala de incubación (artesa horizontal), ha permitido realizar la prueba de Student y se encontró significancia

estadística 95% ( $\alpha = 0,05$ ), en tanto se rechaza la hipótesis nula, aceptándose la hipótesis alterna.

#### **IV. RESULTADOS**



$t = -3.196$ ; g. l. = 18;  $p = 0.000$

Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia promedio de ovas y larvas de *Oncorhynchus mykiss* en dos tipos de artesas. Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho - 2010.

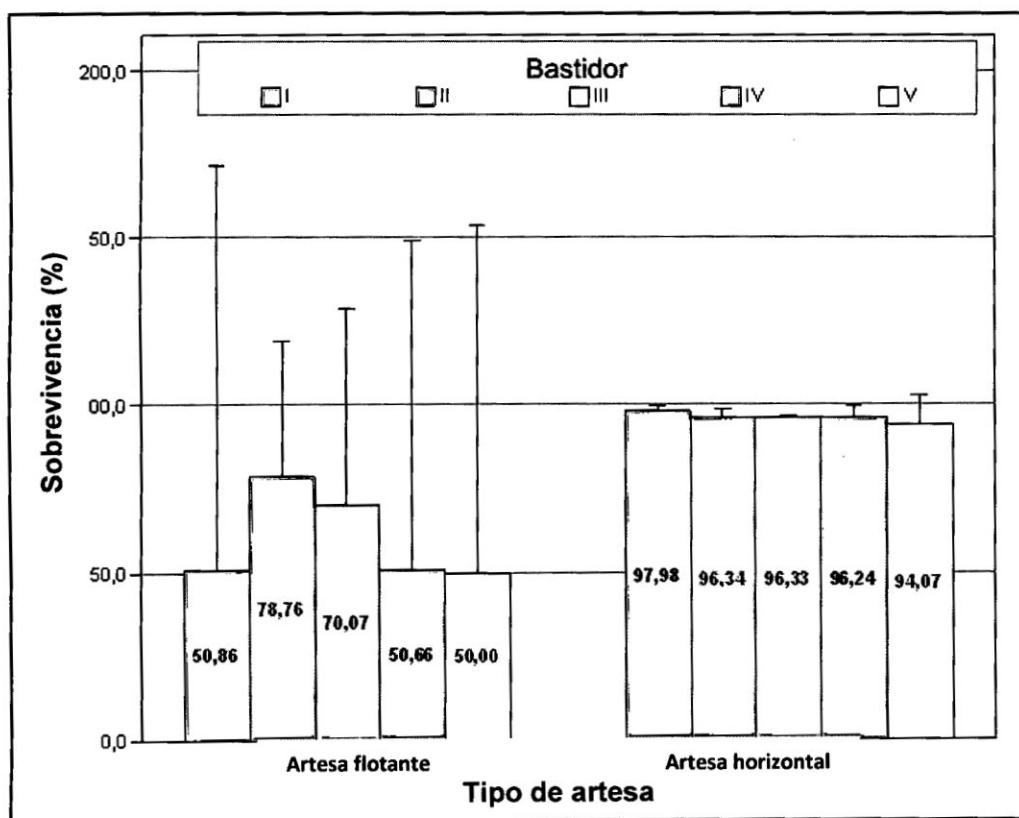
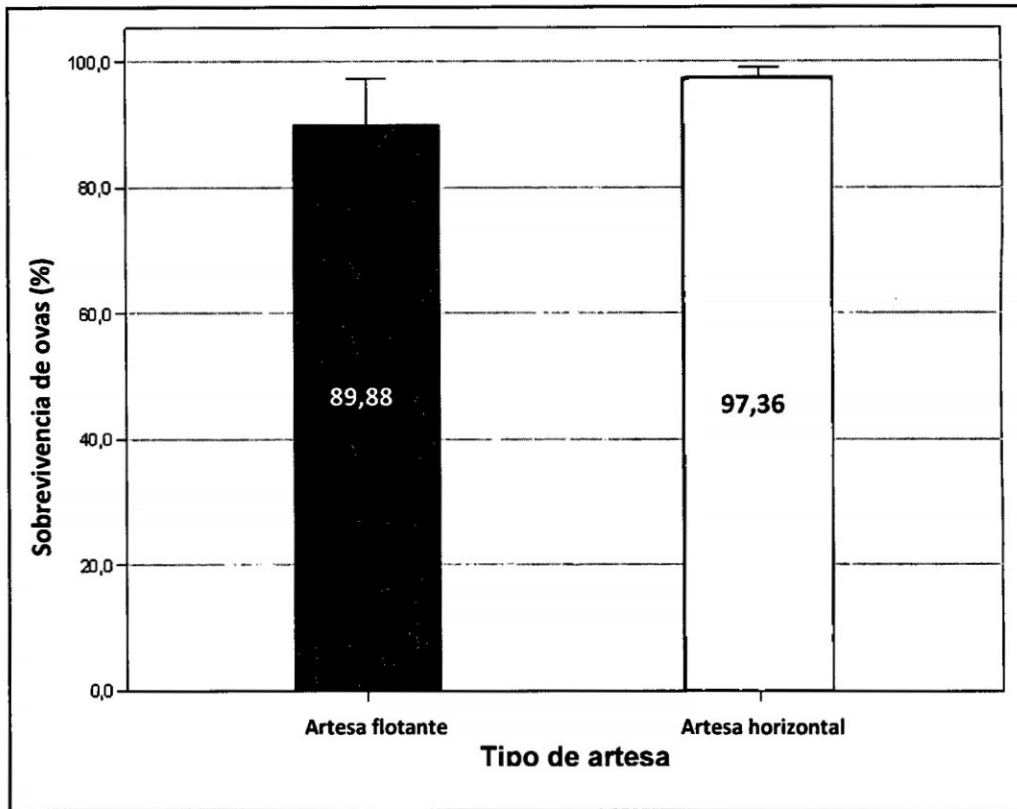


Figura 2. Porcentaje de sobrevivencia de ovas y larvas, de *Oncorhynchus mykiss* según tipo de artesa y bastidor. Laguna de Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho - 2010.



$t=-4.402$ ; g. l. =8;  $P=0.04$

Figura 3. Porcentaje de sobrevivencia promedio de ovas de *Oncorhynchus mykiss* según tipo de artesa. Laguna de Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho - 2010.

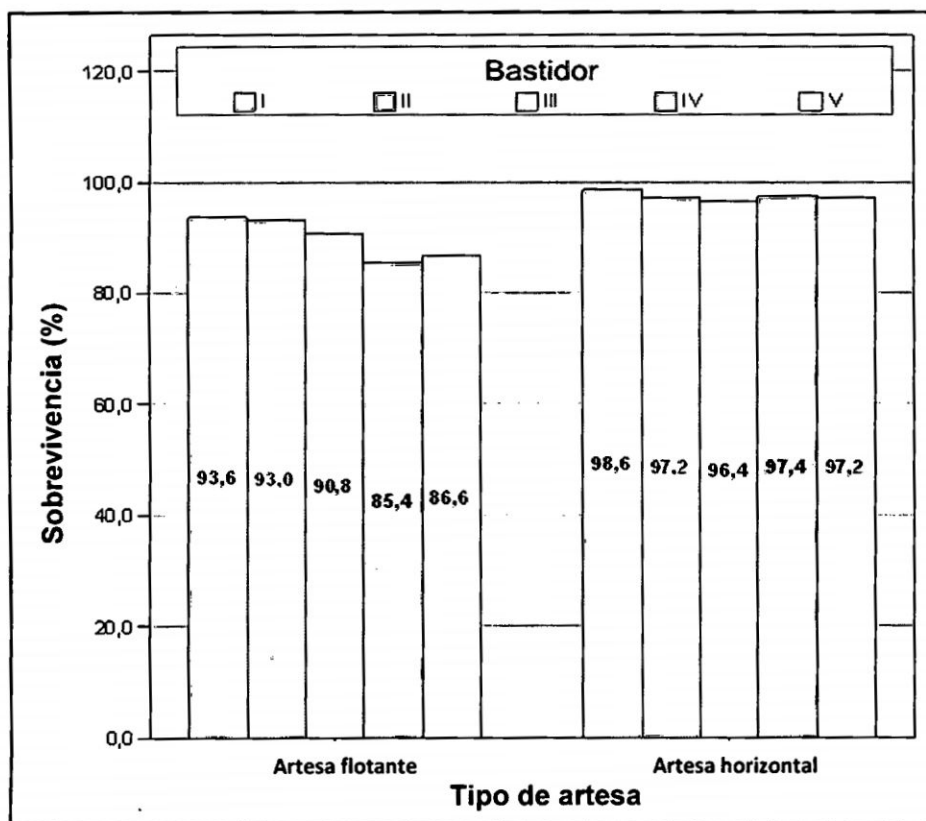
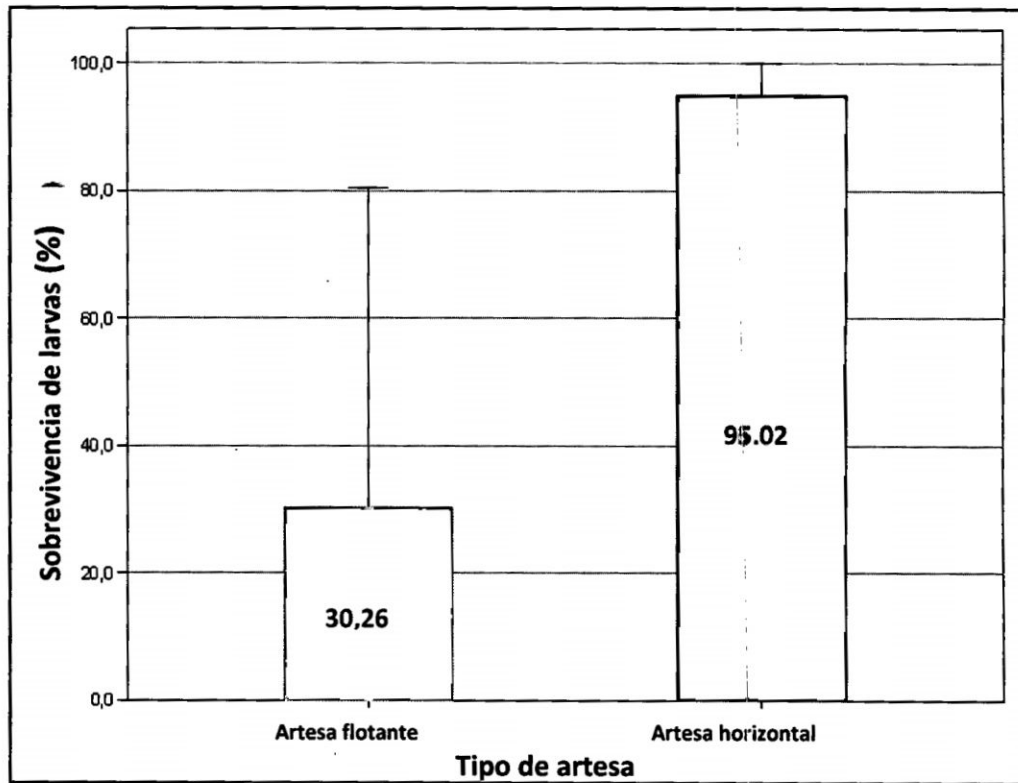


Figura 4. Porcentaje de sobrevivencia de ovas, de *Oncorhynchus mykiss* según tipo de artesa, bastidor. Laguna de Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho -2010.



$t=-5.745$       g. l. =8       $P=0.001$

Figura 5. Porcentaje promedio de sobrevivencia de larvas de *Oncorhynchus mykiss* según tipos de artesas. Laguna de Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho-2010.

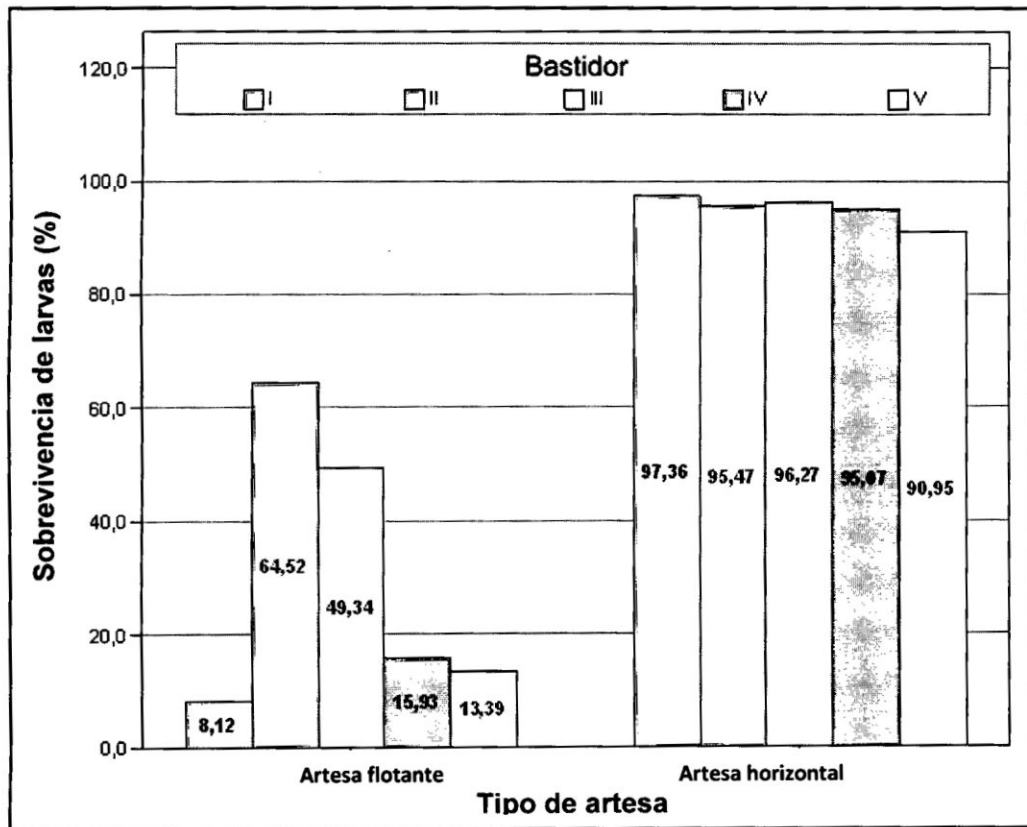


Figura 6. Porcentaje de sobrevivencia de larvas de *Oncorhynchus mykiss* según tipo de artesa y bastidor. Laguna de Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho - 2010.

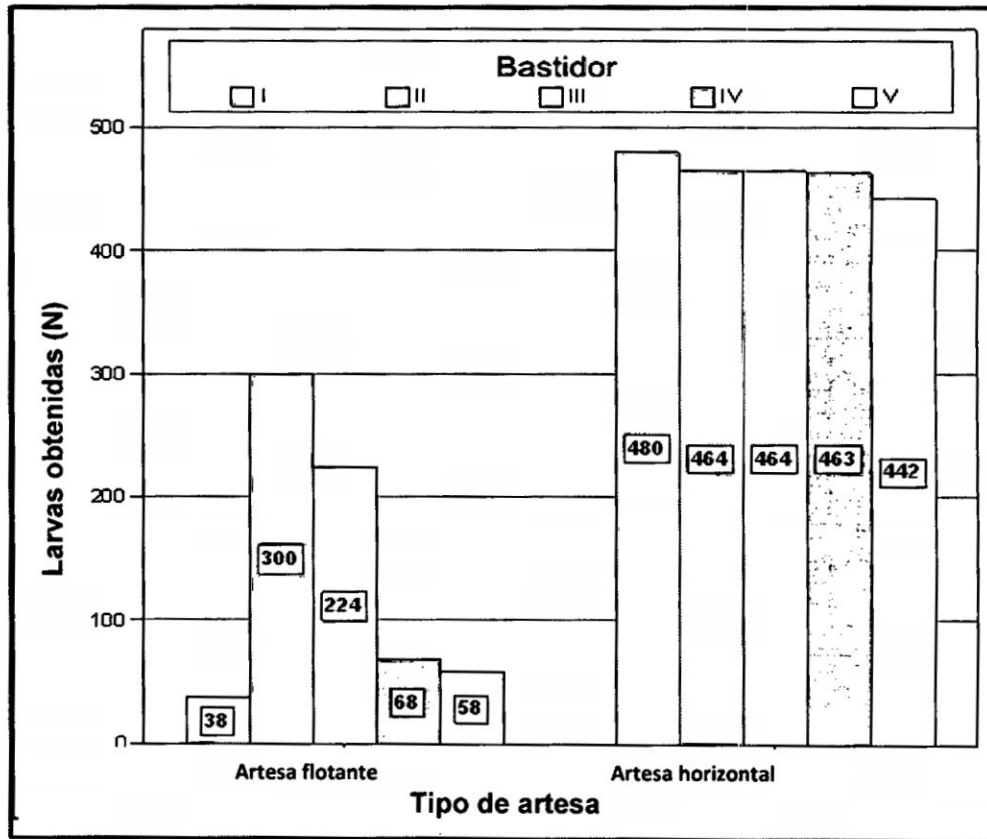


Figura 7. Número de larvas obtenidas, por bastidor, de *Oncorhynchus mykiss* según tipo de artesa. Laguna de Yanacocha, Huamanguilla. Ayacucho - 2010.

**Tabla 2. Características fisicoquímicas del agua en la artesa flotante y horizontal.**

Características fisicoquímicas	Artesa flotante	Artesa horizontal	Prueba Mann-Whitney
Temperatura ambiental (°C)	4.6 C	6.6	0.00
Temperatura del agua (°C)	9.5 C	10.0	0.057
pH	7.56	7.85	0.852
Turbidez (NTU)	2.24	2.23	0.94
Alcalinidad (mg/l)	20.2	20.2	0.98
Calcio (mg/l)	24	24	0.96
Magnesio (mg/l)	4	4	0.85
Cloruros (mg/l)	1.5	1.5	0.97
Dureza total (mg/l)	28	28	1.0

## V. DISCUSIÓN

La Figura 1 nos muestra el porcentaje de sobrevivencia promedio de ovas y larvas incubadas en los dos tipos de artesas probadas (flotante y horizontal), al realizar la prueba de Student se halló significancia estadística ( $P < 0,05$ ), demostrándose que el mayor promedio de sobrevivencia se dio en la artesa horizontal con 96,19%, en comparación de la artesa flotante con 60,07%, observándose que la artesa horizontal es la más adecuada para la re-incubación de ovas y larvas de trucha "arco iris". Realizando las comparaciones por bastidores, se halló mayor porcentaje de sobrevivencia en los bastidores de la artesa horizontal con 97,98% y 96,34% de los bastidores I y II, respectivamente; mientras que los promedios de sobrevivencia se dieron en los bastidores IV y V de la artesa flotante con 50,66% y 50,00%, respectivamente (Figura 2).

Probablemente estos resultados son debido a las diferencias de las condiciones ambientales del agua, influyendo en la mortalidad de ovas y larvas de *Oncorhynchus mykiss* que fue mantenido en la artesa flotante, donde dichas condiciones no pueden ser controladas de manera óptima como si ocurre en las salas de incubación.

El proceso de desarrollo de la trucha "arco iris" conlleva a una serie de cambios orgánicos y fisiológicos tanto internos como externos, sin embargo la adaptación

hacia su medio externo es la que finalmente brindará las condiciones físico-químicas que repercutirán directamente en la sobrevivencia de las ovas y larvas. El número de sobrevivencia de las ovas y larvas son indicadores de las condiciones de crianza, los cuales influirán directamente en la sobrevivencia general.

La Figura 3 nos muestra la sobrevivencia promedio de ovas en dos tipos de artesa, encontrándose diferencias estadística ( $P < 0,05$ ) entre los dos tratamientos, hallándose el mayor promedio de sobrevivencia en la artesa horizontal con 97,36%, mientras que en la artesa flotante se registró un promedio menor de 89,88%. Realizando las comparaciones entre bastidores, los mayores promedios de sobrevivencia se dieron en los bastidores I y II de la artesa horizontal con 98,6% y 97,2%, respectivamente. Mientras que en la artesa flotante los mayores promedios de sobrevivencia se dieron en los bastidores I y II con 93,6% y 93,0%, respectivamente (Figura 4). El cuerpo de agua es un factor muy importante en toda crianza de trucha "arco iris", por lo que debe poseer características adecuadas en cuanto a su cantidad y calidad (factores físico-químicos y biológicos). Las propiedades físicas, como temperatura, pH, oxígeno, transparencia, turbidez, etc., pueden estar sometidas a variaciones bruscas por la influencia de factores externos, fundamentalmente a cambios atmosféricos y climáticos. Las propiedades químicas, sin embargo son mucho más estables y sus variaciones son mínimas, salvo casos excepcionales en los que una contaminación pueda producir efectos irreversibles. La calidad del agua desde el punto de vista biológico, está condicionada a la ausencia o presencia de organismos vivos en el ecosistema acuático, así como a la mayor o menor presencia de agentes patógenos.

La Figura 5 muestra la sobrevivencia promedio de larvas en dos tipos de artesa,

hallándose diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), presentándose los mayores promedios de sobrevivencia en la artesa horizontal con 95,02%, mientras que en la artesa flotante se halló solamente 30,26% de sobrevivencia, demostrándose que la artesa horizontal es la más adecuada para la crianza de truchas. Realizando las comparaciones por bastidores los mayores promedios se dieron en la artesa horizontal con 97,36% y 96,27% de los bastidores I y III, respectivamente; mientras que los menores promedios de sobrevivencia se dieron en la artesa flotante con 8,12% y 13,39% de los bastidores I y V, respectivamente (Figura 6).

Otro aspecto muy importante en la crianza de truchas es la forma de manejo, donde están relacionados directamente la capacidad y el nivel de conocimiento sobre truchicultura, ya que si las ovas y larvas no son manejadas en las óptimas condiciones se incrementa la mortalidad. Cabe precisar cuando existen factores no controlados que influyen en la mortalidad de las ovas y larvas el porcentaje de mortalidad es homogéneo, si las cifras difieren puede deberse a los factores intrínsecos de la trucha y el personal que está realizando el manejo (12). Sin embargo al suponer que el manejo de las larvas se dieron con las mismas características, es de esperar que la mortalidad se de en promedios parecidos, lo que no se refleja en los resultados, por lo que es de suponer de la existencia de otro factor que desencadenó una mayor mortalidad de larvas en la artesa flotante, muy probablemente este factor esté relacionado con el oleaje que se genera en la laguna, lo que determinó que las larvas estuvieran sometidas a "golpes" que hizo que los sacos vitelinos se rompan con la consecuente muerte del individuo.

La Figura 7 nos muestra el número de larvas obtenidas por bastidores en dos tipos de artesas, hallándose diferencias en ambos grupos; los mayores

promedios de larvas obtenidas fueron en la artesa horizontal con 480 larvas del bastidor I, seguido de 464 larvas de los bastidores II y III, respectivamente. Mientras que los menores promedios de larvas se dieron en la artesa flotante con 38 larvas en el bastidor I y 58 larvas en el bastidor V, debido a los movimientos hídricos causados por factores medio ambientales (calor, viento, lluvia, etc.)

La Tabla 1 nos muestra los resultados promedios de las características fisicoquímicas de las aguas colectadas en las inmediaciones de las dos artesas, que en términos generales muestran gran similitud, con excepción las temperatura ambiental y del agua en la que se registra mayores temperaturas en el lugar instalado la artesa horizontal (sala de incubación). Al realizar la prueba de Mann-Whitney se corroboró líneas arriba, ya que se halló significancia estadística solo a nivel de la temperatura ambiental y del agua, mientras que para el resto de características fisicoquímicas, estadísticamente, fueron similares en los ambientes (laguna y sala de incubación). Lo hallado corrobora la existencia de factores ambientales que limitan la sobrevivencia principalmente de larvas en la artesa flotante, que podría estar relacionado con la temperatura ambiental y del agua, sin embargo si observamos los valores promedios, se hallan dentro de lo considerado como "adecuado", por lo que existe otro factor, el que podría ser la presencia de oleaje que hizo que las ovas y larvas sufran en mayor medida movimientos bruscos que elevaron la mortalidad, tomando en cuenta que en la etapa de larva es importante mantenerlo lo más quietos posible.

## VI. CONCLUSIONES

1. El porcentaje de sobrevivencia general de ovas embrionadas y larvas de *Oncorhynchus mykiss* fue 96,19% en la artesa horizontal en comparación con la artesa flotante con 60,07%, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ).
2. A nivel de solo ovas, el mayor porcentaje de sobrevivencia se registró en la artesa horizontal con 97,36%, en comparación con la artesa flotante en la que se registró 89,88% ( $P < 0,05$ ).
3. A nivel de solo larvas, el mayor porcentaje de sobrevivencia se registró en la artesa horizontal con 95,02% en comparación con la artesa flotante en la que se registró 30,26% ( $P < 0,05$ ).

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigación referidas al tema para encontrar sistemas de re-incubación más adecuadas para reducir la tasa de mortalidad de las fases de ova, eclosión y larval y de esta manera reducir los costos en la producción de trucha "arco iris".
2. Realizar los estudios físico-químicos de las lagunas de crianza frecuentemente, para de esta manera identificar los ciclos biogeoquímicos más importantes que pueden afectar la crianza de trucha "arco iris".

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ayala P. Supervivencia de ovas, larvas y alevinos de *Oncorhynchus mykiss* trucha "Arco Iris" nacionales e importados en el Centro Experimental La Totorilla UNSCH – Ayacucho. 2011.
2. Godoy M. Truchicultura. Perú impreso Gama. Ayacucho-Perú. 2004.
3. Mendoza P. Guía de Buenas Prácticas de Manejo en la Producción. 2004.
4. Breton B. Cultivo de la trucha. Ediciones. Omega. Barcelona. España. 2007
5. Mantilla B. Cultivo de trucha. Editorial Palomino Puno. 2004.
6. Bedriñana M. Manual de crianza de truchas en ambientes controlados Huancayo. 2005.
7. FAO Fisheries and Aquaculture Department. 2002.
8. Silvera M. *Oncorhynchus mikiss* trucha "arco iris". Universidad Peruana Los Andes – Huancayo. 2010.
9. AQUATECH PERU <http://aquatechperu.com>. 2010.
10. AGT CONSULTORES. Incubación de ovas y mantención de alevines, <http://agtchile.8m.com>. 2010.
11. Sánchez C. Crianza y producción de trucha. Ediciones Ripalme Lima-Perú. 2004
12. Cahua Ferens E. Crianza de truchas: Aspectos que tomar en cuenta. Revista de Piscicultura Venezolana. Vol. 3(2): 160-171. 2010.
13. RAGASH Manual de crianza: trucha *Oncorhynchus mikiss* Perú – Municipalidad Distrital Ragahs. Perú. 2009.

**ANEXOS**

Anexo 1



Figura 8. Instalaciones de la Empresa Piscícola Aquazul S.R.L en la laguna de Yanacocha del distrito de Huamangilla. 2010

Anexo 2



Figura 9. Transporte de ovas embrionadas importadas.

Anexo 3

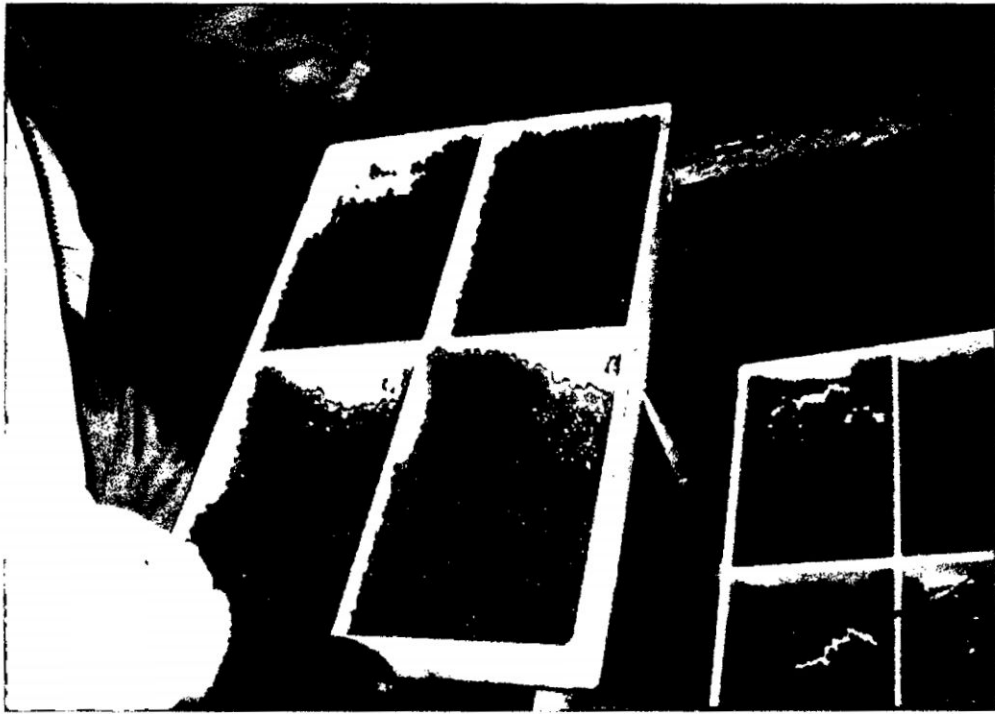


Figura 10. Retiro de bastidores conteniendo ovas embrionadas.

Anexo 4



Figura 11. Determinación del diámetro con la cámara de Von Bayer.

Anexo 5



Figura 12. Estabulación y desinfección de ovas por bastidor, en la laguna de Yanacocha Huamanguilla. 2010.

Anexo 6



Figura 13. Aclimatación, re- incubación y control de temperatura de agua, en la laguna de Yanacocha Huamanguilla. 2010

Anexo 7



Figura 14. Instalación de cobertor arpillera negra sintética en artesa flotante, en la laguna de Yanaccocha Huamanguilla. 2010



**Anexo 8**  
**Planilla de mortalidad**

MES	FECHA	LAGUNA						SALA						
		B1	B2	B3	B4	B5	TOTAL	B1	B2	B3	B4	B5	TOTAL	
Agosto														
2010														
	25	2	1	3	1	3		3	7	7	3	6		
	26	2	4	1	5	2		1	1	4	1	1		
	27	1	2	1	3	3								
Inicio	28	12	18	11	9	39					3	4	Inicio	
Eclosión	29	15	5	10	40	10			1	2		2	Eclosión	
	30			15		10			3	2	3	1		
Fin	31		5	5	15			3	1	1	1			
Eclosión														
Setiembre														
Larva	Set	25	20	15	5	20					1			
Larva	01				15	15				2	1			
Larva	02	5	10	35	15	25			1					
Larva														
Larva	04		15	10	15	5							Fin	
Larva	05			5		5			1				Eclosión	
Larva	06	30	15	60	65	20			1		1	2	Larva	
Larva	07	5			35				1	2			Larva	
Larva	08	100	30	15	19	12							Larva	
Larva	09	75			45	35			3	2	2	1	Larva	
Larva	10	90		10	50	30		1		2		4	Larva	
Larva	11	10	5			10			5	2	1	2	Larva	
Larva	12		5	5		20			1		1	2	Larva	
Larva	13		5	5				2	1	2	1	2	Larva	
Larva	14	5			10	30			1		1		Larva	
Larva	15	5			5	20		2				4	Larva	
Larva	16	5	15	15	10	20		2				1	Larva	
Larva	17	5	10		5	3						3	Larva	
Larva	18		10		5				1			2	Larva	
Larva	19		5		5	20			1	1		4	Larva	
Larva	20	5				10			1	1			Larva	
Larva	21		5	5				1			2	6	Larva	
Larva	22	25		10		15		1			1	4	Larva	
Larva	23	10	5			5		1	3	3	2	4	Larva	
Nadante	24	10		15		5		1	1		5	4		
Nadante	25	15	10	20		10			2	4		3	Nadante	
Nadante	26	5		5		40					7	1	Nadante	

Anexo 9

Matriz de Consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
Efecto de dos métodos de re-incubación (artesa horizontal y flotante) en la sobrevivencia de ovas embrionadas y larvas de Oncorhynchus mykiss. Ayacucho-2010	¿Cuál es el efecto del sistema de re-incubación mediante artesa horizontal (tradicional) y del sistema propuesto de artesa flotante preparada en laguna, en los niveles de mortalidad y sobrevivencia de las ovas re-incubadas y larvas de trucha.	<b>Objetivo General</b> Evaluar el efecto del sistema de incubación mediante artesa horizontal (tradicional) y del sistema mediante incubadora preparada en jaula flotante, en los niveles de mortalidad y sobrevivencia de las ovas re-incubadas y larvas de trucha.  <b>Objetivos específicos:</b> 1. Determinar el efecto del sistema de incubación mediante artesa horizontal (tradicional) en los niveles de mortalidad y sobrevivencia de las ovas re-incubadas y larvas de Oncorhynchus mykiss. 2. Determinar el efecto del sistema de incubación mediante el sistema re-incubadora preparada en jaula flotante, en los niveles de mortalidad y sobrevivencia de las ovas re-incubadas y larvas de Oncorhynchus mykiss? 3. Comparar los niveles de mortalidad y sobrevivencia de ovas re-incubadas y larvas de Oncorhynchus mykiss, incubados y criados, respectivamente en los sistema de incubación mediante artesa horizontal (tradicional) y el sistema mediante incubadora preparada en jaula flotante.	El efecto del sistema de re-incubación mediante artesa horizontal (tradicional) y del sistema propuesto de artesa flotante preparada en laguna, en los niveles de mortalidad y sobrevivencia de las ovas re-incubadas y larvas de Oncorhynchus mykiss, es diferenciada, siendo la mortalidad menor en la segunda mencionada.	<b>Variable Independiente:</b> Sistema de Incubación <b>Indicador:</b> Sistema de incubación horizontal (tradicional) y sistema preparado en ambiente de jaula flotante.  <b>Variable Dependiente:</b> Cantidad de ovas y larvas <b>Indicador:</b> Mortalidad de ovas y de larvas en porcentaje <b>Variable Interviniente:</b> Calidad fisicoquímica de las aguas de incubación	<b>Población:</b> Ovas embrionadas importadas de los Estados de Norteamérica. <b>Muestra:</b> 5 000 Ovas embrionadas importadas de los Estados de Norteamérica. <b>Procedimiento de recolección de datos:</b> a. Construcción de bastidores y artesa flotante. b. Aclimatación y desinfección de ovas. c. Determinación del diámetro de ovas embrionadas. d. Re-incubación de ovas embrionadas en sala de incubación e incubadora flotante. e. Control de mortalidad de ovas en artesa flotante y artesa tradicional. f. Control de mortalidad de larvas en artesa flotante y artesa tradicional. g. Determinación de la calidad fisicoquímica del agua de incubación <b>Análisis estadístico:</b> Los resultados se presentaran en cuadros, gráficos, tablas, mostrando los estimadores de tendencia central y de dispersión. Con la finalidad de comparar los valores de mortalidad de ovas y larvas registrados en los dos métodos de re-incubación, se utilizará la prueba de Student con un nivel de significancia de 95 % ( $\alpha = 0.05$ )